Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

"Estudio en la duda, acción en la fe"

DAIS

11111000011

División Académica de Informática y Sistemas

REDES

Alumnos:

Hilaria del c. Caseres Hernández

Maribel Juárez Almeida

Sabino Cruz Garcia

Cunduacán Tabasco, 12 de marzo del 2009

"Por la Universidad de Calidad"

CAPITULO 4:

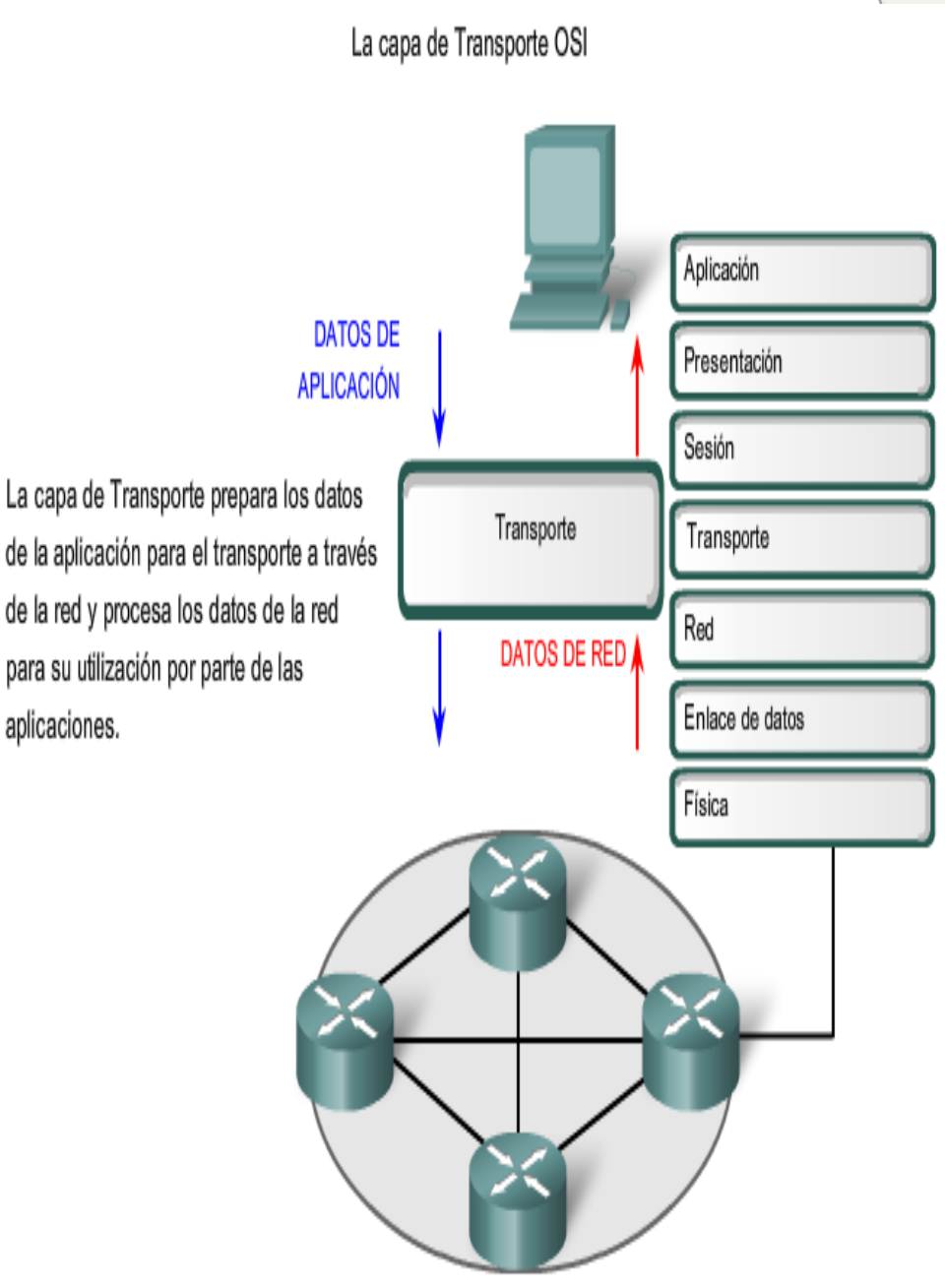
CAPA DE TRANSPORTE DEL MODELO OSI

Introducción del capitulo

Las redes de datos e Internet brindan soporte a la red humana al proporcionar la comunicación continua y confiable entre las personas, tanto de manera local como alrededor del mundo.

En un único dispositivo, las personas pueden utilizar varios servicios como e-mails, la Web y la mensajería instantánea para enviar mensajes o recuperar información. Las aplicaciones como clientes de correo electrónico, exploradores Web y clientes de mensajería instantánea permiten que las personas utilicen las computadoras y las redes para enviar mensajes y buscar información.

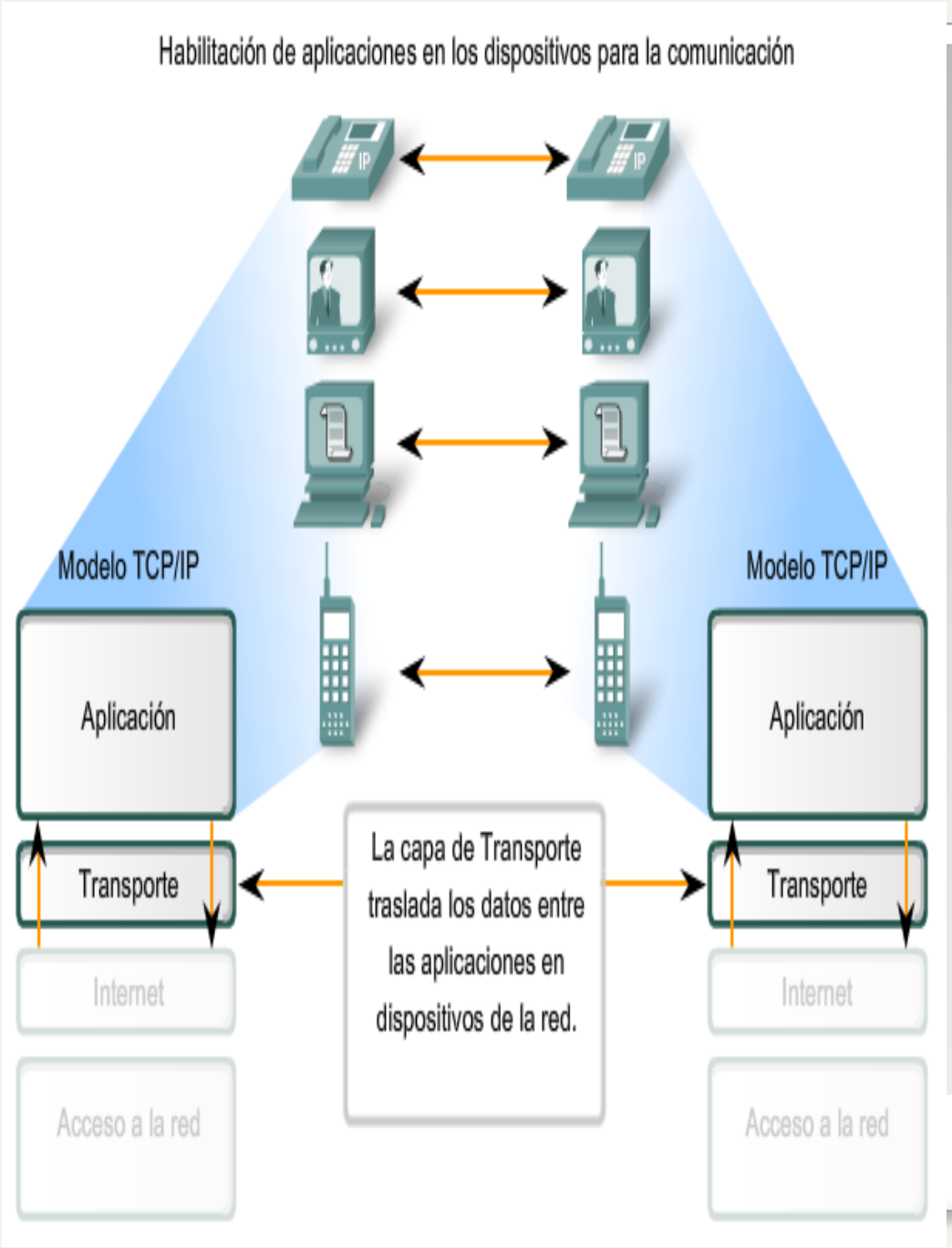
Los datos de cada una de estas aplicaciones se empaquetan, transportan y entregan al daemon de servidor o aplicación adecuados en el dispositivo de destino.
Los procesos descritos en la capa de Transporte del modelo OSI aceptan los datos de la capa de Aplicación y los preparan para el direccionamiento en la capa de Red. La capa de Transporte es responsable de la transferencia de extremo a extremo general de los datos de aplicación.



4.1 Funciones de la capa de Transporte
4.1.1 Propósito de la capa de Transporte

La capa de Transporte permite la segmentación de datos y brinda el control necesario para reensamblar las partes
dentro de los distintos streams de comunicación. Las responsabilidades principales que debe cumplir son:

- seguimiento de la comunicación individual entre aplicaciones en los hosts origen y destino,
- segmentación de datos y gestión de cada porción,
- reensamble de segmentos en flujos de datos de aplicación, e
- identificación de las diferentes aplicaciones.

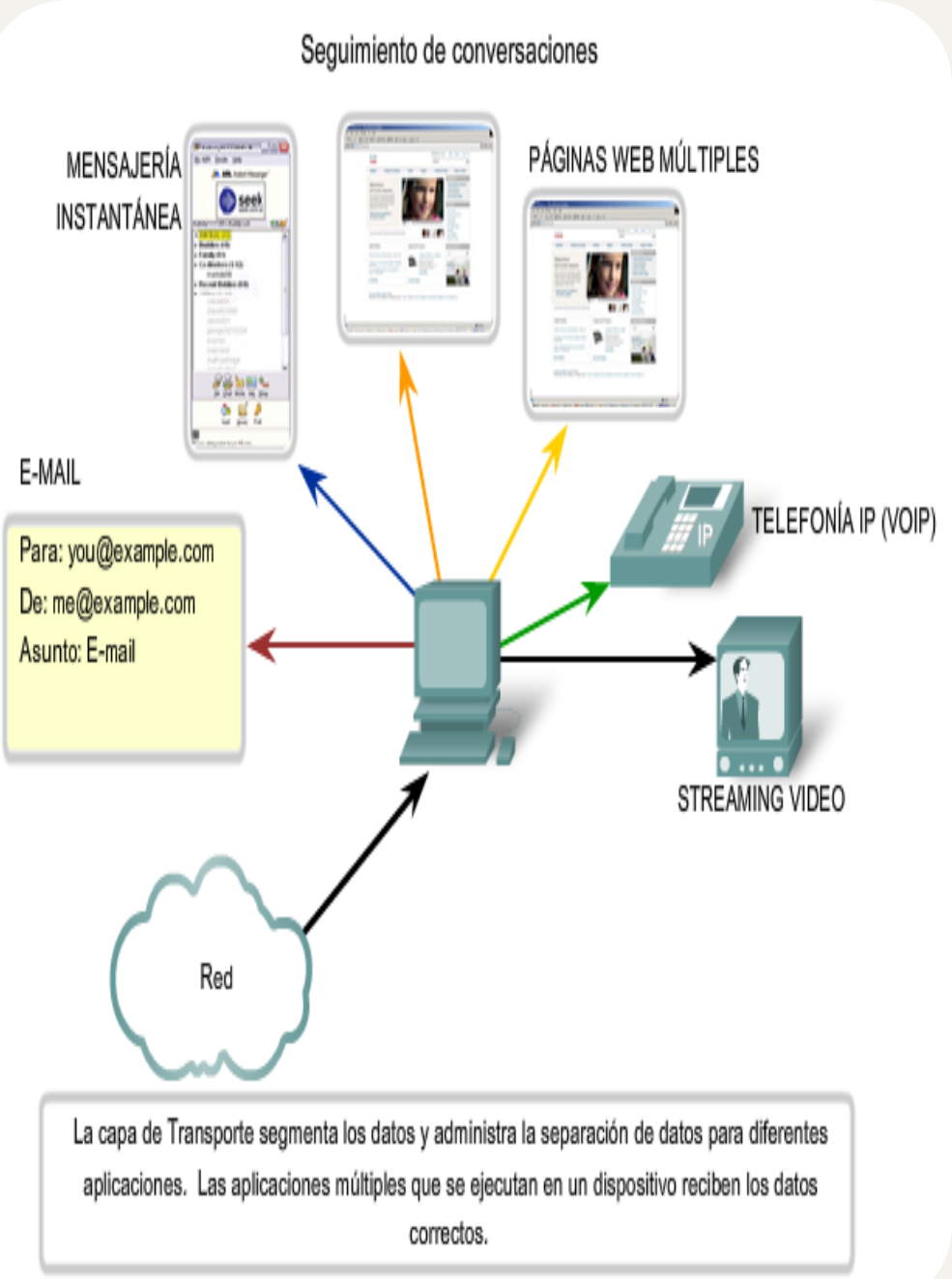


Los requerimientos de datos varían

Debido a que las distintas aplicaciones poseen distintos requerimientos, existen varios protocolos de la capa de Transporte. Para algunas aplicaciones, los segmentos deben llegar en una secuencia específica de manera que puedan ser procesados en forma exitosa. En algunos casos, todos los datos deben recibirse para ser utilizados por cualquiera de las mismas. En otros casos, una aplicación puede tolerar cierta pérdida de datos durante la transmisión a través de la red.

Separación de comunicaciones múltiples

Considere una computadora conectada a una red que recibe y envía e-mails y mensajes instantáneos, explora sitios Web y realiza una llamada telefónica de VoIP de manera simultánea. Cada una de estas aplicaciones envía y recibe datos en la red al mismo tiempo. Sin embargo, los datos de la llamada telefónica no se direccionan al explorador Web y el texto de un mensaje instantáneo no aparece en el e-mail.



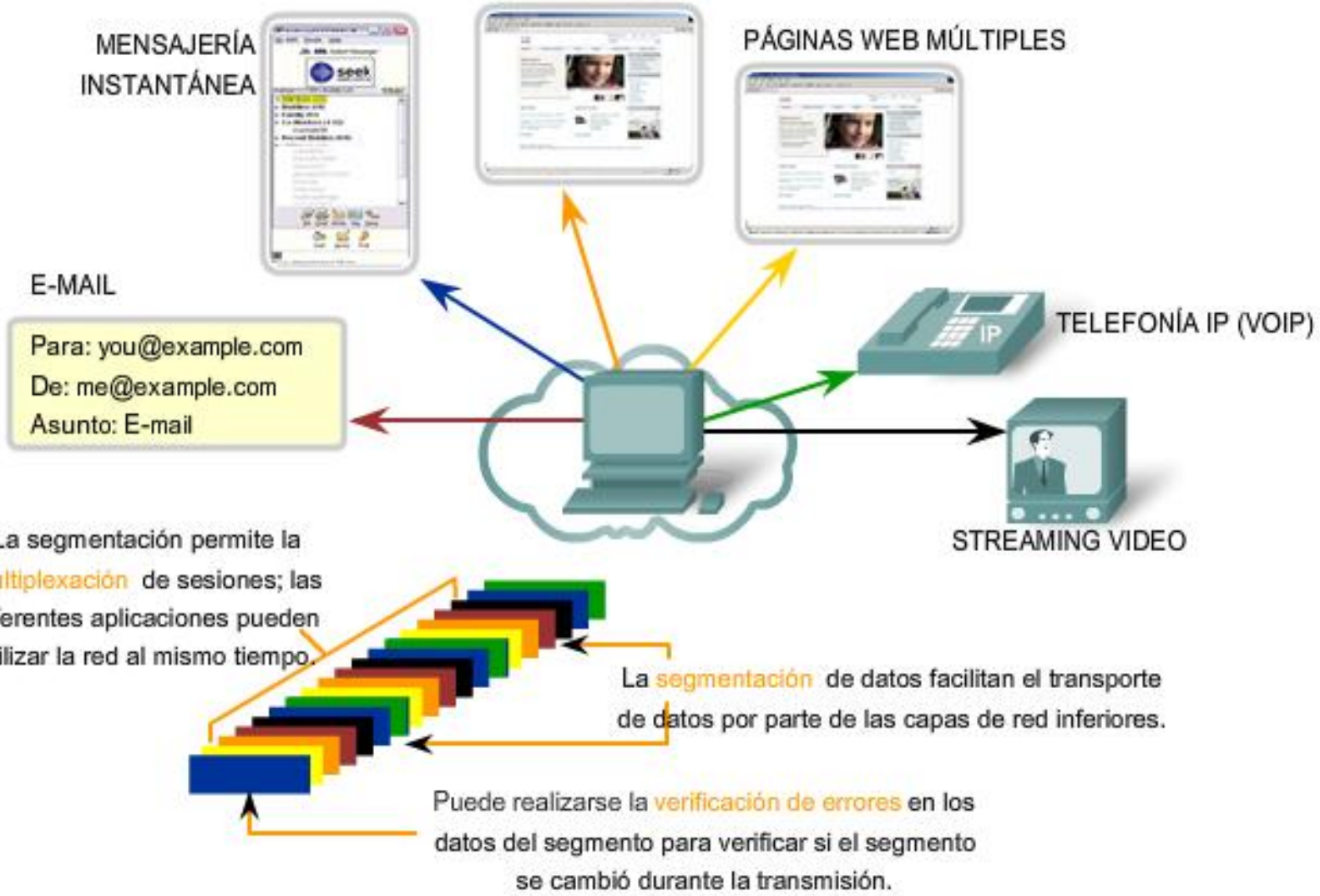
4.1.2 Control de las conversaciones

Las funciones principales especificadas por todos los protocolos de la capa de Transporte incluyen:

Segmentación y reensamblaje: La mayoría de las redes poseen una limitación en cuanto a la cantidad de datos que pueden incluirse en una única PDU (Unidad de datos del protocolo). La capa de Transporte divide los datos de aplicación en bloques de datos de un tamaño adecuado. En el destino, la capa de Transporte reensambla los datos antes de enviarlos a la aplicación o servicio de destino.

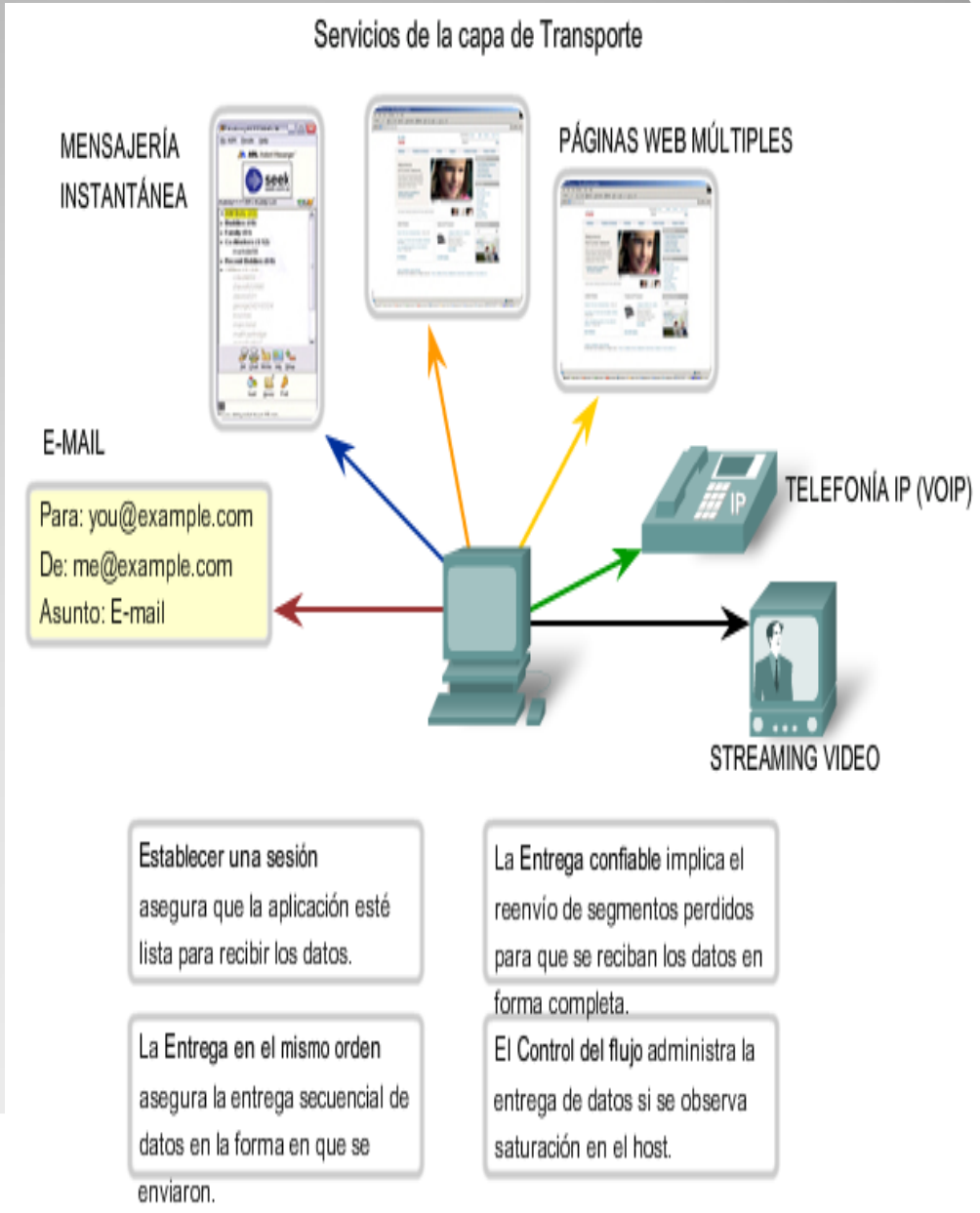
Multiplexación de conversaciones: Pueden existir varias aplicaciones o servicios ejecutándose en cada host de la red. A cada una de estas aplicaciones o servicios se les asigna una dirección conocida como puerto para que la capa de Transporte pueda determinar con qué aplicación o servicio se identifican los datos.

