



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**X.146**

(09/98)

SERIE X: REDES DE DATOS Y COMUNICACIÓN  
ENTRE SISTEMAS ABIERTOS

Redes públicas de datos – Aspectos de redes

---

**Objetivos de calidad de funcionamiento y  
clases de calidad de servicio aplicables a  
la retransmisión de tramas**

Recomendación UIT-T X.146

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

RECOMENDACIONES DE LA SERIE X DEL UIT-T  
**REDES DE DATOS Y COMUNICACIÓN ENTRE SISTEMAS ABIERTOS**

<b>REDES PÚBLICAS DE DATOS</b>	
Servicios y facilidades	X.1–X.19
Interfaces	X.20–X.49
Transmisión, señalización y conmutación	X.50–X.89
<b>Aspectos de redes</b>	<b>X.90–X.149</b>
Mantenimiento	X.150–X.179
Disposiciones administrativas	X.180–X.199
<b>INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS</b>	
Modelo y notación	X.200–X.209
Definiciones de los servicios	X.210–X.219
Especificaciones de los protocolos en modo conexión	X.220–X.229
Especificaciones de los protocolos en modo sin conexión	X.230–X.239
Formularios para declaraciones de conformidad de implementación de protocolo	X.240–X.259
Identificación de protocolos	X.260–X.269
Protocolos de seguridad	X.270–X.279
Objetos gestionados de capa	X.280–X.289
Pruebas de conformidad	X.290–X.299
<b>INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE REDES</b>	
Generalidades	X.300–X.349
Sistemas de transmisión de datos por satélite	X.350–X.399
<b>SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE MENSAJES</b>	
	X.400–X.499
<b>DIRECTORIO</b>	
	X.500–X.599
<b>GESTIÓN DE REDES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS Y ASPECTOS DE SISTEMAS</b>	
Gestión de redes	X.600–X.629
Eficacia	X.630–X.639
Calidad de servicio	X.640–X.649
Denominación, direccionamiento y registro	X.650–X.679
Notación de sintaxis abstracta uno	X.680–X.699
<b>GESTIÓN DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS</b>	
Marco y arquitectura de la gestión de sistemas	X.700–X.709
Servicio y protocolo de comunicación de gestión	X.710–X.719
Estructura de la información de gestión	X.720–X.729
Funciones de gestión y funciones de arquitectura de gestión distribuida abierta	X.730–X.799
<b>SEGURIDAD</b>	
	X.800–X.849
<b>APLICACIONES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS</b>	
Compromiso, concurrencia y recuperación	X.850–X.859
Procesamiento de transacciones	X.860–X.879
Operaciones a distancia	X.880–X.899
<b>PROCESAMIENTO DISTRIBUIDO ABIERTO</b>	
	X.900–X.999

*Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.*

## RECOMENDACIÓN UIT-T X.146

### OBJETIVOS DE CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO Y CLASES DE CALIDAD DE SERVICIO APLICABLES A LA RETRANSMISIÓN DE TRAMAS

#### Resumen

Esta Recomendación define el modelo de referencia, el modelo de división en porciones nacionales/internacional, las clases de servicio con retransmisión de tramas y sus objetivos asociados de retardo y atenuación, aplicables a redes que proporcionan servicios de conexión virtual permanente (PVC, *permanent virtual connection*) y conexión virtual conmutada (SVC, *switched virtual connection*) con retransmisión de tramas y admiten diversas clases de servicio con retransmisión de tramas.

#### Orígenes

La Recomendación UIT-T X.146 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 7 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 25 de septiembre de 1998.

## PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

## NOTA

En esta Recomendación, la expresión *empresa de explotación reconocida (EER)* designa a toda persona, compañía, empresa u organización gubernamental que explote un servicio de correspondencia pública. Los términos *administración, EER y correspondencia pública* están definidos en la *Constitución de la UIT (Ginebra, 1992)*.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 1999

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
1 Alcance .....	1
2 Referencias .....	3
3 Abreviaturas .....	3
4 Modelo de referencia .....	4
5 Objetivos de calidad de funcionamiento de las redes y clases de calidad de servicio con retransmisión de tramas .....	5
5.1 Naturaleza de los objetivos de calidad de funcionamiento de las redes .....	5
5.2 Estimación estadística de la calidad de funcionamiento de las redes .....	6
5.3 Calidad de funcionamiento no especificada .....	6
5.4 Tamaño de trama normalizado para medición de la calidad de funcionamiento en relación con el FTD .....	6
5.5 Clases de servicio con retransmisión de tramas .....	7
6 Métodos de atribución de clase de servicio .....	7
6.1 Cálculo de la longitud de la ruta .....	8
6.2 Atribuciones a las secciones de circuito de acceso .....	8
6.3 Atribuciones de retardo de tramas a las porciones nacionales e internacional .....	8
6.4 Atribuciones de la pérdida de tramas a las porciones nacionales e internacional .....	9
Apéndice I – Ilustración del concepto de distribución ponderada para la Recomendación X.146 con una posible aplicación a las SVC con retransmisión de tramas y métodos de medición para estimar el percentil 95 de FTD .....	9
I.1 Distribución ponderada y estimación de la calidad de funcionamiento de las SVC .....	9
I.2 Métodos de estimación del percentil 95 del FTD .....	11
Apéndice II – Efecto del retardo de transmisión y del tamaño de las tramas en el FTD .....	12



## **OBJETIVOS DE CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO Y CLASES DE CALIDAD DE SERVICIO APLICABLES A LA RETRANSMISIÓN DE TRAMAS**

*(Ginebra, 1998)*

### **1 Alcance**

El objetivo de esta Recomendación es definir clases de servicio con retransmisión de tramas con sus correspondientes parámetros de retardo y pérdida, junto con atribuciones a las porciones nacionales e internacional aplicables a los servicios con retransmisión de tramas internacionales de conformidad con las Recomendaciones UIT-T a las que aquí se hace referencia. La presente Recomendación define clases de servicio con retransmisión de tramas que se pueden utilizar para describir la fase transferencia de información de las redes de datos que prestan un servicio internacional con retransmisión de tramas (ya sea con conexión virtual permanente o con conexión virtual conmutada). Se utilizan dos parámetros de calidad de funcionamiento de la retransmisión de tramas de la Recomendación X.144, a saber, el retardo de transferencia de tramas y la tasa de pérdida de tramas concertada, para caracterizar las diversas clases de servicio con retransmisión de tramas. Esta Recomendación sólo es aplicable a aquellas redes que admiten las opciones de clase de servicio de las Recomendaciones X.36 y X.76. Los asuntos relativos a la señalización y el interfuncionamiento entre clases de servicio se tratan en las Recomendaciones X.36 y X.76.

La matriz de calidad de funcionamiento de  $3 \times 3$  definida en la Recomendación X.134 (véase la figura 1) se utiliza como guía para identificar la aplicabilidad de esta Recomendación. Como se indica más arriba, la presente Recomendación es aplicable a la fase transferencia de información de una conexión virtual con retransmisión de tramas.

