

QoS: Parámetros de red

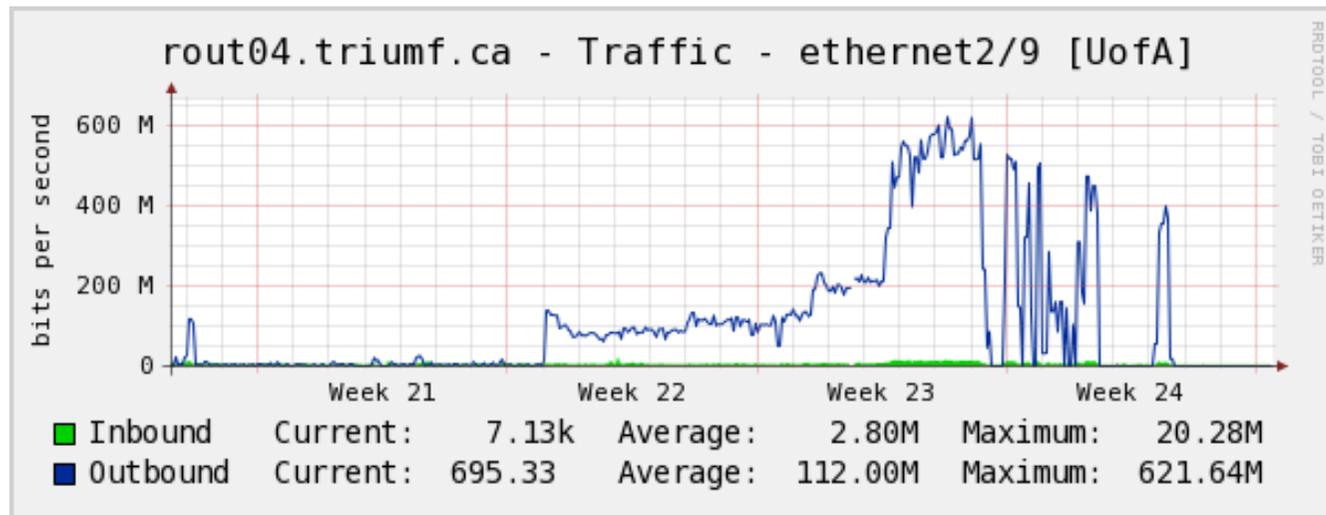
Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

Retardo y throughput

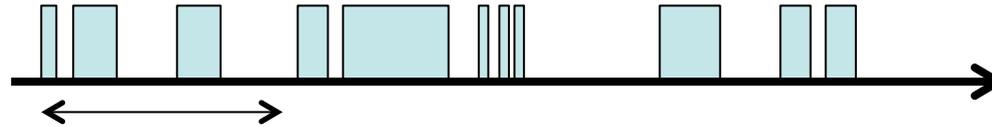
Bandwidth / Throughput

- **Throughput instantáneo:** tasa a la cual se transmiten o transfieren o reciben datos
- En el límite, si hay paquete es el bitrate del enlace y si no es 0
- **Throughput medio:** cantidad de datos transferidos en un intervalo de tiempo divididos por ese tiempo
- Ejemplo:
 - Transferencia de fichero de tamaño F bits en un tiempo T segundos ha sido en media a F/T bps

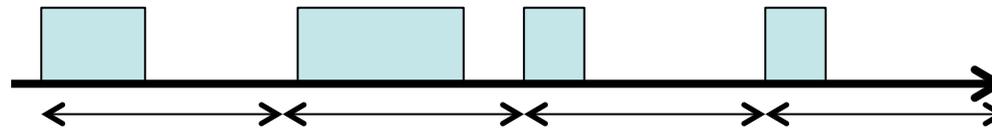


Throughput medio

- Supongamos unas llegadas más irregulares (y más habituales)
- Paquetes de diferentes tamaños
- Paquetes con separaciones variables



- ¿Cuál es el throughput medio?
- Podemos tomar un intervalo “grande” y agregar los bytes enviados o recibidos en ese intervalo
- En cada intervalo es la cantidad de bytes transmitidos entre la anchura del intervalo

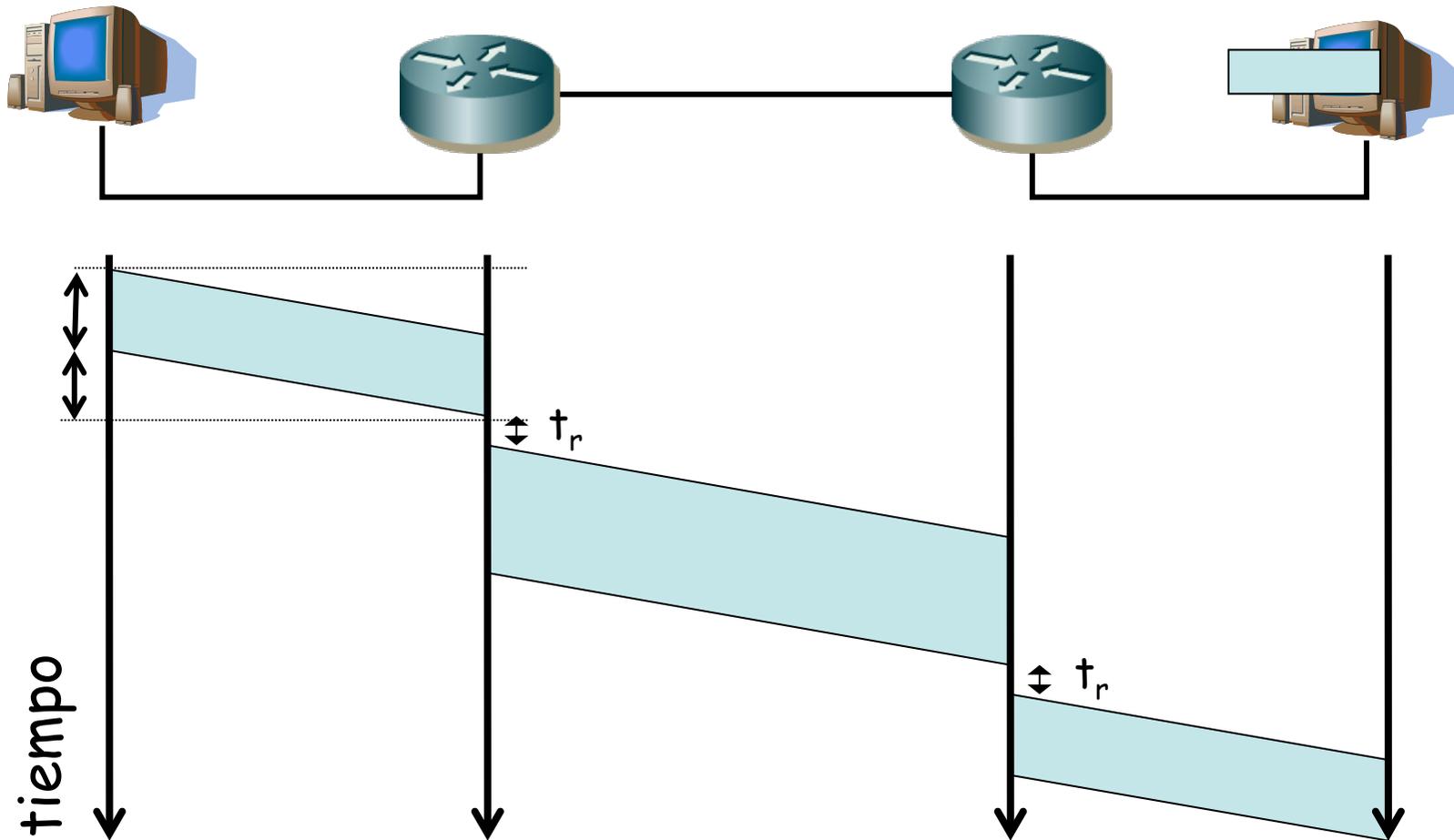


- Según anchura del intervalo
- Promedios más “groseros”