Servicios de la capa de Transporte



Además de utilizar la información contenida en los encabezados para las funciones básicas de segmentación y reensamblaje de datos, algunos protocolos de la capa de Transporte proveen:

- conversaciones orientadas a la conexión,
- entrega confiable,
- reconstrucción ordenada de datos, y
- control del flujo.



4.1.3 Soporte de comunicación confiable

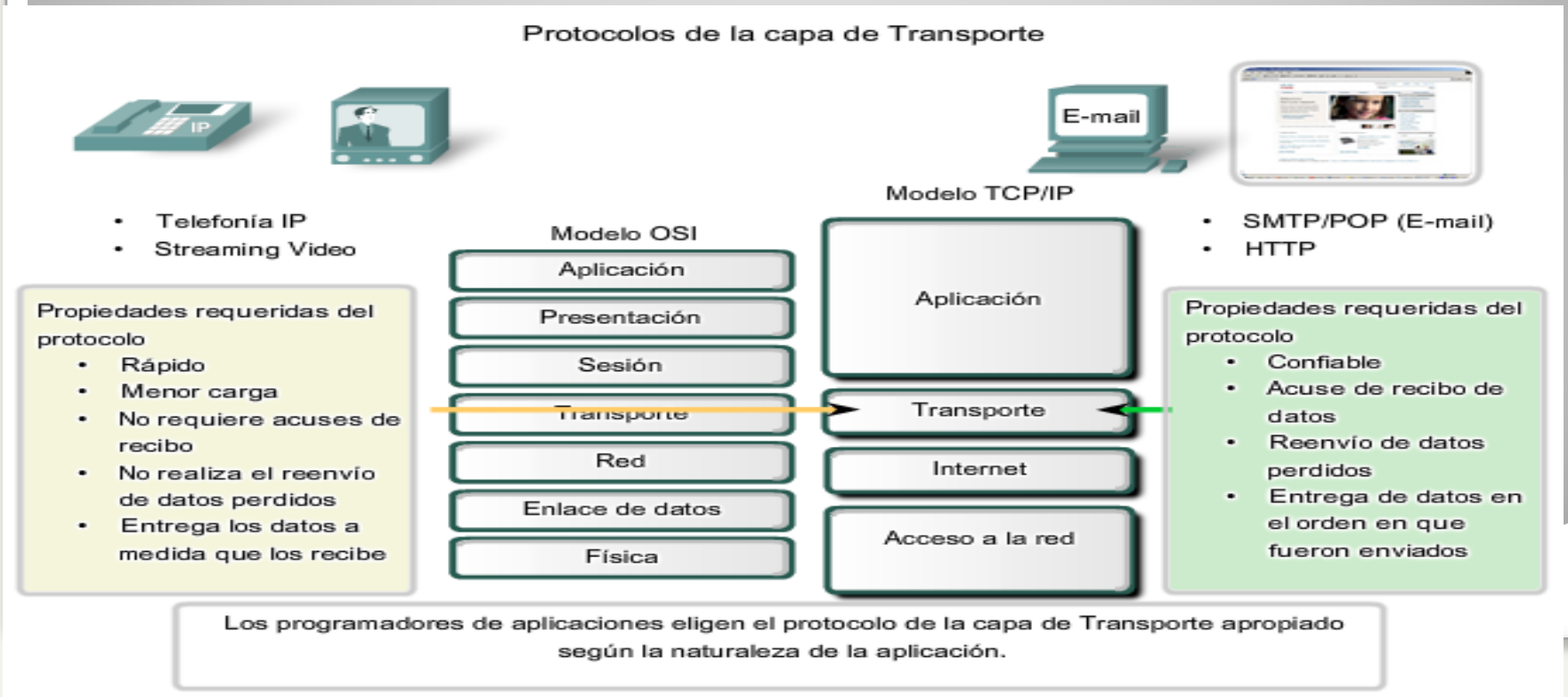
Un protocolo de la capa de Transporte puede implementar un método para asegurar la entrega confiable de los datos. En términos de redes, confiabilidad significa asegurar que cada sección de datos que envía el origen llegue al destino. En la capa de Transporte, las tres operaciones básicas de confiabilidad son:

- seguimiento de datos transmitidos,
- acuse de recibo de los datos recibidos, y
- retransmisión de cualquier dato sin acuse de recibo.

Determinación de la necesidad de confiabilidad

Las aplicaciones, como bases de datos, las páginas Web y los e-mails, requieren que todos los datos enviados lleguen al destino en su condición original, de manera que los mismos sean útiles.

Todos los datos perdidos pueden corromper una comunicación y dejarla incompleta o ilegible. Por lo tanto, estas aplicaciones se diseñan para utilizar un protocolo de capa de Transporte que implemente la confiabilidad.
El uso de recursos de red adicionales se considera necesario para estas aplicaciones. aplicaciones.



4.1.4 TCP y UDP

Los dos protocolos más comunes de la capa de Transporte del conjunto de protocolos TCP/IP son el Protocolo de control de transmisión (TCP) y el Protocolos de datagramas de usuario (UDP). Ambos protocolos gestionan la comunicación de múltiples aplicaciones.

Protocolo de datagramas de usuario (UDP)

UDP es un protocolo simple, sin conexión, descrito en la RFC 768. Cuenta con la ventaja de proveer la entrega de datos sin utilizar muchos recursos. Las porciones de comunicación en UDP se llaman datagramas. Este protocolo de la capa de Transporte envía estos datagramas como "mejor intento".
Entre las aplicaciones que utilizan UDP se incluyen:

- sistema de nombres de dominios (DNS),
- streaming de vídeo, y
- Voz sobre IP (VoIP).

Protocolo de control de transmisión (TCP)

TCP es un protocolo orientado a la conexión, descrito en la RFC 793. TCP incurre en el uso adicional de recursos para agregar funciones. Las funciones adicionales especificadas por TCP están en el mismo orden de entrega, son de entrega confiable y de control de flujo. Cada segmento de TCP posee 20 bytes de carga en el encabezado, que encapsulan los datos de la capa de Aplicación, mientras que cada segmento UDP sólo posee 8 bytes de carga.

- exploradores Web,
- e-mail, y
- transferencia de archivos

Encabezados TCP y UDP

Segmento de TCP

Bit (0)	Bit (15)	Bit (16)	Bit (31)
Puerto de origen (16)		Puerto de destino (16)	
Número de secuencia (32)			
Número de acuse de recibo (32)			
Longitud del encabezado (4) Reservado (6) Bits de código (6)		Ventana (16)	
Checksum (16)		Urgente (16)	
Opciones (0 ó 32 si las hay)			
DATOS DE LA CAPA DE APLICACIÓN (el tamaño varía)			

20 Bytes

Datagrama de UDP

Bit (0)	Bit (15)	Bit (16)	Bit (31)
Puerto de origen (16)		Puerto de destino (16)	
Longitud (16)		Checksum (16)	
DATOS DE LA CAPA DE APLICACIÓN (el tamaño varía)			

8 Bytes

4.1.5 Direccionamiento del puerto
Identificación de las conversaciones

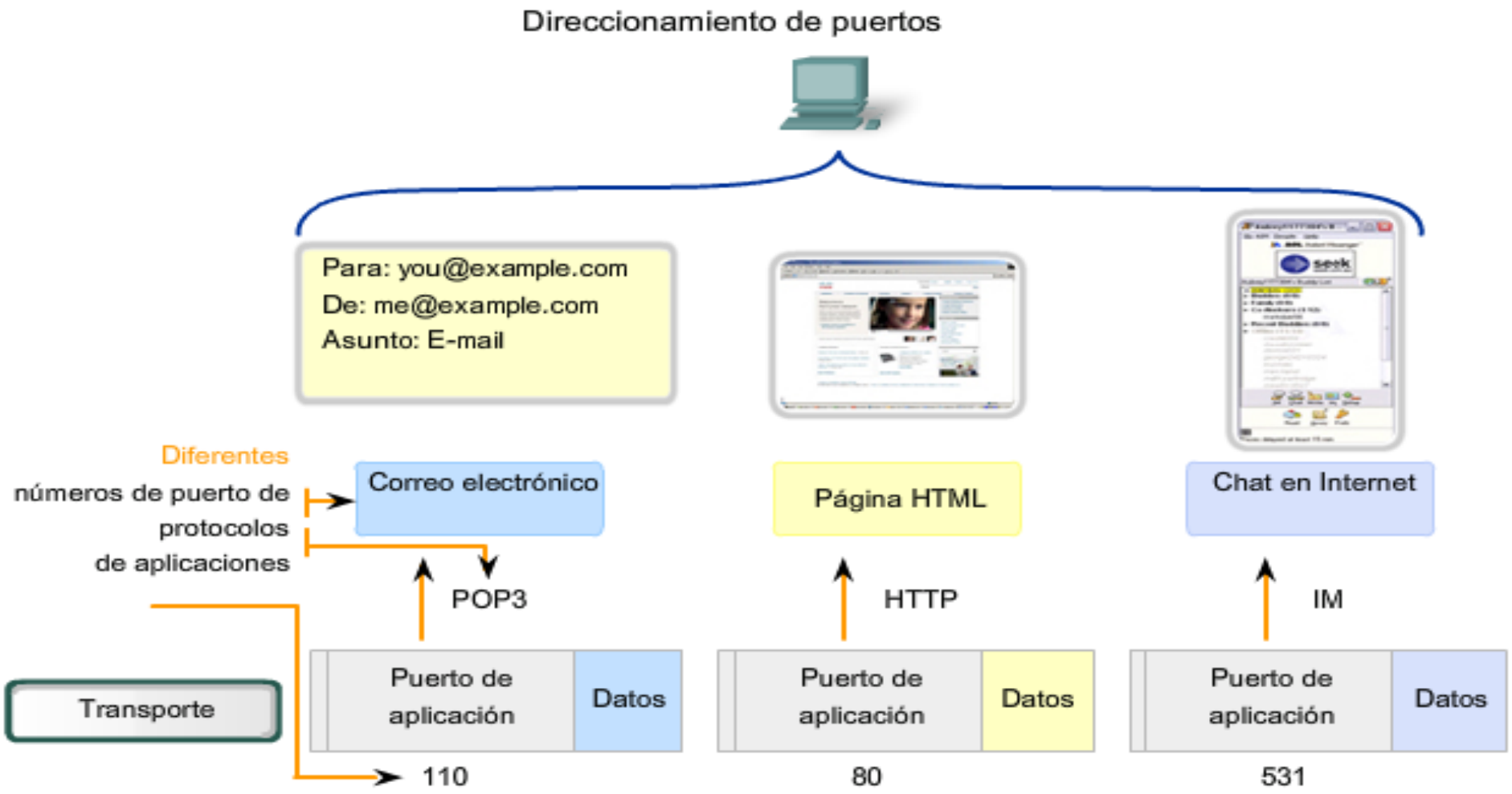
Los servicios basados en TCP y UDP mantienen un seguimiento de las varias aplicaciones que se comunican. Para diferenciar los segmentos y datagramas para cada aplicación, tanto TCP como UDP cuentan con campos de
encabezado que pueden identificar de manera exclusiva estas aplicaciones. Estos identificadores únicos son los
números de los puertos.

En el encabezado de cada segmento o datagrama hay un puerto de origen y destino. El número de puerto de origen es el número para esta comunicación asociado con la aplicación que origina la comunicación en el host local. El número de puerto de destino es el número para esta comunicación asociado con la aplicación de destino en el host remoto.

Los números de puerto se asignan de varias maneras, en función de si el mensaje es una solicitud o una respuesta. Mientras que los procesos en el servidor poseen números de puertos estáticos asignados a ellos, los clientes eligen un número de puerto de forma dinámica para cada conversación.

Cuando una aplicación de cliente envía una solicitud a una aplicación de servidor, el puerto de destino contenido en el encabezado es el número de puerto que se asigna al daemon de servicio que se ejecuta en el host remoto. El software del cliente debe conocer el número de puerto asociado con el proceso del servidor en el host remoto. Este número de puerto de destino se puede configurar, ya sea de forma predeterminada o manual.

Por ejemplo, cuando una aplicación de explorador Web realiza una solicitud a un servidor Web, el explorador utiliza TCP y el número de puerto 80 a menos que se especifique otro valor. Esto sucede porque el puerto TCP 80 es el puerto predeterminado asignado a aplicaciones de servidores Web. Muchas aplicaciones comunes tienen asignados puertos predeterminados.



La Autoridad de números asignados de Internet **(IANA**) asigna números de puerto. I**ANA** es un organismo de estándares responsable de la asignación de varias normas de direccionamiento.

Números de puerto

Rango de números de puerto	Grupo de puertos
De 0 a 1023	Puertos bien conocidos (Contacto)
De 1024 a 49151	Puertos registrados
De 49152 a 65535	Puertos privados y/o dinámicos

Puertos TCP registrados:
1863 MSN Messenger
8008 HTTP alternativo
8080 HTTP alternativo

Puertos TCP bien conocidos:

21	FTP
23	Telnet
25	SMTP
80	HTTP
110	POP3
194	Internet Relay Chat (IRC)
443	HTTP seguro (HTTPS)

Restablecer | Puertos TCP | Puertos UDP | Puertos TCP/UDP comunes

Números de puerto

Rango de números de puerto	Grupo de puertos
De 0 a 1023	Puertos bien conocidos (Contacto)
De 1024 a 49151	Puertos registrados
De 49152 a 65535	Puertos privados y/o dinámicos

Puertos UDP registrados:
1812 Protocolo de autenticación RADIUS
2000 Cisco SCCP (VoIP)
5004 RTP (Voice and Video Transport Protocol)
5060 SIP (VoIP)

Puertos UDP bien conocidos:
69 TFTP
520 RIP

Restablecer | Puertos TCP | Puertos UDP | Puertos TCP/UDP comunes

Números de puerto

Rango de números de puerto	Grupo de puertos
De 0 a 1023	Puertos bien conocidos (Contacto)
De 1024 a 49151	Puertos registrados
De 49152 a 65535	Puertos privados y/o dinámicos

Puertos TCP/UDP registrados comunes:
1433 MS SQL
2948 WAP (MMS)

Puertos comunes TCP/UDP bien conocidos:
53 DNS
161 SNMP
531 Mensajería instantánea de AOL, IRC

Restablecer | Puertos TCP | Puertos UDP | Puertos TCP/UDP comunes

A veces es necesario conocer las conexiones TCP activas que están abiertas y en ejecución en el host de red.

Netstat es una utilidad de red importante que puede usarse para verificar esas conexiones. **Netstat** indica el protocolo en uso, la dirección y el número de puerto locales, la dirección y el número de puerto ajenos y el estado de la conexión.

Las conexiones TCP no descritas pueden representar una importante amenaza a la seguridad. Esto se debe a que pueden indicar que algo o alguien está conectado al host local. Además, las conexiones TCP innecesarias pueden consumir recursos valiosos del sistema y por lo tanto disminuir el rendimiento del host. **Netstat** debe utilizarse para determinar las conexiones abiertas de un host cuando el rendimiento parece estar comprometido.

Existen muchas opciones útiles para el comando netstat.

Resultado de netstat

```
C:\>netstat

Active Connections

Proto     Local Address          Foreign Address        State
TCP       kenpc:3126             192.168.0.2:netbios-ssn    ESTABLISHED
TCP       kenpc:3158             207.138.126.152:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3159             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3160             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3161             sc.msn.com:http            ESTABLISHED
TCP       kenpc:3166             www.cisco.com:http         ESTABLISHED

C:\>
```

Protocolo utilizado

```
C:\>netstat

Active Connections

Proto     Local Address          Foreign Address        State
TCP       kenpc:3126             192.168.0.2:netbios-ssn    ESTABLISHED
TCP       kenpc:3158             207.138.126.152:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3159             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3160             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3161             sc.msn.com:http            ESTABLISHED
TCP       kenpc:3166             www.cisco.com:http         ESTABLISHED

C:\>
```

Puerto de origen

```
C:\>netstat

Active Connections

Proto     Local Address          Foreign Address        State
TCP       kenpc:3126             192.168.0.2:netbios-ssn    ESTABLISHED
TCP       kenpc:3158             207.138.126.152:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3159             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3160             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3161             sc.msn.com:http            ESTABLISHED
TCP       kenpc:3166             www.cisco.com:http         ESTABLISHED

C:\>
```

Dirección o nombre de host remoto

```
C:\>netstat

Active Connections

Proto     Local Address          Foreign Address        State
TCP       kenpc:3126             192.168.0.2:netbios-ssn    ESTABLISHED
TCP       kenpc:3158             207.138.126.152:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3159             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3160             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3161             sc.msn.com:http            ESTABLISHED
TCP       kenpc:3166             www.cisco.com:http         ESTABLISHED

C:\>
```

Dirección o nombre de host remoto

```
C:\>netstat

Active Connections

Proto     Local Address          Foreign Address        State
TCP       kenpc:3126             192.168.0.2:netbios-ssn    ESTABLISHED
TCP       kenpc:3158             207.138.126.152:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3159             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3160             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3161             sc.msn.com:http            ESTABLISHED
TCP       kenpc:3166             www.cisco.com:http         ESTABLISHED

C:\>
```

Puerto de destino

```
C:\>netstat

Active Connections

Proto     Local Address          Foreign Address        State
TCP       kenpc:3126             192.168.0.2:netbios-ssn    ESTABLISHED
TCP       kenpc:3158             207.138.126.152:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3159             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3160             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3161             sc.msn.com:http            ESTABLISHED
TCP       kenpc:3166             www.cisco.com:http         ESTABLISHED

C:\>
```

Puerto de destino

```
C:\>netstat

Active Connections

Proto     Local Address          Foreign Address        State
TCP       kenpc:3126             192.168.0.2:netbios-ssn    ESTABLISHED
TCP       kenpc:3158             207.138.126.152:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3159             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3160             207.138.126.169:http       ESTABLISHED
TCP       kenpc:3161             sc.msn.com:http            ESTABLISHED
TCP       kenpc:3166             www.cisco.com:http         ESTABLISHED

C:\>
```

Estado de conexión

4.1.6 Segmentación y reensamblaje: Divide y vencerás

Algunas aplicaciones transmiten grandes cantidades de datos; en algunos casos, varios gigabytes. Resultaría poco práctico enviar todos estos datos en una sola gran sección. No puede transmitirse ningún otro tráfico de red mientras se envían estos datos. Una gran sección de datos puede tardar minutos y hasta horas en enviarse. Además, si hubiera algún error, el archivo de datos completo se perdería o tendría que ser reenviado. Los dispositivos de red no cuentan con buffers de memoria lo suficientemente grandes como para almacenar esa cantidad de datos durante la transmisión o recepción. El límite varía en función de la tecnología de la red y del medio físico específico que se utiliza.

Dividir los datos de aplicación en secciones garantiza que los datos se transmitan dentro de los límites del medio y que los datos de distintas aplicaciones puedan ser multiplexados en el medio.