Los parámetros definidos en esta Recomendación se pueden atribuir para especificar la calidad de funcionamiento de conexiones con retransmisión de tramas de extremo a extremo o porciones de esas conexiones, según se especifica en la Recomendación X.144.

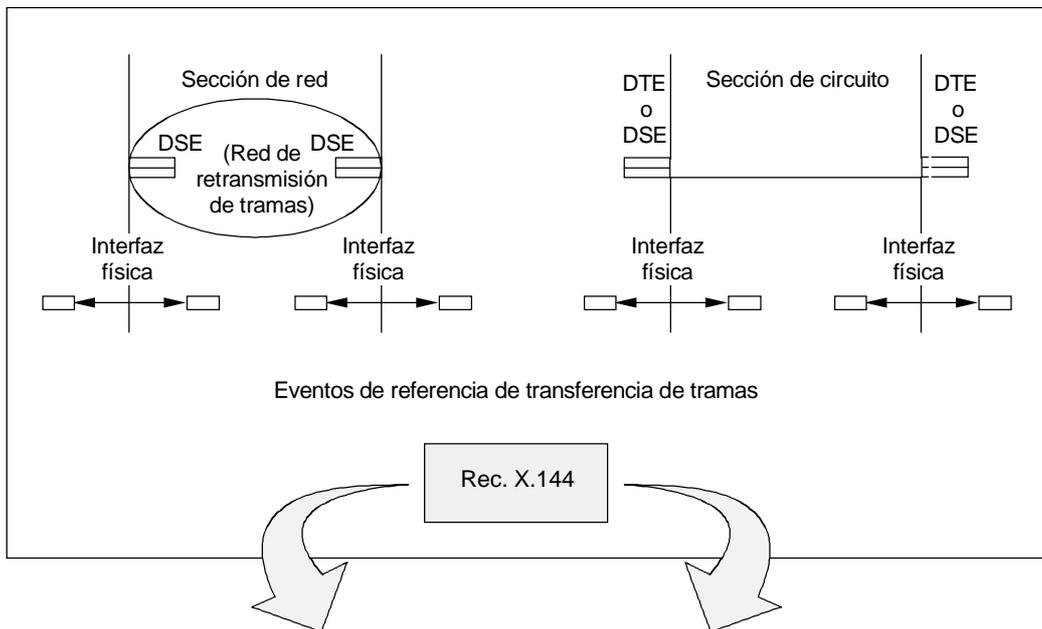
Las clases de servicio con retransmisión de tramas definidas en esta Recomendación describen objetivos de diseño específicos para la fase transferencia de información de las porciones nacionales e internacional de una conexión virtual internacional. En el contexto de la presente Recomendación, el término "clase de servicio" equivale a los términos "clase de calidad de servicio" o "clase de QoS" utilizados en la Recomendación I.356.

NOTA 1 – Las clases de servicio definidas en esta Recomendación pueden ser aumentadas o modificadas de resultados de estudios posteriores sobre la necesidad de que las redes sustenten la retransmisión de tramas.

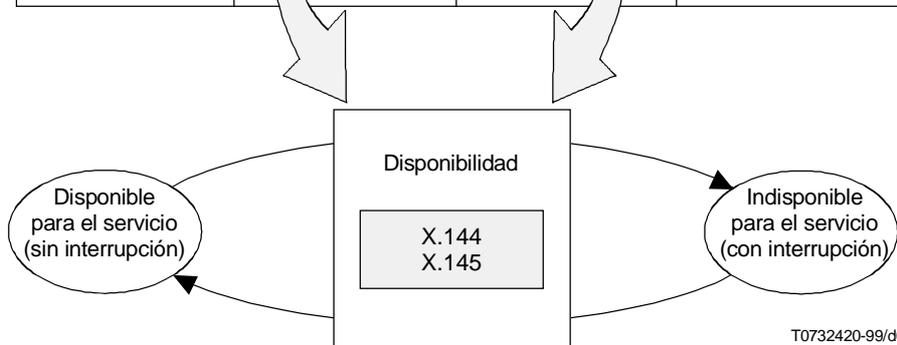
NOTA 2 – Las clases de servicio definidas están destinadas a caracterizar las conexiones con retransmisión de tramas en el estado disponible.

Esta Recomendación se organiza como sigue:

- La cláusula 2 presenta las referencias.
- La cláusula 3 presenta las abreviaturas.
- La cláusula 4 examina el modelo de calidad de funcionamiento de la Recomendación X.144 y sus porciones nacionales e internacional que proporcionan la base de las atribuciones a las que se refiere la cláusula 5.
- La cláusula 5 define las clases de servicio con retransmisión de tramas aplicables a la fase transferencia de información de usuario de una conexión virtual con retransmisión de tramas, basadas sobre todo en los parámetros de calidad de funcionamiento retardo de transferencia de tramas (FTD) y tasa de pérdida de tramas concertada ( $FLR_c$ ).
- La cláusula 6 define las atribuciones de las clases de servicio definidas en la cláusula 5 a las porciones nacionales e internacional descritas en la cláusula 4.



Función \ Criterio	Criterio		
	Velocidad	Exactitud	Seguridad de funcionamiento
Acceso (establecimiento de llamada)	X.145		
Transferencia de información de usuario	X.144 y X.146		
Desocupación (desconexión de llamada)	X.145		



T0732420-99/d01

**Figura 1/X.146 – Alcance de la presente Recomendación**

## 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- Recomendación UIT-T X.36 (1995), *Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para redes públicas de datos que prestan servicios de transmisión de datos con retransmisión de tramas por circuitos especializados.*
- Recomendación UIT-T X.36/enm.1 (1996), *Señalización de circuito virtual conmutado y mejoras de la señalización de circuito virtual permanente.*
- Recomendación UIT-T X.36/enm.2 (1997), *Prioridad de transferencia de tramas.*
- Recomendación UIT-T X.36/enm.3 (1998), *Prioridad de descarte de tramas, clases de servicio, señalización de puntos de acceso al servicio de red y encapsulado de protocolos.*
- Recomendación UIT-T X.76 (1995), *Interfaz red-red entre redes públicas de datos que proporcionan el servicio de transmisión de datos con retransmisión de tramas.*
- Recomendación UIT-T X.76/enm.1 (1997), *Circuitos virtuales conmutados.*
- Recomendación UIT-T X.76/enm.2 (1998), *Clases de servicio con retransmisión de tramas y prioridades.*
- Recomendación X.140 del CCITT (1992), *Parámetros generales de calidad de servicio para comunicación a través de redes públicas de datos.*
- Recomendación UIT-T X.144 (1995), *Parámetros de calidad de funcionamiento de la transferencia de información de usuario para redes de datos que prestan el servicio internacional de circuito virtual permanente con retransmisión de tramas.*
- Recomendación UIT-T X.144/enm.1 (1997), *Anexo C – Algunas relaciones entre los parámetros de calidad de funcionamiento a nivel de trama y a nivel del modo de transferencia asíncrono.*
- Recomendación UIT-T X.145 (1996), *Calidad de funcionamiento para redes de datos que prestan un servicio internacional de circuito virtual conmutado con retransmisión de tramas.*
- Recomendación UIT-T G.114 (1996), *Tiempo de transmisión en un sentido.*