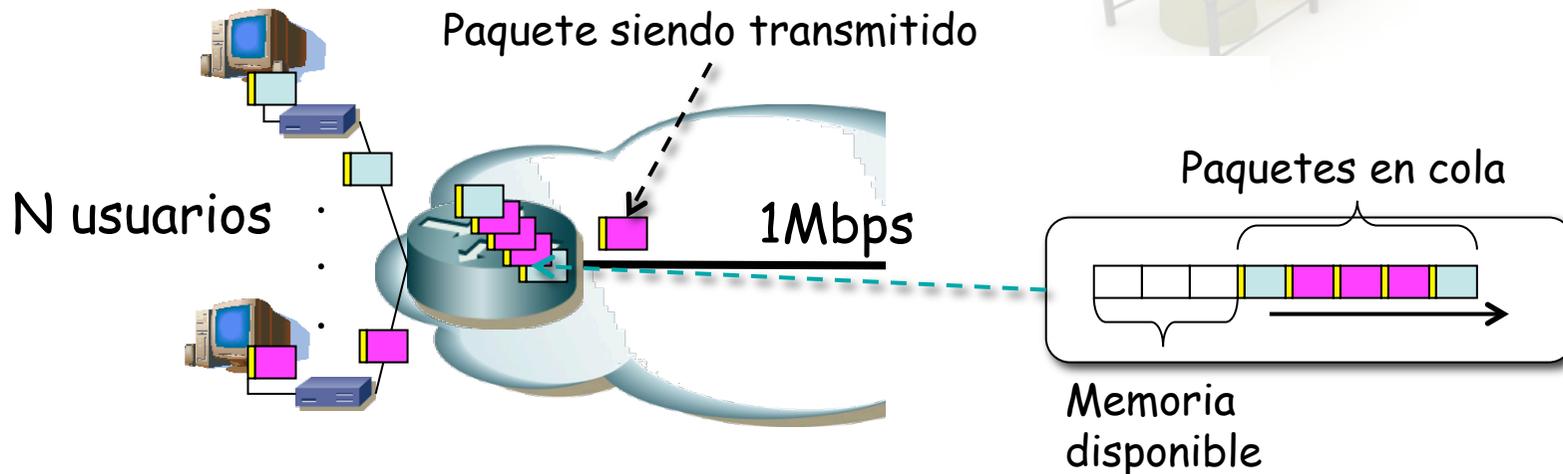
Retardos

- Transmisión (serialización), propagación, procesado



Retardo en cola

- Los paquetes pueden llegar al router a una velocidad mayor que la capacidad del enlace de salida
- O pueden llegar varios simultáneamente por enlaces diferentes pero solo puede salir uno a la vez
- El router los almacena en memoria hasta poder enviarlos
- Esperan en una *cola* (normalmente en el interaz de salida)
- Si no queda espacio en memoria para almacenar un paquete, normalmente éste se pierde (*drop-tail policy*)



Retardo en cola

- R = tasa de transmisión
- L = longitud del paquete
- λ = tasa media de llegadas por segundo
- Llegan λ paquetes por segundo
- Llegan λL bps

Intensidad del tráfico:

$$I = \frac{\lambda L}{R}$$

Si $I > 1$

- Llega más tráfico del que se puede cursar
- La cola crece indefinidamente
- Pérdidas al llenarse la cola del interfaz de salida



Retardo en cola

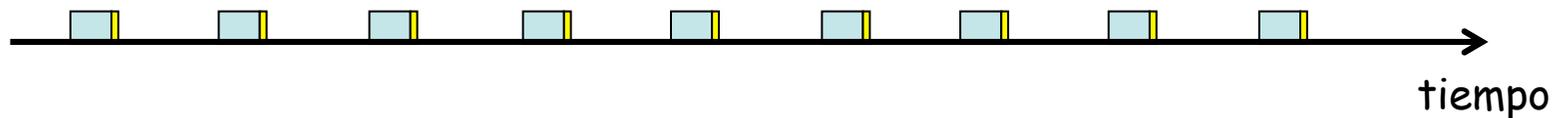
- R = tasa de transmisión
- L = longitud del paquete
- λ = tasa media de llegadas por segundo
- Llegan λ paquetes por segundo
- Llegan λL bps

Intensidad del tráfico:

$$I = \frac{\lambda L}{R}$$

Si $I < 1$ y llegadas periódicas

- Supongamos paquetes de igual tamaño
- El tiempo de transmisión es menor al tiempo entre llegadas
- No se forma cola



Retardo en cola

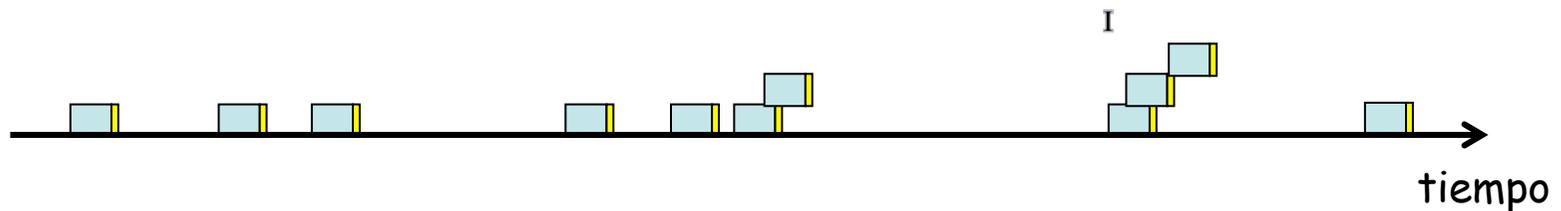
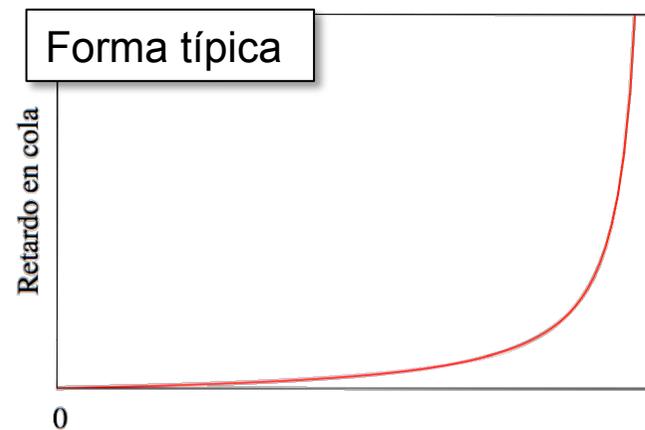
- R = tasa de transmisión
- L = longitud del paquete
- λ = tasa media de llegadas por segundo
- Llegan λ paquetes por segundo
- Llegan λL bps

Intensidad del tráfico:

$$I = \frac{\lambda L}{R}$$

Si $I < 1$ y llegadas “aleatorias”

- En media entra menos tráfico del que puede salir
- Pero pueden llegar dos paquetes muy próximos
- Se forma cola
- Depende de cómo lleguen los paquetes y sus tamaños