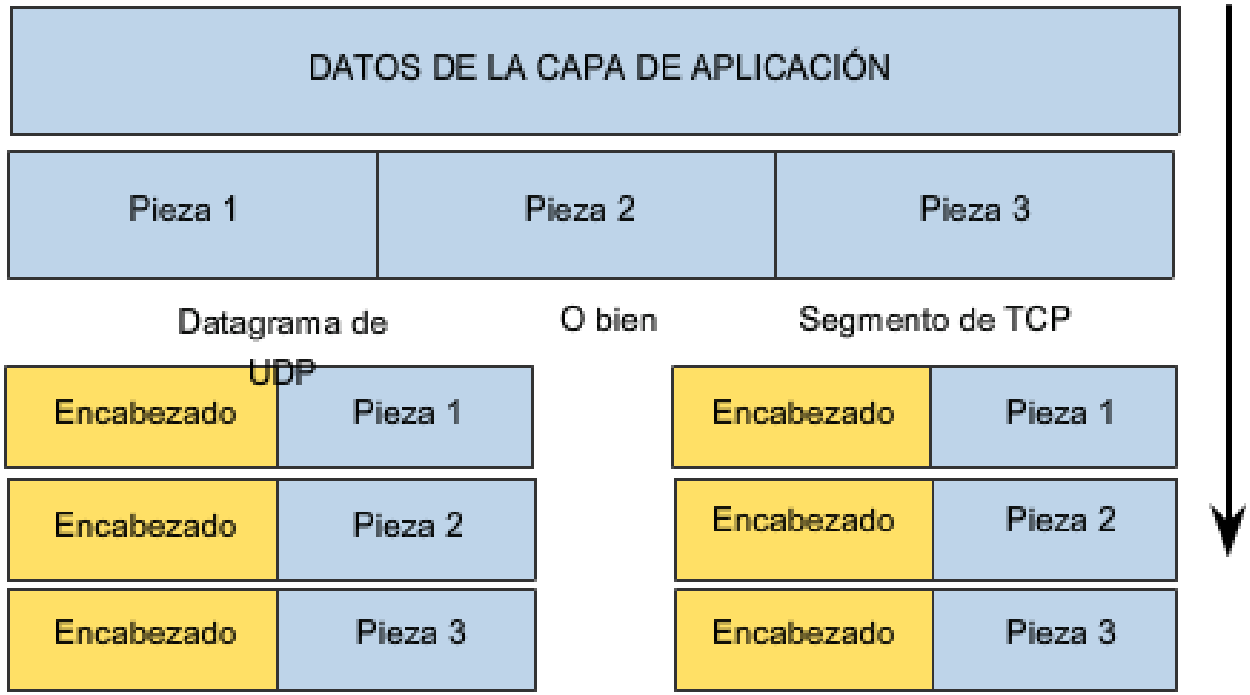
TCP y UDP gestionan la segmentación de forma distinta.

Con TCP, cada encabezado de segmento contiene un número de secuencia. Este número de secuencia permite que las funciones de la capa de Transporte del host de destino reensamblen los segmentos en el mismo orden en el que fueron transmitidos. Esto asegura que la aplicación de destino cuente con los datos en la forma exacta en la que se enviaron.

A pesar de que los servicios que utilizan UDP también rastrean las conversaciones entre aplicaciones, no tienen en cuenta el orden en el que se transmitió la información ni el mantenimiento de la conexión. No existe número de secuencia en el encabezado UDP. UDP es un diseño simple y genera menos carga que TCP, lo que produce una transferencia de datos más rápida.

Funciones de la capa de Transporte

La capa de Transporte divide los datos en piezas y agrega un encabezado por entrega a través de la red.



El encabezado UDP ofrece:

- Origen y destino (puertos)

El encabezado TCP ofrece:

- Origen y destino (puertos)
- Secuenciamiento para la entrega en el mismo orden
- Reconocimiento de segmentos recibidos
- Control del flujo y administración de saturación

4.2 Protocolo TCP: Comunicación con confiabilidad
4.2.1 TCP: Como generar conversaciones confiables

La diferencia clave entre TCP y UDP es la confiabilidad

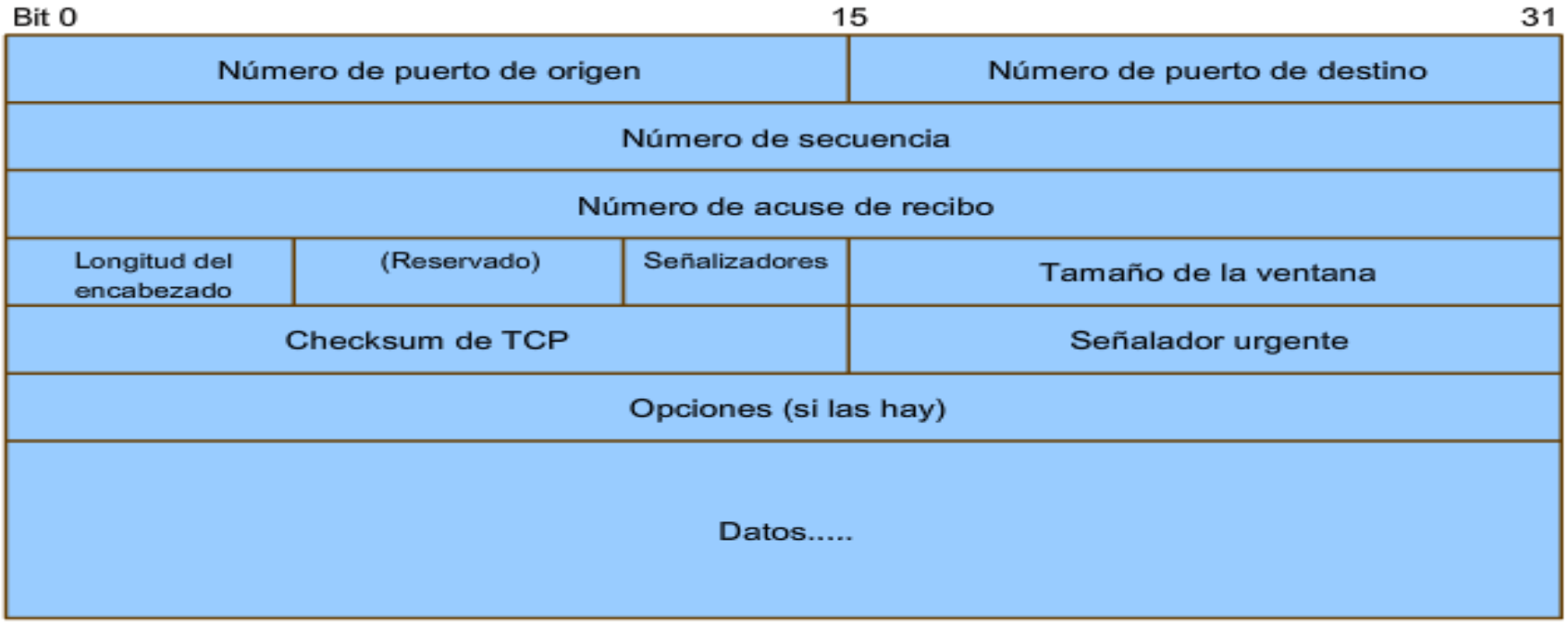
La confiabilidad de la comunicación TCP se lleva a cabo utilizando sesiones orientadas a la conexión. Antes de que un host que utiliza TCP envíe datos a otro host, la capa de Transporte inicia un proceso para crear una conexión con el destino. Esta conexión permite el rastreo de una sesión o stream de comunicación entre los hosts. Este proceso asegura que cada host tenga conocimiento de la comunicación y se prepare. Una conversación TCP completa requiere el establecimiento de una sesión entre los hosts en ambas direcciones.

Luego de establecida la sesión, el destino envía acuses de recibo al origen por los segmentos que recibe. Estos acuses de recibo forman la base de la confiabilidad dentro de la sesión TCP. Cuando el origen recibe un acuse de recibo, reconoce que los datos se han entregado con éxito y puede dejar de rastrearlos. Si el origen no recibe el acuse de recibo dentro de un tiempo predeterminado, retransmite esos datos al destino.

También existen cargas adicionales en los hosts individuales, generadas por la necesidad de mantener un seguimiento de los segmentos que esperan acuse de recibo y por el proceso de retransmisión.

Esta confiabilidad se logra contando con campos en el segmento TCP, cada uno con una función específica, como se muestra en la figura.

Campos del encabezado del segmento de TCP

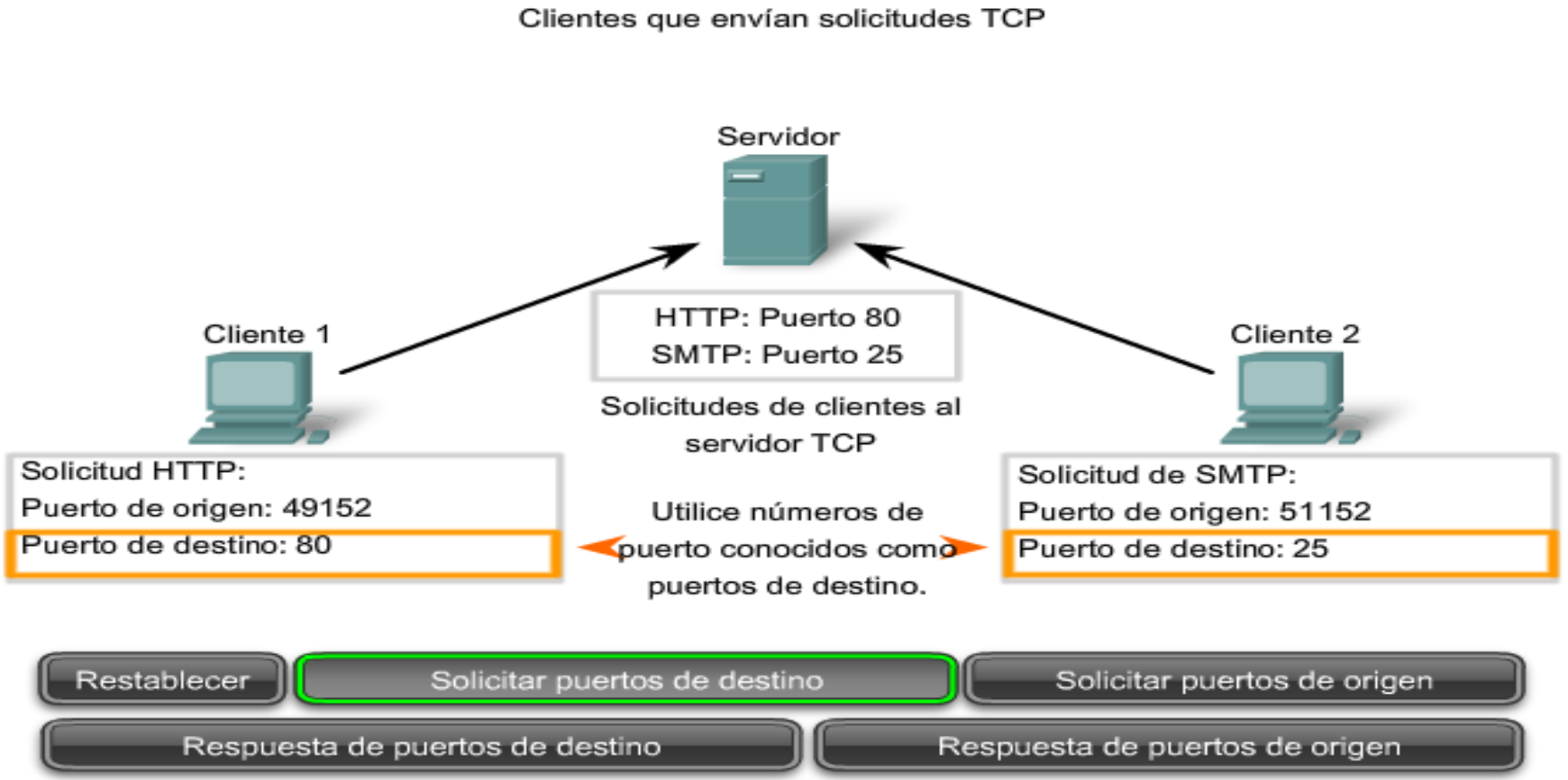


Los campos del encabezado de TCP habilitan TCP para suministrar comunicaciones de datos confiables orientados a la comunicación.

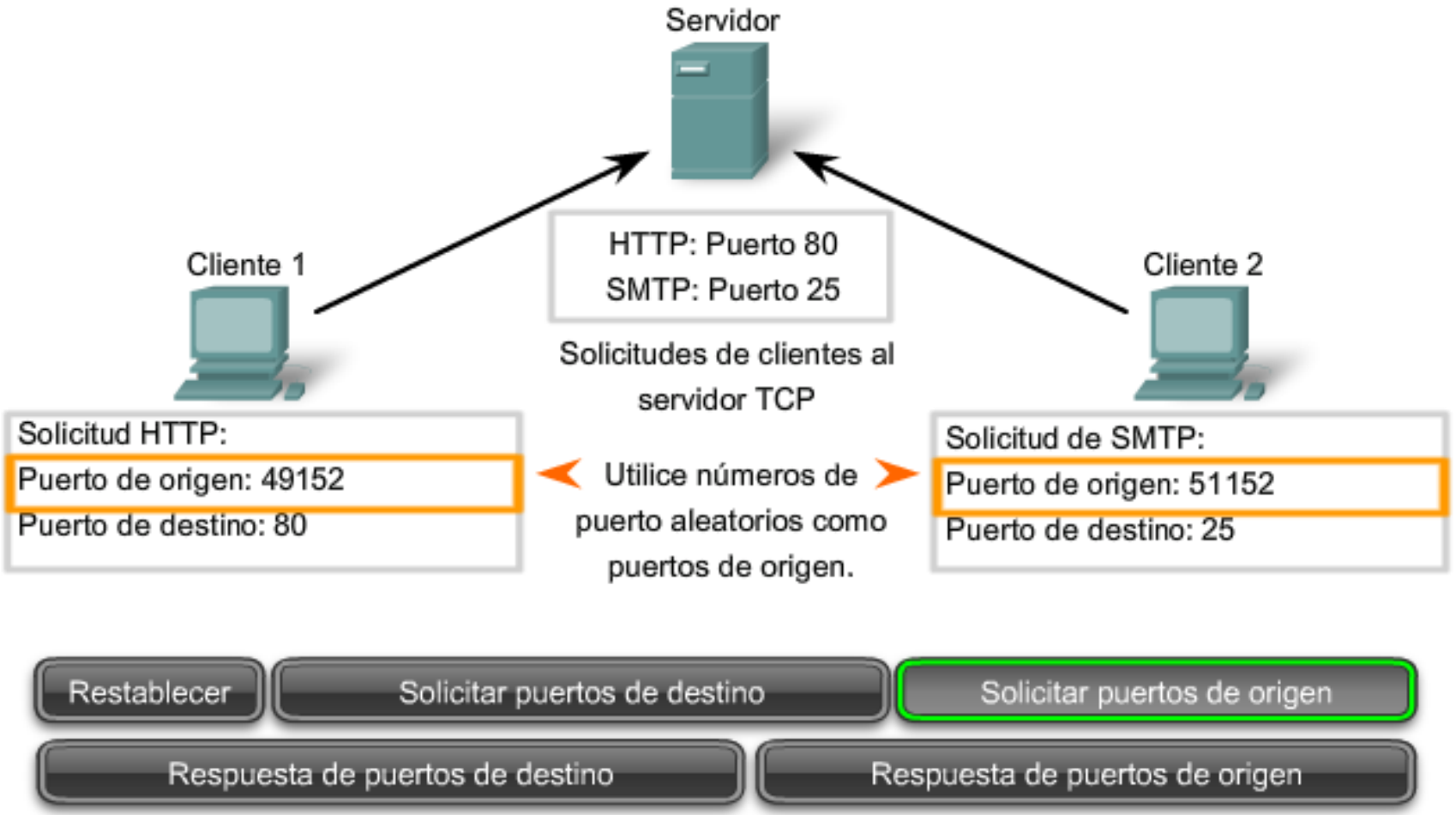
4.2.2 Procesos del servidor TCP

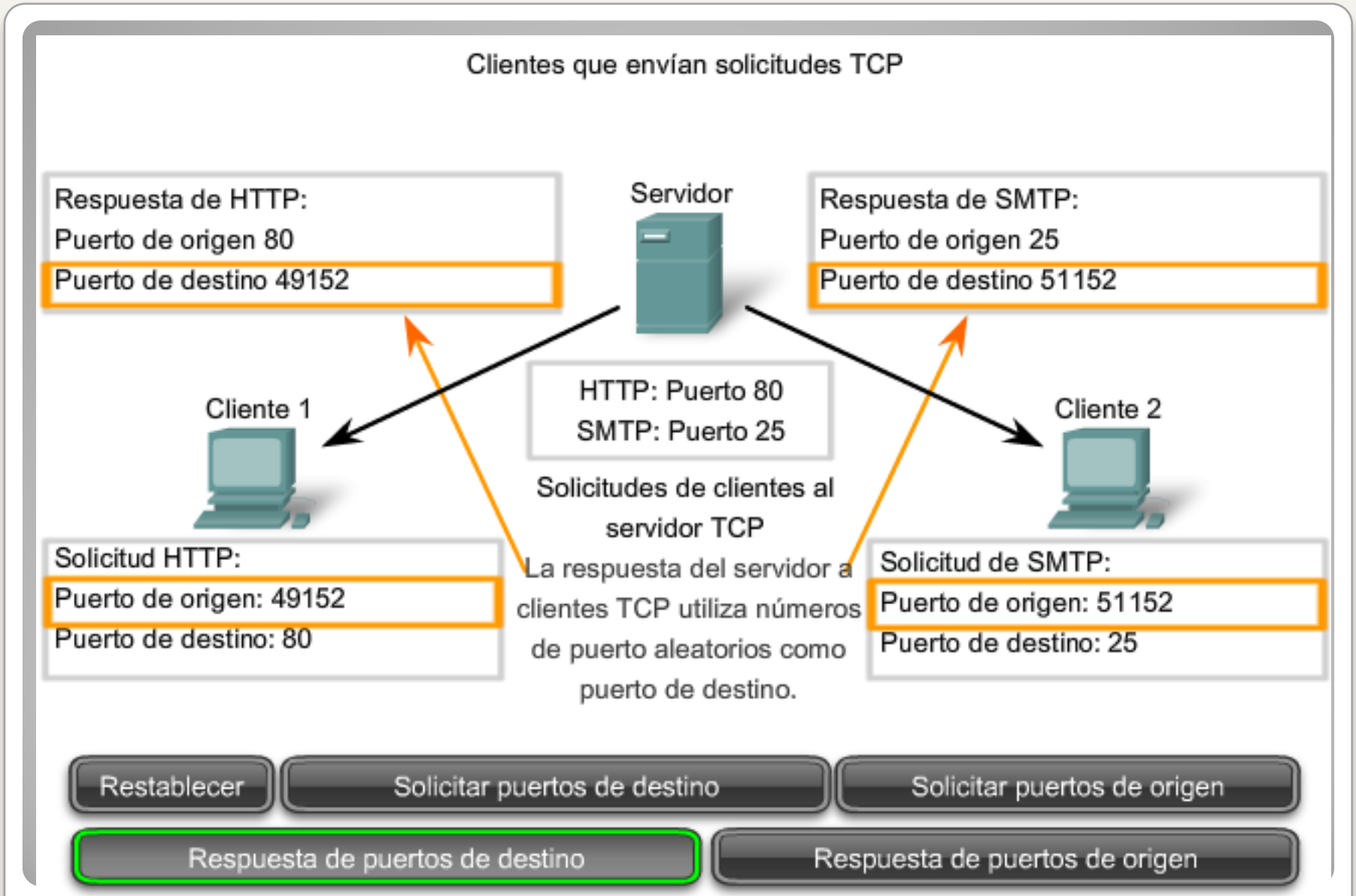
Cada proceso de aplicación que se ejecuta en el servidor es configurado por el administrador del sistema para utilizar un número de puerto, de forma predeterminada o manual. Un servidor individual no puede tener dos servicios asignados al mismo número de puerto dentro de los mismos servicios de la capa de Transporte. Un host que ejecuta una aplicación de servidor Web y una de transferencia de archivos no puede configurar ambas para utilizar el mismo puerto (por ejemplo, el puerto TCP 8.080). Cuando una aplicación de servidor activa se asigna a un puerto específico, este puerto se considera "abierto" para el servidor. Esto significa que la capa de Transporte acepta y procesa segmentos direccionados a ese puerto. Toda solicitud entrante de un cliente direccionada al socket correcto es aceptada y los datos se envían a la aplicación del servidor. Pueden existir varios puertos simultáneos abiertos en un servidor, uno para cada aplicación de servidor activa. Es común que un servidor provea más de un servicio, como un servidor Web y un servidor FTP, al mismo tiempo.