## 3 Abreviaturas

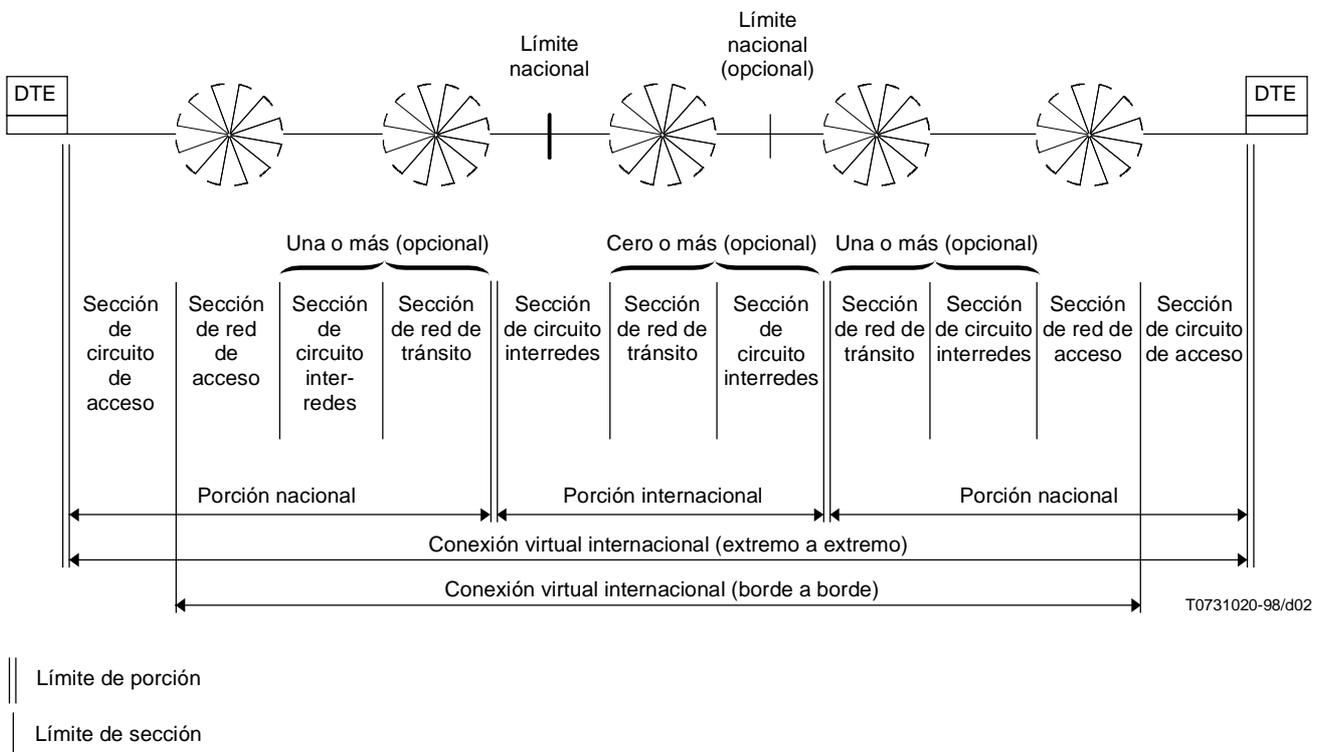
En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas:

AR	Velocidad de línea de acceso de la sección del circuito de acceso ( <i>access line rate for the access circuit section</i> )
CPE	Equipo de las instalaciones del cliente ( <i>customer premises equipment</i> )
DCE	Equipo de terminación del circuito de datos ( <i>data circuit-terminating equipment</i> )
$D_{km}$	Distancia aérea ( <i>air route distance</i> )
DSE	Equipo de conmutación de datos ( <i>data switching equipment</i> )
DTE	Equipo terminal de datos ( <i>data terminal equipment</i> )
FLR <sub>c</sub>	Tasa de pérdida de tramas concertada ( <i>committed frame loss ratio</i> )
FTD	Retardo de transferencia de tramas ( <i>frame transfer delay</i> )
FTD <sub>a</sub>	Retardo de transferencia de tramas de sección de circuito de acceso ( <i>access circuit section frame transfer delay</i> )
FTD <sub>I</sub>	Retardo de transferencia de tramas de porción internacional ( <i>international portion frame transfer delay</i> )
FTD <sub>N</sub>	Retardo de transferencia de tramas de porción nacional ( <i>national portion frame transfer delay</i> )
FTD <sub>O</sub>	Objetivo de retardo de transferencia de tramas de borde a borde ( <i>edge-to-edge frame transfer delay objective</i> )
NNI	Interfaz red-red ( <i>network-to-network interface</i> )
PVC	Conexión virtual permanente ( <i>permanent virtual connection</i> )

QoS	Calidad de servicio ( <i>quality of service</i> )
$R_a$	Longitud de ruta de sección de circuito de acceso ( <i>access circuit section route length</i> )
$R_I$	Longitud de ruta de la porción internacional ( <i>route length of the international portion</i> )
$R_{km}$	Longitud de ruta ( <i>route length</i> )
SVC	Conexión virtual conmutada ( <i>switched virtual connection</i> )
UNI	Interfaz usuario-red ( <i>user to network interface</i> )

#### 4 Modelo de referencia

El modelo de referencia para esta Recomendación es el de la Recomendación X.144 (que figura en la cláusula 4 de la misma). En la figura 2 se muestra el modelo completo. Las porciones nacionales e internacional de este modelo de calidad de funcionamiento con retransmisión de tramas son las utilizadas en la cláusula 6.



**Figura 2/X.146 – Modelo de referencia para la división en porciones nacionales e internacional de una conexión virtual internacional de redes múltiples**

Se señala que una conexión virtual internacional de extremo a extremo consta de dos porciones nacionales y una porción internacional. En ciertos casos, la porción internacional podría ser tan sólo una sección de circuito interredes. En esta Recomendación, la expresión borde a borde se utiliza para hacer referencia a la calidad de funcionamiento de la conexión de extremo a extremo excluyendo las dos secciones de circuito de acceso. Este modelo es aplicable a la fase transferencia de información de una conexión con retransmisión de tramas, y es aplicable a una conexión virtual conmutada (SVC) o a una conexión virtual permanente (PVC).

El equipo terminal de datos (DTE, *data terminal equipment*) no forma parte de la conexión virtual internacional de extremo a extremo, por lo que en esta Recomendación no se tiene en cuenta su contribución a la calidad de funcionamiento que percibe el usuario. Las redes privadas con retransmisión de tramas se consideran como DTE, y por ello tampoco se tiene en cuenta en la presente Recomendación su contribución a la calidad de funcionamiento. Queda en estudio el tema de la cuantificación de la contribución de una red privada con retransmisión de datos a la calidad de funcionamiento global percibida por el usuario.