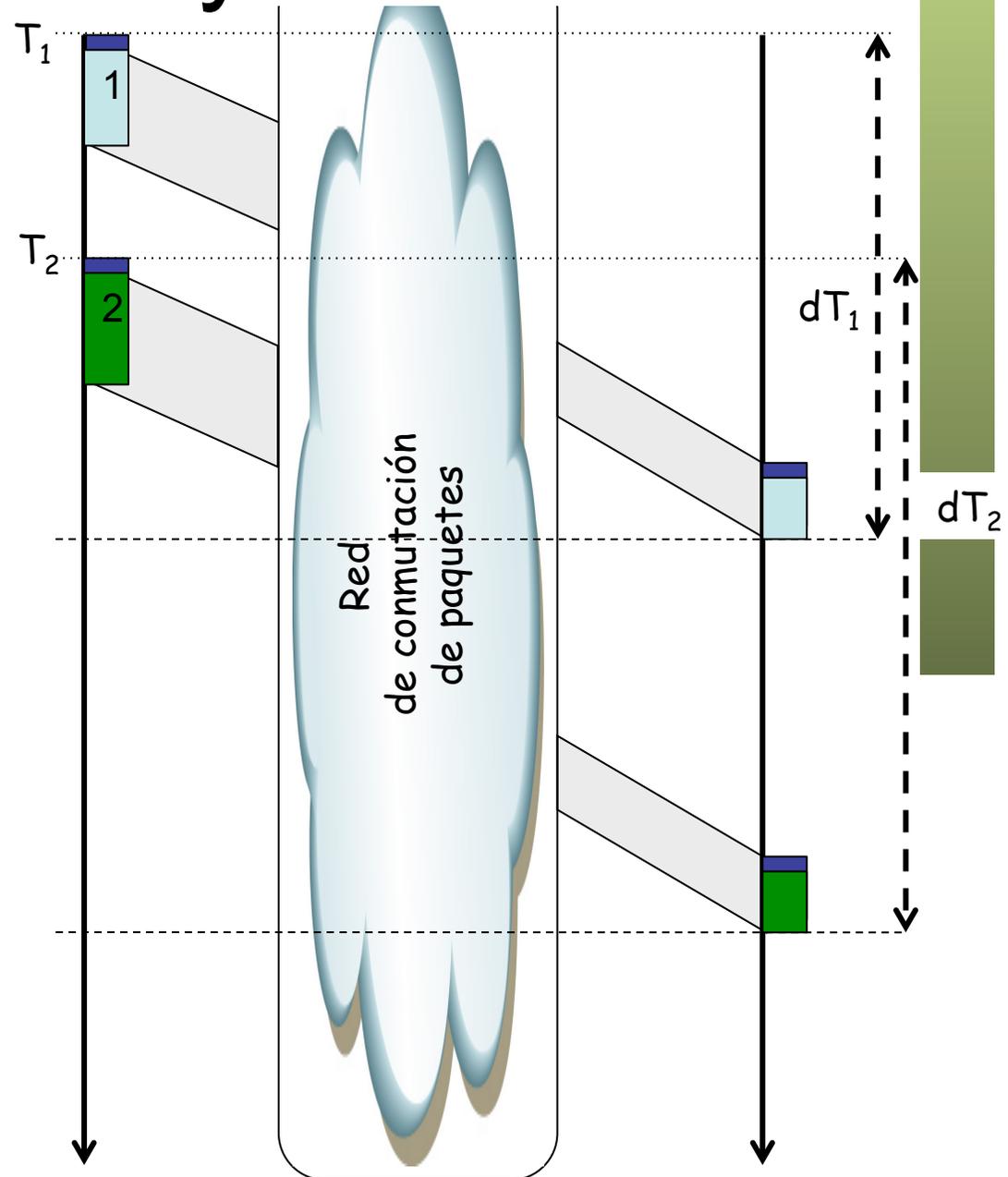


Variación del retardo

Packet Delay Variation

Ejemplo

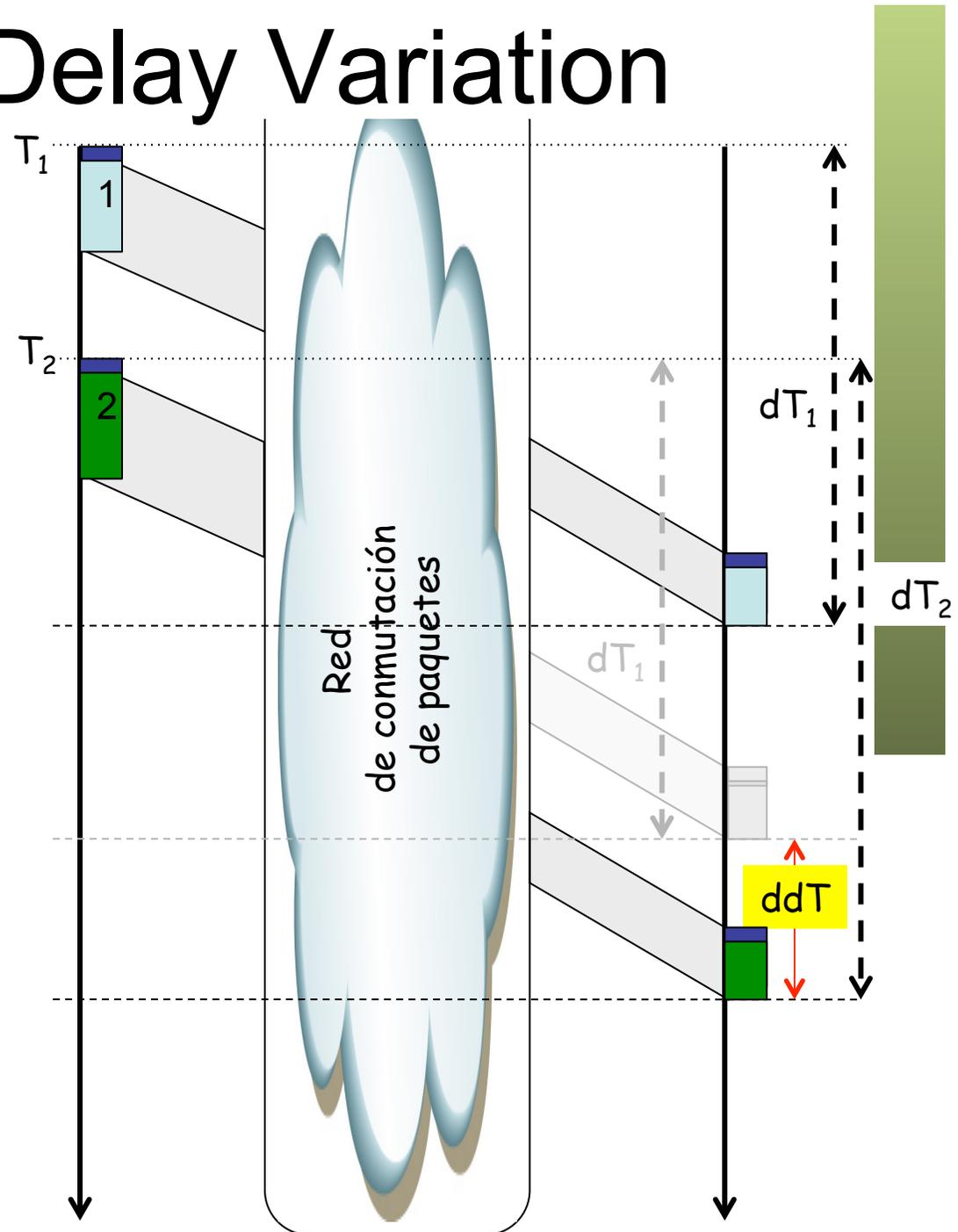
- Dos paquetes (1) y (2)
- Retardos dT_1 y dT_2
- $ddT = dT_2 - dT_1$
- Mide la diferencia entre cuándo ha llegado el segundo paquete y cuándo “debería” haber llegado
- El “debería” sería en el caso de mismo retardo ambos (...)



Packet Delay Variation

Ejemplo

- Dos paquetes (1) y (2)
- Retardos dT_1 y dT_2
- $ddT = dT_2 - dT_1$
- Mide la diferencia entre cuándo ha llegado el segundo paquete y cuándo “debería” haber llegado
- El “debería” sería en el caso de mismo retardo ambos (paquete en gris)
- Diferencia puede ser positiva o negativa (atrasarse o adelantarse)



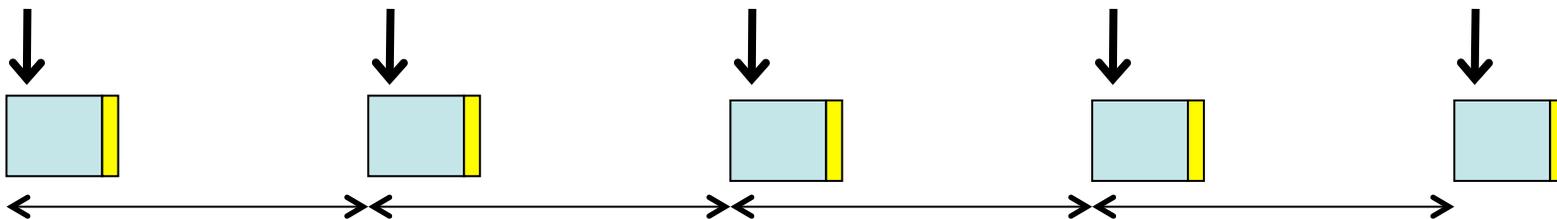
Efectos del PDV

Ejemplo

- Codec de voz que genera información digital a tasa constante
- Una vez paquetizada se convierte en paquetes equiespaciados
- (...)



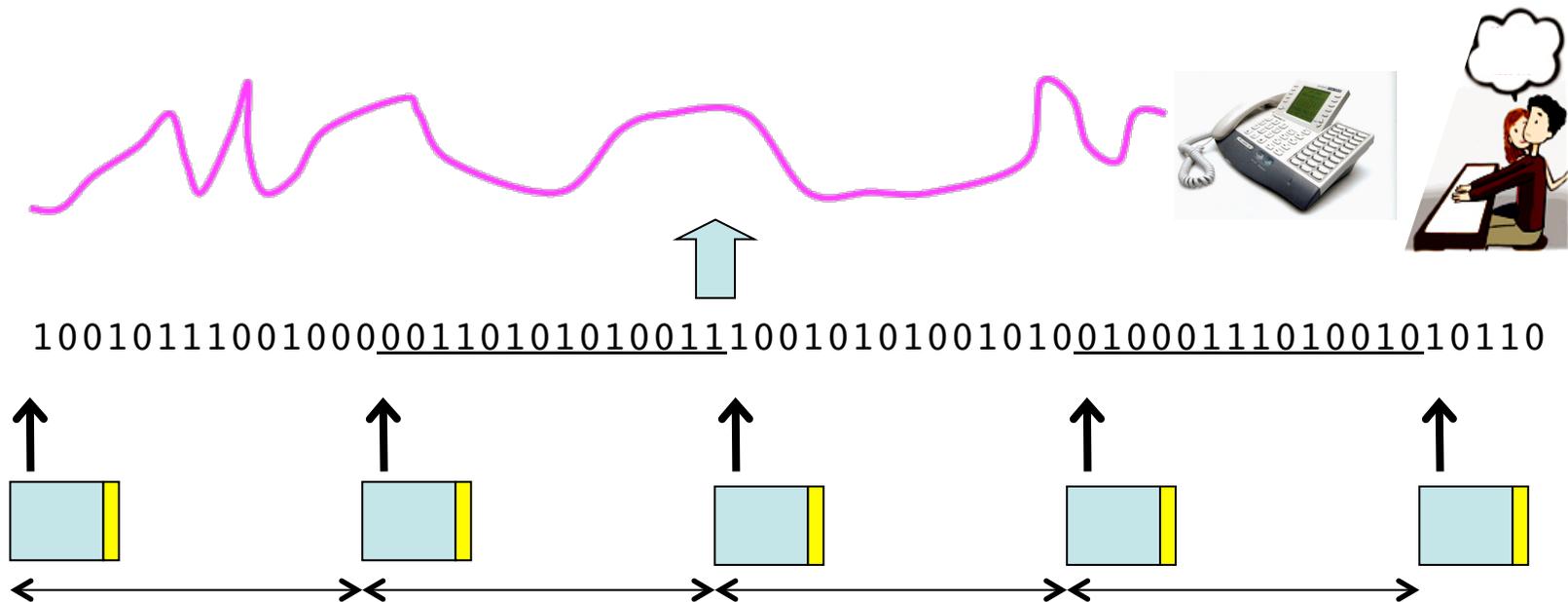
1001011100100000110101010011100101010010100100011101001010110



Efectos del PDV

Ejemplo

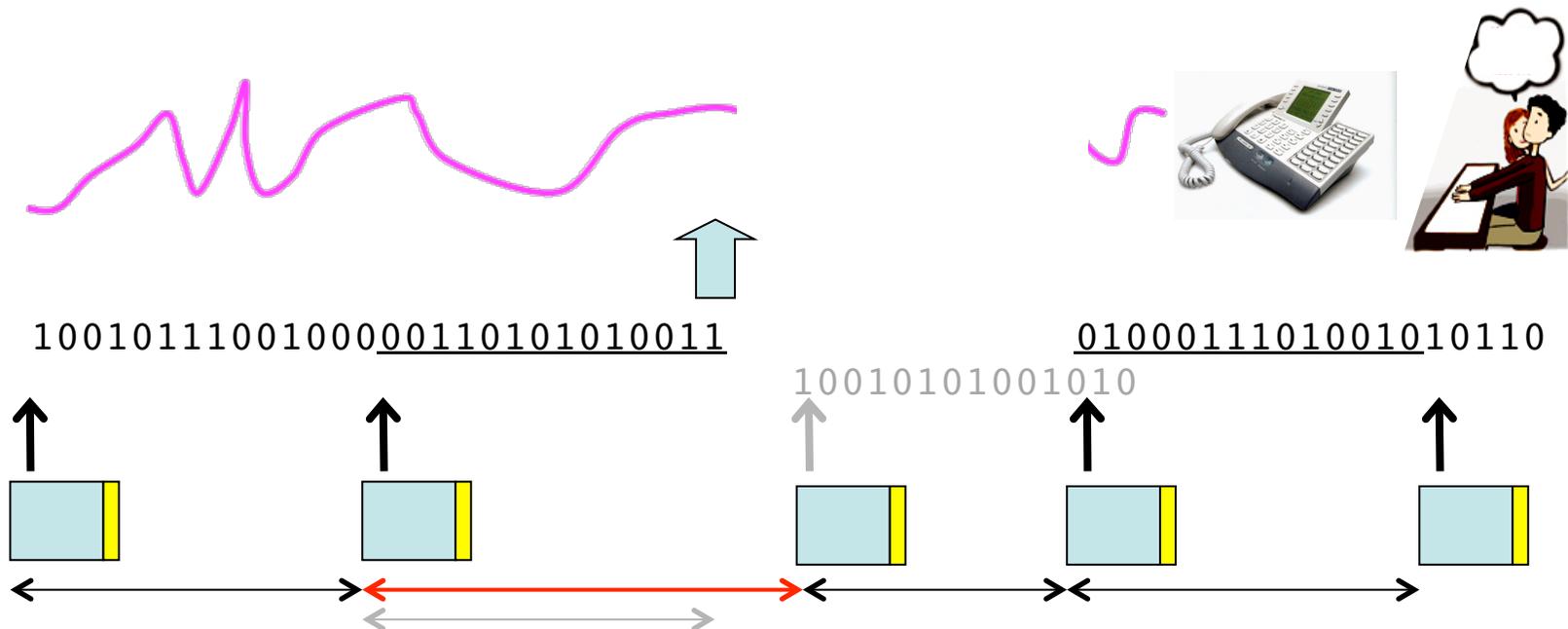
- Codec de voz que genera información digital a tasa constante
- Una vez paquetizada se convierte en paquetes equiespaciados
- En la decodificación se consumen a esa misma tasa
- (...)



Efectos del PDV

Ejemplo

- Codec de voz que genera información digital a tasa constante
- Una vez paquetizada se convierte en paquetes equiespaciados
- En la decodificación se consumen a esa misma tasa
- Un primer paquete sufre un retardo mayor que el anterior y puede que cuando llegue “ya sea tarde”
- Es decir, ya no sirve decodificarlo pues ya se ha producido el corte en la reproducción



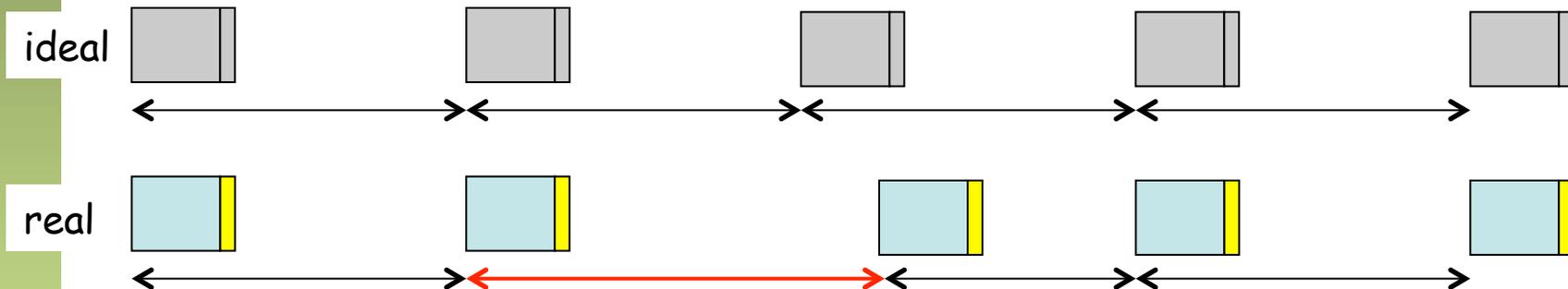
Efectos del PDV

Solución

- Retrasar comienzo de la reproducción mediante *buffering* en el cliente
- Supongamos que en $t=0$ tiene el primer paquete y podría empezar a reproducir
- (...)

$t=0$
 ↓

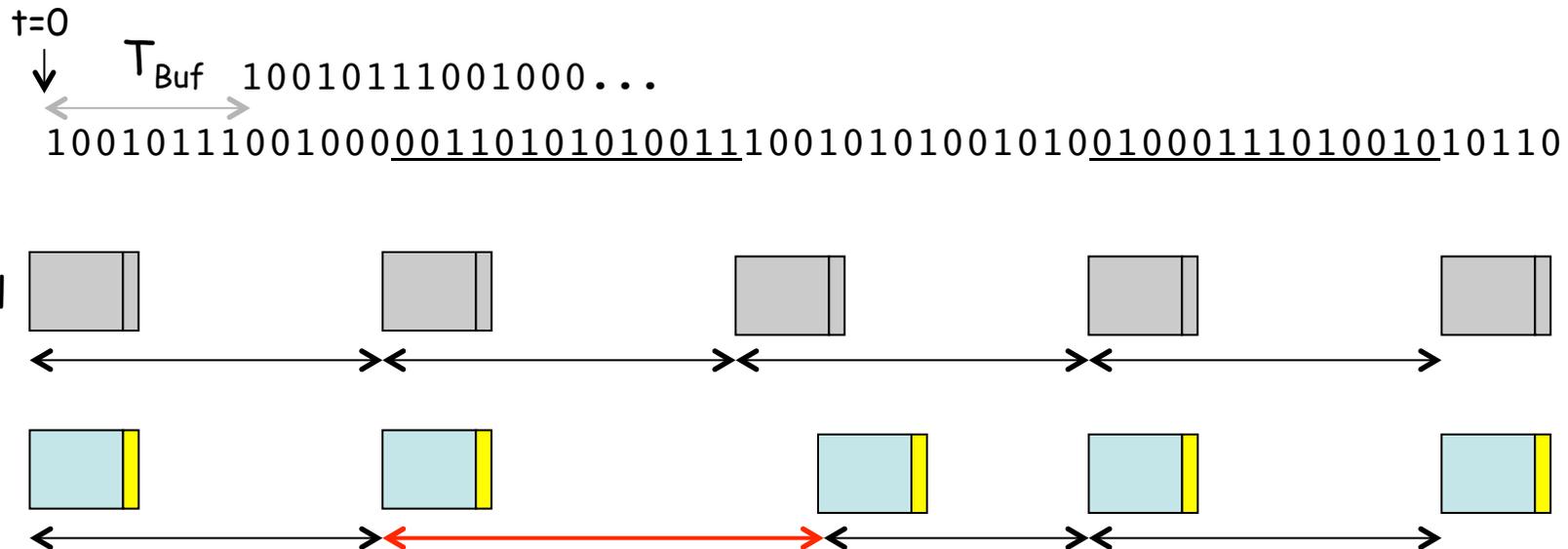
1001011100100000110101010011100101010010100100011101001010110



Efectos del PDV

Solución

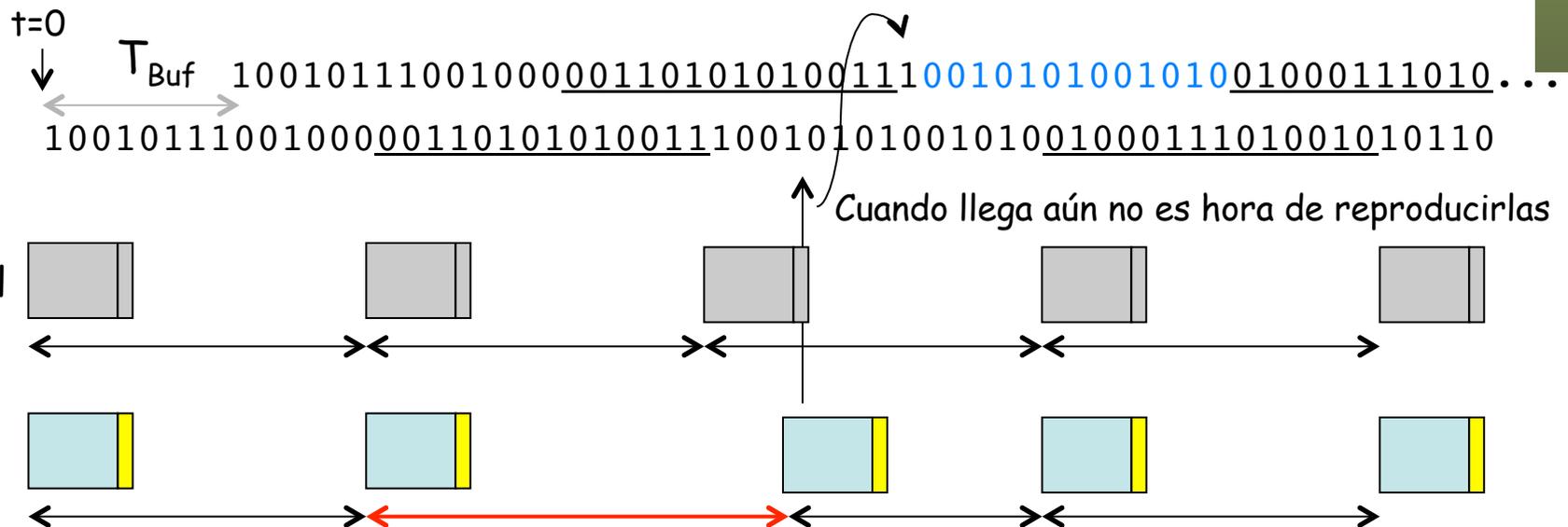
- Retrasar comienzo de la reproducción mediante *buffering* en el cliente
- Supongamos que en $t=0$ tiene el primer paquete y podría empezar a reproducir
- Se introduce en memoria durante T_{Buf} (mientras tanto pueden llegar más paquetes, según el tiempo que se desee y lo grande que sea T_{Buf})
- (...)



Efectos del PDV

Solución

- Retrasar comienzo de la reproducción mediante *buffering* en el cliente
- Supongamos que en $t=0$ tiene el primer paquete y podría empezar a reproducir
- Se introduce en memoria durante T_{Buf} (mientras tanto pueden llegar más paquetes, según el tiempo que se desee y lo grande que sea T_{Buf})
- El paquete muy retrasado entrará en el buffer y aún se estarán reproduciendo muestras de anteriores si su PDV es menor que T_{Buf}



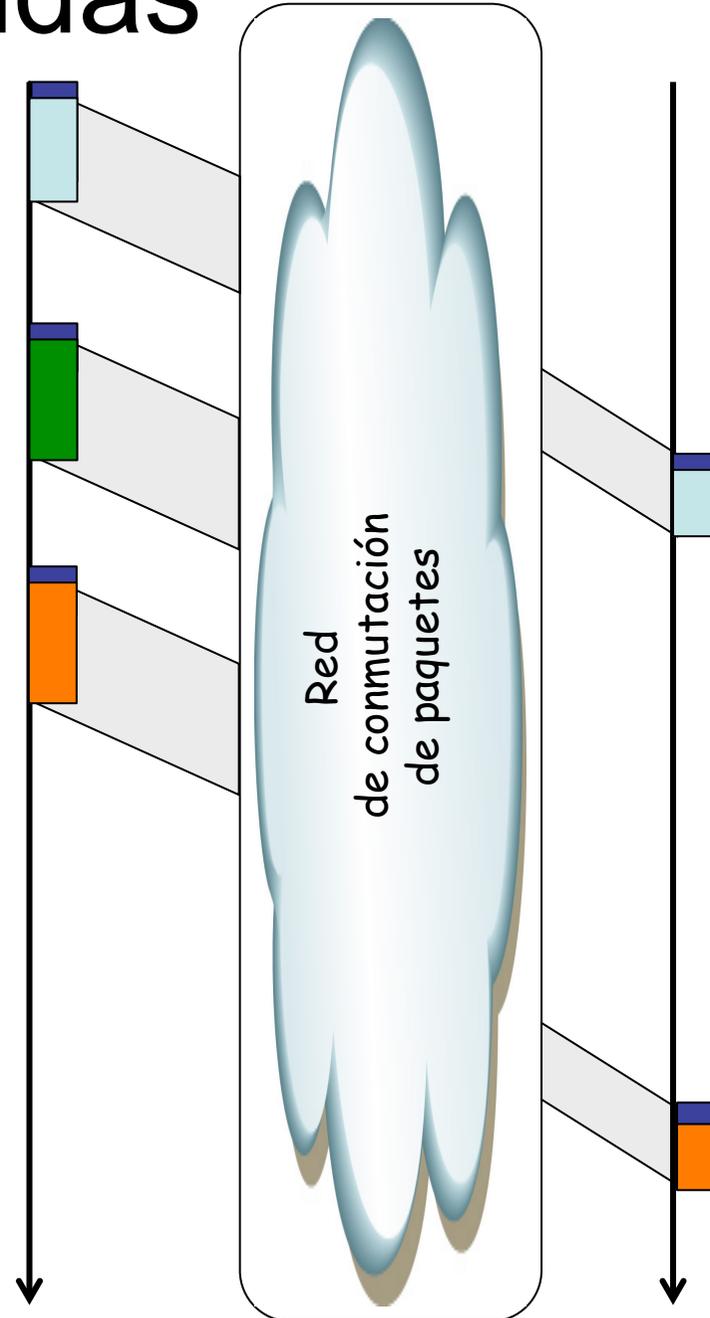
Pérdidas y disponibilidad

Pérdidas

- Los paquetes podrían no llegar nunca a su destino

Posibles motivos

- (...)



Pérdidas

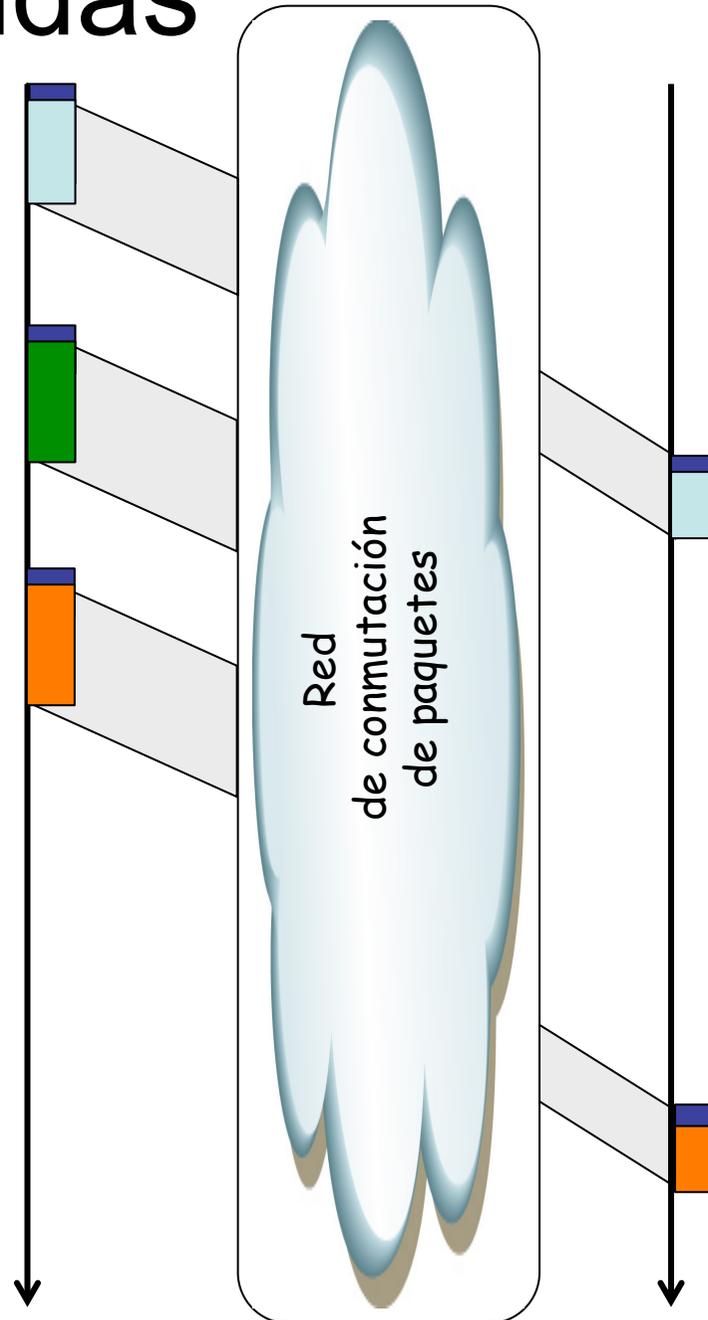
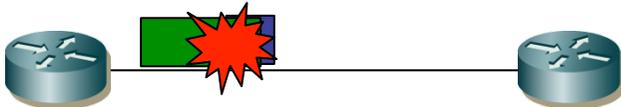
- Los paquetes podrían no llegar nunca a su destino

Posibles motivos

- Se corrompió y fue descartado en algún nodo de la red (CRCs)
- BER = Bit Error Rate
- Aproxima a la probabilidad de error de bit p_{err}
- Probabilidad de algún error en un paquete de N bits:

$$p_{epk} = 1 - (1 - p_{err})^N$$

- Asumiendo errores indep. (no ráfagas)
- Sin código “corrector” de errores
- Ejemplo: $p_{err} = 10^{-6}$, $N = 12.000 \rightarrow \rightarrow$
 $p_{epk} \approx 10^{-2}$
- (...)

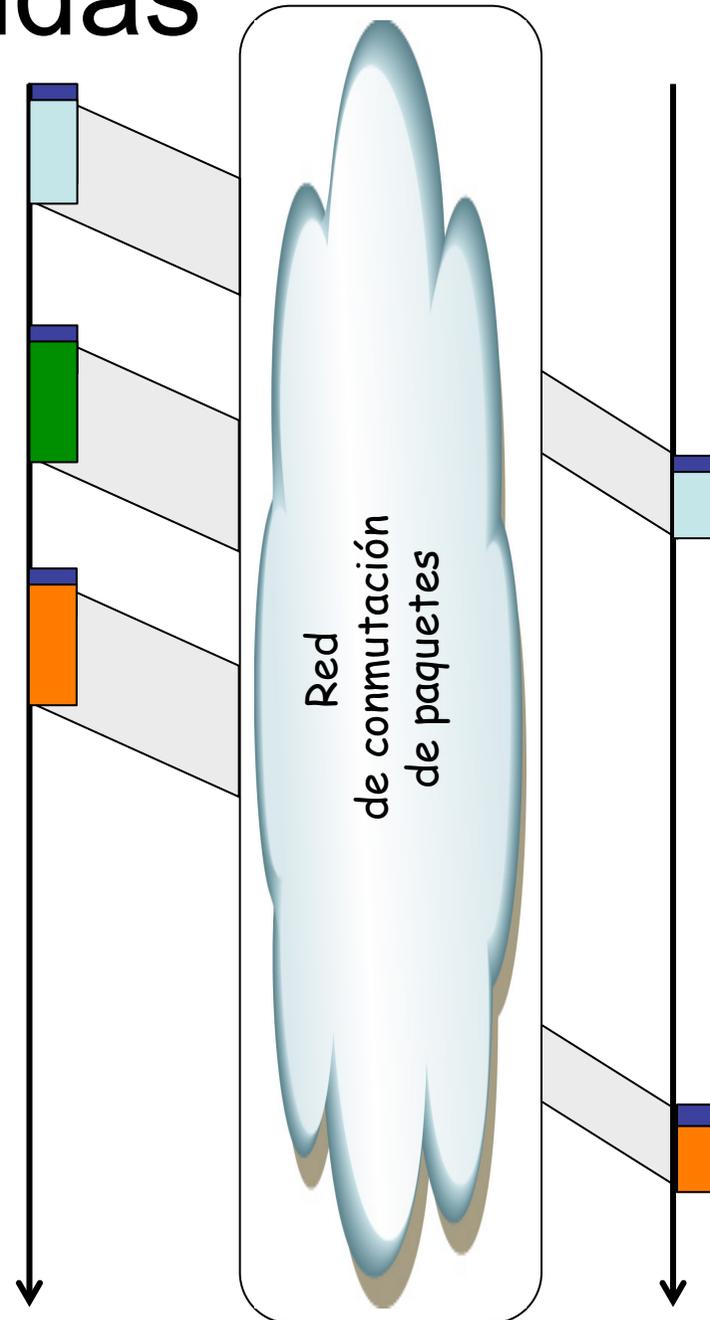
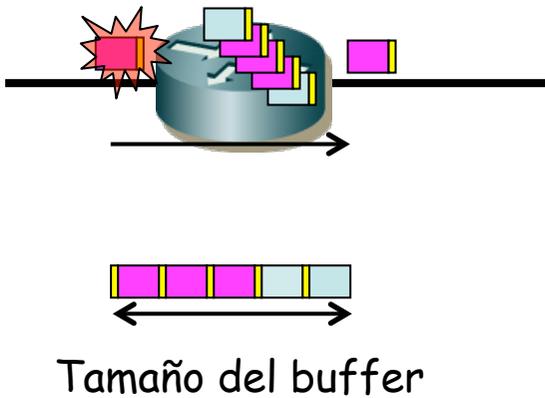


Pérdidas

- Los paquetes podrían no llegar nunca a su destino

Posibles motivos

- Se descartó en un nodo de la red por desbordamiento de buffer
- (...)

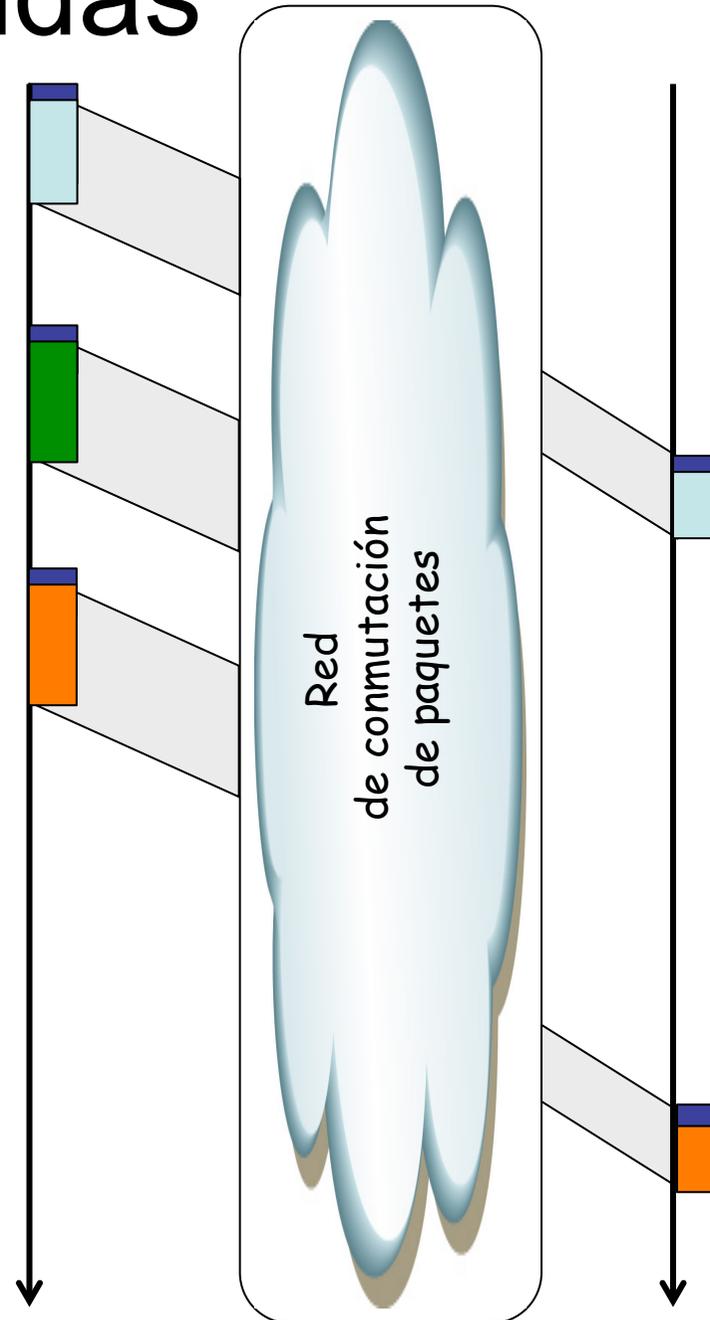
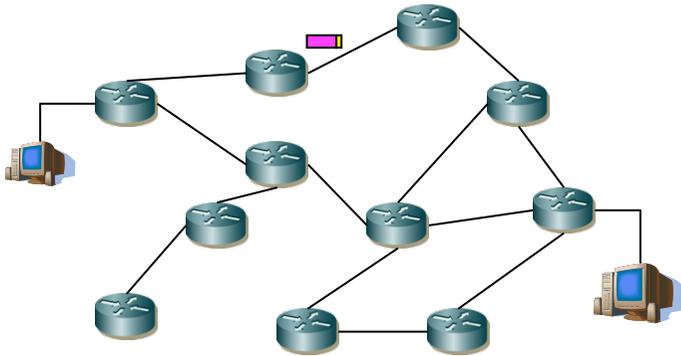


Pérdidas

- Los paquetes podrían no llegar nunca a su destino

Posibles motivos

- Se descartó por exceder el tiempo en la red
- (...)

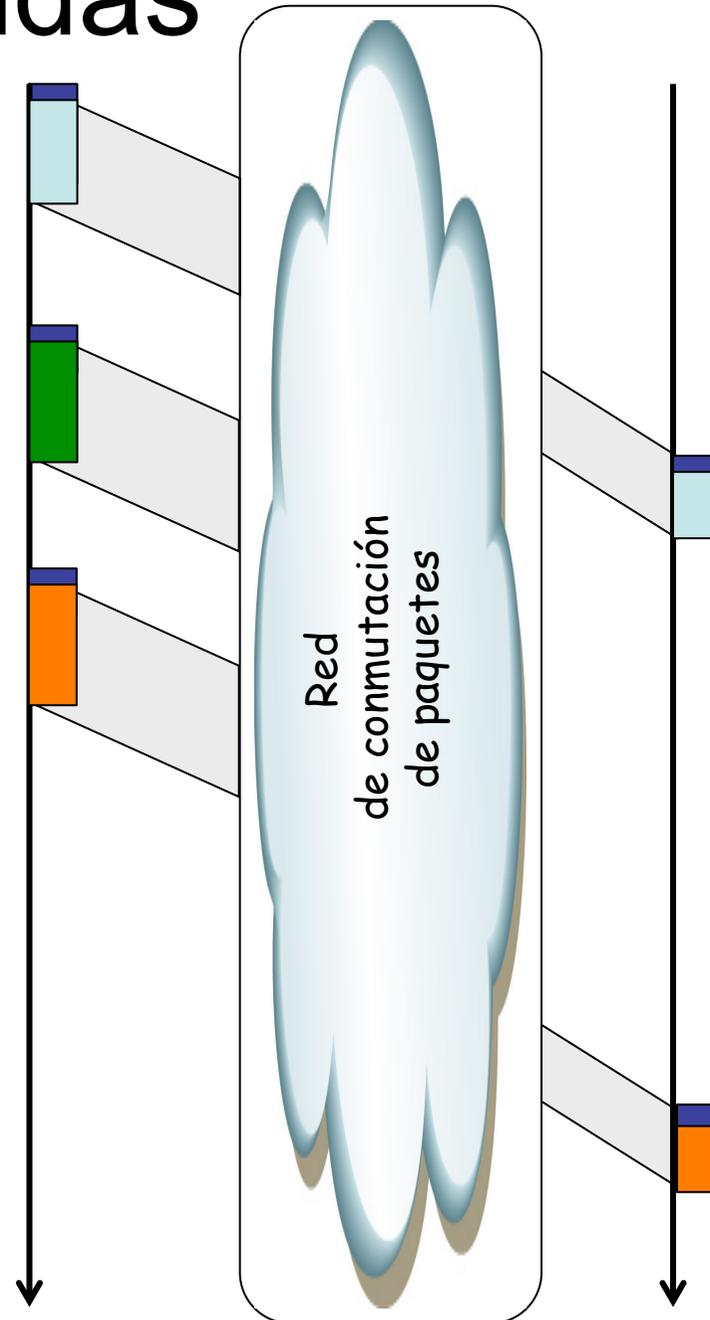
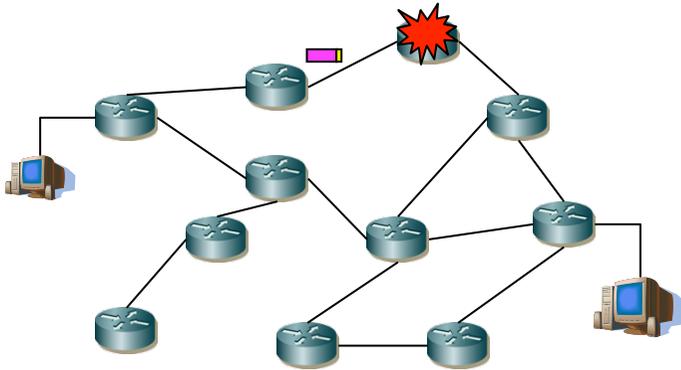


Pérdidas

- Los paquetes podrían no llegar nunca a su destino

Posibles motivos

- Fallo de un elemento de red
- Lleva un tiempo recalcular caminos
- (...)

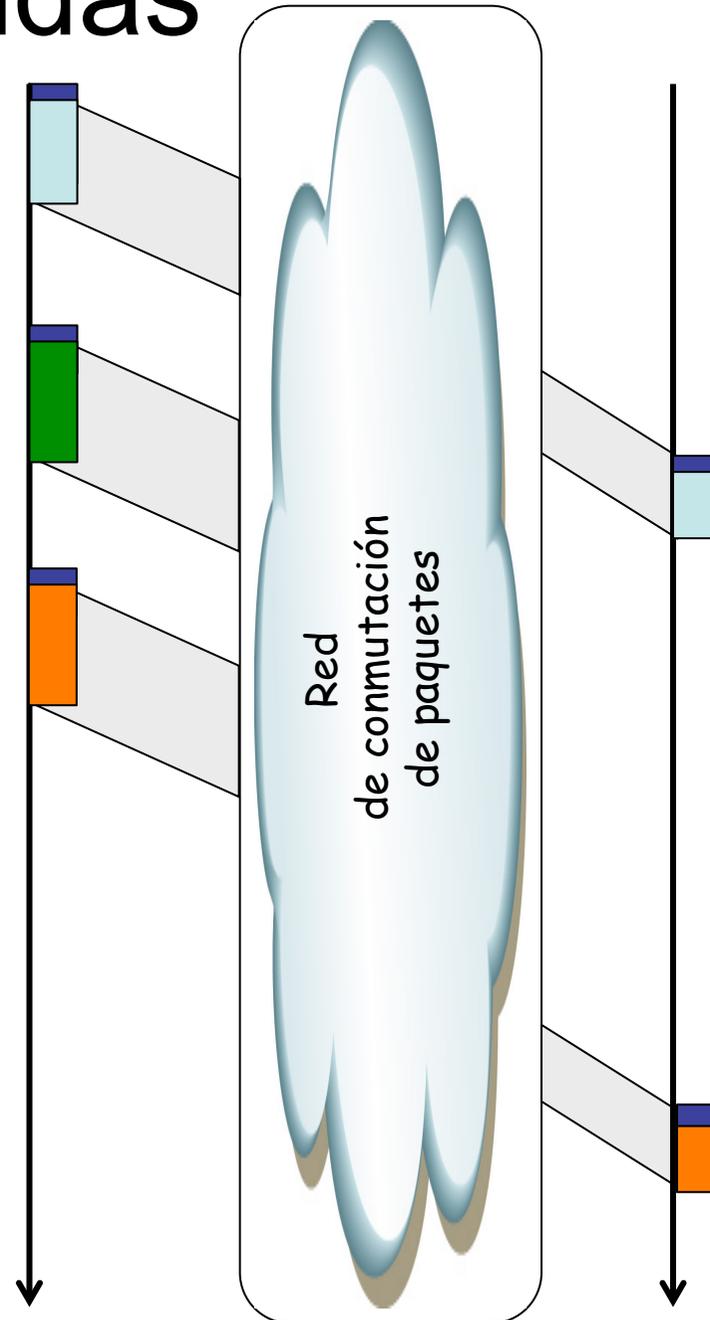


Pérdidas

- Los paquetes podrían no llegar nunca a su destino

Posibles motivos

- Descarte en nodo extremo por desbordamiento de buffer
- Puede ser culpa de la propia aplicación y del tiempo que le lleva procesar los datos recibidos



Ejemplo

Voz y pérdida de paquetes

- Causan cortes y saltos
- Un paquete suele contener en torno a 20ms de muestras de voz
 - Si contiene menos: mayor ratio cabeceras/datos
 - Si contiene más: mayor retardo de formación
- Pérdida de 1 paquete se puede intentar recuperar (interpolación, etc)
- Pérdida de más de 1 paquete crea un corte que se nota claramente (...)



Ejemplo

Paquetes retrasados y jitter (en voz)

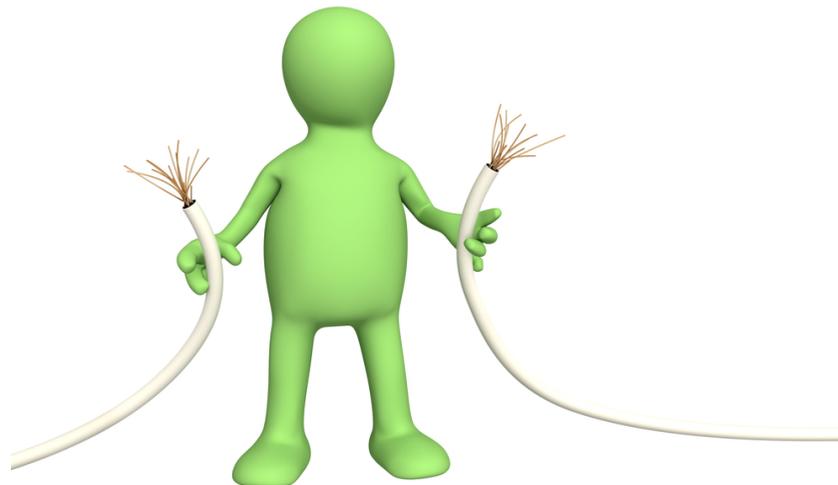
- Si un paquete llega demasiado tarde es equivalente a una pérdida
- Si el retardo general end-to-end es demasiado grande se pierde interactividad
- El jitter (variación en el retardo) se puede recuperar con buffer en el receptor
- Si el jitter es demasiado grande el buffer ha de ser tan grande que de nuevo implica demasiado retardo



Availability

- **Network availability**

- Fracción de tiempo en que la conectividad está disponible
- Puede faltar la conectividad por cortes programador o por fallos
- Se tiene en cuenta la disponibilidad de cada elemento y se combinan, según estén en serie o en paralelo
- En serie deben estar todos disponibles (“disponible link 1 Y disponible link 2 Y disponible link 3 ...”)
- En paralelo debe estar alguno disponible (“disponible link 1 O disponible link 2 O disponible link 3 ...”)



Availability

- **Service availability**

- Fracción de tiempo en que el servicio está disponible dentro de los parámetros de SLA del servicio
- Puede medirse independiente de la disponibilidad de red
- En ese caso caso no puede superarla o debe medirse condicionada a disponibilidad
- Puede implicar o no al comportamiento de servidores, según cómo se haya definido el servicio