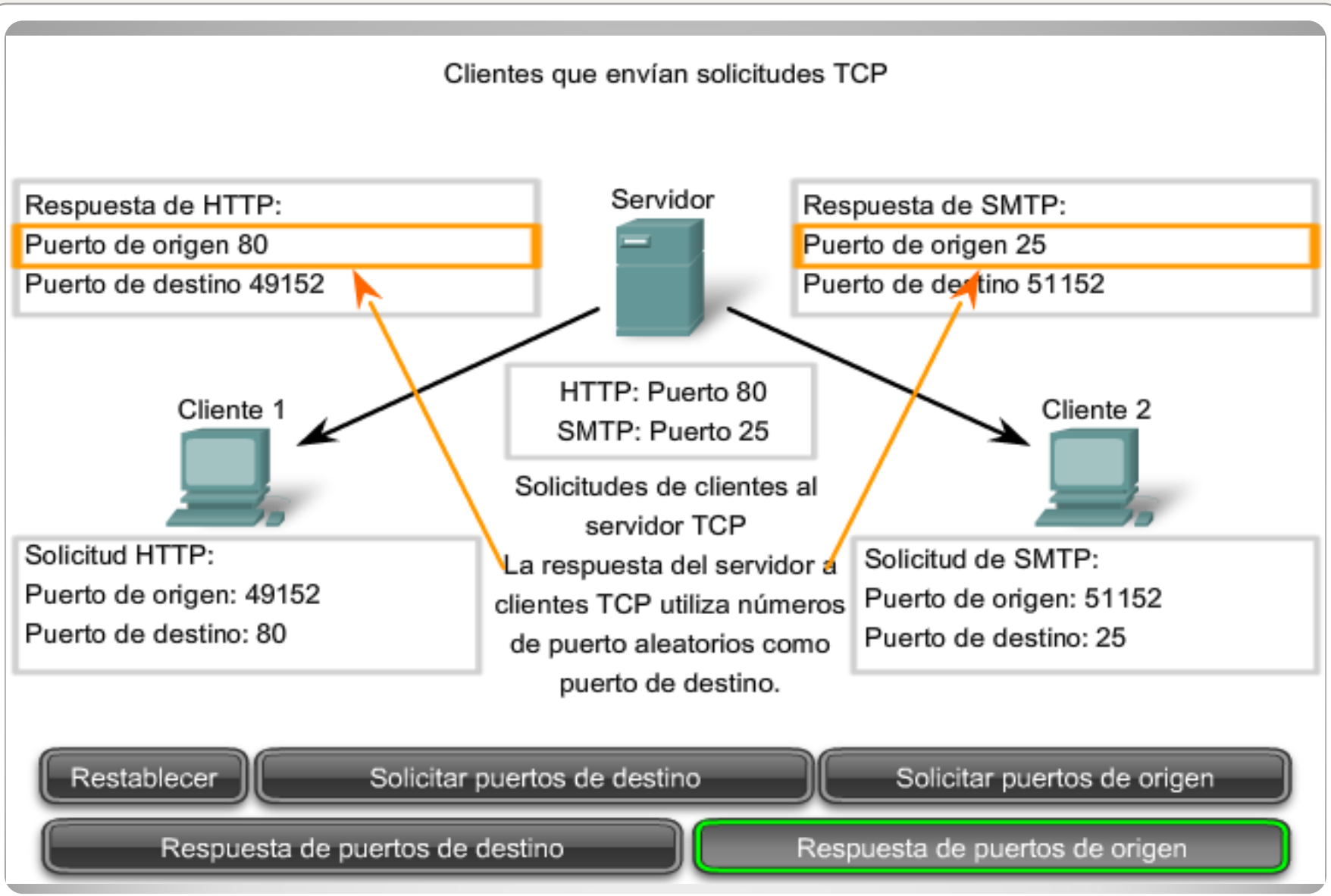
La figura muestra la asignación típica de puertos de origen y destino en operaciones de cliente o servidor TCP.



Clientes que envían solicitudes TCP




Clientes que envían solicitudes TCP
Respuesta de HTTP:
Puerto de origen 80
Puerto de destino 49152
Servidor
Respuesta de SMTP:
Puerto de origen 25
Puerto de destino 51152
HTTP: Puerto 80
SMTP: Puerto 25
Cliente 1
Cliente 2
Solicitudes de clientes al servidor TCP
La respuesta del servidor a clientes TCP utiliza números de puerto aleatorios como puerto de destino.
Solicitud HTTP:
Puerto de origen: 49152
Puerto de destino: 80
Solicitud de SMTP:
Puerto de origen: 51152
Puerto de destino: 25
Restablecer
Solicitar puertos de destino
Solicitar puertos de origen
Respuesta de puertos de destino
Respuesta de puertos de origen


Clientes que envían solicitudes TCP
Respuesta de HTTP:
Puerto de origen 80
Puerto de destino 49152
Servidor
Respuesta de SMTP:
Puerto de origen 25
Puerto de destino 51152
HTTP: Puerto 80
SMTP: Puerto 25
Cliente 1
Cliente 2
Solicitudes de clientes al servidor TCP
La respuesta del servidor a clientes TCP utiliza números de puerto aleatorios como puerto de destino.
Solicitud HTTP:
Puerto de origen: 49152
Puerto de destino: 80
Solicitud de SMTP:
Puerto de origen: 51152
Puerto de destino: 25
Restablecer
Solicitar puertos de destino
Solicitar puertos de origen
Respuesta de puertos de destino
Respuesta de puertos de origen

4.2.3 Establecimiento y finalización de la conexión TCP

Cuando dos hosts se comunican utilizando TCP, se establece una conexión antes de que puedan intercambiarse los datos. Luego de que se completa la comunicación, se cierran las sesiones y la conexión finaliza. Los mecanismos de conexión y de sesión habilitan la función de confiabilidad de TCP. El host rastrea cada segmento de datos dentro de una sesión e intercambia información sobre los datos recibidos porcada host a través de la información del encabezado TCP.

Cada conexión representa dos streams de comunicación de una vía o sesiones. Para establecer la conexión los hosts realizan un intercambio de señales de tres vías. Los bits de control en el encabezado TCP indican el progreso y estado de la conexión.

. Enlace de tres vías:

- Establece que el dispositivo de destino esté presente en la red.
- Verifica que el dispositivo de destino tenga un servicio activo y esté aceptando las peticiones en el número de puerto de destino que el cliente que lo inicia intente usar para la sesión.
- Informa al dispositivo de destino que el cliente de origen intenta establecer una sesión de comunicación en ese número de puerto.

Los tres pasos para el establecimiento de una conexión TCP son:

- 1. El cliente que inicia la conexión envía un segmento que contiene un valor de secuencia inicial, que actúa como solicitud para el servidor para comenzar una sesión de comunicación.

- 2. El servidor responde con un segmento que contiene un valor de reconocimiento igual al valor de secuencia recibido más 1, además de su propio valor de secuencia de sincronización. El valor es uno mayor que el número de secuencia porque el ACK es siempre el próximo Byte u Octeto esperado. Este valor de reconocimiento permite al cliente unir la respuesta al segmento original que fue enviado al servidor.

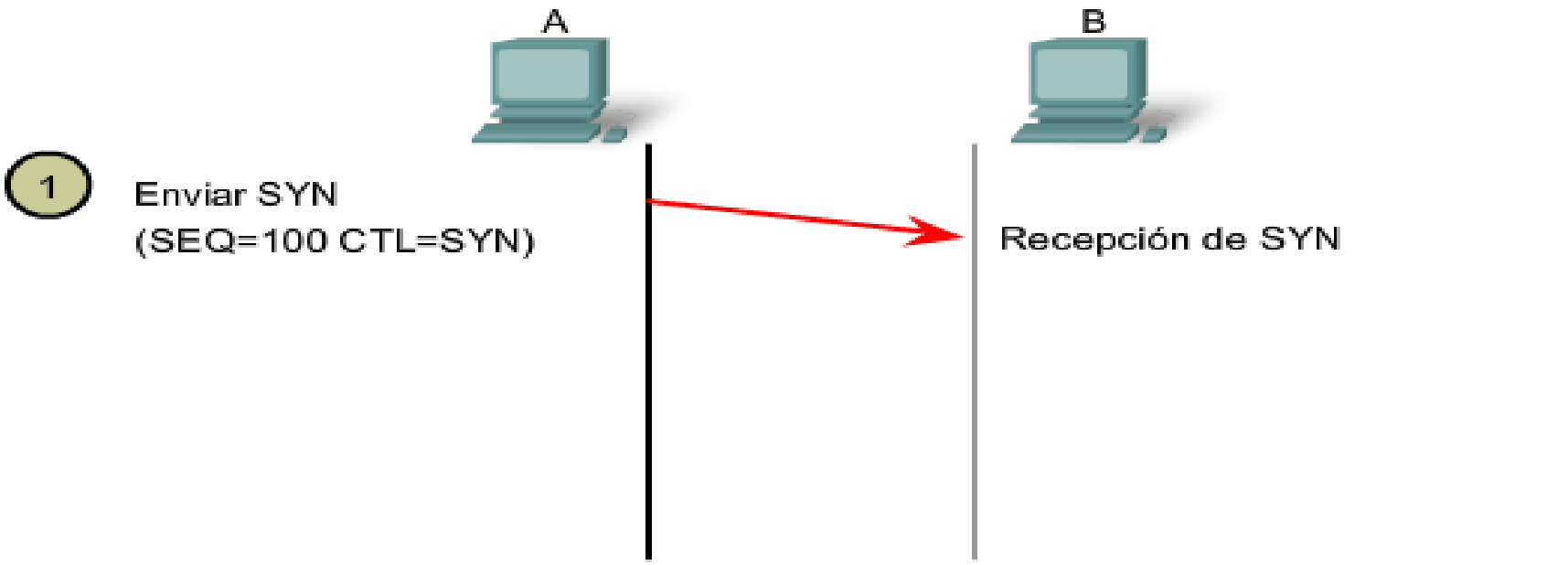
- 3. El cliente que inicia la conexión responde con un valor de reconocimiento igual al valor de secuencia que recibió más uno. Esto completa el proceso de establecimiento de la conexión.

Para entender el proceso de enlace de tres vías, es importante observar los distintos valores que intercambian los dos hosts. Dentro del encabezado del segmento TCP, existen seis campos de 1 bit que contienen información de control utilizada para gestionar los procesos de TCP. Estos campos son los siguientes:

- **URG**: Urgente campo de señalizador significativo,
- **ACK**: Campo significativo de acuse de recibo,
- **PSH**: Función de empuje,
- **RST**: Reconfiguración de la conexión,
- **SYN**: Sincronizar números de secuencia,
- **FIN**: No hay más datos desde el emisor.

A estos campos se los denomina señaladores porque el valor de uno de estos campos es sólo de 1 bit, entonces tiene sólo dos valores: 1 ó 0. Si el valor del bit se establece en 1, indica la información de control que contiene el segmento.

Establecimiento y finalización de la conexión TCP



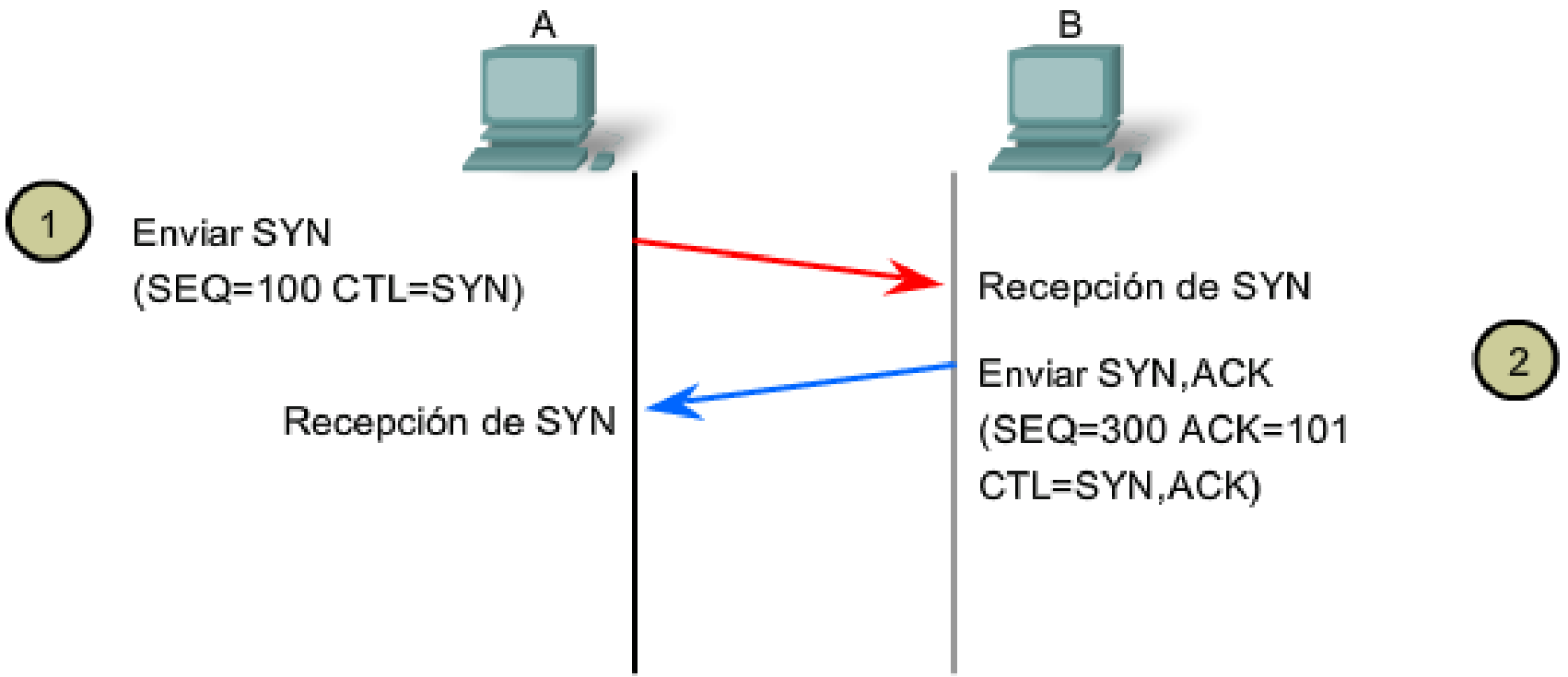
CTL = Qué bits de control en el encabezado TCP están establecidos en 1

A envía la solicitud de SYN a B.

Restablecer | SYN ACK | 1 | 2 | 3

Si se utiliza un proceso de cuatro pasos, los señalizadores se intercambian para finalizar la conexión TCP.

Establecimiento y finalización de la conexión TCP

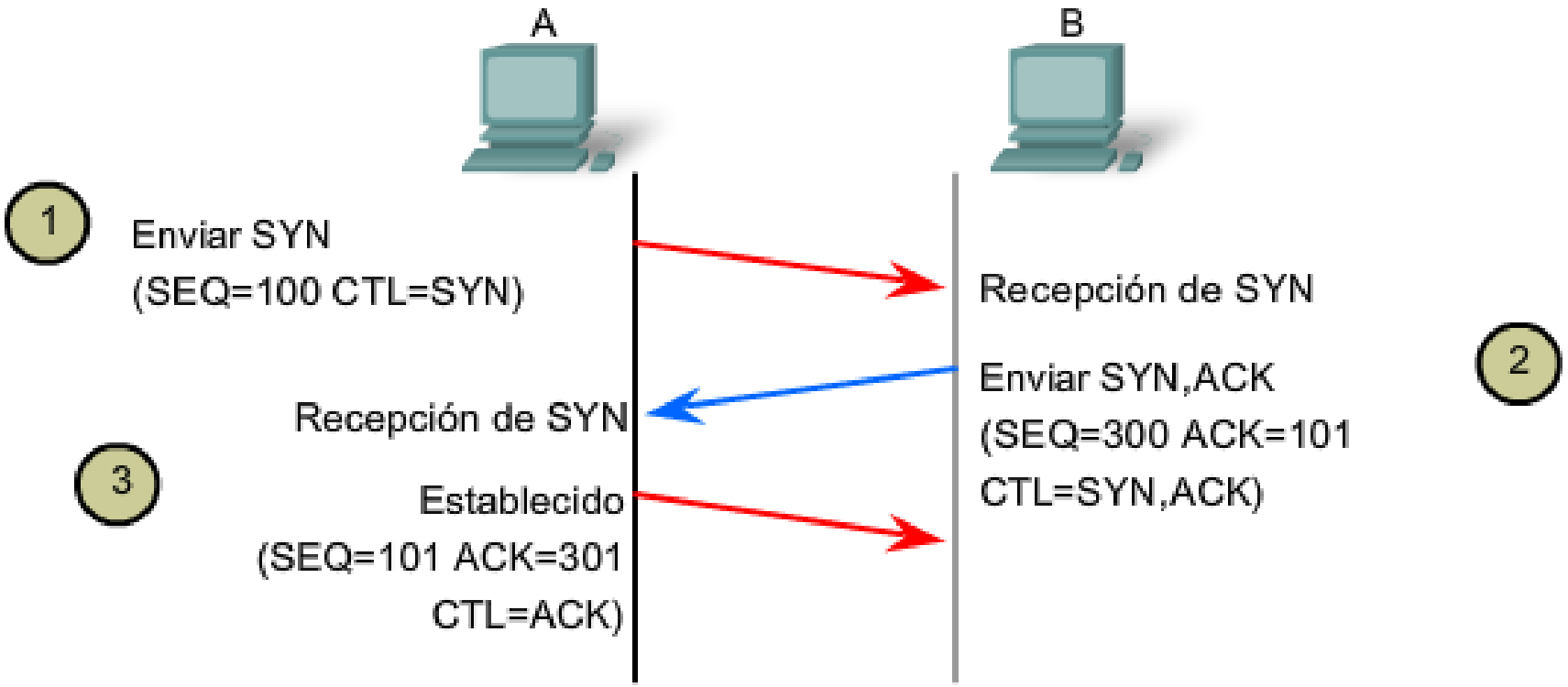


CTL = Qué bits de control en el encabezado TCP están establecidos en 1

B envía la respuesta de ACK y la solicitud de SYN a A.

Restablecer | SYN ACK | 1 | 2 | 3

Establecimiento y finalización de la conexión TCP

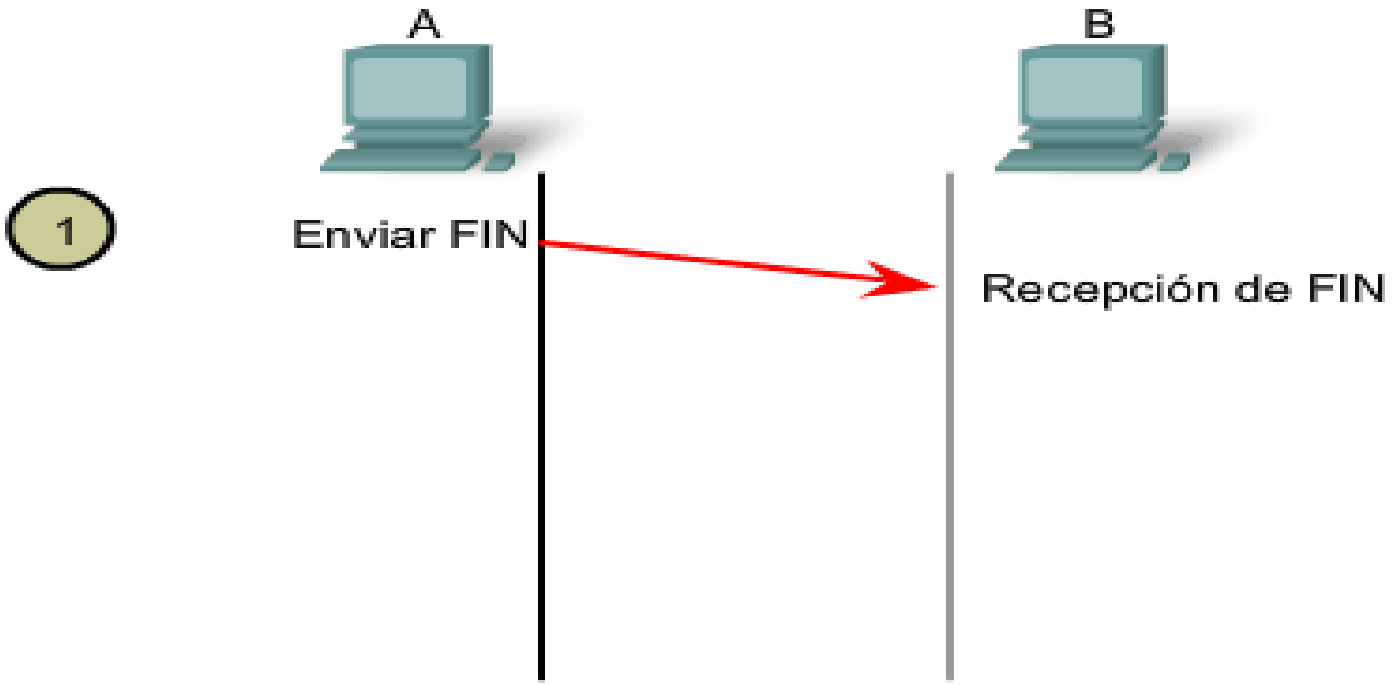


CTL = Qué bits de control en el encabezado TCP están establecidos en 1

A envía la respuesta de ACK a B.