## 5 Objetivos de calidad de funcionamiento de las redes y clases de calidad de servicio con retransmisión de tramas

En esta cláusula se examina la naturaleza de los objetivos de calidad de funcionamiento de las redes con retransmisión de tramas por conexión y las clases de calidad de servicio (QoS) específicas del cuadro 1 que los sustentan. También se analizan cuestiones relativas a la estimación de esos objetivos de red, por ejemplo, la ponderación a la que se refiere el cuadro 1.

Con respecto a las clases de QoS con retransmisión de tramas del cuadro 1, el usuario tiene la opción de pedir una clase de QoS diferente por cada SVC o PVC nueva. Si bien tres de las cuatro clases de QoS del cuadro 1 tienen objetivos numéricos tanto para  $FLR_c$  como para FTD, hay una clase (la clase 0) para la que no se han especificado objetivos. Algunas veces se hace referencia a la clase 0, por tanto, como clase no especificada.

**Cuadro 1/X.146 – Clases de servicio con retransmisión de tramas**

Clase	Soporte de la red	$FLR_c$	FTD (ms)
0	Obligatorio, clase por defecto	No se especifica el límite superior a la $FLR_c$ . Pero en la práctica, la $FLR_c$ tendrá un límite superior y no será arbitrariamente deficiente.	No se especifica el límite superior al FTD. Pero en la práctica, el FTD tendrá un límite superior y no será arbitrariamente grande.
1	Obligatorio	Valor $< 1 \times 10^{-3}$ , y percentil 95 de los valores de 15 minutos ponderados $< 3 \times 10^{-3}$ .	Percentil 95 $< 400$ ms.
2	Opcional	Valor $< 3 \times 10^{-5}$ , y percentil 95 de los valores de 15 minutos ponderados $< 1 \times 10^{-4}$ .	Percentil 95 $< 400$ ms.
3	Opcional	Valor $< 3 \times 10^{-5}$ , y percentil 95 de los valores de 15 minutos ponderados del mes $< 1 \times 10^{-4}$ .	Percentil 95 $< 150$ ms (véase la nota 6).

NOTA 1 – Todos los valores son provisionales y no es necesario que las redes los cumplan hasta que se revisen (en sentido ascendente o descendente) en base a la experiencia operativa real.

NOTA 2 – Los objetivos de FTD son aplicables de borde a borde.

NOTA 3 – Las garantías del servicio con retransmisión de tramas básico son aplicables a cualquier clase de nivel de servicio (es decir, requisitos mínimos de disponibilidad del servicio).

NOTA 4 – Para la calidad de funcionamiento en relación con el FTD, todas las clases de servicio son aplicables a tramas con un tamaño de 256 (es decir, tramas con campos de información de usuario de 256 octetos). Si se utilizan tramas con un tamaño de 128 para estimar la conformidad con esos objetivos, deberán utilizarse los siguientes objetivos de percentil 95 más severos para el FTD: 380 ms para clases 1 y 2, y 130 ms para clase 3.

NOTA 5 – Las clases 2 y 3 pueden estar caracterizadas por niveles de disponibilidad del servicio superiores a los del servicio con retransmisión de tramas básico.

NOTA 6 – En el caso de la clase de servicio 3, si la longitud de ruta de la porción internacional es superior a 9300 km, se atribuye un margen de 6,25 ms por 1000 km de longitud de ruta a la porción internacional.

NOTA 7 – En el caso de las PVC con retransmisión de tramas, deberá utilizarse un intervalo de un mes para evaluar el objetivo de  $FLR_c$ .

NOTA 8 – Los métodos de estimación de la calidad de funcionamiento de la red por lo que se refiere a las SVC con retransmisión queda en estudio. Véase el apéndice I.

NOTA 9 – La definición de la fluctuación de fase en la transferencia de tramas y la inclusión de los objetivos al respecto en las clases de servicio arriba indicadas quedan en estudio.

### 5.1 Naturaleza de los objetivos de calidad de funcionamiento de las redes

Los objetivos de  $FLR_c$  se expresan como un valor y un percentil 95 de las medias de 15 minutos ponderadas. Estos valores de  $FLR_c$  se aplican a la totalidad de tramas retransmitidas ofrecidas. Los objetivos de FTD se expresan en términos de un valor del percentil 95. Esos objetivos no incluyen la calidad de funcionamiento de los DTE o de las redes privadas. La calidad de funcionamiento de las redes privadas y los DTE queda en estudio.

## 5.2 Estimación estadística de la calidad de funcionamiento de las redes

La estimación de los objetivos de calidad de funcionamiento para evaluar la conformidad con la FLR<sub>c</sub> y del percentil del FTD 95 se puede llevar a cabo mediante supervisión continua o por evaluación estadística. Cualquier método estadísticamente válido de verificación del cumplimiento de los objetivos de red es aceptable. Ese método podría ser el muestreo de un intervalo de 15 minutos cada tres horas y la elaboración de estimaciones ponderadas, en tanto en cuanto no genere estimaciones sesgadas de FLR<sub>c</sub> o FTD.

Entre otros, deberán tratarse los siguientes puntos:

- periodo de agregación, periodo de tiempo durante el cual se calcula finalmente el valor objetivo (por defecto es un mes);

y si no se aplica supervisión continua, los elementos de política de muestreo:

- frecuencia de la medición;
- duración de la medición (tiempo o número de tramas);
- cálculo de primera etapa efectuado en cada una de las mediciones [ninguno (es decir, muestras de datos en bruto agregados al final de la etapa), media o tasa, percentil 95];
- ponderación de muestras o mediciones en base al número de tramas (ofrecidas para FLR<sub>c</sub> y entregadas para FTD) al nivel de agregación final si el cálculo de la primera etapa oculta esta variable.

Por ejemplo, para estimar la FLR<sub>c</sub> un intervalo de 15 minutos (intervalo A con una FLR<sub>c</sub> de 1%) en el que se hubieran ofrecido a la red 400 tramas debería recibir cuatro veces la ponderación de un intervalo de 15 minutos (intervalo B con una FLR<sub>c</sub> de 2%) en el que se hubieran ofrecido 100 tramas. Esto produciría una FLR<sub>c</sub> media ponderada de  $\{(400/500) \times 1\% \} + \{(100/500) \times 2\% \} = 1,2\%$ .

Cuando se estime el percentil 95 de los valores de 15 minutos de FLR<sub>c</sub>, dichos valores deberán ponderarse con el número de tramas ofrecidas. Para estimar el percentil 95 del FTD deberán tenerse en cuenta todas las observaciones de FTD.

Cuando se efectúe cualquier estimación estadística, se ha de utilizar una muestra suficientemente grande (para garantizar la validez estadística). En el caso de conexiones virtuales conmutadas (SVC), puede ocurrir a veces que el número de tramas o su duración sea inferior a lo que se necesita para calcular estadísticos válidos con los que determinar si la red tiene la clase de QoS con retransmisión de tramas declarada. Si tal cosa ocurre, se pueden agregar conjuntos de SVC similares para obtener una muestra suficientemente grande, que permita determinar, de una manera estadísticamente válida, el grado de cumplimiento de la red de las obligaciones inherentes a su QoS. Ejemplos de conjuntos de SVC similares son las que se producen entre el mismo par de usuarios de extremo, o entre los mismos números de parte llamada y parte llamante. Cuando se recurre a esa agregación de conexiones virtuales conmutadas, los casos aislados de incumplimiento de los objetivos de QoS en algunas SVC que tienen un número insuficiente de tramas no se pueden tomar por sí mismos como prueba de que la red no cumple sus obligaciones, sólo un análisis de todo el colectivo de datos puede llevar a esa determinación.

La precisión de cualquier estimación estadística debería notificarse junto con la propia estimación, no obstante lo cual, la especificación de la precisión de las estimaciones estadísticas de FLR<sub>c</sub> o FTD queda en estudio.

## 5.3 Calidad de funcionamiento no especificada

Aunque en la clase 0 no se ha fijado ningún objetivo numérico a cumplir por la red, no por ello la calidad de funcionamiento de una conexión que admita clase 0 de QoS puede ser arbitrariamente deficiente, ya que incluso en este caso la calidad de funcionamiento tendrá algunos límites operativos. De hecho, algunos operadores de red pueden optar de manera unilateral por admitir un nivel mínimo de FLR<sub>c</sub> o FTD para las conexiones en las que la QoS sea de clase 0.

## 5.4 Tamaño de trama normalizado para medición de la calidad de funcionamiento en relación con el FTD

El retardo por temporización tanto de las secciones de circuito de acceso como de las secciones de circuito interredes puede constituir un componente importante del retardo de transferencia de tramas de extremo a extremo, sobre todo en presencia de grandes tramas o en secciones de circuitos de baja velocidad.

Se ha de utilizar un tamaño de trama normalizado (longitud del campo de información de la trama retransmitida) de 256 octetos para efectuar las mediciones de la calidad de funcionamiento en relación con el FTD. De esta manera se asegura la escasa relevancia del componente del retardo debido a la temporización y que la contribución de dicho componente no varía entre diferentes implementaciones de medición de la calidad de funcionamiento.

NOTA – Se admite que las mediciones de la calidad de funcionamiento en relación con el FTD se podrían hacer utilizando un tamaño de trama de 128 octetos, en cuyo caso los valores objetivo se habrían de modificar consiguientemente (véase la nota 4 al cuadro 1).

## 5.5 Clases de servicio con retransmisión de tramas

El cuadro 1 especifica cuatro clases de servicio con retransmisión de tramas. Para cada clase de QoS se especifican tres elementos. En primer lugar, el nivel de soporte de la red, que se especifica como obligatorio u opcional. A continuación, la tasa de pérdida de tramas concertada,  $FLR_c$ , si es aplicable, y su valor medio y percentiles 95. Finalmente, se da el requisito relativo al retardo de transferencia de tramas, FTD (en milisegundos), para cada clase de QoS. Esas clases de QoS con retransmisión de tramas son aplicables tanto a una PVC como a una SVC con retransmisión de tramas. La señalización de usuario de la clase de servicio con retransmisión de tramas en una UNI figura en la Recomendación X.36/enm.3. La señalización de la clase de servicio con retransmisión de tramas en la NNI está contenida en la Recomendación X.76/enm.2.

Las indicaciones de obligatorio, clase por defecto y opcional en la columna de soporte de la red tienen las siguientes interpretaciones. Cualquier red que soporte estas clases de servicio con retransmisión de tramas deberá soportar tanto la clase 0 como la clase 1. La clase 0 corresponde a las implementaciones actuales con retransmisión de tramas y se indica, por tanto, como clase por defecto. La utilización de la clase de servicio por defecto se define en las Recomendaciones X.36 y X.76. En último extremo, las redes que soporten estas clases de servicio con retransmisión de tramas pueden, a su discreción, optar por el soporte de las clases 2 ó 3 opcionales. Los usuarios que elijan la clase 2 o la clase 3 pueden ser objeto de restricciones adicionales por parte del proveedor del servicio no mencionadas de manera explícita en la presente Recomendación.

## 6 Métodos de atribución de clase de servicio

En esta cláusula se definen los métodos de atribución de la calidad de funcionamiento especificada en las clases de QoS de la cláusula 5 a las porciones nacionales e internacional de la cláusula 4. Puesto que entre los objetivos de QoS de la cláusula 5 no figura la calidad de funcionamiento de la sección del circuito de acceso, éste es el primer aspecto que se examina en 6.2, tras el análisis de la longitud de la ruta en 6.1. A continuación, en 6.3 y 6.4, se analizan las maneras de atribuir los objetivos de clase de QoS de la cláusula 5 para FTD y  $FLR_c$ , respectivamente, a las porciones nacional e internacional. La subcláusula 6.3 contiene la fórmula del FTD de extremo a extremo.

Cuando se atribuye retardo de transferencia de tramas de borde a borde, se utiliza una atribución porcentual (modificada cuando interviene un satélite). Los efectos de "complejidad" y "distancia" al atribuir el FTD quedan en estudio. El término "complejidad" se refiere a los efectos de las redes que aumentan el retardo a medida que se encuentran más etapas de conmutación y de espera en fila. El término "distancia" se refiere a los efectos de las redes no relacionados directamente con conmutaciones o filas de espera adicionales. Estos efectos son normalmente menos controlables, y, en relación con ellos, se utilizan las estimaciones de la longitud de la ruta y las atribuciones.

Obsérvese que los niveles de los diversos objetivos en materia de  $FLR_c$  en las distintas clases de QoS con retransmisión de tramas varían de  $10^{-5}$  a  $3 \cdot 10^{-3}$ , por lo que el efecto principal en la  $FLR_c$  se debe a la gestión de la memoria tampón, es decir, al efecto complejidad. Por ello, no se utiliza la longitud de la ruta como factor de atribución de  $FLR_c$ .

No se prevé que haya más de un satélite geoestacionario (o en órbita alta) en una determinada conexión virtual con retransmisión de tramas. Se espera que la presencia de un satélite geoestacionario o en órbita alta reduzca el número de nodos de conmutación con los que se encuentra una conexión virtual. No obstante, la presencia de más de un satélite geoestacionario (o en órbita alta) hará que se rebase el objetivo de FTD de extremo a extremo para todas las clases de servicio definidas excepto la clase por defecto 0.

Las atribuciones de calidad de funcionamiento en el caso de múltiples satélites geoestacionarios o en órbita alta queda en estudio. Queda en estudio la introducción de mejoras en esas atribuciones de manera que reflejen las variaciones de la longitud del segmento de conexión y/o la complejidad entre las porciones nacionales. También quedan en estudio las atribuciones de calidad de funcionamiento a las porciones que contengan satélites en órbita baja o media.

## 6.1 Cálculo de la longitud de la ruta

Se utiliza la longitud de la ruta ( $R_{km}$ ) en vez de la "distancia" al atribuir algunos de los objetivos de calidad de funcionamiento relacionados con el FTD. Si  $D_{km}$  es la distancia aérea entre los límites de una porción, la longitud de la ruta se calcula como sigue (es el mismo cálculo que figura en la Recomendación G.826):

- si  $D_{km} < 1000$  km,  $R_{km} = 1,5 \times D_{km}$ ;
- si  $1000 \text{ km} \leq D_{km} \leq 1200$  km,  $R_{km} = 1500$  km;
- si  $D_{km} > 1200$  km,  $R_{km} = 1,25 \times D_{km}$ .