Restablecer | SYN ACK | 1 | 2 | 3

Establecimiento y finalización de la conexión TCP

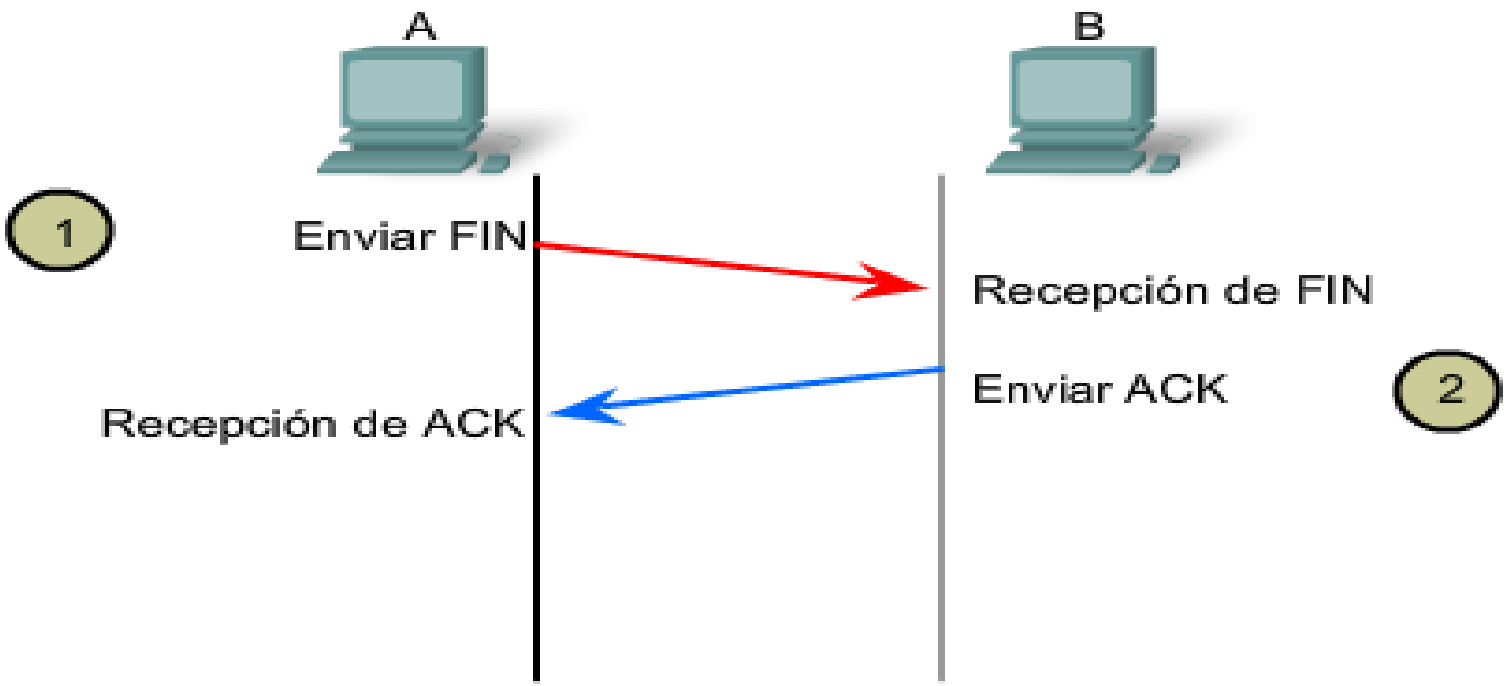


A envía la solicitud de FIN a B.

Restablecer | SYN ACK | 1 | 2 | 3

FIN ACK | 1 | 2 | 3 | 4

Establecimiento y finalización de la conexión TCP



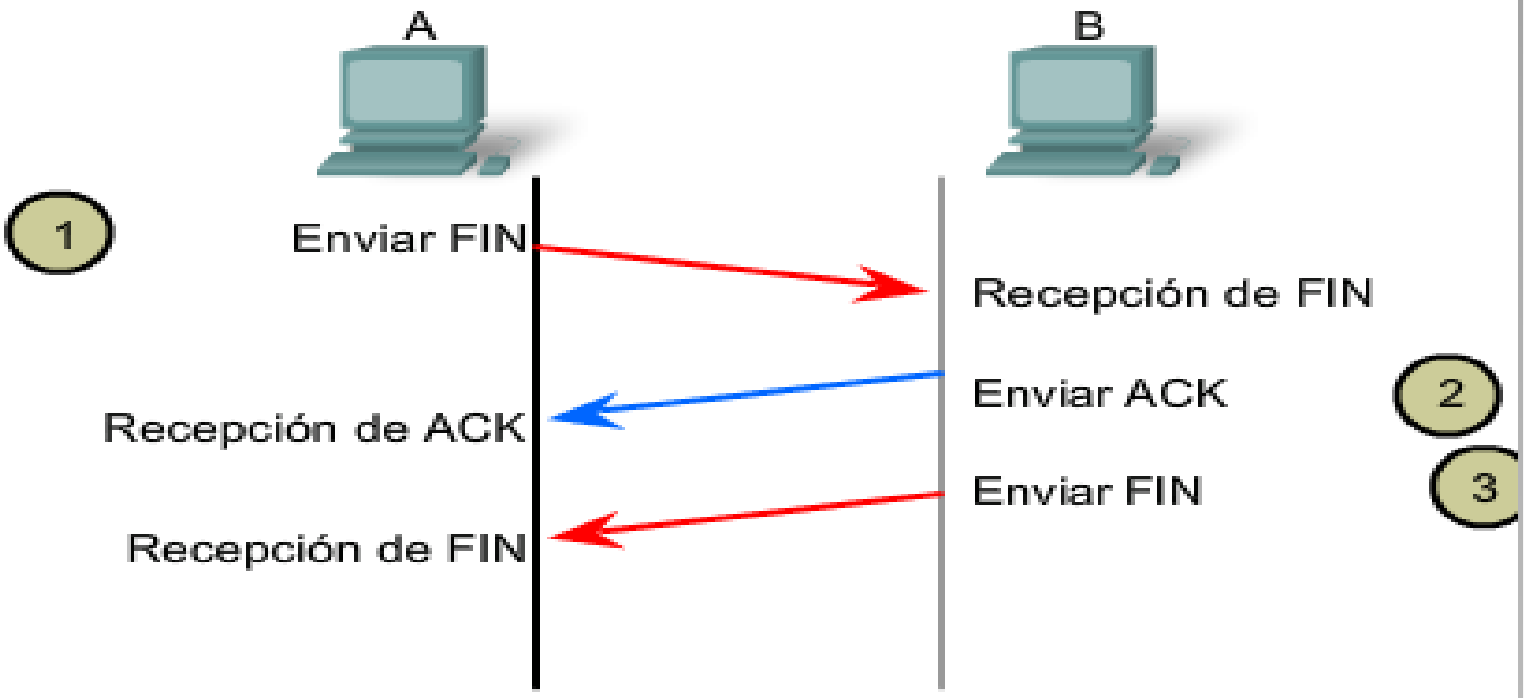
B envía la respuesta de ACK a A.

Restablecer

SYN ACK 1 2 3

FIN ACK 1 2 3 4

Establecimiento y finalización de la conexión TCP

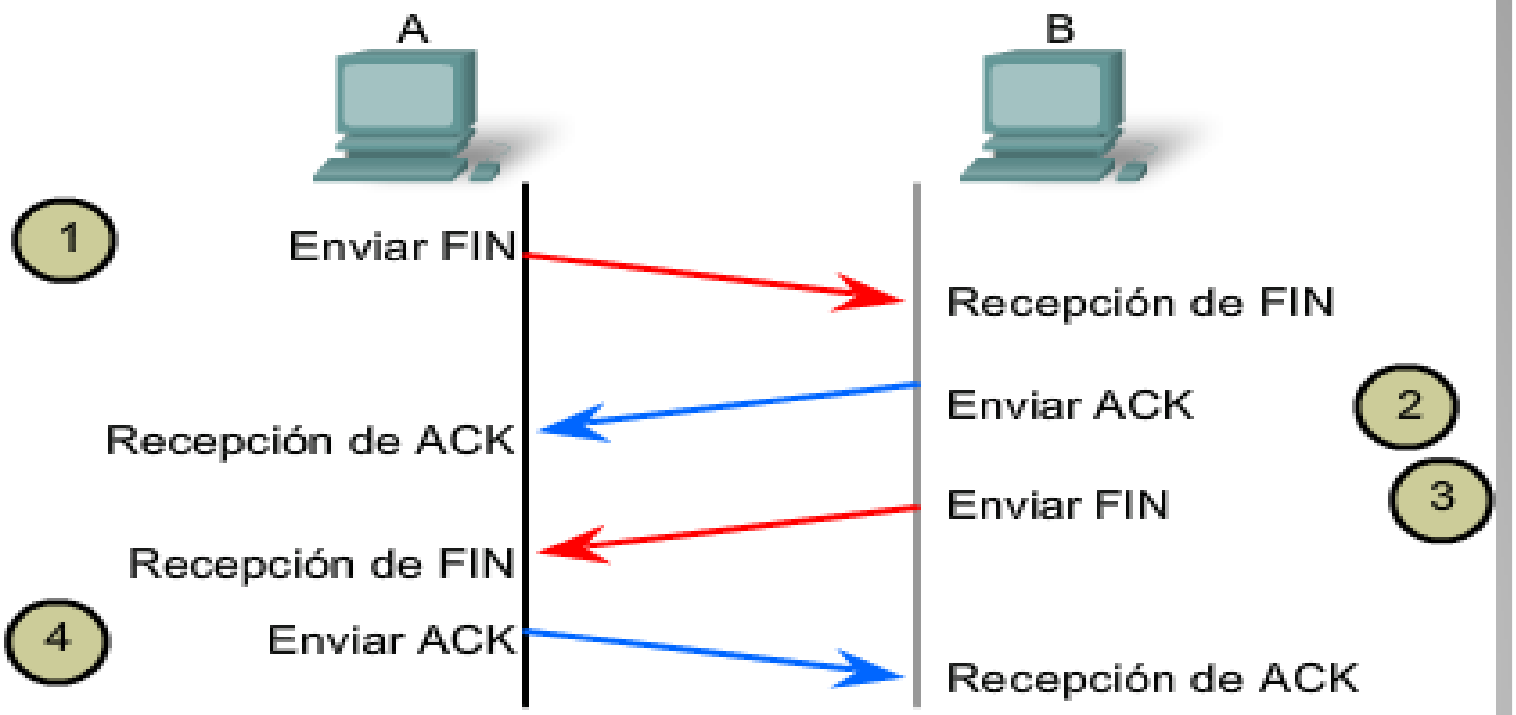


B envía FIN a A.

Restablecer | SYN ACK | 1 | 2 | 3

FIN ACK | 1 | 2 | 3 | 4

Establecimiento y finalización de la conexión TCP



A envía la respuesta de ACK a B.

Restablecer

SYN ACK 1 2 3

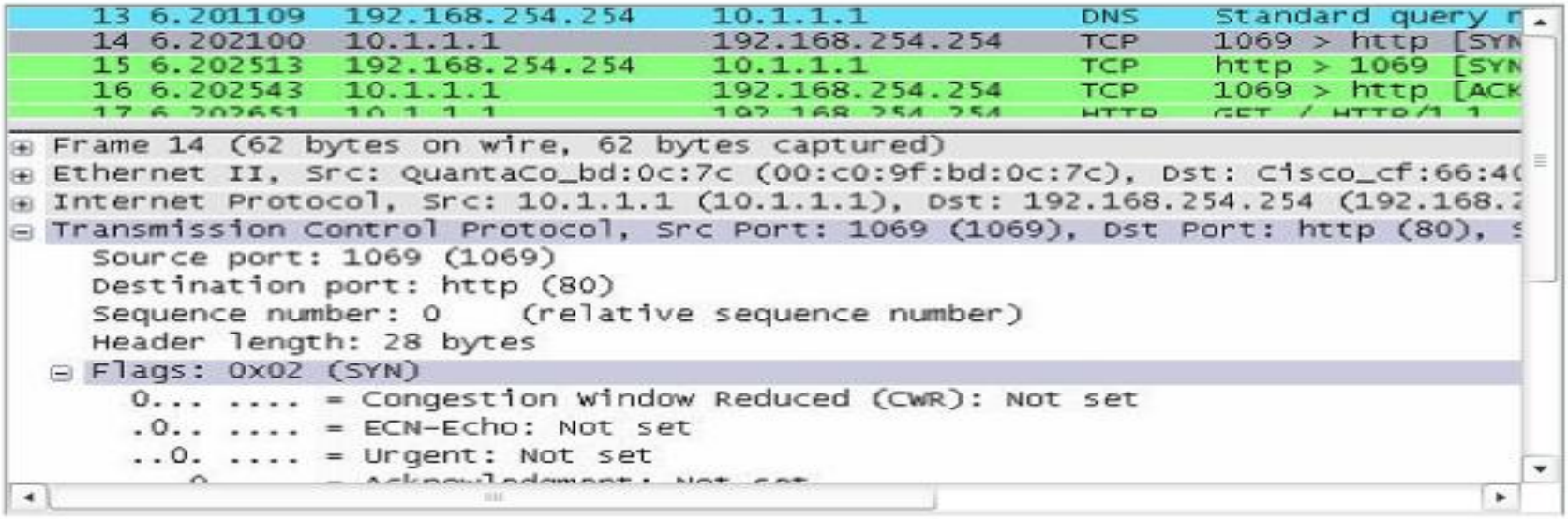
FIN ACK 1 2 3 4

4.2.4 Protocolo TCP de enlace de tres vías

Paso 1

- Un cliente TCP comienza el enlace de tres vías enviando un segmento con el señalizador de control SYN (Sincronizar números de secuencia) establecido, indicando un valor inicial en el campo de número de secuencia del encabezado. Este valor inicial para el número de secuencia, conocido como número de secuencia inicial (ISN), se elige de manera aleatoria y se utiliza para comenzar a rastrear el flujo de datos desde el cliente al servidor para esta sesión. El ISN en el encabezado de cada segmento se incrementa en uno por cada byte de datos enviados desde el cliente hacia el servidor mientras continúa la conversación de datos.

Protocolo TCP de enlace de tres vías (SYN)



El analizador de protocolo muestra la solicitud del cliente inicial para la sesión en la

El segmento TCP en esta trama muestra:

- El señalizador SYN establecido para validar un número de secuencia inicial
- Número de secuencia aleatorio válido (el valor relativo es 0)
- Puerto de origen aleatorio 1069
- El puerto de destino conocido es 80 (puerto HTTP) según indica el servidor Web (httpd)

Como se muestra en la figura, el resultado de un analizador de protocolos muestra el señalizador de control SYN y el número de secuencia relativa.

Paso 2

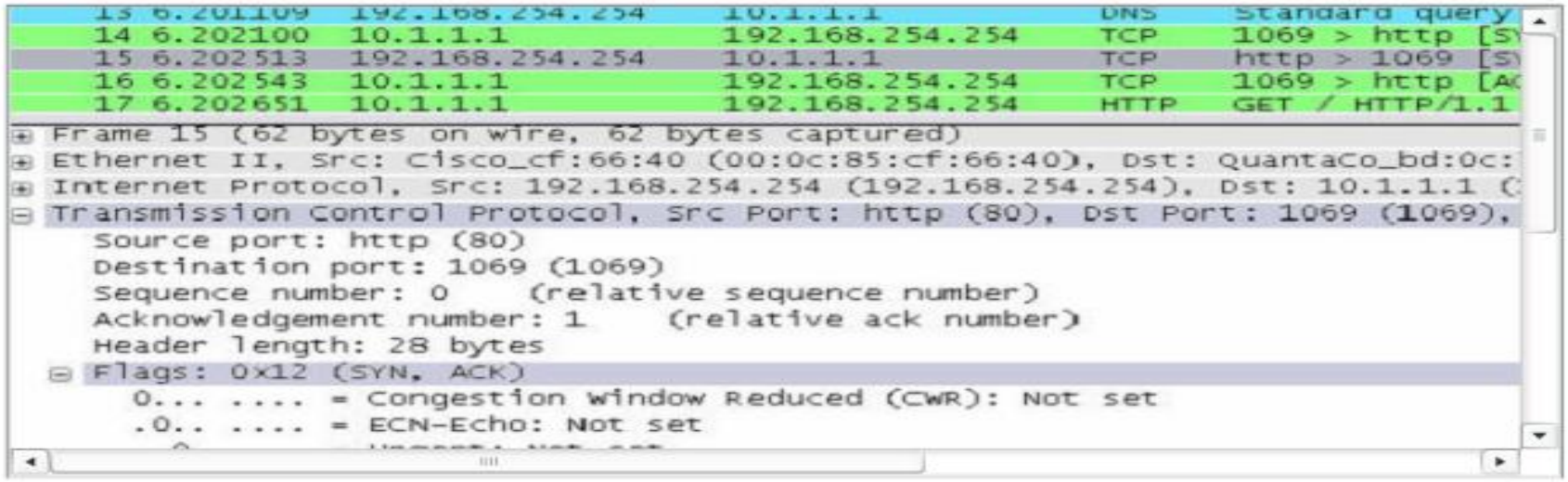
El servidor TCP necesita reconocer la recepción del segmento SYN del cliente para establecer la sesión de cliente a servidor. Para hacerlo, el servidor envía un segmento al cliente con el señalizador ACK establecido indicando que el número de acuse de recibo es significativo. Con este señalizador establecido en el segmento, el cliente interpreta esto como acuse de recibo de que el servidor ha recibido el SYN del cliente TCP.

El valor del número de campo del acuse de recibo es igual al número de secuencia inicial del cliente más 1. Esto

establece una sesión desde el cliente al servidor. El señalizador ACK permanecerá establecido para mantener el

equilibrio de la sesión. Cabe recordar que la conversación entre el cliente y el servidor está compuesta en realidad por dos sesiones de una vía: una del cliente al servidor y la otra del servidor al cliente.

Protocolo TCP de enlace de tres vías (SYN, ACK)



Un analizador de protocolos muestra la respuesta del servidor en la trama 15

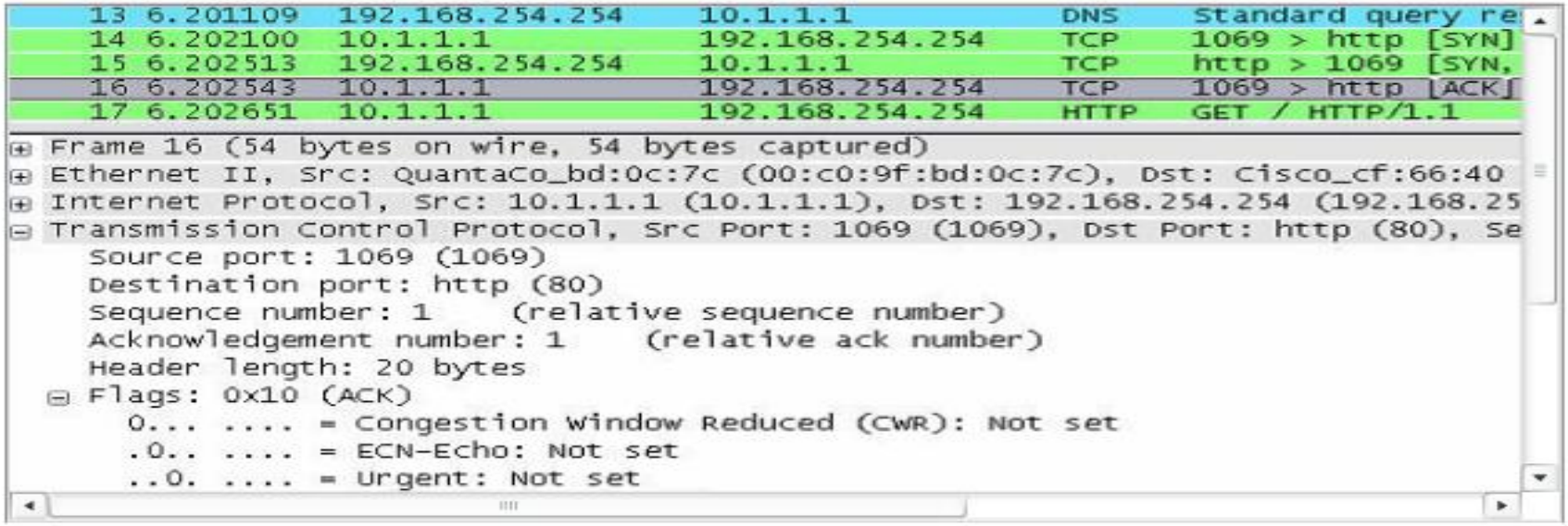
- El señalizador ACK está establecido para indicar un número de acuse de recibo válido
- Respuesta del número de acuse de recibo al número de secuencia inicial como valor relativo de 1
- Señalizador SYN establecido para indicar el número de secuencia inicial para el servidor a la sesión del cliente
- Número de puerto de destino de 1069 para la correspondencia con los puertos de origen de clientes
- Número de puerto de origen de 80 (HTTP) que indica el servicio del servidor Web (httpd)

Como se muestra en la figura, el resultado del analizador de protocolos muestra que están establecidos los señalizadores de control ACK y SYN y se muestran los números relativos de secuencia y reconocimiento.

Paso 3

Por último, el cliente TCP responde con un segmento que contiene un ACK que actúa como respuesta al SYN de TCP enviado por el servidor. No existen datos de usuario en este segmento. El valor del campo número de acuse de recibo contiene uno más que el número de secuencia inicial recibido del servidor. Una vez establecidas ambas sesiones entre el cliente y el servidor, todos los segmentos adicionales que se intercambien en la comunicación tendrán establecido el señalizador ACK.

Protocolo TCP de enlace de tres vías (ACK)



El analizador de protocolo muestra la respuesta del cliente inicial para la sesión en

El segmento TCP en esta trama muestra:

- El señalizador ACK está establecido para indicar un número de acuse de recibo válido
- Respuesta del número de acuse de recibo al número de secuencia inicial como valor relativo de 1
- Número de puerto de origen de 1069 para la correspondencia
- Número de puerto de destino de 80 (HTTP) que indica el servicio del servidor Web (httpd)

Como se muestra en la figura, el resultado del analizador de protocolos muestra el señalizador de control ACK establecido y se muestran los números relativos de secuencia y reconocimiento.

4.2.5 Terminación de la sesión TCP

Para cerrar la conexión se debe establecer el señalizador de control FIN (Finalizar) en el encabezado del segmento. Para finalizar todas las sesiones TCP de una vía, se utiliza un enlace de dos vías, que consta de un segmento FIN y un segmento ACK. Por lo tanto, para terminar una conversación simple admitida por TCP, se requieren cuatro intercambios para finalizar ambas sesiones.

1. Cuando el cliente no tiene más datos para enviar al stream, envía un segmento con el señalizador FIN establecido.
2. El servidor envía un ACK para acusar recibo de Fin y terminar la sesión del cliente al servidor.
3. El servidor envía un FIN al cliente para finalizar la sesión del servidor al cliente.
4. El cliente responde con un ACK para dar acuse de recibo de FIN desde el servidor.

Cuando la finalización de sesión del cliente no tiene más datos para transferir, establece el señalizador FIN en el

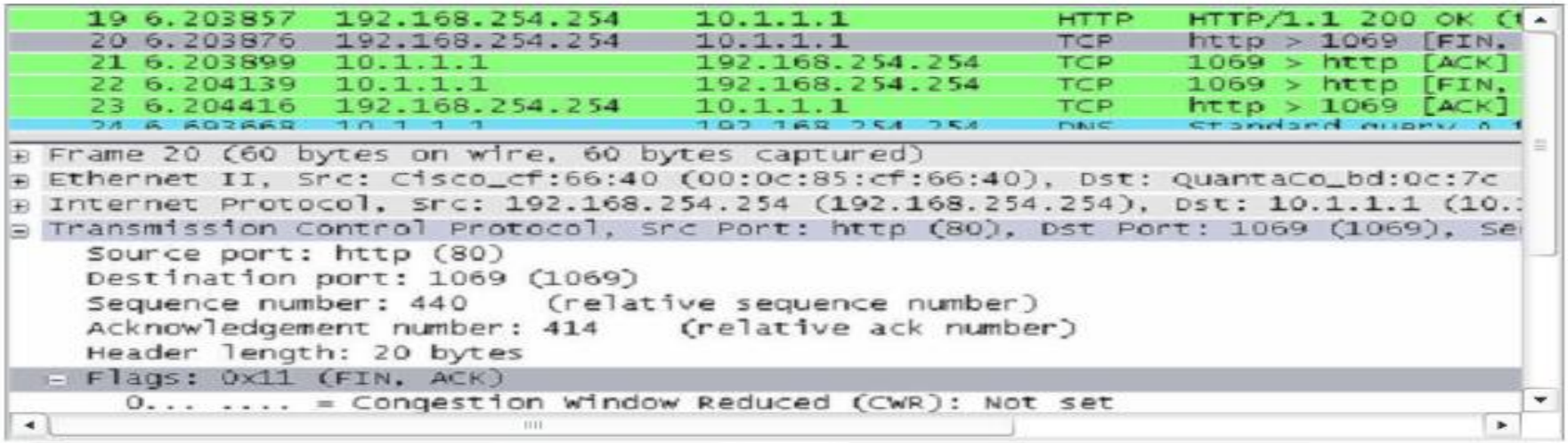
encabezado de un segmento. Luego, el servidor finaliza la conexión y envía un segmento normal que contiene datos con el señalizador ACK establecido utilizando el número de acuse de recibo, confirmando así que se han recibido todos los bytes de datos. Cuando se produce el acuse de recibo de todos los segmentos, se cierra la sesión.

La sesión en la otra dirección se cierra mediante el mismo proceso. El receptor indica que no existen más datos para enviar estableciendo el señalizador FIN en el encabezado del segmento enviado al origen. Un acuse de recibo de retorno confirma que todos los bytes de datos han sido recibidos y, por lo tanto, se ha cerrado la sesión.

Como se muestra en la figura, los señalizadores de control FIN y ACK se establecen en el encabezado del segmento, cerrando por lo tanto la sesión HTTP.

También es posible terminar la conexión mediante un enlace de tres vías. Cuando el cliente no posee más datos para enviar, envía un señalizador FIN al servidor. Si el servidor tampoco tiene más datos para enviar, puede responder con los señalizadores FIN y ACK, combinando dos pasos en uno. El cliente responde con un ACK.

Terminación de la sesión TCP (FIN)



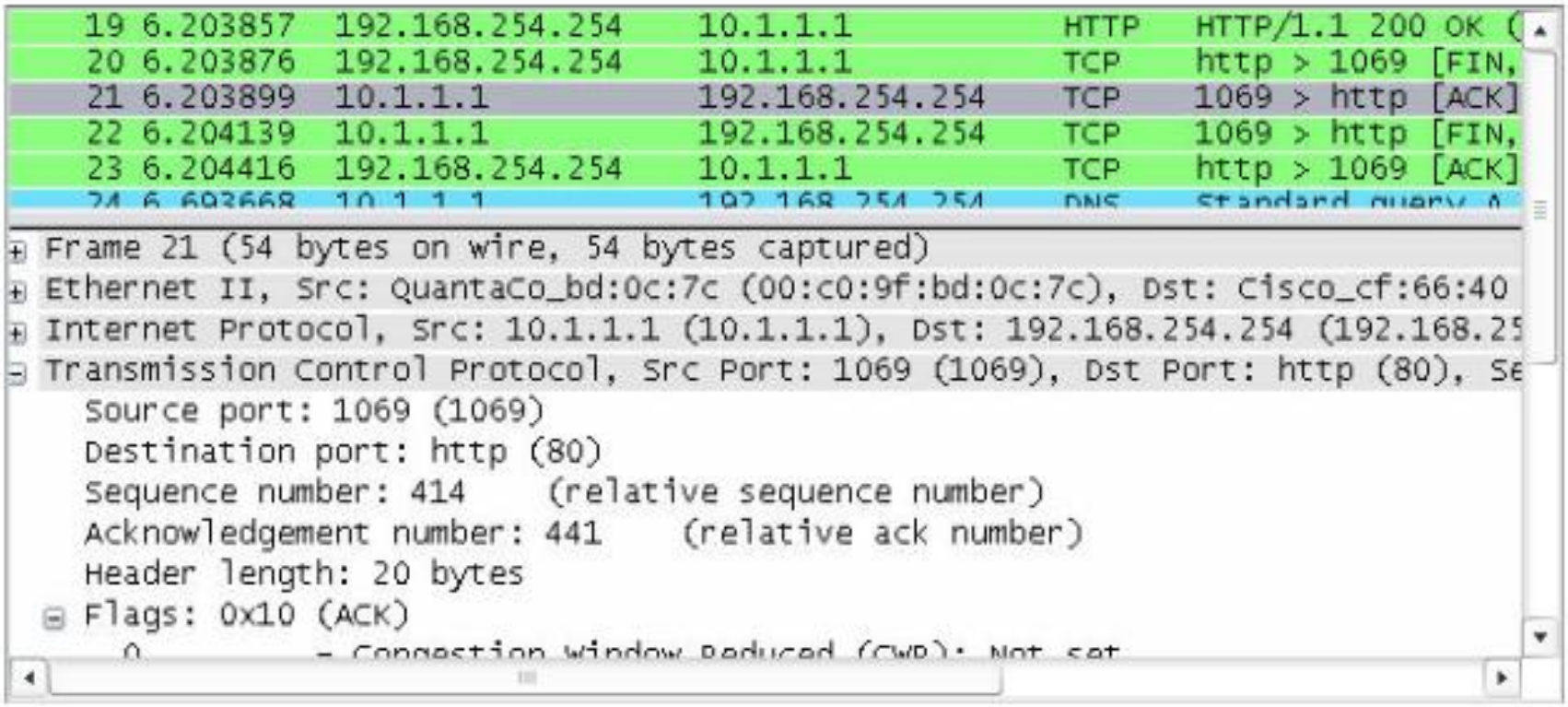
Un analizador de protocolo muestra los detalles de la trama 20, solicitud TCP FIN.

Puertos de destino y origen
Contenido y valores del campo del encabezado

FIN

ACK

Terminación de la sesión TCP (ACK)



Un analizador de protocolo muestra los detalles de la trama 21, respuesta TCP ACK.

Puertos de destino y origen

Contenido y valores del campo del encabezado

FIN

ACK

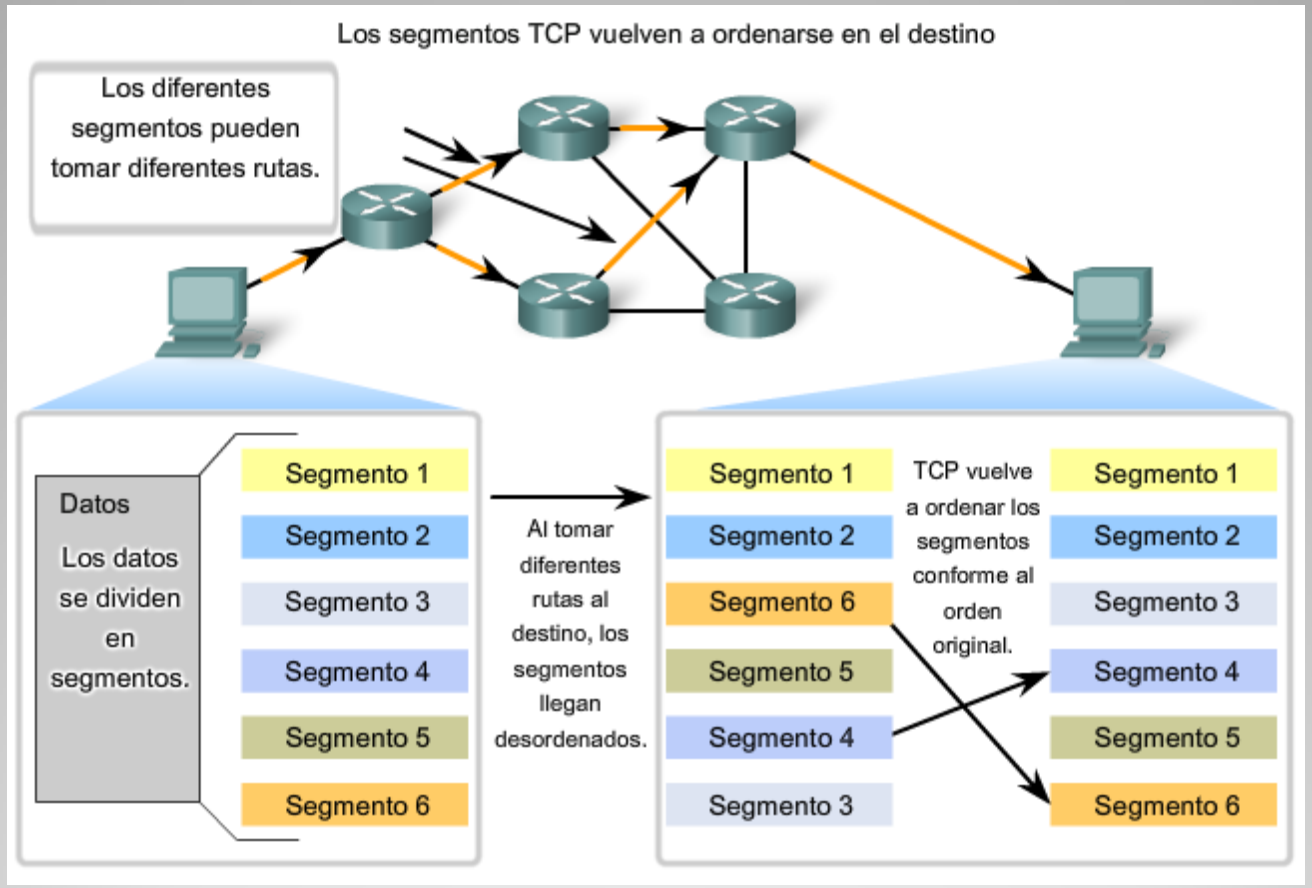
4.3 Administración de las sesiones TCP

4.3.1 Reensamblaje de segmentos TCP

- Cuando los servicios envían datos utilizando TCP, los segmentos pueden llegar a destinos desordenados. Para que el receptor comprenda el mensaje original, los datos en estos segmentos se reensamblan en el orden original. Para lograr esto, se asignan números de secuencia en el encabezado de cada paquete.

- Durante la configuración de la sesión, se establece un número de secuencia inicial (ISN). Este número de secuencia inicial representa el valor de inicio para los bytes de esta sesión que se transmitirán a la aplicación receptora. A medida que se transmiten los datos durante la sesión, el número de secuencia se incrementa en el número de bytes que se han transmitido. Este rastreo de bytes de datos permite que cada segmento se identifique y se envíe acuse de recibo de manera exclusiva. Se pueden identificar segmentos perdidos.

- El proceso TCP receptor coloca los datos del segmento en un búfer de recepción. Los segmentos se colocan en el orden de número de secuencia adecuado y se pasa a la capa de Aplicación cuando son reensamblados. Todos los segmentos que llegan con números de secuencia no contiguos se mantienen para su procesamiento posterior. Luego, se procesan los segmentos cuando llegan con los bytes perdidos.



Los números de secuencia de segmento permiten la confiabilidad indicando cómo reensamblar y reordenar los segmentos recibidos, como se muestra en la figura.

4.3.2 Acuse de recibo de TCP con uso de ventanas

Una de las funciones de TCP es asegurar que cada segmento llegue a su destino. Los servicios TCP en el host de

destino envían a la aplicación de origen un acuse de recibo de los datos recibidos.

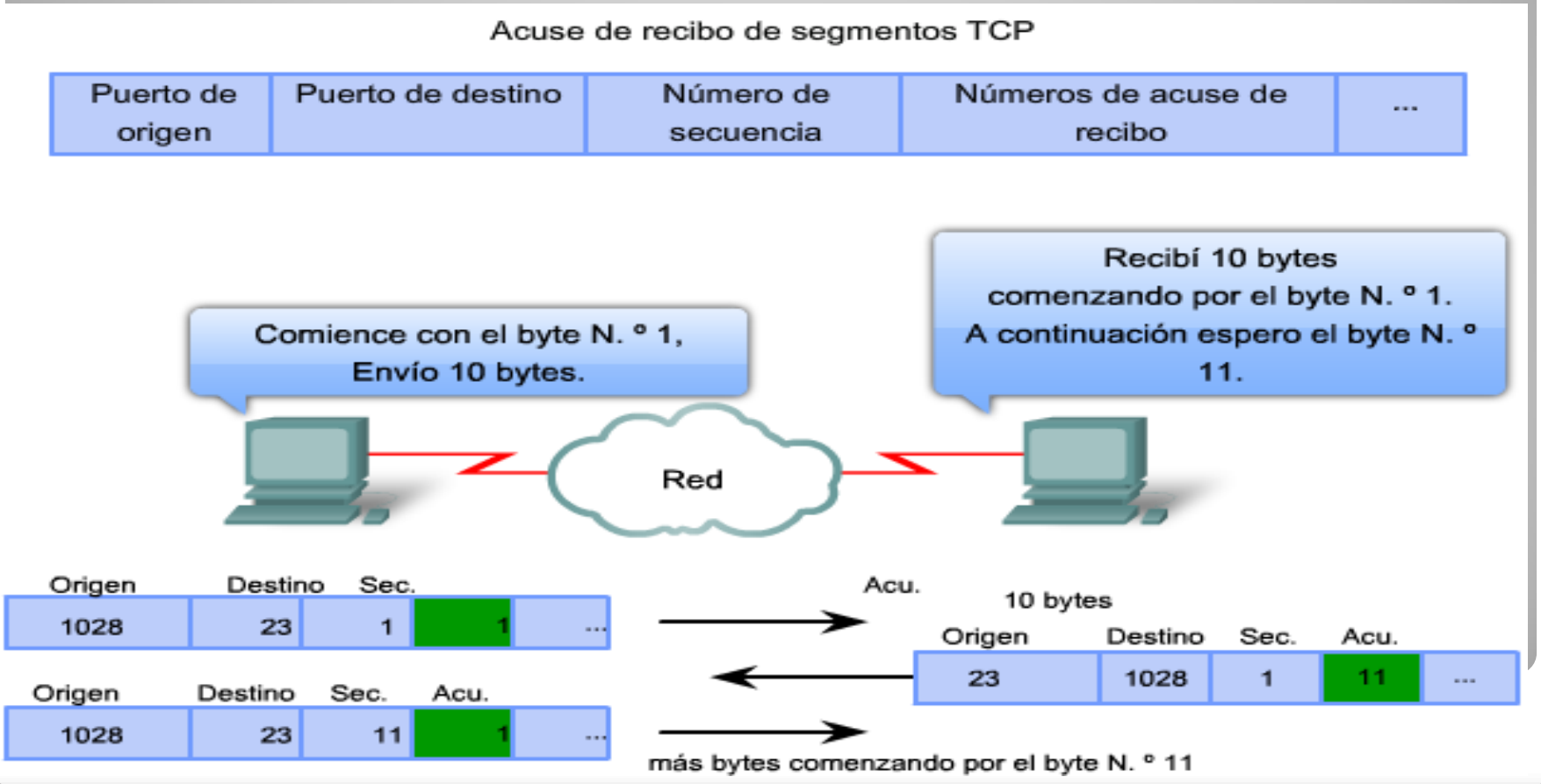
El número de secuencia y el número de acuse de recibo del encabezado del segmento se utilizan para confirmar la recepción de los bytes de datos contenidos en los segmentos. El número de secuencia es el número relativo de bytes que ha sido transmitido en esta sesión más 1 (que es el número del primer byte de datos en el segmento actual). TCP utiliza el número de reconocimiento en segmentos que se vuelven a enviar al origen para indicar el próximo byte de esta sesión que espera el receptor. Esto se llama acuse de recibo de expectativa.

En el ejemplo de la figura, el host en la izquierda envía datos al host de la derecha. Envía un segmento que contiene 10 bytes de datos para esta sesión y un número de secuencia igual a 1 en el encabezado.

El host receptor de la derecha recibe el segmento en la Capa 4 y determina que el número de secuencia es 1 y que posee 10 bytes de datos. Luego el host envía un segmento de vuelta al host de la izquierda para acusar recibo de estos datos. En este segmento, el host establece el número de acuse de recibo en 11 para indicar que el próximo byte de datos que espera recibir en esta sesión es el byte número 11.

Cuando el host emisor de la izquierda recibe este acuse de recibo, puede enviar el próximo segmento que contiene datos para esta sesión a partir del byte 11.

Observando este ejemplo, si el host emisor tuviera que esperar el acuse de recibo por la recepción de cada uno de los 10 bytes, la red estaría demasiado sobrecargada. Para reducir la sobrecarga de estos acuses de recibo, los segmentos de datos múltiples pueden enviarse previamente y ser reconocidos con un mensaje TCP simple en la dirección opuesta. Este reconocimiento contiene un número de acuse de recibo en base al número total de bytes recibidos en la sesión.



4.3.3 Retransmisión de TCP

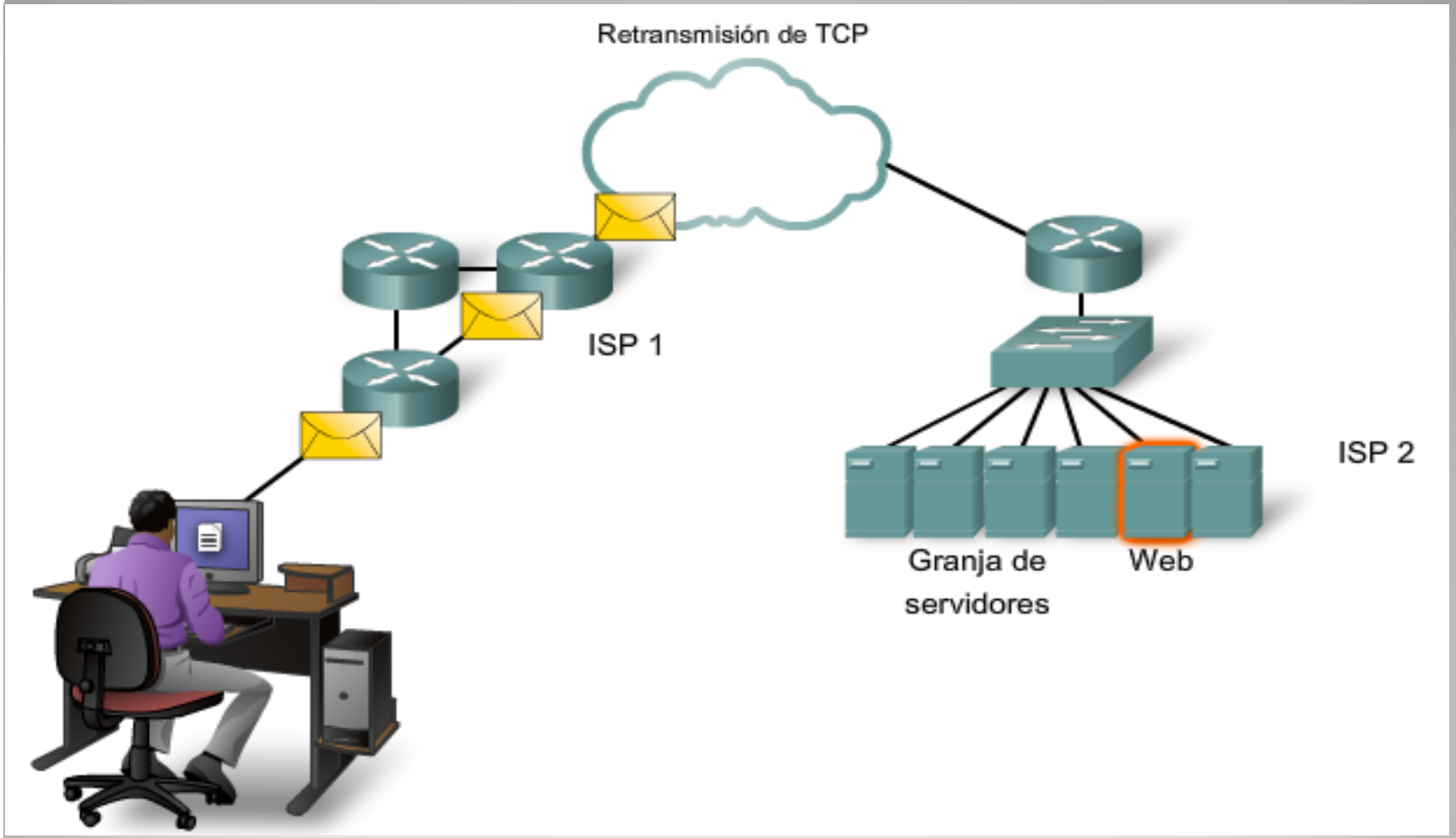
Manejo de la pérdida de segmentos

Por óptimo que sea el diseño de una red, siempre se producirán pérdidas ocasionales de datos. Por lo tanto, TCP cuenta con métodos para gestionar dichas pérdidas de segmentos. Entre los mismos existe un mecanismo para retransmitir segmentos con datos no reconocidos.

Un servicio de host de destino que utiliza TCP, por lo general sólo reconoce datos para secuencias de bytes contiguas. Si uno o más segmentos se pierden, sólo se acusa recibo de los datos de los segmentos que completan el stream.

Por ejemplo, si se reciben los segmentos con números de secuencia de 1500 a 3000 y de 3400 a 3500, el número de acuse de recibo será 3001. Esto sucede porque existen segmentos con números de secuencia de 3001 a 3399 que no se recibieron.

Cuando TCP en el host de origen no recibe un acuse de recibo pasado un tiempo predeterminado, volverá al último número de acuse de recibo que recibió y retransmitirá los datos a partir de éste. El proceso de retransmisión no es especificado por RFC, sino que depende de la implementación de TCP en particular.



La animación demuestra la retransmisión de segmentos perdidos.
Los hosts actuales también suelen emplear una función opcional llamada Acuses de recibo selectivos. Si ambos hosts admiten el Acuse de recibo selectivo, es posible que el destino reconozca los bytes de segmentos discontinuos y el host sólo necesitará retransmitir los datos perdidos.

4.3.4 Control de congestión de TCP: Cómo minimizar la pérdida de Segmentos

Control del flujo

TCP también provee mecanismos para el control del flujo. El control del flujo contribuye con la confiabilidad de la

transmisión TCP ajustando la tasa efectiva de flujo de datos entre los dos servicios de la sesión. Cuando el origen

advierte que se recibió la cantidad de datos especificados en los segmentos, puede continuar enviando más datos para esta sesión.

El campo Tamaño de la ventana en el encabezado TCP especifica la cantidad de datos que puede transmitirse antes de que se reciba el acuse de recibo. El tamaño de la ventana inicial se determina durante el comienzo de la sesión a través del enlace de tres vías.

En este ejemplo, el tamaño de la ventana inicial para una sesión TCP representada se establece en 3000 bytes. Cuando el emisor transmite 3000 bytes, espera por un acuse de recibo de los mismos antes de transmitir más segmentos para esta sesión.

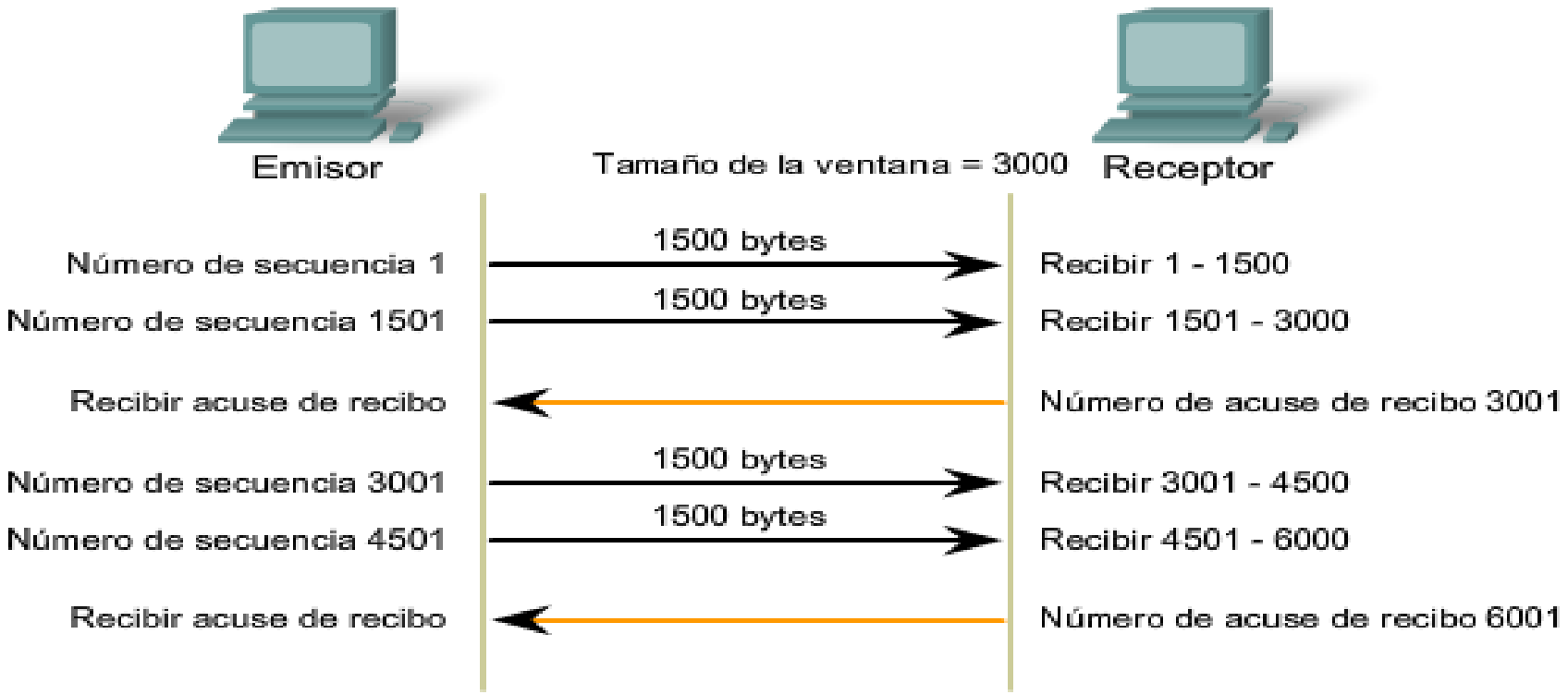
Una vez que el emisor ha recibido este acuse de recibo del receptor, ya puede transmitir 3000 bytes adicionales.

Durante la demora en la recepción del acuse de recibo, el emisor no enviará ningún segmento adicional para esta

sesión.

En los períodos en los que la red está congestionada o los recursos del host receptor están exigidos, la demora puede aumentar. A medida que aumenta esta demora, disminuye la tasa de transmisión efectiva de los datos para esta sesión. La disminución de la tasa de datos ayuda a reducir la contención de recursos.

Acuse de recibo de segmentos TCP y tamaño de la ventana



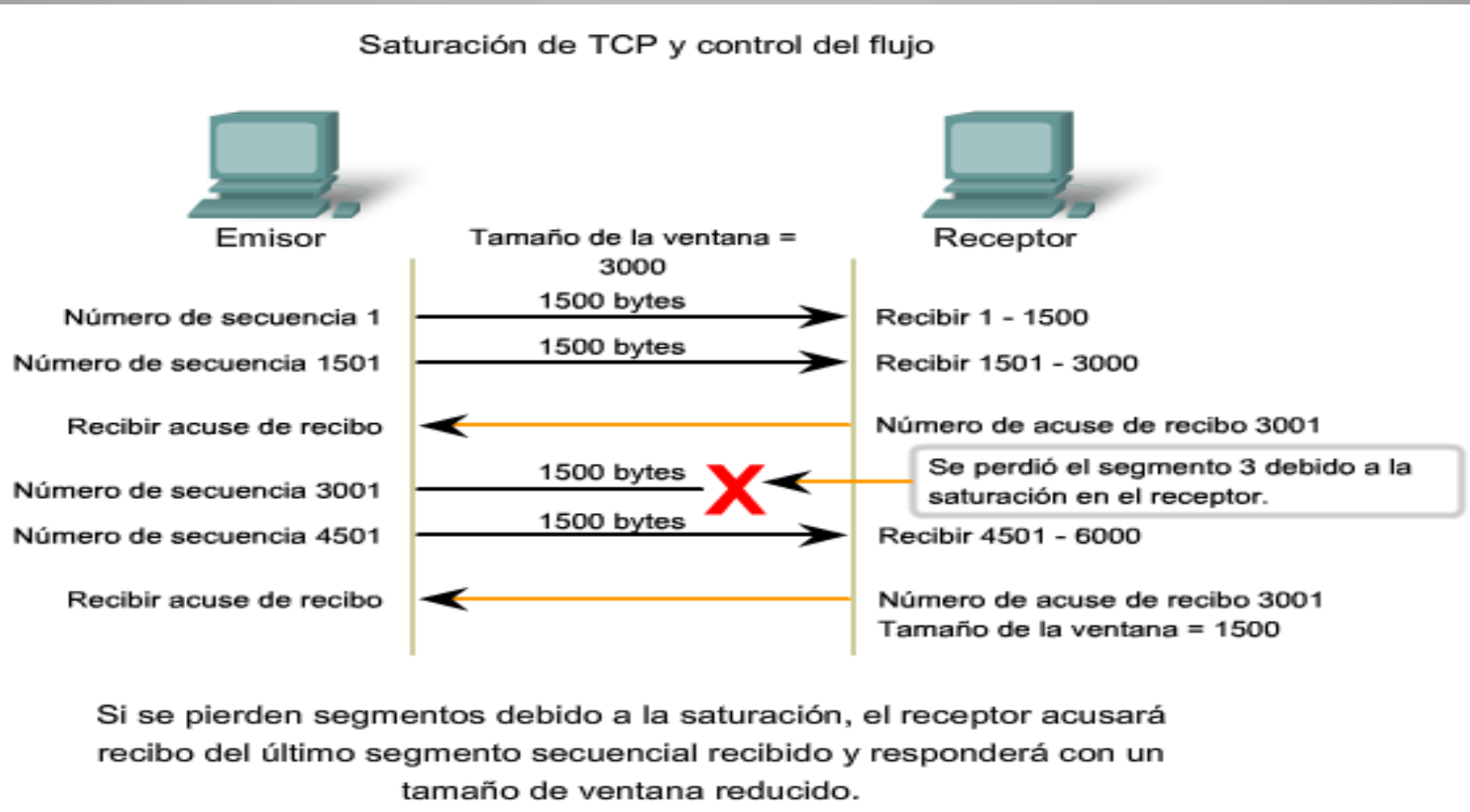
El tamaño de la ventana determina la cantidad de bytes enviados antes de esperar un acuse de recibo.

El número de acuse de recibo es el número del próximo byte esperado.

Reducción del tamaño de la ventana

Otra forma de controlar el flujo de datos es utilizar tamaños dinámicos de ventana. Cuando los recursos de la red son limitados, TCP puede reducir el tamaño de la ventana para lograr que los segmentos recibidos sean reconocidos con mayor frecuencia. Esto disminuye de manera efectiva la tasa de transmisión, ya que el origen espera que los datos sean recibidos con más frecuencia.

El host receptor TCP envía el valor del tamaño de la ventana al TCP emisor para indicar el número de bytes que está preparado para recibir como parte de la sesión. Si el destino necesita disminuir la tasa de comunicación debido a limitaciones de memoria del búfer, puede enviar un valor de tamaño de la ventana menor al origen como parte de un acuse de recibo.



Como se muestra en la figura, si un host de recepción sufre una congestión, puede responder al host emisor con un segmento con el tamaño de la ventana reducido. En este gráfico, se produjo la pérdida de uno de los segmentos. El receptor cambió el campo ventana en el encabezado de los mensajes devueltos en esta conversación de 3000 a 1500. Esto hizo que el emisor redujera el tamaño de la ventana a 1500.

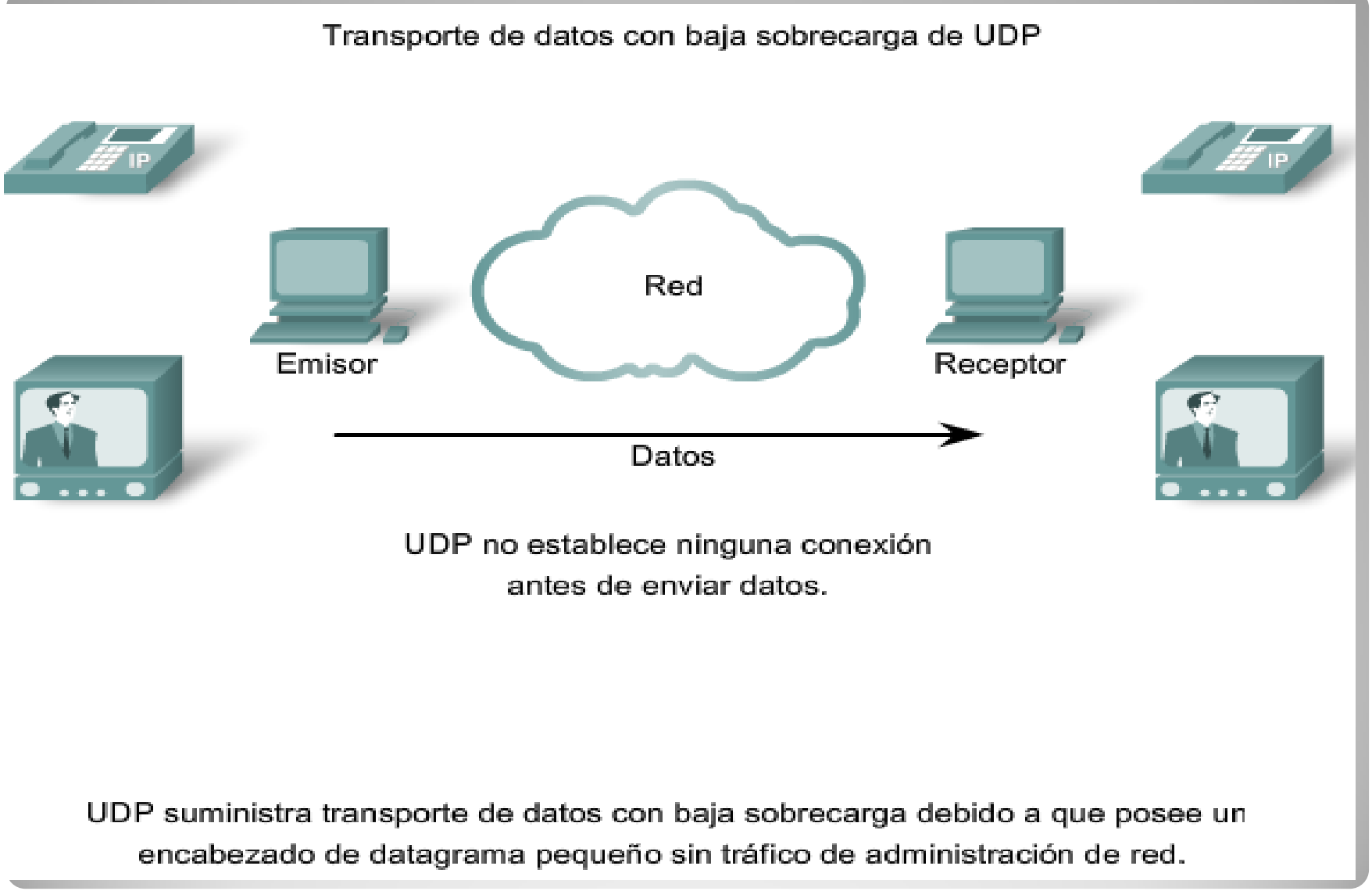
4.4 Protocolo UDP: Comunicación con baja sobrecarga
4.4.1 UDP: Baja sobrecarga vs Confiabilidad

UDP es un protocolo simple que provee las funciones básicas de la capa de Transporte. Genera mucho menos sobrecarga que TCP, ya que no es orientado a la conexión y no cuenta con los sofisticados mecanismos de retransmisión, secuenciación y control del flujo.

Esto no significa que las aplicaciones que utilizan UDP no sean confiables. Sólo quiere decir que estas funciones no son contempladas por el protocolo de la capa de Transporte y deben implementarse aparte, si fuera necesario.

Pese a que es relativamente baja la cantidad total de tráfico UDP que puede encontrarse en una red típica, entre los protocolos principales de la capa de Aplicación que utilizan UDP se incluyen:

- sistema de denominación de dominio (DNS),
- protocolo simple de administración de red (SNMP),
- protocolo de configuración dinámica de host (DHCP),
- protocolo de información de enrutamiento (RIP),
- protocolo trivial de transferencia de archivos (TFTP), y
- juegos en línea.



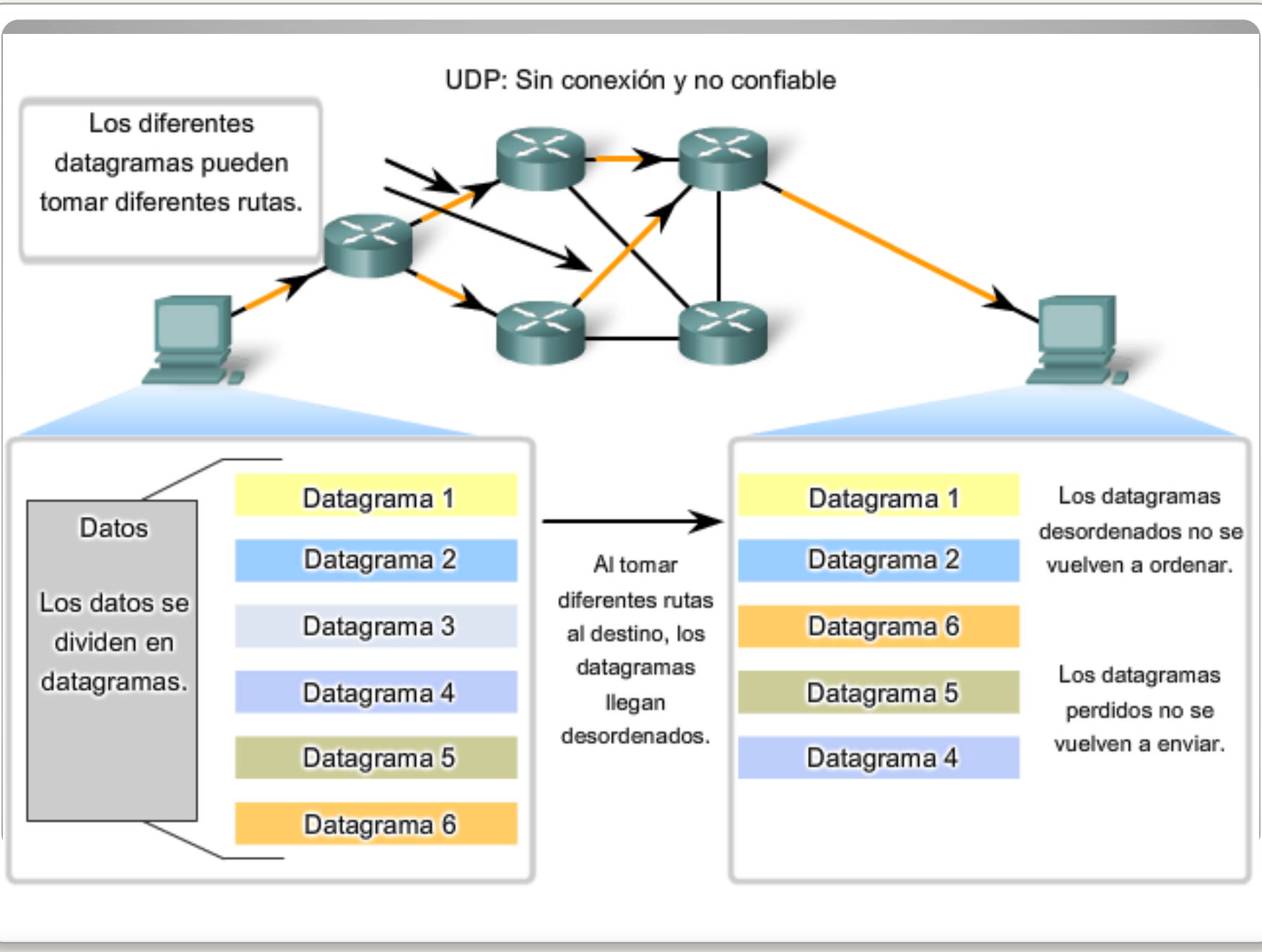
La baja sobrecarga de UDP lo hacen deseable para dichas aplicaciones

4.4.2 Reensamblaje de datagramas de UDP

Muchas aplicaciones que utilizan UDP envían pequeñas cantidades de datos que pueden ocupar un segmento. Sin embargo, algunas aplicaciones enviarán cantidades mayores de datos que deben dividirse en varios segmentos. La PDU de UDP se conoce como datagrama, pese a que los términos segmento y datagrama a veces se utilizan de manera indistinta para describir una PDU de la capa de Transporte.

Cuando se envían múltiples datagramas a un destino, los mismos pueden tomar rutas distintas y llegar en el orden incorrecto. UDP no mantiene un seguimiento de los números de secuencia de la manera en que lo hace TCP. UDP no puede reordenar los datagramas en el orden de la transmisión.

Por lo tanto, UDP simplemente reensambla los datos en el orden en que se recibieron y los envía a la aplicación. Si la secuencia de los datos es importante para la aplicación, la misma deberá identificar la secuencia adecuada de datos y determinar cómo procesarlos.


UDP: Sin conexión y no confiable
Los diferentes datagramas pueden tomar diferentes rutas.
Datos
Los datos se dividen en datagramas.
Datagrama 1
Datagrama 2
Datagrama 3
Datagrama 4
Datagrama 5
Datagrama 6
Al tomar diferentes rutas al destino, los datagramas llegan desordenados.
Datagrama 1
Datagrama 2
Datagrama 6
Datagrama 5
Datagrama 4
Los datagramas desordenados no se vuelven a ordenar.
Los datagramas perdidos no se vuelven a enviar.

4.4.3 Procesos y solicitudes del servidor UDP

Al igual que las aplicaciones basadas en TCP, a las aplicaciones de servidor basadas en UDP se les asigna números de puerto bien conocidos o registrados. Cuando se ejecutan estas aplicaciones o procesos, aceptan los datos que coincidan con el número de puerto asignado. Cuando UDP recibe un datagrama destinado a uno de esos puertos, envía los datos de aplicación a la aplicación adecuada en base a su número de puerto.

El servidor UDP espera escuchar solicitudes

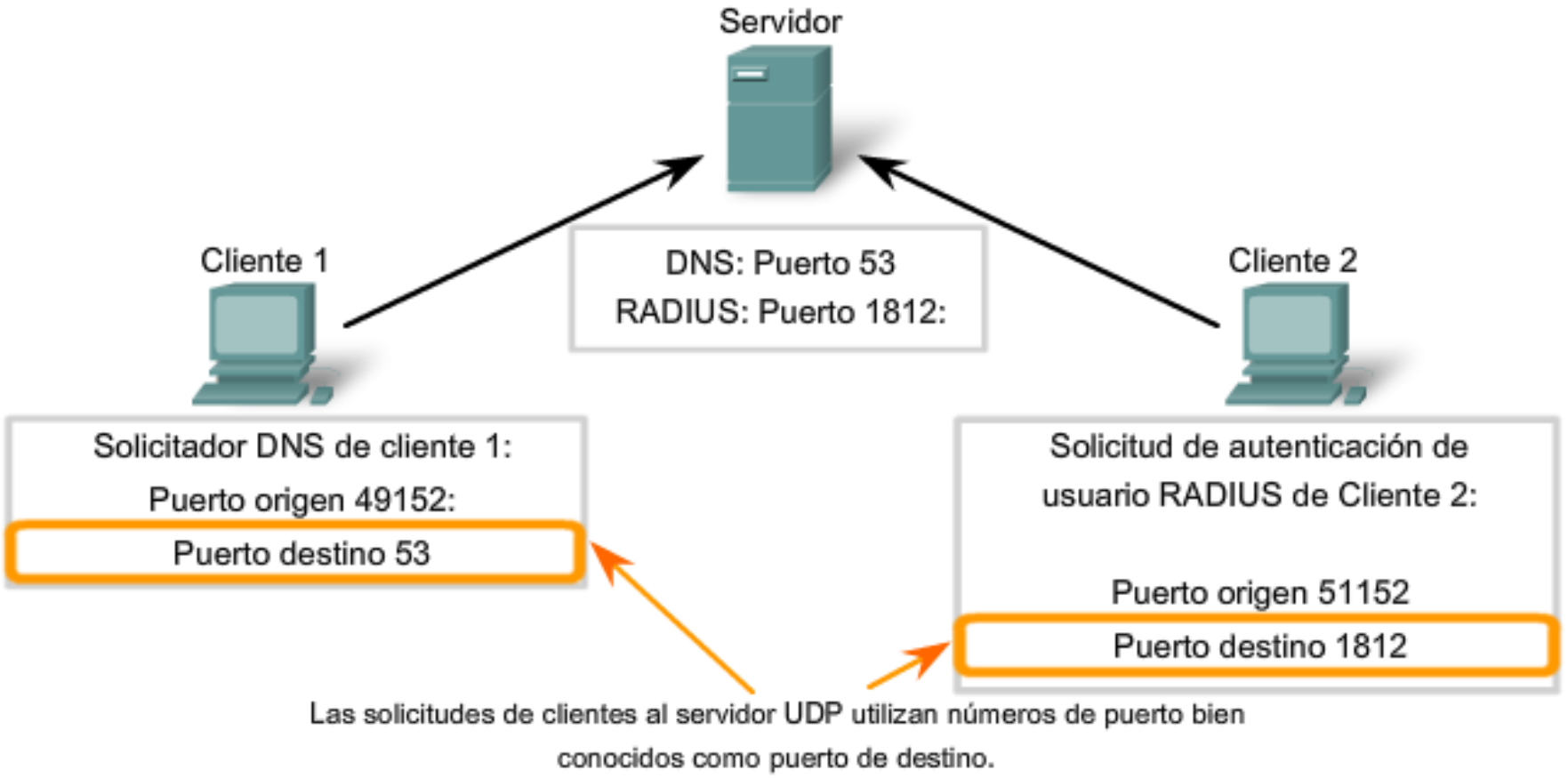
Las solicitudes de clientes a servidores utilizan números de puerto bien conocidos como puerto de destino.

4.4.4 Procesos del cliente UDP

Como en TCP, la comunicación cliente/servidor se inicia por una aplicación cliente que solicita datos de un proceso del servidor. El proceso de cliente UDP selecciona al azar un número de puerto del rango dinámico de números de puerto y lo utiliza como puerto de origen para la conversación. El puerto de destino por lo general será el número de puerto bien conocido o registrado asignado al proceso del servidor.

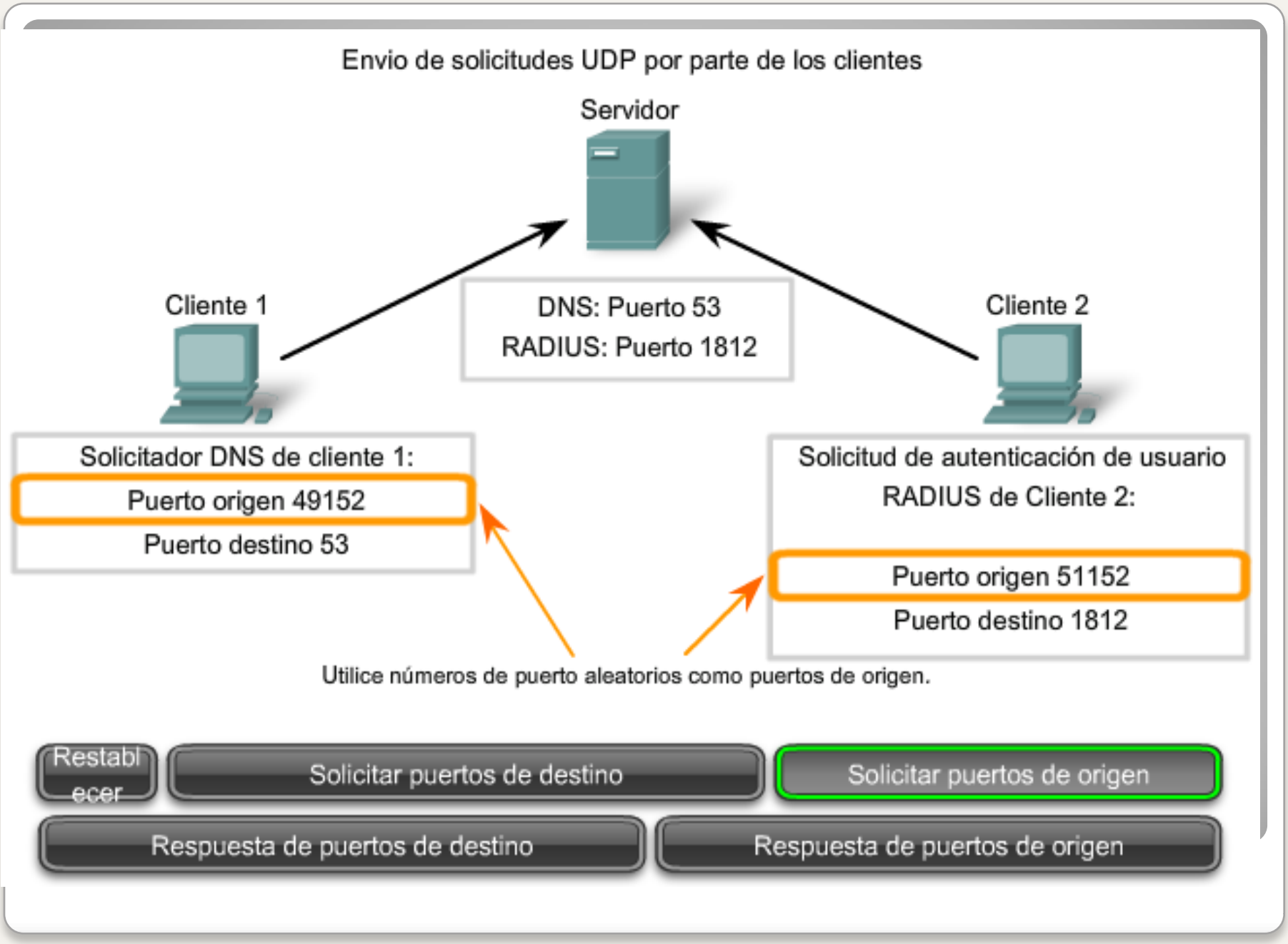
Cabe recordar que una vez que el cliente ha elegido los puertos de origen y destino, estos mismos puertos se utilizarán en el encabezado de todos los datagramas que se utilicen en la transacción. Para la devolución de datos del servidor al cliente, se invierten los números de puerto de origen y destino en el encabezado del datagrama.

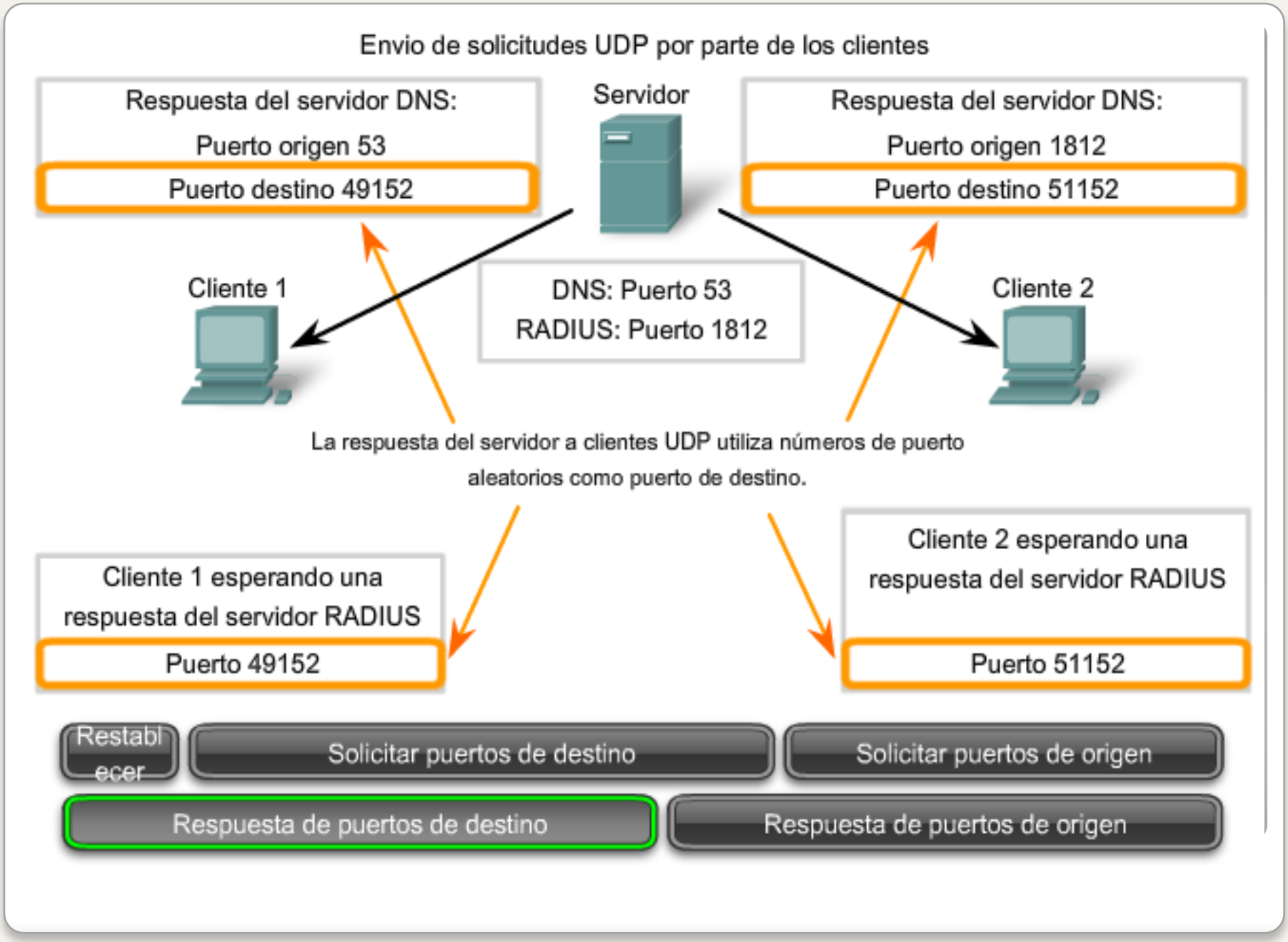
Envio de solicitudes UDP por parte de los clientes

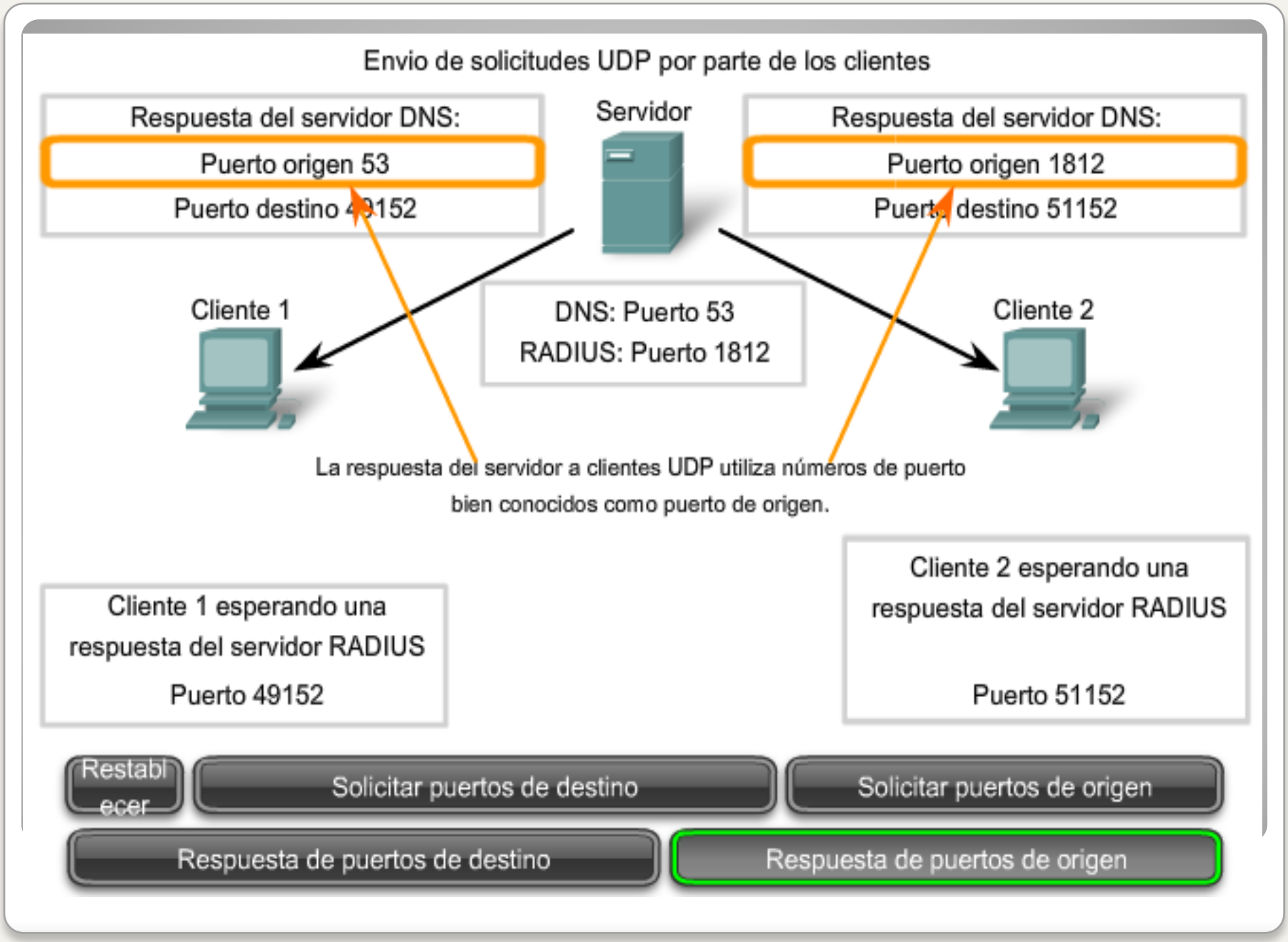


Restablecer | Solicitar puertos de destino | Solicitar puertos de origen

Respuesta de puertos de destino | Respuesta de puertos de origen


Envio de solicitudes UDP por parte de los clientes
Servidor
DNS: Puerto 53
RADIUS: Puerto 1812
Cliente 1
Cliente 2
Solicitador DNS de cliente 1:
Puerto origen 49152
Puerto destino 53
Solicitud de autenticación de usuario RADIUS de Cliente 2:
Puerto origen 51152
Puerto destino 1812
Utilice números de puerto aleatorios como puertos de origen.
Restablecer
Solicitar puertos de destino
Solicitar puertos de origen
Respuesta de puertos de destino
Respuesta de puertos de origen


Envio de solicitudes UDP por parte de los clientes
Respuesta del servidor DNS:
Puerto origen 53
Puerto destino 49152
Servidor
Respuesta del servidor DNS:
Puerto origen 1812
Puerto destino 51152
Cliente 1
DNS: Puerto 53
RADIUS: Puerto 1812
Cliente 2
La respuesta del servidor a clientes UDP utiliza números de puerto aleatorios como puerto de destino.
Cliente 1 esperando una respuesta del servidor RADIUS
Puerto 49152
Cliente 2 esperando una respuesta del servidor RADIUS
Puerto 51152
Restablecer
Solicitar puertos de destino
Solicitar puertos de origen
Respuesta de puertos de destino
Respuesta de puertos de origen


Envio de solicitudes UDP por parte de los clientes
Respuesta del servidor DNS:
Puerto origen 53
Puerto destino 49152
Servidor
Respuesta del servidor DNS:
Puerto origen 1812
Puerto destino 51152
Cliente 1
DNS: Puerto 53
RADIUS: Puerto 1812
Cliente 2
La respuesta del servidor a clientes UDP utiliza números de puerto bien conocidos como puerto de origen.
Cliente 1 esperando una respuesta del servidor RADIUS
Puerto 49152
Cliente 2 esperando una respuesta del servidor RADIUS
Puerto 51152
Restablecer
Solicitar puertos de destino
Solicitar puertos de origen
Respuesta de puertos de destino
Respuesta de puertos de origen