Esta regla no es aplicable si en la porción hay un satélite.

## 6.2 Atribuciones a las secciones de circuito de acceso

Una sección de circuito de acceso forma parte de una porción nacional.

Como se ha indicado más arriba, la principal contribución a la calidad de funcionamiento en materia de  $FLR_c$  es la complejidad. El reparto de la atribución de  $FLR_c$  del tramo nacional a la sección de circuito de acceso es un asunto de carácter nacional. Por ello, la presente Recomendación no hace ninguna atribución de  $FLR_c$  a la sección de circuito de acceso.

La contribución de la sección de circuito de acceso al FTD podría ser importante, dependiendo de su longitud y de su velocidad de línea de acceso nominal. La fórmula que se indica más adelante cuantifica la contribución de la sección de circuito de acceso al FTD.

Se utiliza la notación siguiente:

- AR representa la velocidad de línea de acceso de la sección de circuito de acceso en bits por segundo;
- $FTD_a$  es la contribución respectiva de una sección de circuito de acceso al retardo de transferencia de tramas de extremo a extremo en milisegundos;
- $R_a$  representa la longitud calculada de ruta de la sección de circuito de acceso en kilómetros.

El multiplicador 0,005 ms/km procede del cuadro A.1/G.114 y con él se tiene en cuenta el retardo en los repetidores y regeneradores. Además, se supone un tamaño de trama de 256 octetos, con 5 octetos de tara (un campo de dirección de 2 octetos, verificación por redundancia cíclica de 16 bits y una bandera) y 40 bits de inserción para transparencia.

El FTD correspondiente a una sección de circuito de acceso es:

$$FTD_a \text{ ms} = \frac{(256 \times 8 + 5 \times 8 + 40) \text{ bits}}{(AR / 1000) \text{ bit} \cdot \text{s}^{-1}} + R_a \text{ km} \times 0,005 \text{ ms} \cdot \text{km}^{-1}$$

## 6.3 Atribuciones de retardo de tramas a las porciones nacionales e internacional

La atribución de FTD a las porciones nacionales e internacional se efectúa aplicando las fórmulas que se indican más adelante cuando no interviene ningún satélite. Para una porción nacional, la longitud de la ruta,  $R_{km}$ , excluye la longitud de su sección de circuito de acceso.

Se utiliza la notación siguiente:

- $FTD_N$  es el FTD de la porción nacional:  
El  $FTD_N$  es aplicable solamente a conexiones virtuales internacionales. El FTD para conexiones virtuales nacionales queda fuera del alcance de la presente Recomendación;
- El  $FTD_I$  es el FTD de la porción internacional;
- El  $FTD_O$  es el FTD objetivo de borde a borde del cuadro 1;
- El  $FTD_a$  es el FTD de la sección de circuito de acceso asociada con una porción nacional;
- $R_I$  es la longitud calculada de ruta de la porción internacional.

La fórmula para el FTD de extremo a extremo (en milisegundos) de una porción nacional es:

$$FTD_N = FTD_a + 0,345 \times FTD_O$$

La fórmula para el FTD (en milisegundos) de la porción internacional es:

$$FTD_I = 0,31 \times FTD_O, \text{ cuando } R_I \text{ es inferior a } 9300 \text{ km}$$

$$FTD_I = 6,25 \times R_I, \text{ cuando } R_I \text{ es al menos } 9300 \text{ km}$$

Si en cualquier porción está presente un satélite, a dicha porción se le atribuye un FTD fijo de 320 milisegundos. El valor de 320 milisegundos tiene en cuenta factores tales como los bajos ángulos de visión de la estación terrena, y la codificación de la corrección de errores sin canal de retorno. En la mayoría de las porciones que contiene un satélite, lo previsible es que el retardo no sea superior a 290 milisegundos. En el caso en que haya un satélite en una de las tres porciones, a cada una de las otras dos se le atribuye un retardo de 40 ms como objetivo de FTD.

#### **6.4 Atribuciones de la pérdida de tramas a las porciones nacionales e internacional**

En esta subcláusula se indican las atribuciones de objetivos de FLR<sub>c</sub>. Como se ha indicado más arriba, estas atribuciones no utilizan la longitud de ruta de una porción debido a los niveles de los objetivos de FLR<sub>c</sub>. Puesto que las porciones nacionales son a menudo más complejas que la porción internacional, esta atribución favorece ligeramente a las porciones nacionales. La atribución es como sigue:

- Para una porción nacional, el 34,5% del objetivo del cuadro 1.
- Para la porción internacional, el 31% del objetivo del cuadro 1.

Las reglas anteriores se aplican con independencia de la presencia o ausencia de un satélite en la porción.

La atribución es aplicable solamente a conexiones virtuales internacionales. La FLR<sub>c</sub> de las conexiones virtuales nacionales queda fuera del alcance de la presente Recomendación.

## **Apéndice I**

### **Ilustración del concepto de distribución ponderada para la Recomendación X.146 con una posible aplicación a las SVC con retransmisión de tramas y métodos de medición para estimar el percentil 95 de FTD**

#### **I.1 Distribución ponderada y estimación de la calidad de funcionamiento de las SVC**

Diversas cuestiones se plantean cuando se analizan las posibles maneras de aplicar los objetivos de diseño del cuadro 1 a las conexiones virtuales conmutadas (SVC, *switched virtual connection*) con retransmisión de tramas:

- 1) ¿Son realmente aplicables los objetivos del cuadro 1 a todas las SVC con retransmisión de tramas con independencia del número de tramas ofrecidas o de la duración?
- 2) ¿Se aplicarán los objetivos solamente a las SVC con una duración mínima o un número mínimo de tramas ofrecidas?
- 3) ¿Cómo se pueden utilizar las SVC con retransmisión de tramas con números diferentes de tramas ofrecidas y duraciones diferentes para estimar los objetivos de diseño de la red?
- 4) ¿Será aplicable también a las conexiones virtuales permanentes (PVC, *permanent virtual connection*) la metodología utilizada con las SVC con retransmisión de tramas?
- 5) ¿Cómo se pueden utilizar las PVC y las SVC para estimar los objetivos de FLR<sub>c</sub> y FTD del cuadro 1?

Para responder a esas cuestiones con respecto a la FLR<sub>c</sub>, este apéndice presenta una metodología de descripción de la distribución ponderada de la FLR<sub>c</sub> aplicable tanto a las PVC como a las SVC. La metodología descrita es aplicable a las conexiones con retransmisión de tramas de duración larga y de duración corta.

Un punto clave de la metodología es la noción de duración básica,  $\tau$ . Las duraciones básicas pueden corresponder a llamadas breves individuales (por ejemplo, las SVC) o a porciones de llamadas más largas (por ejemplo, porciones de PVC). En base a las observaciones de la FLR<sub>c</sub> en intervalos de tiempo de duración básica e intervalos de duración inferior a la básica, se define una distribución ponderada de la FLR<sub>c</sub>. La definición de la distribución ponderada que aquí se da no requiere que se envíe el mismo número de tramas en cada intervalo de tiempo. Se obtienen fácilmente diversos estadísticos de la distribución (por ejemplo, valor medio, varianza, cuantiles).

Supongamos que hay  $M$  intervalos de tiempo, y sea  $T_j$  la duración del intervalo  $j$ -ésimo.  $T_j$  se define como sigue:

- 1) Si la duración de una conexión es inferior o igual a  $\tau$ ,  $T_j$  se hace igual a  $\tau$ .
- 2) Si la duración de una conexión es superior a  $\tau$ , se divide la conexión en un cierto número de intervalos de duración  $\tau$  y un intervalo final cuya duración es inferior o igual a  $\tau$ .

Por ejemplo, si se fija  $\tau$  en 15 minutos, ello significa que las conexiones que duren más de 15 minutos se dividirán en intervalos de 15 minutos, y que las conexiones de duración inferior a 15 minutos no serán divididas. A continuación se definen las cantidades siguientes:

$N_j$  = número de tramas enviadas durante el intervalo  $j$ ;

$n_j$  = número de tramas perdidas durante el intervalo  $j$ ;

$p_j = n_j/N_j = \text{FLR}$  para el intervalo  $j$ ;

$N = \sum_{j=1}^M N_j$  = número total de tramas enviadas durante todos los  $M$  intervalos de tiempo;

$w_j = MN_j/N$  = ponderación del intervalo  $j$ .

Las ponderaciones  $w_j$  se definen para el caso en que se envíe un número diferente de tramas durante cada intervalo  $j$ . Se señala que las ponderaciones están normalizadas a  $M$ , es decir:

$$\sum_{j=1}^M w_j = M$$

Además, si todos los  $N_j$  son iguales, es decir, se envía el mismo número de tramas en cada intervalo, las  $w_j$  son iguales a 1 (y suman  $M$ ).

Utilizando lo anterior, se puede definir una distribución de la FLR (las  $p_j$ ) como sigue. Hay que tener en cuenta que la FLR es un número comprendido entre 0 y 1, y dividir el intervalo  $[0,1]$  en  $K$  sectores para FLR. Los límites de esos sectores los definen las cantidades  $P_k$ .

$$P_0 \leq P_1 \leq P_2 \leq \dots \leq P_K$$

El sector  $j$ -ésimo viene dado por el intervalo  $[P_{j-1}, P_j]$ . Se señala que el número de sectores y las  $P_j$  se eligen de manera que correspondan a la granularidad cuyas estimaciones de FLR se desean.

La ponderación total de todos los intervalos cuya FLR se halla en el sector  $k$  viene dada por:

$$w_k = \sum_{j: P_{k-1} \leq p_j \leq P_k} w_j$$

es decir, para el sector  $k$ , se suman las ponderaciones de todos los intervalos cuya FLR se halla dentro de ese sector (esto es, entre  $P_{k-1}$  y  $P_k$ ). Utilizando estas ponderaciones, se puede trazar un histograma (distribución de FLR) con los sectores de FLR en el eje horizontal y la ponderación total de cada uno de ellos ( $w_k$ ) en el eje vertical. La figura I.1 ilustra esa distribución.

Una vez definida la distribución de FLR, se pueden definir estadísticos de la manera habitual. Por ejemplo, la media  $\mu$  y la varianza  $\sigma^2$  vienen dadas:

$$\mu = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M w_j p_j \quad \text{y} \quad \sigma^2 = \left[ \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M w_j p_j^2 \right] - \mu^2$$

La estimación del cuantil  $\alpha$  se puede obtener como el valor  $p$  tal que la distribución acumulativa entre 0 y  $p$  (es decir, el área por debajo del histograma entre 0 y  $p$ ) es igual a  $\alpha M$  (se señala que el factor  $M$  está presente porque las ponderaciones están normalizadas a  $M$  en vez de a 1). Obsérvese que, en la práctica, el cuantil  $\alpha$  vendría determinado hasta la granularidad de un sector  $[P_{k-1}, P_k]$ , siendo el área hasta  $P_{k-1}$  inferior o igual a  $\alpha M$  y el área hasta  $P_k$  superior o igual a  $\alpha M$ .

Obsérvese, por último, que cuando la media y la varianza anteriores se obtienen a partir de datos de medición, son estimaciones puntuales de sus valores reales; la cuestión de la confianza estadística (y los intervalos de confianza asociados) no se analiza aquí. Además, el cuantil  $\alpha$  es la estimación de un intervalo, aunque el grado de confianza estadística no se tenga en cuenta.

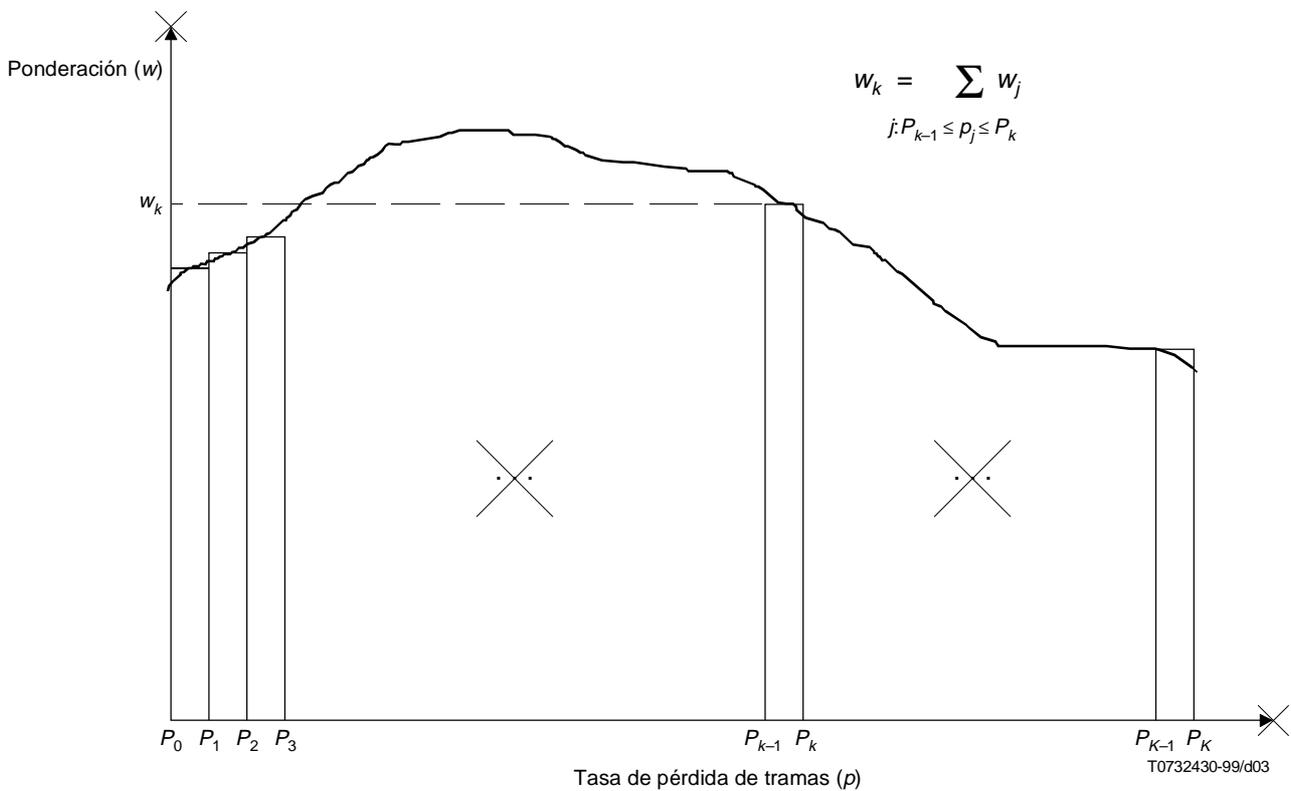


Figura I.1/X.146

## I.2 Métodos de estimación del percentil 95 del FTD

Un método de estimación del valor del percentil 95 consiste en muestrear el retardo de transferencia de tramas (FTD, *frame transfer delay*) con un número suficientemente grande de medidas, y calcular el percentil 95 a partir de todas las medidas del FTD de la muestra. La estimación del percentil 95 obtenida se compara a continuación con el objetivo para el percentil 95 del FTD indicado en el cuadro 1.

Otro método consiste en verificar que no más del 5% de las medidas están por encima del umbral pretendido. Cuando se utiliza este método, la tasa efectiva por encima del umbral predeterminado (sea el 1% o el 4%) y su evolución proporcionan información útil sobre la calidad o deficiencia del servicio, actual y futura.

Desde la perspectiva de la estricta calidad de funcionamiento, los dos métodos son equivalentes, pero desde el punto de vista de una implementación, uno de ellos requiere que se efectúen todas las medidas mientras que el otro sólo necesita que se efectúen del orden del 5% de las mediciones.

## Apéndice II

### Efecto del retardo de transmisión y del tamaño de las tramas en el FTD

Este apéndice presenta información con la que ilustrar los efectos que la elección de un tamaño de trama y una velocidad troncal de transmisión tienen en la calidad de funcionamiento en relación con el retardo de transferencia de tramas (FTD). Los efectos se producen tanto en la sección de circuito de acceso como en el enlace de transmisión troncal internodal.

Los retardos por temporización del enlace de transmisión troncal internodal contribuyen claramente al retardo de transferencia de tramas de extremo a extremo. Aunque se trata de un componente reducido cuando los tamaños de las tramas son inferiores a 512 octetos, puede ser más importante con tamaños de trama mayores y enlaces de transmisión de baja velocidad. Esto se puede comprobar observando los componentes del retardo por temporización calculados para diversas velocidades de transmisión, como se muestra en el cuadro II.1 que sigue.

**Cuadro II.1/X.146 – Retardo por temporización con diferentes velocidades de transmisión y tamaños de trama**

Velocidades de transmisión	Tamaño de trama (campo de información FR)					
	64 bytes	128 bytes	256 bytes	512 bytes	1024 bytes	2048 bytes
64 kbit/s	8 ms	16 ms	32 ms	64 ms	128 ms	256 ms
128 kbit/s	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms	64 ms	128 ms
256 kbit/s	2 ms	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms	64 ms
512 kbit/s	1 ms	2 ms	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms
1 024 kbit/s	0,5 ms	1 ms	2 ms	4 ms	8 ms	16 ms
1 544 kbit/s	0,35 ms	0,68 ms	1,35 ms	2,67 ms	5,3 ms	10,6 ms
2 048 kbit/s	0,25 ms	0,5 ms	1 ms	2 ms	4 ms	8 ms
34 368 kbit/s	16 µs	31 µs	61 µs	120 µs	240 µs	480 µs
44 736 kbit/s	12 µs	24 µs	46 µs	92 µs	184 µs	367 µs
155 520 kbit/s	3,5 µs	7 µs	13 µs	27 µs	53 µs	106 µs

NOTA – El tamaño de trama se refiere al tamaño del campo de información FR, es decir, con retransmisión de tramas (FR, *frame relay*). Se supone además un tamaño de encabezamiento FR de 2 bytes y una secuencia de verificación de trama (FCS, *frame check sequence*) de 2 bytes.

Considérese una red nacional con una extensión geográfica de 4000 km, formada por 8 etapas de conmutación y con velocidad de transmisión intertroncal de 2 Mbit/s. Cada conmutación contribuye con 1 ms de retardo por la espera en cola.

- Para una trama de prueba de 512 octetos, cada troncal contribuirá con un retardo por temporización de 2 ms (véase el cuadro II.1). El cálculo del FTD total es  $8 \times 1 \text{ ms} + 4000 \text{ km} \times 0,005 + 8 \times 2 \text{ ms} = 44 \text{ ms}$ . Esta red cumple la atribución de objetivo de FTD de la porción nacional de 51,75 ms para servicios con retransmisión de tramas de clase 3.
- Para una trama de prueba de 256 octetos, cada troncal contribuirá con un retardo por temporización de 1 ms (véase el cuadro II.1). El cálculo del FTD total es  $8 \times 1 \text{ ms} + 4000 \text{ km} \times 0,005 + 8 \times 1 \text{ ms} = 36 \text{ ms}$ . Esta red cumple la atribución de objetivo de FTD de la porción nacional de 51,75 ms para servicios con retransmisión de tramas de clase 3.

Considérese ahora una red nacional con una extensión geográfica de 4000 km, formada por 8 etapas de conmutación pero cuya velocidad de transmisión intertroncal es de 1,544 Mbit/s. Cada conmutación contribuye con 1 ms de retardo por la espera en cola.

- Para una trama de prueba de 512 octetos, cada troncal contribuirá con un retardo por temporización de 2,67 ms (véase el cuadro II.1). El cálculo del FTD total es  $8 \times 1 \text{ ms} + 4000 \text{ km} \times 0,005 + 8 \times 2,67 \text{ ms} = 50,36 \text{ ms}$ . Esta red cumple la atribución de objetivo de FTD de la porción nacional de 51,75 ms para servicios con retransmisión de tramas de clase 3.

- Para una trama de prueba de 256 octetos, cada troncal contribuirá con un retardo por temporización de 1,35 ms (véase el cuadro II.1). El cálculo del FTD total es  $8 \times 1 \text{ ms} + 4000 \text{ km} \times 0,005 + 8 \times 1,35 \text{ ms} = 38,8 \text{ ms}$ . Esta red cumple la atribución de objetivo de FTD de la porción nacional de 51,75 ms para servicios con retransmisión de tramas de clase 3.

Se ve, por tanto, que sólo en el caso en que el número de etapas de conmutación sea superior a 8 y la velocidad de transmisión troncal internodal sea de 1,544 Mbit/s, se rebasará el objetivo de FTD de la porción nacional cuando el tamaño de trama de pruebas sea de 512 octetos.



## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
<b>Serie X</b>	<b>Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos</b>
Serie Y	Infraestructura mundial de la información
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación