



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**E.351**

(03/2000)

SERIE E: EXPLOTACIÓN GENERAL DE LA RED,  
SERVICIO TELEFÓNICO, EXPLOTACIÓN DEL  
SERVICIO Y FACTORES HUMANOS

Explotación, numeración, encaminamiento y servicios  
móviles – Disposiciones de la RDSI relativas a los  
usuarios – Plan de encaminamiento internacional

---

**Encaminamiento de conexiones multimedios a  
través de redes con multiplexión por división en  
el tiempo, modo de transferencia asíncrono o  
basados en el protocolo Internet**

Recomendación UIT-T E.351

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE E  
**EXPLOTACIÓN GENERAL DE LA RED, SERVICIO TELEFÓNICO, EXPLOTACIÓN  
DEL SERVICIO Y FACTORES HUMANOS**

<b>EXPLOTACIÓN, NUMERACIÓN, ENCAMINAMIENTO Y SERVICIOS MÓVILES</b>	
<b>EXPLOTACIÓN DE LAS RELACIONES INTERNACIONALES</b>	
Definiciones	E.100–E.103
Disposiciones de carácter general relativas a las Administraciones	E.104–E.119
Disposiciones de carácter general relativas a los usuarios	E.120–E.139
Explotación de las relaciones telefónicas internacionales	E.140–E.159
Plan de numeración del servicio telefónico internacional	E.160–E.169
Plan de encaminamiento internacional	E.170–E.179
Tonos utilizados en los sistemas nacionales de señalización	E.180–E.189
Plan de numeración del servicio telefónico internacional	E.190–E.199
Servicio móvil marítimo y servicio móvil terrestre público	E.200–E.229
<b>DISPOSICIONES OPERACIONALES RELATIVAS A LA TASACIÓN Y A LA CONTABILIDAD EN EL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL</b>	
Tasación en el servicio internacional	E.230–E.249
Medidas y registro de la duración de las conferencias a efectos de la contabilidad	E.260–E.269
<b>UTILIZACIÓN DE LA RED TELEFÓNICA INTERNACIONAL PARA APLICACIONES NO TELEFÓNICAS</b>	
Generalidades	E.300–E.319
Telefotografía	E.320–E.329
<b>DISPOSICIONES DE LA RDSI RELATIVAS A LOS USUARIOS</b>	
<b>Plan de encaminamiento internacional</b>	<b>E.350–E.399</b>
<b>CALIDAD DE SERVICIO, GESTIÓN DE LA RED E INGENIERÍA DE TRÁFICO</b>	
<b>GESTIÓN DE RED</b>	
Estadísticas relativas al servicio internacional	E.400–E.409
Gestión de la red internacional	E.410–E.419
Comprobación de la calidad del servicio telefónico internacional	E.420–E.489
<b>INGENIERÍA DE TRÁFICO</b>	
Medidas y registro del tráfico	E.490–E.505
Previsiones del tráfico	E.506–E.509
Determinación del número de circuitos necesarios en explotación manual	E.510–E.519
Determinación del número de circuitos necesarios en explotación automática y semiautomática	E.520–E.539
Grado de servicio	E.540–E.599
Definiciones	E.600–E.649
Ingeniería de tráfico de RDSI	E.700–E.749
Ingeniería de tráfico de redes móviles	E.750–E.799
<b>CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN: CONCEPTOS, MODELOS, OBJETIVOS, PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO</b>	
Términos y definiciones relativos a la calidad de los servicios de telecomunicación	E.800–E.809
Modelos para los servicios de telecomunicación	E.810–E.844
Objetivos para la calidad de servicio y conceptos conexos de los servicios de telecomunicaciones	E.845–E.859
Utilización de los objetivos de calidad de servicio para la planificación de redes de telecomunicaciones.	E.860–E.879
Recopilación y evaluación de datos reales sobre la calidad de funcionamiento de equipos, redes y servicios	E.880–E.899

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

## **RECOMENDACIÓN UIT-T E.351**

### **ENCAMINAMIENTO DE CONEXIONES MULTIMEDIOS A TRAVÉS DE REDES CON MULTIPLEXIÓN POR DIVISIÓN EN EL TIEMPO, MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONO O BASADOS EN EL PROTOCOLO INTERNET**

#### **Resumen**

Gran número de operadores han implementado múltiples redes en las que se emplean diferentes protocolos de encaminamiento de capa de red (capa 3), que utilizan técnicas tales como la multiplexación por división en el tiempo (TDM), el modo de transferencia asíncrono (ATM) y/o el protocolo Internet (IP). El crecimiento rápido de los servicios multimedia basados en IP ha impulsado, a su vez, la implementación y/o planificación de las técnicas ATM e IP para las RTPC. Se recomiendan métodos de encaminamiento establecidos para su aplicación en redes de tipos diferentes (los métodos se presentan de forma resumida en el cuadro 1), entre ellos, los siguientes:

- a) traducción/encaminamiento de números en base al punto de acceso a servicio de red (NSAP) y a la Recomendación E.164;
- b) generación automática de tablas de encaminamiento basadas en la topología y la situación de la red;
- c) actualización y sincronización automáticas de bases de datos de topología;
- d) selección dinámica de ruta; y
- e) gestión de recursos orientada a la calidad de servicio (QoS).

Se establecen los requisitos de señalización e intercambio de información que es necesario cumplir para el soporte de los métodos de encaminamiento, y se incluyen los de gestión de conectividad y procedimientos de encaminamiento, presentados de forma resumida en el cuadro 4.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T E.351 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 2 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 13 de marzo de 2000.

## 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 "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

## 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 2000

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

### Página

1	Alcance .....	1
2	Referencias.....	3
3	Definiciones .....	4
4	Abreviaturas.....	4
5	Métodos de encaminamiento recomendados .....	7
5.1	Traducción/encaminamiento de números .....	9
5.2	Gestión de tablas de encaminamiento.....	10
5.2.1	Actualización de la topología .....	10
5.2.2	Actualización de la situación.....	10
5.2.3	Indagación de la situación.....	11
5.2.4	Recomendación de encaminamiento .....	11
5.3	Selección de ruta.....	11
5.4	Gestión de recursos orientada a la QoS .....	12
5.4.1	Pasos de la gestión de recursos orientada a la QoS .....	13
5.4.2	Asuntos relativos a la atribución de anchura de banda, la protección de la anchura de banda y el encaminamiento con prioridad.....	14
5.4.3	Otras constricciones del encaminamiento con QoS.....	18
5.4.4	Puesta en cola de espera con prioridad .....	19
5.4.5	Elaboración recomendada de normas sobre métodos de gestión de recursos orientada a la QoS .....	19
5.5	Armonización de las normas sobre métodos de encaminamiento .....	19
6	Requisitos de señalización e intercambio de información.....	19
6.1	Parámetros de intercambio de información sobre traducción/encaminamiento de números.....	21
6.2	Parámetros de intercambio de información sobre gestión de tablas de encaminamiento .....	22
6.3	Parámetros de intercambio de información sobre selección de ruta.....	23
6.4	Parámetros de intercambio de información sobre gestión de recursos orientada a la QoS .....	24
6.5	Armonización de las normas de intercambio de información .....	25
6.6	Interfaz de programación de aplicación (API) de encaminamiento abierta .....	25
7	Ejemplos de encaminamiento entre redes.....	26
7.1	La interred E utiliza un método de selección de ruta mixto .....	26
7.2	La interred E utiliza un método de selección de ruta única .....	28

	<b>Página</b>
Anexo A – Métodos de encaminamiento dentro de redes basados en TDM .....	29
A.1 Traducción/encaminamiento de números basado en TDM.....	29
A.2 Gestión de tablas de encaminamiento y selección de ruta basadas en TDM .....	29
A.2.1 Encaminamiento fijo (FR).....	30
A.2.2 Encaminamiento dependiente del tiempo (TDR) .....	30
A.2.3 Encaminamiento dependiente del estado (SDR) .....	31
A.2.4 Encaminamiento dependiente del evento (EDR).....	32
A.3 Gestión de recursos orientada a la QoS basada en TDM.....	33
Anexo B – Métodos de encaminamiento dentro de redes basados en ATM .....	33
B.1 Traducción/encaminamiento de números basada en ATM.....	34
B.2 Gestión de tablas de encaminamiento y selección de ruta basadas en ATM .....	34
B.3 Gestión de recursos orientada a la QoS basada en ATM.....	35
Anexo C – Métodos de encaminamiento/conmutación dentro de redes basados en IP .....	39
C.1 Traducción/encaminamiento de números basado en IP .....	40
C.2 Gestión de tabla de encaminamiento y selección de ruta basada en IP.....	41
C.3 Gestión de recursos orientada a la QoS basada en IP .....	41
Apéndice I – Bibliografía.....	48

## Introducción

Gran número de operadores han implementado múltiples redes en las que se emplean diferentes protocolos, entre ellas, las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC) que utilizan técnicas tales como la multiplexación por división en el tiempo (TDM), el modo de transferencia asíncrono (ATM), y/o el protocolo Internet (IP). El crecimiento muy rápido de los servicios de datos impulsado principalmente por los servicios multimedios basados en el IP ha impulsado, a su vez, la implementación y/o planificación aceleradas de las técnicas ATM e IP para las RTPC. Además, hay interés en transportar los servicios telefónicos tradicionales de la RTPC por redes ATM e IP, creándose en algunos casos la convergencia de servicios de voz y datos en una red común. Es importante por consiguiente, tratar el tema del interfuncionamiento de los servicios de voz y datos a través de la red telefónica pública conmutada (RTPC) basada en las técnicas TDM, ATM e IP, y, en particular, abordar el interfuncionamiento de los métodos de encaminamiento por redes de tipos diferentes. Esta Recomendación se ocupa del encaminamiento utilizado en redes de un mismo tipo y entre redes de tipos diferentes; se refiere a ambos métodos de encaminamiento y al intercambio de información requerido para soportarlos. El tratamiento de los métodos de encaminamiento incluye recomendaciones sobre:

- a) traducción/encaminamiento de números;
- b) gestión de tablas de encaminamiento;
- c) selección de ruta; y
- d) gestión de recursos orientada a la calidad de servicio (QoS).

Se hace referencia también a los parámetros de señalización e intercambio de información que requieren estos métodos de encaminamiento y se formulan recomendaciones al respecto.

En las redes basadas en las técnicas TDM, ATM e IP (en adelante, redes TDM, ATM e IP), se emplean diversos protocolos de encaminamiento, por ejemplo, en la Recomendación E.350, se describen métodos de encaminamiento fijo y dinámico a utilizar en las redes TDM. La norma sobre la interfaz red-red privada (PNNI) aprobada por el Foro ATM [ATM960055] estipula lo siguiente para las redes ATM:

- el intercambio de información sobre la situación de nodos y enlaces;
- la actualización y sincronización automáticas de las bases de datos de topología;
- la selección de rutas fijas y/o dinámicas basada en la información sobre situación y topología de la red; y
- las normas sobre intercambio de información y señalización.

Las normas relativas al primer trayecto más corto abierto (OSPF), el protocolo de pasarela de frontera (BGP), la conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS), y otras normas aprobadas por el Grupo de tareas especiales de ingeniería en Internet [M98], [S95] y [J99] contemplan para las redes IP las mismas características que las enumeradas anteriormente para la norma de la PNNI, pero en una red de paquetes basada en IP sin conexión.

Interesa que el interfuncionamiento de los métodos de encaminamiento fijo y dinámico por redes TDM, ATM e IP incluya métodos de encaminamiento fijo (FR), encaminamiento dependiente del tiempo (TDR), encaminamiento dependiente del estado (SDR), y encaminamiento dependiente del evento (EDR), aplicados sobre todo cuando se trate de redes no jerárquicas. Una conexión multimedios atravesará a menudo redes de tipos diferentes y puede ser encaminada por tanto de extremo a extremo utilizando más de un método de encaminamiento fijo o dinámico. Esta Recomendación se ocupa del interfuncionamiento de métodos de encaminamiento fijo y dinámico de tipos diferentes y de las necesidades que ello conlleva de intercambio de información en la interfaz entre los diversos tipos de redes, para completar una conexión que se origina en un nodo y termina en otro, pudiendo los nodos de origen, intermedio y de destino operar según métodos diferentes de encaminamiento. En la presente Recomendación se analiza el interfuncionamiento de métodos de

encaminamiento para todos los servicios, incluidos los servicios multimedia, y sólo se consideran conexiones punto a punto (las conexiones multipunto quedan en estudio).

De la introducción de un encaminamiento eficaz se derivarán considerables mejoras de rentabilidad y solidez de la red. Es necesario un marco que soporte el interfuncionamiento de métodos de encaminamiento diferentes y el intercambio de información entre los diversos tipos de red TDM, ATM e IP, implementados tal vez en equipos de diferentes proveedores, para el encaminamiento entre operadores de redes nacionales e internacionales. Es necesaria la normalización de los flujos de información para que los equipos de conmutación de fabricantes distintos puedan interfuncionar a través de los diversos tipos de red de tal manera que las estrategias de encaminamiento se implementen de forma coordinada. Se necesitan normas sobre el interfuncionamiento de los encaminamientos para utilizarlas en el interfuncionamiento de redes de diversos tipos y proveedores múltiples. Se incluye aquí la red internacional entre numerosos operadores de red que utilizan equipos de fabricantes y protocolos de interfuncionamiento de red diferentes, entre ellos, los protocolos basados en TDM, ATM e IP.

La presente Recomendación se refiere, en concreto, a los métodos de traducción/encaminamiento de números, gestión de tablas de encaminamiento, selección de ruta y gestión de recursos orientada a la calidad de servicio (QoS), necesarios para el encaminamiento por las redes de cada tipo y para el interfuncionamiento entre redes de tipos diferentes. En particular, se recomiendan los siguientes métodos de encaminamiento establecidos, empleados en las redes del tipo o tipos identificados, para aplicaciones en redes de tipos diferentes:

- a) métodos de traducción/encaminamiento de números basados en NSAP/E.164 y aplicados en redes TDM y ATM;
- b) la generación automática de tablas de encaminamiento basadas en la topología y la situación de la red aplicadas en redes TDM, ATM e IP;
- c) los métodos de actualización y sincronización automáticas de las bases de datos de topología aplicados en redes ATM e IP;
- d) métodos dinámicos de selección de encaminamiento aplicados en redes TDM; y
- e) métodos de gestión de recursos orientada a la QoS aplicados en redes TDM.

En el cuadro 1 se presentan de forma resumida los métodos de encaminamiento recomendados con las diversas tecnologías de red.

Además, la presente Recomendación identifica los requisitos de señalización e intercambio de información a los que es preciso atenerse para el soporte de estos métodos de encaminamiento. Son los siguientes:

- a) el transporte de los NSAP de la Recomendación E.164, las direcciones internacionales de encaminamiento de red, y las direcciones IP en los elementos de información (IE) de establecimiento de la conexión;
- b) el intercambio de información para la actualización de la topología aplicado en redes ATM e IP;
- c) el intercambio de información sobre el diseño de las tablas de encaminamiento aplicado en redes TDM;
- d) el intercambio de información sobre selección de ruta aplicado en redes ATM; y
- e) el encaminamiento controlado por el nodo de origen, con especificación de los nodos intermedios y de destino en un parámetro del IE establecimiento de conexión, y retorno del control al nodo de origen con un parámetro reencaminamiento automático/anchura de banda no disponible del IE de liberación de conexión.

En el cuadro 4 se resumen los parámetros de señalización e intercambio de información recomendados para el soporte de los métodos de encaminamiento que figuran en el cuadro 1, así como las normas recomendadas para soportar los parámetros.



## Recomendación E.351

# ENCAMINAMIENTO DE CONEXIONES MULTIMEDIOS A TRAVÉS DE REDES CON MULTIPLEXIÓN POR DIVISIÓN EN EL TIEMPO, MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONO O BASADOS EN EL PROTOCOLO INTERNET

(Ginebra, 2000)

## 1 Alcance

Esta Recomendación se refiere a los métodos de encaminamiento e intercambio de información necesarios dentro de redes TDM, ATM e IP, así como a las técnicas de encaminamiento. Se recomienda en ella un conjunto compatible de métodos de encaminamiento basados en la práctica establecida, así como el intercambio compatible de información para el soporte de esos métodos de encaminamiento a través de interfaces entre distintos tipos de redes. Además, la presente Recomendación aborda los casos en que las RTPC evolucionan incorporando las tecnologías IP o ATM. Para estos dos casos, la presente Recomendación se refiere a normas armonizadas sobre encaminamiento e intercambio de información. Dichas normas abarcan recomendaciones UIT-T e IETF en el caso de las RTPC que incorporan tecnología IP, y recomendaciones UIT-T y del Foro ATM en el caso de las RTPC que incorporan tecnología ATM. La presente Recomendación se refiere, por tanto, a tres tópicos:

- a) un conjunto de métodos de encaminamiento compatibles;
- b) el intercambio de información compatible para el soporte de los métodos de encaminamiento dentro de las redes de cada tipo y en la interfaz red-red entre red de tipos diferentes; y
- c) las normas armonizadas sobre métodos de encaminamiento e intercambio de información cuando las RTPC incorporan tecnologías IP o ATM.

Por lo que se refiere al tema de los métodos de encaminamiento, analizado en la cláusula 5, esta Recomendación se ocupa de los métodos de traducción/encaminamiento de números, la gestión de tablas de encaminamiento, selección de ruta y la gestión orientada a la QoS de los recursos necesarios para el encaminamiento dentro de las redes de cada tipo y el interfuncionamiento entre redes de tipos diferentes, esto es, redes TDM, ATM e IP. Se recomienda en ella emplear métodos de encaminamiento compatibles con esas funciones dentro y a través de redes de tipos diferentes; los métodos recomendados se basan en la práctica de encaminamiento establecida en esos tipos de redes.

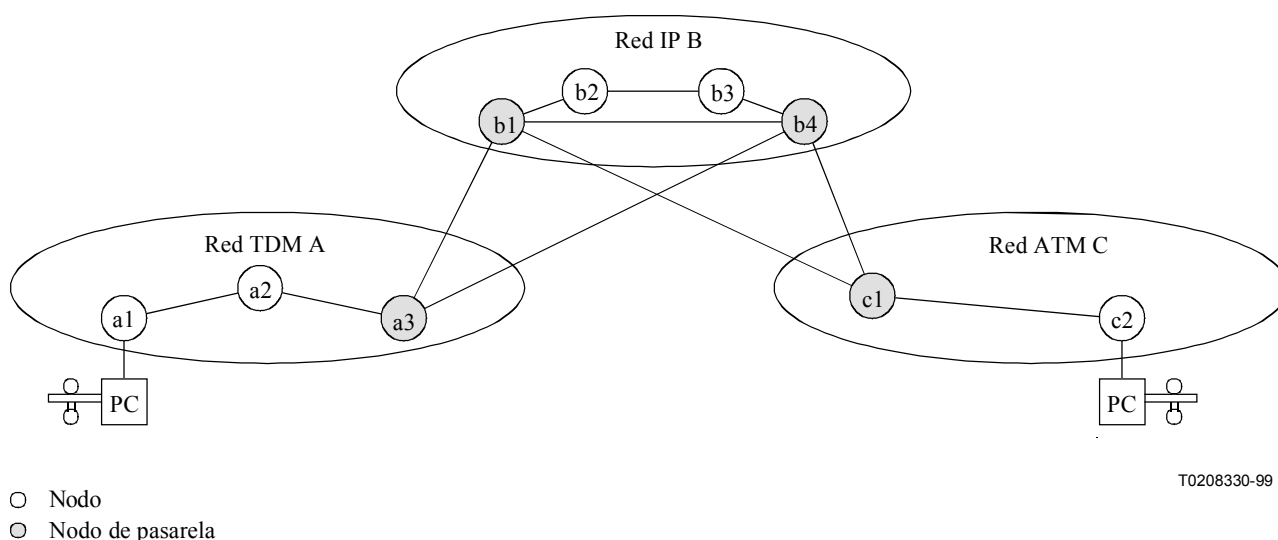
Se recomiendan métodos de encaminamiento que corresponden al encaminamiento lógico de capa de red (al que a veces se hace referencia como encaminamiento de "capa 3"), en contraposición con el encaminamiento de capa de enlace ("capa 2") o el encaminamiento de capa física ("capa 1"). Los métodos de encaminamiento tratados incluyen, en particular, los examinados:

- en las Recomendaciones E.170 y E.350, para métodos de encaminamiento TDM;
- en relación con la interfaz usuario-red (UNI, *user-network interface*), interfaz red-red privada (PNNI), interfaz entre redes ATM (AINI, *ATM inter-network interface*), y la modificación de la anchura de banda para métodos de encaminamiento ATM; y
- en relación con el primer trayecto más corto abierto (OSPF), el protocolo de pasarela de frontera (BGP), y la conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS) para métodos de encaminamiento de IP.

El ámbito de aplicación de los métodos de encaminamiento recomendados abarca el establecimiento de conexiones para servicios multimedia de banda estrecha y de banda ancha dentro de redes multiservicios y entre las mismas. Estos servicios incluyen clases de tráfico de velocidad binaria

constante (CBR, *constant bit rate*), velocidad binaria variable (VBR, *variable bit rate*), velocidad binaria no asignada (UBR, *unassigned bit rate*), y velocidad binaria disponible (ABR, *available bit rate*). La presente Recomendación ilustra la funcionalidad de establecimiento de una conexión desde un nodo de origen en una red hasta un nodo de destino en otra red, empleando uno o más métodos de encaminamiento a través de redes de diversos tipos, como se indica en la figura 1.

La figura 1 muestra una conexión multimedia entre dos computadores personales (PC) que intercambian tráfico para una combinación de aplicaciones de voz, vídeo e imagen. A tal fin se establece una conexión lógica punto a punto desde el PC servido por el nodo a1 al PC servido por el nodo c2. La conexión puede ser de la clase CBR de RDSI a través de una red TDM A y una red ATM C, o podría ser una conexión VBR a través de una red IP B. Los nodos de pasarela a3, b1, b4 y c1 proporcionan las capacidades de interfuncionamiento entre redes TDM, ATM e IP. La conexión multimedia real se puede encaminar, por ejemplo, por una ruta integrada por los nodos a1-a2-a3-b1-b4-c1-c2, o posiblemente por una ruta distinta a través de nodos de pasarela diferentes. Se recomiendan métodos de encaminamiento compatibles para el interfuncionamiento entre los nodos de pasarela. En esta Recomendación se tratan conexiones punto a punto y no conexiones multipunto, que quedan en estudio.



T0208330-99

**Figura 1/E.351 – Ejemplo de conexión multimedia a través de redes TDM, ATM e IP**

Por lo que se refiere al tema del intercambio de información compatible, analizado en la cláusula 6, esta Recomendación se ocupa de la señalización y el intercambio de información soportados en el marco de cada tecnología de red. Para el interfuncionamiento entre diferentes tipos de redes se recomienda que el intercambio de información en la interfaz sea compatible con cualquier tipo de red. Se recomienda el soporte de los parámetros de intercambio de información dentro de las redes de cada tipo y a través de las interfaces entre redes de tipos diferentes. Esos parámetros soportan los métodos de encaminamiento recomendados, soportando así métodos de encaminamiento compatibles mediante el intercambio de información compatible cuando interfuncionan en redes de tipos diferentes. Se recomienda además que esos parámetros de intercambio de información sean soportados por las RTPC que emplean técnicas IP o ATM. En la presente Recomendación se supone que la señalización de control de llamada para el establecimiento de la llamada está separada de la señalización de control de conexión/atribución de anchura de banda para el establecimiento del canal portador.

El tercer tema, el de las normas armonizadas, se analiza en la cláusula 5 para los métodos de encaminamiento y en la cláusula 6 para el intercambio de información. Las normas armonizadas

corresponden al caso en que RTPC tales como la red B y la red C incorporan tecnología IP o ATM. Si, por ejemplo, la red B es una RTPC que incorpora la tecnología IP, se recomienda aplicar los métodos de encaminamiento establecidos y el intercambio de información compatible. Llevar esto a cabo afectará a las recomendaciones del UIT-T y del IETF que se aplican a las funciones de encaminamiento e intercambio de información afectadas. En las cláusulas 5 y 6 se hacen recomendaciones tendentes a normalizar métodos de encaminamiento y los parámetros de intercambio de información en las especificaciones afectadas.

En los cuadros 1 y 4 se hace un resumen general de las recomendaciones, a saber:

- el cuadro 1 identifica los métodos de encaminamiento recomendados con distintas tecnologías de red; y
- el cuadro 4 identifica los parámetros de señalización e intercambio de información recomendados para el soporte de los métodos de encaminamiento que se recomiendan en el cuadro 1, así como las normas recomendadas para el soporte de los parámetros.

La presente Recomendación contiene varios ejemplos de utilización de los métodos de encaminamiento y los parámetros de intercambio de información en el interfuncionamiento entre métodos de encaminamiento a través de redes de tipos diferentes.

## 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.

- [E.164] UIT-T E.164 (1997), *Plan internacional de numeración de telecomunicaciones públicas*.
- [E.170] UIT-T E.170 (1992), *Encaminamiento del tráfico*.
- [E.177] UIT-T E.177 (1996), *Encaminamiento en la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA)*.
- [E.191] UIT-T E.191 (1996), *Numeración y direccionamiento en la red digital de servicios integrados de banda ancha*.
- [E.350] UIT-T E.350 (2000), *Interfuncionamiento de encaminamiento dinámico*.
- [E.352] UIT-T E.352 (2000), *Directrices sobre métodos de encaminamiento eficaces*.
- [E.353] (Proyecto) UIT-T E.353, *Encaminamiento de llamadas cuando se utilizan direcciones internacionales de encaminamiento de red*.
- [E.412] UIT-T E.412 (1998), *Controles de gestión de red*.
- [G.723.1] UIT-T G.723.1 (1996), *Codificador de voz de doble velocidad para transmisión en comunicaciones multimedios a 5,3 y 6,3 kbit/s*.
- [H.225.0] UIT-T H.225.0 (1996), *Paquetización y sincronización de trenes de medios en redes de área local de calidad de servicio no garantizada*.
- [H.245] UIT-T H.245 (1996), *Protocolo de control para comunicaciones multimedios*.
- [H.246] UIT-T H.246 (1998), *Interfuncionamiento de terminales multimedios de la serie H con terminales multimedios de la serie H y terminales vocales/de banda vocal por la RTGC y la RDSI*.

- [H.323] UIT-T H.323 (1996), *Sistemas y equipos videotelefónicos para redes de área local que proporcionan calidad de servicio no garantizada.*
- [I.211] UIT-T I.211 (1993), *Aspectos de servicio de la red digital de servicios integrados de banda ancha.*
- [I.324] UIT-T I.324 (1991), *Arquitectura de red de la red digital de servicios integrados.*
- [I.327] UIT-T I.327 (1993), *Arquitectura funcional de la red digital de servicios integrados de banda ancha.*
- [I.356] UIT-T I.356 (1996), *Calidad de funcionamiento en la transferencia de células en la capa de modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha.*
- [Q.71] UIT-T Q.71 (1993), *Servicios portadores conmutados en modo circuito en la red digital de servicios integrados.*
- [Q.2761] UIT-T Q.2761 (1995), *Descripción funcional de la parte usuario de la red digital de servicios integrados de banda ancha del sistema de señalización N.º 7.*
- [Q.2931] UIT-T Q.2931 (1995), *Sistema de señalización digital de abonado N.º 2 – Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red para el control de la llamada/conexión básica.*

### 3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

- 3.1 enlace:** Medio de transmisión de anchura de banda entre nodos concebido como una unidad.
- 3.2 nodo de destino:** Nodo de terminación dentro de una determinada red.
- 3.3 nodo:** Elemento de red (conmutador, encaminador/conmutador, central) que proporciona capacidades de conmutación y encaminamiento, o una agrupación de tales elementos que representan una red.
- 3.4 par O-D:** Par nodo de origen a nodo de destino para una determinada petición de conexión/atribución de anchura de banda.
- 3.5 nodo de origen:** Nodo de origen dentro de una determinada red.
- 3.6 ruta:** Concatenación de enlaces que proporcionan una conexión/atribución de anchura de banda entre un par O-D.
- 3.7 conjunto de rutas:** Rutas que conectan el mismo par O-D.
- 3.8 tabla de encaminamiento:** Describe las numerosas rutas y las reglas para seleccionar una ruta del conjunto de rutas en respuesta a una petición de conexión/atribución de anchura de banda.
- 3.9 flujo de tráfico:** Clase de peticiones de conexión con las mismas características de tráfico.
- 3.10 nodo intermedio:** Nodo situado en una ruta dentro de una determinada red.

### 4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

- AAR Encaminamiento alternativo automático (*automatic alternate routing*)
- ABR Velocidad binaria disponible (*available bit rate*)
- ADR Dirección (*address*)

AESA	Dirección de sistema de extremo del modo de transferencia asíncrono ( <i>ATM end system address</i> )
AFI	Identificador de autoridad y de formato ( <i>authority and format identifier</i> )
AINI	Interfaz entre redes con modo de transferencia asíncrono ( <i>ATM inter-network interface</i> )
API	Interfaz de programación de aplicación ( <i>application programming interface</i> )
ARR	Reencaminamiento automático ( <i>automatic rerouting</i> )
AS	Sistema autónomo ( <i>autonomous system</i> )
ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
ATMF	Foro ATM ( <i>ATM forum</i> )
B	Ocupado ( <i>busy</i> )
BGP	Protocolo de pasarela de frontera ( <i>border gateway protocol</i> )
BICC	Control de llamada independiente del portador ( <i>bearer independent call control</i> )
BNA	Anchura de banda no disponible ( <i>bandwidth not available</i> )
BW	Anchura de banda ( <i>bandwidth</i> )
BWIP	Anchura de banda en progreso ( <i>bandwidth in progress</i> )
BWOF	Anchura de banda ofrecida ( <i>bandwidth offered</i> )
BWOV	Desbordamiento de la anchura de banda ( <i>bandwidth overflow</i> )
BWPC	Cómputo estadístico de la anchura de banda ( <i>bandwidth peg count</i> )
CAC	Control de admisión de llamada ( <i>call admission control</i> )
CBK	Reencaminamiento automático hacia atrás ( <i>crankback</i> )
CBR	Velocidad binaria constante ( <i>constant bit rate</i> )
CCS	Señalización por canal común ( <i>common channel signalling</i> )
CIC	Código de identificación de la llamada ( <i>call identification code</i> )
CRLDP	Protocolo de distribución por etiquetas de encaminamiento con restricciones ( <i>constraint-based routing label distribution protocol</i> )
CRLSP	Trayecto conmutado por etiquetas de encaminamiento con restricciones ( <i>constraint-based routing label switched path</i> )
DADR	Encaminamiento dinámico adaptativo distribuido ( <i>distributed adaptive dynamic routing</i> )
DAR	Encaminamiento alternativo dinámico ( <i>dynamic alternate routing</i> )
DCC	Indicativo de país para datos ( <i>data country code</i> )
DCR	Encaminamiento dinámicamente controlado ( <i>dynamically controlled routing</i> )
DIFFSERV	Servicio diferenciado ( <i>differentiated services</i> )
DN	Nodo de destino ( <i>destination node</i> )
DNHR	Encaminamiento dinámico no jerárquico ( <i>dynamic non-hierarchical routing</i> )
DNS	Servidor de nombres de dominio ( <i>domain name server</i> )
DoS	Profundidad de búsqueda ( <i>depth-of-search</i> )
DSP	Parte específica de dominio ( <i>domain specific part</i> )
DTL	Lista de tránsito designada ( <i>designated transit list</i> )
EDR	Encaminamiento dependiente del evento ( <i>event dependent routing</i> )
ER	Ruta explícita ( <i>explicit route</i> )
FR	Encaminamiento fijo ( <i>fixed routing</i> )
GCAC	Control de admisión de llamadas genéricas ( <i>generic call admission control</i> )

GOS	Grado de servicio ( <i>grade of service</i> )
HL	Fuertemente cargado ( <i>heavily loaded</i> )
IAM	Mensaje inicial de dirección ( <i>initial address message</i> )
ICD	Designador de indicativo internacional ( <i>international code designator</i> )
IDI	Identificador de dominio inicial ( <i>initial domain identifier</i> )
IDP	Parte de dominio inicial ( <i>initial domain part</i> )
IE	Elemento de información ( <i>information element</i> )
IETF	Grupo de tareas especiales de ingeniería en Internet ( <i>Internet engineering task force</i> )
II	Intercambio de información ( <i>information interchange</i> )
ILBW	Anchura de banda de enlace en reposo ( <i>idle link bandwidth</i> )
INRA	Dirección internacional de encaminamiento de red ( <i>international network routing address</i> )
IP	Protocolo Internet ( <i>Internet protocol</i> )
IPDC	Control de dispositivos de protocolo Internet ( <i>Internet protocol device control</i> )
LBL	Nivel de bloqueo del enlace ( <i>link blocking level</i> )
LC	Capacidad del enlace ( <i>link capability</i> )
LDP	Protocolo de distribución de etiquetas ( <i>label distribution protocol</i> )
LL	Levemente cargado ( <i>lightly loaded</i> )
LLR	Encaminamiento menos cargado ( <i>least loaded routing</i> )
LSA	Advertencia del estado del enlace ( <i>link state advertisement</i> )
LSP	Trayecto conmutado por etiquetas ( <i>label switched path</i> )
MEGACO	Control de pasarela de medios ( <i>media gateway control</i> )
MOD	Modificación
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo ( <i>multiprotocol label switching</i> )
NANP	Plan de numeración norteamericano ( <i>North American numbering plan</i> )
NSAP	Punto de acceso al servicio de red ( <i>network service access point</i> )
ODR	Encaminamiento dinámico optimizado ( <i>optimized dynamic routing</i> )
ON	Nodo de origen ( <i>originating node</i> )
OSPF	Primer trayecto más corto abierto ( <i>open shortest path first</i> )
PAR	Parámetros
PHP	Comportamiento por salto ( <i>per-hop-behavior</i> )
PNNI	Interfaz red-red privada ( <i>private network-network interface</i> )
PTSE	Elementos del estado de la topología de la interfaz red-red privada ( <i>PNNI topology state elements</i> )
QoS	Calidad de servicio ( <i>quality of service</i> )
R	Reservado
RDSI-BA	Red digital de servicios integrados de banda ancha
RDSI-BE	Red digital de servicios integrados de banda estrecha
RP	Procesador de encaminamiento ( <i>routing processor</i> )
RQE	Elemento de indagación de encaminamiento ( <i>routing query element</i> )
RRE	Elemento de recomendación de encaminamiento ( <i>routing recommendation element</i> )

RSE	Elemento de estado de encaminamiento ( <i>routing state element</i> )
RSVP	Protocolo de reserva de recursos ( <i>resource reservation protocol</i> )
RTNR	Encaminamiento de red en tiempo real ( <i>real-time network routing</i> )
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SCP	Punto de control de servicio ( <i>service control point</i> )
SDR	Encaminamiento dependiente del estado ( <i>state-dependent routing</i> )
SI	Identidad de servicio ( <i>service identity</i> )
SIP	Protocolo de iniciación de sesión ( <i>session initiation protocol</i> )
SS7	Sistema de señalización N.º 7 ( <i>signalling system No. 7</i> )
STR	Encaminamiento dependiente del estado y del tiempo ( <i>state- and time-dependent routing</i> )
SVC	Circuito virtual conmutado ( <i>switched virtual circuit</i> )
SVP	Trayecto virtual conmutado ( <i>switched virtual path</i> )
TBW	Anchura de banda total ( <i>total bandwidth</i> )
TBWIP	Anchura de banda total en progreso ( <i>total bandwidth in progress</i> )
TDR	Encaminamiento dependiente del tiempo ( <i>time-dependent routing</i> )
TIPHON	Armonización de telecomunicaciones y protocolo Internet por las redes ( <i>telecommunications and Internet protocol harmonization over networks</i> )
TLV	Tipo/longitud/valor ( <i>type/length/value</i> )
ToS	Tipo de servicio ( <i>type of service</i> )
TR	Reserva de haces de circuitos ( <i>trunk reservation</i> )
TRAF	Tráfico ( <i>traffic</i> )
TSE	Elemento de estado de topología ( <i>topology state element</i> )
UBR	Velocidad binaria no asignada ( <i>unassigned bit rate</i> )
UNI	Interfaz usuario-red ( <i>user-network interface</i> )
VBR	Velocidad binaria variable ( <i>variable bit rate</i> )
VC	Circuito virtual ( <i>virtual circuit</i> )
VCI	Identificador de circuito virtual ( <i>virtual circuit identifier</i> )
VN	Nodo intermedio ( <i>via node</i> )
VNET	Red virtual ( <i>virtual network</i> )
VPI	Identificador de trayecto virtual ( <i>virtual path identifier</i> )
WIN	Red inteligente mundial (encaminamiento) [ <i>worldwide intelligent network (routing)</i> ]

## 5 Métodos de encaminamiento recomendados

En los anexos A, B y C se describen métodos establecidos de encaminamiento dentro de redes, utilizados en redes TDM, ATM e IP; los métodos descritos se recomiendan para aplicaciones de redes de esos tipos. En los anexos se analizan además los requisitos en materia de señalización e intercambio de información de los métodos de encaminamiento mencionados. Las redes TDM, ATM e IP se examinan en el anexo A, el anexo B y el anexo C, respectivamente.

El cuadro 1 presenta de forma resumida los métodos de encaminamiento soportados en el marco de cada una de las tecnologías de red cuyo soporte se recomienda en las redes de tipos diferentes. Se han identificado cinco tecnologías de red que cuentan con el soporte de las normas de

encaminamiento de la organización especificada. En el caso de las tecnologías de red RTPC/ATM y RTPC/IP, se recomiendan normas armonizadas cuyo análisis se lleva a cabo en 5.5. Los métodos de encaminamiento se han clasificado en el cuadro 1 teniendo en cuenta:

- a) la traducción/el encaminamiento de números;
- b) la gestión de tablas de encaminamiento;
- c) la selección de ruta; y
- d) la gestión de recursos orientada a la QoS.

**Cuadro 1/E.351 – Métodos de encaminamiento recomendados para diversas tecnologías de red**

Método de encaminamiento		Tecnología de red (origen de las normas de encaminamiento)				
		RTPC/TDM (Recomendaciones UIT-T)	ATM (normas ATMF)	IP (normas IETF)	RTPC/ATM (normas armonizadas)	RTPC/IP (normas armonizadas)
Traducción/encaminamiento de números (nombres)		E.164, E.191, E.353	UNI, PNNI, AINI	Véase 5.1	Véase 5.1	Véase 5.1
Gestión de tablas de encaminamiento	Actualización de la topología	Véase 5.2.1	UNI, PNNI, AINI, BW-MODIFY	OSPF, BGP, MPLS	Véase 5.2.1	Véase 5.2.1
	Actualización de la situación	E.350	UNI, PNNI, AINI, BW-MODIFY	OSPF, BGP, MPLS	Véase 5.2.2	Véase 5.2.2
	Indagación de la situación	E.350	Véase 5.2.3	Véase 5.2.3	Véase 5.2.3	Véase 5.2.3
	Recomendación de encaminamiento	E.350	Véase 5.2.4	Véase 5.2.4	Véase 5.2.4	Véase 5.2.4
Selección de ruta	Encaminamiento fijo	E.170, E.177, E.350	UNI, PNNI, AINI, BW-MODIFY	OSPF, BGP, MPLS	Véase 5.3	Véase 5.3
	Encaminamiento dependiente del tiempo	E.350	Véase 5.3	Véase 5.3	Véase 5.3	Véase 5.3
	Encaminamiento dependiente del estado	E.350	UNI, PNNI, AINI, BW-MODIFY	OSPF, BGP, MPLS	Véase 5.3	Véase 5.3
	Encaminamiento dependiente del evento	E.350	Véase 5.3	Véase 5.3	Véase 5.3	Véase 5.3
Gestión de recursos orientada a la QoS	Atribución y protección de anchura de banda	Véase 5.4	UNI, PNNI, AINI, BW-MODIFY	OSPF, BGP, MPLS	Véase 5.4	Véase 5.4
	Encaminamiento con prioridad	Véase 5.4	UNI, PNNI, AINI, BW-MODIFY	OSPF, BGP, MPLS	Véase 5.4	Véase 5.4
	Puesta en cola con prioridad	No disponible	DIFFSERV	DIFFSERV, OSPF, BGP, MPLS	Véase 5.4	Véase 5.4

Se recomienda la utilización de estos métodos de encaminamiento dentro de las redes de cada tipo y para el interfuncionamiento de redes de tipos diferentes. Se recomienda por tanto que los métodos de encaminamiento identificados en el cuadro 1 cuenten con el soporte de las normas correspondientes a cada una de las cinco tecnologías de red identificadas. Es decir, se recomienda la elaboración de



normas relativas a los métodos de encaminamiento no soportados actualmente, que en el cuadro 1 se identifican como referencias a subcláusulas de la presente Recomendación. De esta manera se asegurará la compatibilidad del método de encaminamiento cuando se produzca el interfuncionamiento entre redes TDM, ATM e IP, indicadas en las tres últimas columnas de tecnología de red.

Primero se examinan los métodos de encaminamiento identificados en las filas del cuadro 1, y a continuación, la armonización de los métodos de encaminamiento basados en RTPC/ATM y RTPC/IP, identificados en las columnas 4 y 5 de dicho cuadro. En 5.1 a 5.4 se describen los métodos de encaminamiento recomendados en el cuadro 1 para, respectivamente, traducción/encaminamiento de números, gestión de tablas de encaminamiento, selección de ruta y gestión de recursos orientada a la QoS. En los anexos A a C se describen los métodos de encaminamiento soportados dentro de cada tipo de red por normas actuales o en curso de preparación. Esto constituye la base de los métodos de encaminamiento recomendados que se describen de forma resumida en 5.1 a 5.4. Para más detalles y ejemplos, véase la subcláusula apropiada en el(los) anexo(s). En 5.5 se analizan las normas relativas a la armonización de los métodos de encaminamiento correspondientes a los casos de tecnología de red de las dos últimas columnas del cuadro 1, en los que las RTPC incorporan tecnología ATM o IP.

Para soportar el interfuncionamiento de encaminamientos de redes de tipos diferentes, se recomienda además que la compatibilidad del intercambio de información en la interfaz sea compatible con cualquier tipo de red, como se describe en la cláusula 6. La normalización de los métodos de encaminamiento recomendados y el intercambio de información soporta también los casos de tecnología de red de las dos últimas columnas del cuadro 1, en los que las RTPC incorporan tecnología ATP o IP.

## **5.1 Traducción/encaminamiento de números**

Los métodos de numeración y direccionamiento basados en E.164/NSAP que se examinan en A.1 y B.1, aplicadas en las redes TDM y ATM, son los recomendados para el encaminamiento dentro de las redes y entre redes de tipos diferentes. La Recomendación E.164 identifica el plan de numeración utilizado actualmente para redes TDM, y la Recomendación E.191 especifica la estructura de la dirección RDSI-BA, examinada en A.1. Una recomendación adicional, relativa a los métodos de traducción/encaminamiento de números, es la utilización de direcciones internacionales de encaminamiento (INRA, *international network routing address*) en el establecimiento de la conexión/atribución de anchura de banda para encaminar una conexión hacia un nodo de destino determinado [E.353].

Se recomienda la extensión de estos métodos de traducción/encaminamiento de números a las redes IP, según se indica en C.1, habiéndose ya propuesto [ETS1a], [ETS1b], [ETS1c] y [PL99] el interfuncionamiento entre el direccionamiento IP y la numeración/el direccionamiento E.164. En particular, se propone la conversión en una base de datos de traducción con la tecnología del servidor de nombres de dominio (DNS, *domain name service*) de las direcciones (o nombres) E.164 en direcciones IP. Con esa capacidad, los nodos IP pueden traducir o convertir números (o nombres) E.164 directamente en direcciones E.164-NSAP, direcciones INRA y direcciones IP, y facilitar así el interfuncionamiento con redes TDM y ATM que utilizan la numeración y el direccionamiento E.164.

La traducción o conversión de números (o nombres) deberá dar como resultado, entonces, direcciones E.164-NSAP, direcciones INRA y/o direcciones IP. Según se indica en 6.1, conviene prever el transporte de direcciones E.164-NSAP, direcciones INRA y direcciones IP en el IE establecimiento de conexión. En 6.1 se recomienda que se elaboren elementos de dirección E.164-NSAP, INRA e IP dentro de las redes IP y RTPC/IP. Como se muestra en el cuadro 1, conviene que estos métodos de traducción/encaminamiento de números se elaboren para redes IP y redes RTPC/IP. Cuando tal sea el caso, las direcciones E.164-NSAP, direcciones INRA y direcciones IP pasarán a ser el método de direccionamiento normalizado para el interfuncionamiento de las redes TDM, ATM e IP.

## 5.2 Gestión de tablas de encaminamiento

Un método determinado de encaminamiento de tráfico se caracteriza por la tabla de encaminamiento utilizada en el mismo. La tabla de encaminamiento consta de un conjunto de rutas y de reglas para seleccionar una de ellas del conjunto de rutas para una determinada petición de conexión o atribución de anchura de banda. Cuando una petición de conexión/atribución de anchura de banda es iniciada por un nodo de origen (ON, *originating node*), el ON que implementa el método de encaminamiento aplica las reglas de selección de ruta asociadas con la tabla de encaminamiento para la conexión/atribución de anchura de banda a fin de encontrar una ruta en el conjunto de rutas conveniente que satisfaga la petición de conexión/atribución de anchura de banda. En un determinado método de encaminamiento, el conjunto de rutas asignables a la petición de conexión/atribución de anchura de banda se puede determinar de acuerdo con las reglas asociadas con la tabla de encaminamiento. En una red con control de conexión/atribución de anchura de banda en el origen, el ON mantiene el control de la conexión/atribución de anchura de banda. Si se utiliza reencaminamiento automático/anchura de banda no disponible, por ejemplo, en un nodo intermedio (VN, *via node*), el nodo precedente mantiene el control de la petición de conexión/atribución de anchura de banda incluso si la petición es bloqueada en todos los enlaces que salen del VN.

La información relativa a la gestión de la tabla de encaminamiento, tal como la actualización de la topología, información sobre la situación o recomendaciones relativas al encaminamiento, se utiliza para aplicar las reglas de diseño de la tabla de encaminamiento a fin de determinar opciones de ruta en dicha tabla. Esta información es intercambiada entre un nodo y otro nodo, por ejemplo entre el ON y el DN, o entre un nodo y un elemento de red, por ejemplo un procesador de encaminamiento (RP, *routing processor*). La información se utiliza para generar la tabla de encaminamiento y, a continuación, dicha tabla se utiliza para determinar las opciones de ruta utilizadas en la selección de una ruta.

### 5.2.1 Actualización de la topología

La generación automática de tablas de encaminamiento basadas en la topología de red (y otra información de red, por ejemplo, su situación), que ha sido aplicada en redes ATM e IP, se recomienda a efectos de encaminamiento dentro de redes y entre redes de tipos diferentes. Esta función de generación automática es habilitada por el intercambio automático de información sobre el enlace, el nodo y la dirección alcanzable entre los nodos de la red. Para lograr la actualización y la sincronización automáticas de la base de datos de topología, algo fundamental para la gestión de la tabla de encaminamiento, las redes ATM e IP interpretan ya los mecanismos del protocolo HELLO a fin de identificar los enlaces de la red. Para la sincronización de la base de datos de topología se utiliza el intercambio de elementos del estado de la topología de la interfaz red-red privada (PTSE, *PNNI topology state elements*) en redes ATM y la advertencia del estado del enlace (LSA, *link state advertisement*) en redes IP a fin de introducir de manera automática los nodos, los enlaces y las direcciones alcanzables en la base de datos de topología. Se recomienda también la utilización de un solo grupo par/sistema autónomo con encaminamiento no jerárquico para la actualización de la topología, ya que así es más fácil conseguir un encaminamiento más eficaz y una administración más fácil, como se ve en B.2 y C.2, reduciendo al mínimo el recurso a la inundación de parámetros estado de la topología (PTSE y LSA) para la información dinámica sobre el estado de la topología.

En 6.2 se recomienda la elaboración de un elemento de estado de topología (TSE, *topology state element*) dentro de las redes RTPC/TDM. Como se muestra en el cuadro 1, conviene elaborar estos métodos de encaminamiento de actualización de la topología para redes RTPC/TDM. Cuando tal sea el caso, los parámetros HELLO y TSE/PTSE/LSA pasarán a ser el método de actualización de la topología normalizado para el interfuncionamiento de las redes TDM, ATM e IP.

### 5.2.2 Actualización de la situación

Se recomienda utilizar los métodos de actualización de la situación en la gestión de tablas de encaminamiento dentro de las redes del mismo tipo y entre redes de tipos diferentes. En las

redes TDM, las actualizaciones de la situación del enlace y/o la situación del nodo vienen dadas por la Recomendación [E.350], como se describe en A.2. En las redes ATM e IP, las actualizaciones de la situación se efectúan mediante un mecanismo de inundación, como se describe en B.2 y C.2.

En 6.2, se recomienda la elaboración de un elemento de estado de encaminamiento (RSE, *routing state element*) dentro de las redes TDM, que será compatible con el elemento del estado de la topología interfaz red-red privada (PTSE) en redes ATM y el elemento de advertencia del estado del enlace (LSA) en redes IP. Como se muestra en el cuadro 1, conviene [E.350] elaborar estos métodos de encaminamiento de actualización de estado para redes TDM. Cuando tal sea el caso, los parámetros RSE/PTSE/LSA pasarán a ser el método de actualización de la situación normalizado para el interfuncionamiento de las redes TDM, ATM e IP.

### **5.2.3 Indagación de la situación**

Se recomienda utilizar los métodos de indagación de la situación en la gestión de tablas de encaminamiento dentro de las redes del mismo tipo y entre redes de tipos diferentes. Esos métodos permiten determinar información sobre la situación de manera más eficaz, en comparación con los mecanismos de inundación. La Recomendación [E.350] contiene los métodos de indagación de la situación en las redes TDM, según se describe en A.2.

En 6.2, se recomienda la elaboración de un elemento de indagación de encaminamiento (RQE, *routing query element*) dentro de las redes ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Como se muestra en el cuadro 1, conviene elaborar estos métodos de encaminamiento de indagación de la situación para redes ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Cuando tal sea el caso, los parámetros RQE pasarán a ser el método de indagación de la situación normalizado para el interfuncionamiento de las redes TDM, ATM e IP.

### **5.2.4 Recomendación de encaminamiento**

Se recomienda utilizar los métodos de recomendación de encaminamiento en la gestión de tablas de encaminamiento dentro de las redes del mismo tipo y entre redes de tipo diferente. Esos métodos permiten, por ejemplo, que una base de datos, tal como un RP, indiquen cuáles son las rutas recomendadas a los nodos de la red en base a la información sobre la situación disponible en la base de datos. La Recomendación [E.350] contiene métodos de recomendación de encaminamiento en las redes TDM, como se describe en A.2.

En 6.2, se recomienda la elaboración de un elemento de recomendación de encaminamiento (RRE, *routing recommendation element*) dentro de las redes ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Como se muestra en el cuadro 1, conviene elaborar estos métodos de encaminamiento de recomendación de encaminamiento para redes ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Cuando tal sea el caso, los parámetros RRE pasarán a ser el método de indagación de la situación normalizado para el interfuncionamiento de las redes TDM, ATM e IP.

## **5.3 Selección de ruta**

Se recomienda que las reglas de selección de ruta utilizadas en las tablas de encaminamiento permitan la utilización de selección de ruta de encaminamiento fijo (FR), encaminamiento dependiente del tiempo (TDR), encaminamiento dependiente del estado (SDR) y encaminamiento dependiente del evento (EDR), tal como se indica en A.2, y la utilización de las rutas multienlace más cortas en una topología de red dispersa. Se recomienda el encaminamiento controlado por ON, o de origen, para evitar las puestas en bucle y permitir el interfuncionamiento de métodos de selección de ruta diferentes.

Las tablas de encaminamiento están formadas por rutas, y el establecimiento de las mismas puede efectuarse para peticiones de conexión particulares, por ejemplo, por circuitos virtuales conmutados (SVC, *switched virtual circuit*). También pueden establecerse rutas para peticiones de atribución de anchura de banda asociadas con "conductos de anchura de banda" o "concentración de enlaces

virtuales", por ejemplo, por trayectos virtuales conmutados (SVP, *switched virtual path*) en redes ATM o trayectos conmutados por etiquetas de encaminamiento con restricciones (CRLSP, *constraint-based routing label switched path*) en redes IP. Las rutas se determinan mediante algoritmos (normalmente patentados) basados en la topología de la red y en información sobre dirección alcanzable. Estas rutas pueden atravesar múltiples grupos de pares en redes ATM y múltiples sistemas autónomos en redes IP, tal como se indica en B.2 y C.2. Un ON puede seleccionar una ruta de la tabla de encaminamiento basándose en las reglas de encaminamiento y en los criterios de gestión de recursos orientada a la QoS, descritos en 5.4 que sigue, que deben satisfacerse en cada enlace de la ruta. Si no se autoriza un enlace basándose en criterios de QoS, se efectúa una liberación con el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda disponible para señalar esa condición al ON a fin de devolverle la petición de conexión/atribución de anchura de banda, para que pueda entonces seleccionar una ruta alternativa. Además de controlar la atribución de anchura de banda, los procedimientos de gestión de recursos orientada a la QoS pueden verificar el retardo de transferencia de extremo a extremo, la variación del retardo y características de la calidad de transmisión tales como la atenuación, el eco y el ruido (en 5.4.3 se analiza todo esto).

El establecimiento de una petición de conexión/atribución de anchura de banda se consigue haciendo que el ON identifique la ruta seleccionada en su totalidad incluyendo todos los VN y DN de la ruta en un parámetro lista de tránsito designada (DTL, *designated transit list*) o ruta explícita (ER, *explicit-route*) del IE establecimiento de la conexión, como se ve en 6.3. Si no se pueden lograr la QoS o los parámetros de tráfico en alguno de los VN de la petición de establecimiento de conexión, el VN genera un parámetro reencaminamiento automático hacia atrás (CBK, *crankback*)/anchura de banda no disponible (BNA, *bandwidth not available*) en el IE liberación de conexión que permite al VN devolver el control de la petición de conexión al ON para un encaminamiento alternativo.

En 6.3 se recomienda la elaboración de los elementos DTL/ER y CBK/BNA dentro de las redes TDM, que serán compatibles con el elemento DTL en redes ATM y el elemento ER en redes IP. Como se muestra en el cuadro 1, conviene [E.350] elaborar estos métodos de selección de ruta para redes TDM. Además, se recomienda la elaboración de métodos de selección de ruta TDR y EDR para redes ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Cuando tal sea el caso, los parámetros DTL/ER y CBK/BNA pasarán a ser el método de selección de ruta normalizado para el interfuncionamiento de las redes TDM, ATM e IP.

#### **5.4 Gestión de recursos orientada a la QoS**

Se recomienda utilizar los métodos de gestión de recursos orientada a la QoS dentro de las redes del mismo tipo y entre redes de tipos diferentes. En esta subcláusula se recomiendan métodos aplicables tanto a redes RDSI-BE basadas en TDM como a redes RDSI-BA basadas en ATM. Los métodos de gestión de recursos orientada a la QoS, que han sido aplicados en redes TDM [A98], se están ampliando a redes ATM e IP, según se expone en B.3 y C.3. La gestión de recursos orientada a la QoS abarca la integración de servicios, la atribución de anchura de banda, la protección de la anchura de banda, la diferenciación de prioridades de servicios y la gestión de prioridades de encaminamiento/puesta en cola de espera. La gestión de recursos orientada a la QoS se puede aplicar conexión por conexión, como se describe en esta subcláusula, o se puede aplicar provechosamente a los "conductos de anchura de banda" ("concentración de enlaces virtuales") en forma de trayectos virtuales conmutados (SVP) en redes ATM, como se describe en B.3, o trayectos conmutados de indicación de encaminamiento con restricciones (CRLSP) en redes IP, como se describe en C.3.

La gestión de recursos orientada a la QoS permite la integración de servicios en una red compartida, para muchas clases de servicio, por ejemplo:

- a) Servicios CBR incluidos los de voz, datos digitales conmutados de la RDSI-BE a 64, 384 y 1536 kbit/s, tránsito conmutado internacional, comunicación de defensa prioritaria, red privada virtual, servicio 800/llamada gratuita, transmisión por fibra preferido y otros servicios.

- b) Servicios VBR en tiempo real incluidos los de telefonía IP, vídeo comprimido y otros servicios.
- c) Servicios VBR no en tiempo real incluidos los de transferencia de ficheros WWW, la verificación de tarjeta de crédito y otros servicios.
- d) Servicios UBR incluidos los de correo vocal, correo electrónico, transferencia de ficheros y otros servicios.

A continuación se indican los principios recomendados a efectos de gestión de recursos orientada a la QoS, incluidas clases de tráfico tanto de la RDSI-BE como de la RDSI-BA.

#### 5.4.1 Pasos de la gestión de recursos orientada a la QoS

La gestión de recursos orientada a la QoS conlleva la determinación de ciertos parámetros, a saber:

- identidad de servicio (SI, *service identity*),
- red virtual (VNET, *virtual network*),
- capacidad de enlace (LC, *link capability*), y
- parámetros umbral de QoS y tráfico.

Además de controlar la atribución de anchura de banda, los procedimientos de gestión de recursos orientada a la QoS pueden verificar el retardo de transferencia de extremo, la variación del retardo y características de la calidad de transmisión tales como la atenuación, el eco y el ruido (en 5.4.3 se analiza todo esto).

El método de gestión de recursos orientada a la QoS se aplica ejecutando los pasos siguientes:

- 1) En el ON, se determinan el DN y la información de gestión de recursos orientada a la QoS mediante la base de datos de traducción de cifras y otra información de servicio disponible en el ON.
- 2) El DN y la información de gestión de recursos orientada a la QoS se utilizan para acceder a la VNET apropiada y la tabla de encaminamiento entre el ON y el DN.
- 3) La petición de conexión se establece por la primera ruta disponible en la tabla de encaminamiento con el recurso de transmisión requerido seleccionado en base a los datos de gestión de recursos orientada a la QoS.

En el primer paso, el ON traduce las cifras marcadas para determinar la dirección del DN. Si se utiliza encaminamiento de múltiples ingresos/egresos, se obtienen múltiples direcciones de nodos de destino para la petición de conexión. Otros datos derivados de la información de petición de conexión son las características del enlace, los elementos de información de mensaje Q.931, las cifras de intercambio de información (II, *information interchange*) y la información de encaminamiento del punto de control de servicio (SCP, *service control point*), y se utilizan para deducir los parámetros de la gestión de recursos orientada a la QoS (SI, VNET, LC y los umbrales de QoS/tráfico). SI describe el servicio asociado efectivamente con la petición de conexión, VNET describe los parámetros de la atribución de anchura de banda y de la tabla de encaminamiento que han de ser utilizadas por la petición de conexión, y LC describe las características del enlace tales como las relativas a transmisión por fibra, transmisión radioeléctrica, transmisión por satélite y transmisión de voz comprimida que la petición de conexión requiera, prefiera o rechace. Cada petición de conexión se clasifica por su SI. A una petición de conexión para un determinado servicio se le atribuye una anchura de banda equivalente igual a EQBW y se encamina por una determinada VNET. Para servicios CBR, la anchura de banda equivalente EQBW es igual a la velocidad binaria media o sostenida. Para servicios VBR, la anchura de banda equivalente EQBW es una función de la velocidad binaria sostenida, la velocidad binaria de cresta y quizás otros parámetros. Por ejemplo, EQBW es de 64 kbit/s de anchura de banda para conexiones vocales a CBR, 64 kbit/s de anchura de banda para conexiones a 64 kbit/s digitales conmutadas de la RDSI a CBR y 384 kbit/s de anchura de banda para conexiones a 384 kbit/s digitales conmutadas de la RDSI a CBR.

En el segundo paso, se utiliza el valor SI para obtener el VNET. En la red multiservicios de gestión de recursos orientada a la QoS, la anchura de banda atribuida a VNET particulares se protege según se precise, y si no se comparte. En condiciones de red normales de ausencia de bloqueo, todos los servicios comparten la totalidad de la anchura de banda disponible. Cuando se produce el bloqueo de la VNET *i*, la reserva de anchura de banda actúa impidiendo que el tráfico circule por rutas alternativas y que el procedente de otras VNET se aproveche de la capacidad atribuida a la VNET *i*. Asociados con cada VNET hay un parámetro anchura de banda media (BW<sub>avg</sub>) y un parámetro anchura de banda máxima (BW<sub>máx</sub>) que rigen la atribución y protección de la anchura de banda, y que se analizan más adelante en la presente subcláusula. La selección de LC permite encaminar las peticiones de conexión por enlaces de transmisión específicos que tienen las características particulares especificadas por una determinada petición de conexión. Una petición de conexión puede requerir, preferir o rechazar un conjunto de características de transmisión tales como transmisión por fibra, transmisión radioeléctrica o transmisión de voz comprimida. Los requisitos de LC para la petición de conexión se pueden determinar a partir de la SI o mediante otra información deducida del mensaje señalización o del número marcado. La lógica de la tabla de encaminamiento permite a la petición de conexión eludir aquellas rutas de transmisión que tienen enlaces con características no deseadas y buscar una mejor concordancia con los requisitos de la petición de conexión.

En el tercer paso, la tabla de encaminamiento de VNET determina qué capacidad de red se puede seleccionar para cada petición de conexión. Al utilizar la tabla de encaminamiento de VNET para seleccionar la capacidad de red, el ON selecciona una primera opción de ruta en base a las reglas de selección de la tabla de encaminamiento. Las reglas de gestión de recursos orientada a la QoS, indicadas más adelante, determinan si se puede o no atribuir anchura de banda a la petición de conexión por la ruta de primera opción. Si no es posible acceder a la ruta elegida en primer lugar, el ON puede intentar rutas alternativas determinadas por las reglas de selección de ruta FR, TDR, SDR o EDR indicadas en A.3. Las reglas de gestión de recursos orientada a la QoS, que se describen a continuación, determinan de nuevo si se puede atribuir o no la anchura de banda a la petición de conexión por la ruta alternativa.

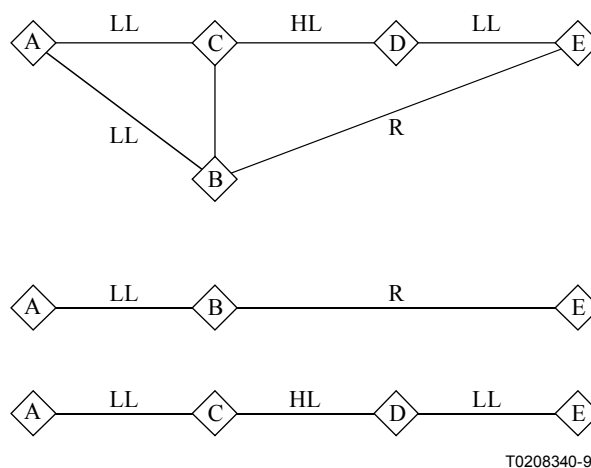
#### **5.4.2 Asuntos relativos a la atribución de anchura de banda, la protección de la anchura de banda y el encaminamiento con prioridad**

En esta subcláusula se especifican los controles de atribución de recursos y los mecanismos de prioridad, y la información que se necesita para soportarlos. En el método gestión de recursos orientada a la QoS recomendado, el control de admisión de conexión/atribución de anchura de banda de cada enlace de la ruta se lleva a cabo en base a la situación del enlace. El ON puede seleccionar cualquier ruta para la que esté permitido el primer enlace de acuerdo con los criterios de gestión de recursos orientada a la QoS. Si un enlace subsiguiente no es permitido, se utiliza un mensaje liberación con reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible para volver al ON y seleccionar una ruta alternativa. Cuando se emplea con PNNI, la liberación con reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible es una alternativa a la inundación con parámetros del estado del enlace frecuentemente cambiantes, tales como la velocidad de células disponible, y la reducción de la frecuencia de esa inundación de parámetros permite tamaños de grupos de pares mayores. El reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible es una alternativa a la utilización de un algoritmo control de admisión de llamadas genéricas (GCAC, *generic call admission control*) en el ON para predecir qué enlaces subsiguientes de las rutas serán autorizados.

Una estrategia "encaminamiento menos cargado" basada en la velocidad binaria disponible en cada enlace de una ruta, tal como la utilizada en varios métodos de encaminamiento dinámico y encaminamiento dependiente del estado (SDR) descritos en el anexo A, es un método bien conocido y satisfactorio de implementar el encaminamiento dinámico. Los métodos de encaminamiento dinámico dependiente del estado han sido utilizados durante los últimos 10 años [A98] en grandes redes vocales TDM, en las que se han aplicado métodos eficaces de distribución de la información

sobre la situación de anchura de banda de enlace disponible. Sin embargo, la obtención de la información sobre anchura de banda de enlace disponible conlleva unos costes fijos elevados cuando se utilizan técnicas de inundación, tales como las empleadas en PNNI u OSPF, por ejemplo. Para evitar todo eso se recomiendan métodos de encaminamiento dinámico que no requieren inundación dinámica de información sobre velocidad binaria disponible, por ejemplo, los métodos de encaminamiento dependientes del evento (EDR), descritos también en el anexo A y en [E.352].

Se recomienda la determinación de los estados de carga del enlace para la gestión de recursos orientada a la QoS para seleccionar la capacidad de red en la ruta de la primera opción o en las rutas alternativas. Se distinguen cuatro estados de carga: levemente cargado (LL, *lightly loaded*), fuertemente cargado (HL, *heavily loaded*), reservado (R, *reserved*) y ocupado (B, *busy*). La selección de capacidad de ruta utiliza el modelo de estados del enlace y el modelo profundidad de búsqueda (DoS, *depth-of-search*) de selección de ruta para determinar si se puede admitir una petición de conexión por una ruta determinada. El umbral de estado de carga DoS permitido determina si una petición de conexión puede ser admitida por un determinado enlace a una "profundidad" de anchura de banda disponible. Al establecer la petición de conexión, el ON codifica el umbral de estado de carga DoS permitido en cada enlace en el IE establecimiento de conexión. Si se encuentra un enlace en un VN en el que la anchura de banda de enlace en reposo y el estado de carga de enlace están por debajo del umbral de estado de carga DoS permitido, el VN envía un IE reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible al ON, que puede encaminar a continuación la petición de conexión a una opción de ruta alternativa. Por ejemplo, en la figura 2, la ruta A-B-E puede ser la primera intentada cuando el enlace A-B se halle en el estado LL y el enlace B-E en el estado R.



**Figura 2/E.351 – Selección de ruta para petición de conexión**

Si el estado de carga DoS permitido es HL o superior, la petición de conexión es encaminada por el enlace A-B pero no será admitida por el enlace B-E, en donde la petición de conexión será reencaminada automáticamente hacia atrás al nodo de origen A para que intente la ruta alternativa A-C-D-E. En este caso, la petición de conexión tiene éxito porque todos los enlaces tienen un estado HL o superior.

El umbral de estado de carga DoS recomendado es una función de la anchura de banda en progreso, la prioridad del servicio y los umbrales de atribución de anchura de banda, como se indica en el cuadro 2.

**Cuadro 2/E.351 – Determinación del umbral de estado de carga con profundidad de búsqueda (DoS)**

Estado de carga permitido <sub>i</sub>	Servicio clave	Servicio normal		Servicio de mejor esfuerzo
		Ruta de primera opción	Ruta alternativa	
R	Si $BWIP_i \leq 2 \times BWmáx_i$	Si $BWIP_i \leq BWavg_i$	No permitido	No permitido
HL	Si $BWIP_i \leq 2 \times BWmáx_i$	Si $BWIP_i \leq BWmáx_i$	Si $BWIP_i \leq BWavg_i$	No permitido
LL	Todas las $BWIP_i$	Todas las $BWIP_i$	Todas las $BWIP_i$	Todas las $BWIP_i$

donde:

$BWIP_i$  = anchura de banda en progreso en VNET i.

$BWavg_i$  = anchura de banda mínima garantizada requerida para que VNET i lleve la carga de anchura de banda ofrecida media.

$BWmáx_i$  = anchura de banda requerida para que VNET i cumpla el objetivo de grado de servicio de probabilidad de bloqueo =  $1,1 \times BWavg_i$ .

Se señala que todos los parámetros son especificados por par ON-DN, y que el método de gestión de recursos orientada a la QoS permite la prestación del servicio clave y del servicio de mejor esfuerzo. A los servicios clave se les aplica un tratamiento de encaminamiento de prioridad más alta permitiendo una DoS de selección de ruta superior a la de los servicios normales. A los servicios de mejor esfuerzo se les aplica un tratamiento de encaminamiento de prioridad más baja permitiendo una DoS de selección de ruta inferior a la normal. Las cantidades  $BWavg_i$  se calculan periódicamente, por ejemplo cada semana w, y se pueden promediar exponencialmente a lo largo de un periodo de varias semanas, como sigue:

$$BWavg_i(w) = 0,5 \times BWavg_i(w - 1) + 0,5 \times [BWIPavg_i(w) + BWOVavg_i(w)].$$

$BWIPavg_i$  = anchura de banda en progreso media a lo largo de un periodo de conjuntos de carga en VNET i.

$BWOVavg_i$  = desbordamiento de anchura de banda media a lo largo de un periodo de conjuntos de carga.

donde  $BWIP_i$  y  $BWOV_i$  se promedian a lo largo de diversos periodos de conjuntos de carga; son, por ejemplo, los valores medios de las mañanas, tardes y noches de los días laborables, sábados y domingos, con los que se obtienen  $BWIPavg_i$  y  $BWOVavg_i$ .

En el cuadro 3 se indican los valores ilustrativos de los umbrales para determinar los estados de carga de enlace.

**Cuadro 3/E.351 – Determinación del estado de carga del enlace**

Nombre del estado		Condición
Ocupado	B	$ILBW_k < EQBW$
Reservado	R	$ILBW_k \leq Rthr_k$
Fuertemente cargado	HL	$Rthr_k < ILBW_k \leq HLthr_k$
Levemente cargado	LL	$HLthr_k < ILBW_k$



donde:

$ILBW_k$  = anchura de banda de enlace en reposo en el enlace k.

$EQBW$  = anchura de banda equivalente para conexión.

$Rthr_k$  = umbral de anchura de banda de reserva para el enlace k.

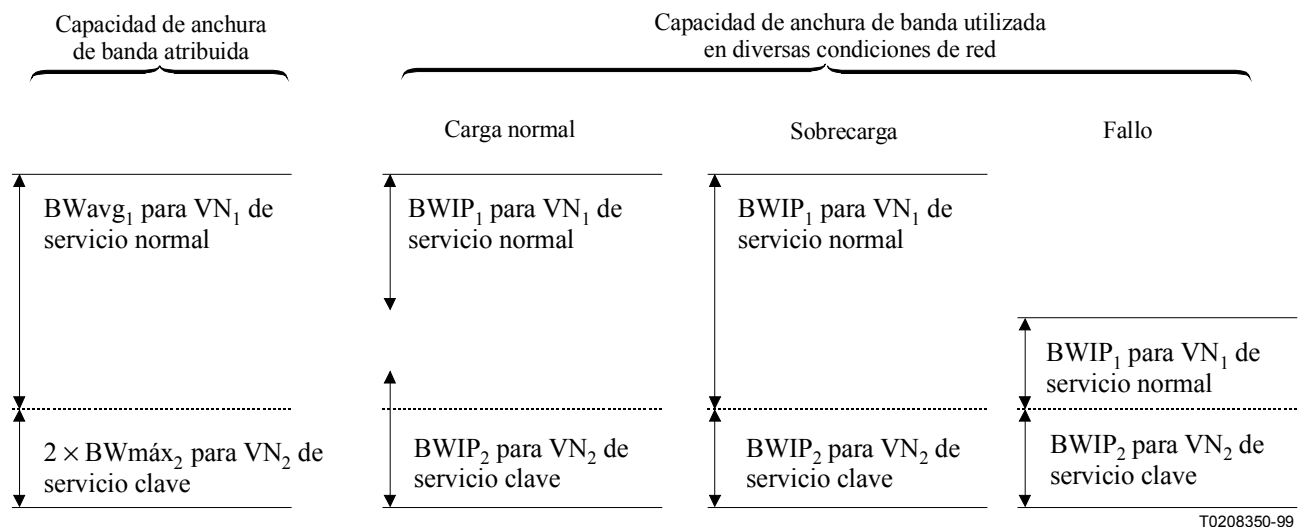
=  $N \times 0,05 \times TBW_k$  para nivel N de reserva de anchura de banda.

$HLthr_k$  = umbral de anchura de banda fuertemente cargado para el enlace k.

=  $Rthr_k + 0,05 \times TBW_k$ .

$TBW_k$  = anchura de banda total requerida por el enlace k para cumplir el objetivo de grado de servicio de probabilidad de bloqueo de las peticiones de conexión por su ruta de primera opción.

El método recomendado de gestión de recursos orientada a la QoS aplica la lógica de reserva de anchura de banda para favorecer las conexiones encaminadas por la ruta de primera opción en situaciones de congestión del enlace. Si se detecta bloqueo del enlace, se activa inmediatamente la reserva de anchura de banda y se fija el nivel N de reserva para el enlace de acuerdo con el nivel de congestión del enlace. De esta manera, el tráfico que intenta una ruta alternativa a la del enlace congestionado está sujeto a la reserva de anchura de banda, y se favorece para ese enlace el tráfico por la ruta de primera opción. Al mismo tiempo, se elevan correspondientemente los umbrales de estado de enlace LL y HL para acomodar la capacidad de anchura de banda reservada para la VNET. La figura 3 ilustra la atribución de anchura de banda y los mecanismos mediante los cuales se protege la anchura de banda durante el proceso de reserva de anchura de banda.



**Figura 3/E.351 – Atribución de anchura de banda, protección de la anchura de banda y encaminamiento prioritario**

En condiciones de carga normal la anchura de banda se comparte totalmente, pero en condiciones de sobrecarga, la anchura de banda se protege mediante los mecanismos de reserva con los que cada red virtual puede utilizar la anchura de banda que tiene atribuida. En condiciones de fallo, sin embargo, los mecanismos de reserva actúan para dar a los servicios clave su anchura de banda atribuida antes de que a los servicios de baja prioridad se les atribuya la suya. Los servicios de mejor esfuerzo no reservan normalmente anchura de banda, y se toman medidas para asegurar que la anchura de banda reservada se utilice de manera eficaz. En [A98] se ilustra la solidez de la reserva dinámica de anchura de banda para la protección del tráfico preferido cuando varían ampliamente las condiciones del tráfico.

El nivel N de reserva (por ejemplo, N tiene 1 a 4 niveles posibles), se calcula para cada enlace k en base al nivel de bloqueo y al tráfico estimado del enlace. El nivel de bloqueo del enlace es igual al cómputo del desbordamiento de la anchura de banda equivalente dividido por el cómputo estadístico de la anchura de banda equivalente durante el último intervalo de actualización periódica, que normalmente es de tres minutos. Esto es:

$BWOV_k$  = cómputo del desbordamiento de la anchura de banda equivalente en el enlace k.

$BWPC_k$  = cómputo estadístico de la anchura de banda equivalente en el enlace k.

$LBL_k$  = nivel de bloqueo de enlace en el enlace k.  
=  $BWOV_k/BWPC_k$ .

Si  $LBL_k$  supera un valor umbral, se calcula el nivel N de reserva. La anchura de banda reservada y los estados del enlace se calculan en base al total de anchura de banda de enlace requerida en el enlace k,  $TBW_k$ , que se calcula en línea, por ejemplo, cada intervalo m de 1 minuto, y se aproxima como sigue:

$TBW_k(m) = 0,5 \times TBW_k(m - 1) + 0,5 \times [1,1 \times TBWIP_k(m) + TBWOV_k(m)]$ .

$TBWIP_k$  = suma de la anchura de banda en progreso ( $BWIP_i$ ) de todas las VNET i para conexiones en su ruta de primera opción por el enlace k.

$TBWOV_k$  = suma del desbordamiento de la anchura de banda ( $BWOV_i$ ) de todas las VNET i para conexiones en su ruta de primera opción por el enlace k.

Por consiguiente, los umbrales de nivel de reserva y límite de estado de carga son proporcionales a la estimación de la carga de tráfico de la anchura de banda requerida, lo que significa que la anchura de banda reservada y la anchura de banda requerida para formar un enlace levemente cargado suben y bajan con la carga de tráfico, tal como debe ser lógicamente.

### 5.4.3 Otras constricciones del encaminamiento con QoS

En los métodos de gestión de recursos orientada a la QoS y de selección de ruta se recomienda tener en cuenta otras constricciones del encaminamiento con QoS además de la atribución de anchura de banda, la protección de la anchura de banda y el encaminamiento prioritario. Entre ellas figuran el retardo de transferencia de extremo a extremo, la variación de retardo [G99a] y características de la calidad de transmisión tales como la atenuación, el eco y el ruido [D99], [G99a] y [G99b]. Además, la selección de la capacidad del enlace (LC) permite encaminar las peticiones de conexión por medios de transmisión específicos que tienen las características particulares requeridas por esas peticiones de conexión. Por lo general, una petición de conexión puede requerir, preferir o rechazar un conjunto de características de transmisión tales como las relativas a transmisión por fibra óptica o transmisión radioeléctrica, transmisión por satélite o terrenal, o transmisión de voz comprimida o no comprimida. La lógica de la tabla de encaminamiento permite a la petición de conexión eludir aquellos enlaces que tienen características no deseadas y buscar una mejor concordancia con los requisitos de la petición de conexión. Para cualquier SI, se especifica un conjunto de preferencias de selección de LC para la petición de conexión. Las preferencias de selección de LC pueden invalidar el orden normal de selección de rutas. Si se requiere una característica de LC, cualquier ruta con un enlace que no tenga esa característica será eludida. Si se prefiere una característica, las rutas que tengan todos los enlaces con esas características serán los que se utilicen primero. Las rutas que tengan enlaces sin la característica preferida serán las que se utilicen a continuación. Se fija una preferencia del LC para la presencia o ausencia de una característica. Por ejemplo, si se requiere la transmisión por fibra óptica, sólo se utilizan las rutas con enlaces que tengan Fibra óptica=Sí. Si se prefiere la presencia de la transmisión por fibra óptica, se utilizan primero las rutas que tengan todos los enlaces con Fibra óptica=Sí, y a continuación las rutas que tengan algunos enlaces con Fibra óptica=No.

#### 5.4.4 Puesta en cola de espera con prioridad

Además del procedimiento de gestión de anchura de banda orientada a la QoS cuando se establece la petición de conexión, se recomienda una capacidad de priorización de los servicios puestos en cola de espera en función de la QoS mientras permanece establecida la conexión. En cada enlace, se recomienda una disciplina de puesta en cola de espera de tal manera que a los paquetes o células servidos se les dé prioridad en el orden siguiente: servicios clave CBR, servicios clave en tiempo real VBR, servicios clave en tiempo no real VBR, servicios normales CBR, servicios normales en tiempo real VBR, servicios normales en tiempo no real VBR y servicios de mejor esfuerzo UBR.

#### 5.4.5 Elaboración recomendada de normas sobre métodos de gestión de recursos orientada a la QoS

En 6.4 se recomienda el desarrollo de los elementos parámetro de calidad de servicio (QoS-PAR, *quality of service-parameter*) y parámetro de tráfico (TRAF-PAR, *traffic-parameter*) dentro de redes TDM para el soporte de la atribución y protección de anchura de banda, lo cual será compatible con los elementos QoS-PAR y TRAF-PAR en redes ATM e IP. Además, en 6.4 se recomienda que se desarrolle el parámetro profundidad de búsqueda (DoS) dentro de redes TDM, lo cual será compatible con el elemento de DoS en redes ATM e IP. Por último, en 6.4 se recomienda que se desarrollen los elementos de servicio diferenciado (DIFFSERV, *differentiated services*) en redes ATM e IP para soportar la puesta en cola de espera con prioridad. Como se muestra en el cuadro 1, se recomienda [E.350] que estos métodos de gestión de recursos orientada a la QoS se elaboren para redes TDM. Cuando tal sea el caso, los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV pasarán a ser los métodos de gestión de recursos orientada a la QoS normalizados para el interfuncionamiento de redes TDM, ATM e IP.

#### 5.5 Armonización de las normas sobre métodos de encaminamiento

Se recomienda la armonización de las normas sobre métodos de encaminamiento de los casos de tecnología de las dos últimas columnas del cuadro 1, en los que las RTPC incorporan tecnología ATM o IP. Las normas armonizadas corresponden, por ejemplo, al caso en que redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC), tales como la red B y la red C de la figura 1, incorporan tecnología IP o ATM. Suponiendo que la red B es una RTPC con tecnología IP, se recomienda aplicar métodos de encaminamiento establecidos e intercambio de información compatible. El logro de todo esto influirá en las recomendaciones UIT-T e IETF aplicables a las funciones de encaminamiento e intercambio de información que resulten afectadas.

Se necesitan contribuciones al Foro ATM y al IETF que se refieran a:

- a) la funcionalidad necesaria de traducción/encaminamiento de números, incluyendo el soporte de la dirección internacional de encaminamiento de red y los parámetros de dirección IP;
- b) la funcionalidad necesaria de gestión de tabla de encaminamiento, incluyendo los métodos de indagación de situación y recomendación de encaminamiento;
- c) la funcionalidad necesaria de selección de ruta, incluyendo el encaminamiento dependiente del tiempo y el encaminamiento dependiente del evento.

#### 6 Requisitos de señalización e intercambio de información

El cuadro 4 presenta de forma resumida los métodos recomendados de señalización e intercambio de información, soportados en el marco de cada una de las tecnologías de encaminamiento cuyo soporte se recomienda en redes de tipos diferentes. El cuadro 4 identifica:

- a) los parámetros de intercambio de información recomendados, mostrados en caracteres normales, para soportar los métodos de encaminamiento recomendados en la cláusula 5 (cuadro 1); y

- b) las normas recomendadas, mostradas en caracteres en negrita, para soportar los parámetros de intercambio de información.

**Cuadro 4/E.351 – Parámetros recomendados de señalización e intercambio de información para soportar los métodos de encaminamiento**

Método de encaminamiento		Tecnología de red (origen de las normas)				
		<b>RTPC/TDM (Recomendaciones UIT-T)</b>	<b>ATM (normas ATMF)</b>	<b>IP (normas IETF)</b>	<b>RTPC/ATM (normas armonizadas)</b>	<b>RTPC/IP (normas armonizadas)</b>
Traducción/encaminamiento de números (nombres)		E.164-ADR, INRA <b>E.164, E.191, E.353, SS7</b>	E.164-NSAP, CIC <b>UNI, PNNI, AINI</b>	E.164-NSAP, INRA, IP-ADR, CIC <b>véase 6.1</b>	E.164-NSAP, INRA, IP-ADR, CIC <b>véase 6.1</b>	E.164-NSAP, INRA, IP-ADR, CIC <b>véase 6.1</b>
Gestión de tablas de encaminamiento	Actualización de la topología	HELLO, TSE <b>véase 6.2</b>	HELLO, PTSE UNI, <b>PNNI, AINI, BW-MODIFY</b>	HELLO, LSA <b>OSPF, BGP, MPLS</b>	HELLO, TSE <b>véase 6.2</b>	HELLO, TSE <b>véase 6.2</b>
	Actualización de la situación	RSE E.350, SS7	PTSE UNI, PNNI, AINI, BW-MODIFY	LSA OSPF, BGP, MPLS	RSE <b>véase 6.2</b>	RSE <b>véase 6.2</b>
	Indagación de la situación	RQE E.350, SS7	RQE <b>véase 6.2</b>	RQE <b>véase 6.2</b>	RQE <b>véase 6.2</b>	RQE <b>véase 6.2</b>
	Recomendación de encaminamiento	RRE E.350, SS7	RRE <b>véase 6.2</b>	RRE <b>véase 6.2</b>	RRE <b>véase 6.2</b>	RRE <b>véase 6.2</b>
Selección de ruta	Encaminamiento fijo	DTL/ER, CBK/BNA <b>E.170, E.350, SS7</b>	DTL, CBK UNI, <b>PNNI, AINI, BW-MODIFY</b>	ER, BNA OSPF, BGP, <b>MPLS</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>
	Encaminamiento dependiente del tiempo	DTL/ER, CBK/BNA <b>E.350, SS7</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>
	Encaminamiento dependiente del estado	DTL/ER, CBK/BNA <b>E.350, SS7</b>	DTL, CBK UNI, <b>PNNI, AINI, BW-MODIFY</b>	ER, BNA OSPF, BGP, <b>MPLS</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>
	Encaminamiento dependiente del evento	DTL/ER, CBK/BNA <b>E.350, SS7</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>	DTL/ER, CBK/BNA <b>véase 6.3</b>
Gestión de recurso orientada a la QoS	Atribución y protección de anchura de banda	QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD <b>véase 6.4</b>	QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD UNI, <b>PNNI, AINI, BW-MODIFY</b>	QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD OSPF, BGP, <b>MPLS</b>	QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD <b>véase 6.4</b>	QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS, MOD <b>véase 6.4</b>
	Encaminamiento con prioridad	DoS <b>véase 6.4</b>	DoS UNI, <b>PNNI, AINI, BW-MODIFY</b>	DoS OSPF, BGP, <b>MPLS</b>	DoS <b>véase 6.4</b>	DoS <b>véase 6.4</b>
	Puesta en cola con prioridad	No disponible	DIFFSERV UNI, PNNI, AINI, BW-MODIFY	DIFFSERV DIFFSERV, OSPF, BGP, MPLS	DIFFSERV <b>véase 6.4</b>	DIFFSERV <b>véase 6.4</b>

Se recomienda la utilización de estos métodos de intercambio de información dentro de las redes de cada tipo y para el interfuncionamiento de redes de tipos diferentes. Se recomienda por tanto que todos los parámetros de intercambio de información identificados en el cuadro 4 cuenten con el soporte de las normas correspondientes a cada una de las cinco tecnologías de red identificadas. Es decir, se recomienda la elaboración de normas relativas a todos los parámetros de intercambio de información no soportados actualmente, que en el cuadro 4 se identifican como referencias a subcláusulas de la presente Recomendación. De esta manera se asegurará la compatibilidad del intercambio de información cuando se produzca el interfuncionamiento entre redes TDM, ATM e IP, indicadas en las tres primeras columnas de tecnología de red. Para facilitar el interfuncionamiento de intercambios de información de redes de tipos diferentes, se recomienda además que la compatibilidad del intercambio de información en la interfaz sea compatible con cualquier tipo de red. La normalización de los métodos de encaminamiento de la información recomendados y los parámetros de intercambio de la información soporta además los casos de tecnología de red de las dos últimas columnas del cuadro 4, en los que las RTPC incorporan tecnología ATM o IP.

Primero se examinan los métodos de encaminamiento identificados en las filas del cuadro 4, y a continuación, la armonización del intercambio de información basado en RTPC/ATM y RTPC/IP, identificado en las columnas 4 y 5 de dicho cuadro. En 6.1 a 6.4 se describen, respectivamente, los parámetros recomendados en el cuadro 4 de intercambio de información sobre traducción/encaminamiento de números, gestión de tablas de encaminamiento, selección de ruta y gestión de recurso orientada a la QoS. En 6.5 se analizan las normas relativas a la armonización de los métodos de encaminamiento correspondientes a los casos de tecnología de red de las dos últimas columnas del cuadro 4, en los que las RTPC incorporan tecnología ATM o IP.

## **6.1 Parámetros de intercambio de información sobre traducción/encaminamiento de números**

En la presente Recomendación se supone la separación de la señalización de control de llamada para el establecimiento de la llamada con respecto a la señalización de conexión/control de atribución de anchura de banda para el establecimiento del canal portador. Los protocolos de señalización de control de llamada se describen, por ejemplo, en [Q.2761] para el protocolo de señalización de la parte usuario de la RDSI de banda ancha (PU-RDSI-BA), [ATM990048] y [T1S198] para concentración de enlaces virtuales ISUP+, [H.323] para el protocolo H.323, [GR99] para el control de pasarela de medios [MEGACO] y [HSSR99] para el protocolo de iniciación de sesión (SIP, *session initiation protocol*). Los protocolos de control de conexión se describen en los anexos A a C, e incluyen, por ejemplo, [Q.2761] para señalización PU-RDSI-BA, [ATM960055] para señalización PNNI, [ATM960061] para señalización UNI, [DN99] para señalización por trayecto virtual conmutado (SVP) y [J99] para señalización con protocolo de distribución de indicación de encaminamiento con restricciones (CRLDP) MPLS.

Como se indica en 5.1, la traducción o conversión de números (o nombres) dará lugar a direcciones E.164-NSAP, direcciones internacionales de encaminamiento de red (INRA) y/o direcciones IP. Se recomienda que se prevea el transporte de direcciones E.164-NSAP, INRA e IP en el IE de establecimiento de conexión. Cuando tal sea el caso, las direcciones E.164-NSAP, INRA e IP pasarán a ser el método de direccionamiento normalizado para el interfuncionamiento de redes TDM, ATM e IP. Además, se recomienda que el código de identificación de la llamada (CIC, *call identification code*) se lleve en los IE de establecimiento de conexión de control de llamada y control de portador para correlacionar el establecimiento del control de llamada con el establecimiento de control de portador [ATM990048] y [T1S198]. Al transporte de estos parámetros adicionales en los IE de establecimiento de conexión de la parte usuario de la RDSI del sistema de señalización N.º 7 se le denomina a veces protocolo de concentración de enlaces virtual ISUP+ o protocolo de control de llamada independiente del portador (BICC, *bearer independent call control*).

Como se muestra en el cuadro 4, conviene prever el transporte de direcciones E.164-NSAP, direcciones internacionales de encaminamiento de red (INRA) y direcciones IP en el IE de

establecimiento de conexión. Se recomienda en particular que los elementos dirección E.164-NSAP, INRA e IP se elaboren dentro de redes IP y RTPC/IP. Según se indica en 5.2 y se muestra en el cuadro 1, se recomienda desarrollar métodos de traducción/encaminamiento de números soportados por estos parámetros para redes IP y RTPC/IP. Cuando tal sea el caso, las direcciones E.164-NSAP, INRA e IP pasarán a ser el método de direccionamiento normalizado para el interfuncionamiento de redes TDM, ATM e IP.

## **6.2 Parámetros de intercambio de información sobre gestión de tablas de encaminamiento**

La información sobre la gestión de tablas de encaminamiento se utiliza para aplicar las reglas de diseño de la tabla de encaminamiento en la determinación de las opciones de ruta de dicha tabla. Esta información se intercambia entre un nodo y otro nodo, por ejemplo, entre el ON y el DN, o entre un nodo y un elemento de red, tal como un procesador de encaminamiento (RP). La información se utiliza para generar la tabla de encaminamiento y, a continuación, la tabla de encaminamiento se utiliza para determinar las opciones de ruta utilizadas en la selección de una ruta.

Para lograr la actualización y la sincronización automáticas de la base de datos de topología, algo fundamental para el diseño de la tabla de encaminamiento, las redes ATM e IP interpretan ya los mecanismos del protocolo HELLO a fin de identificar los enlaces de la red. Para la sincronización de la base de datos de topología se utiliza el intercambio de elementos del estado de la topología de la interfaz red-red privada (PTSE) en redes ATM y la advertencia del estado de enlace (LSA) en redes IP a fin de introducir de manera automática los nodos, los enlaces y las direcciones alcanzables en la base de datos de topología. Para esta función se recomiendan por tanto los siguientes parámetros:

- 1) Parámetro HELLO: permite la identificación de enlaces entre nodos de la red.
- 2) Parámetro elemento de estado de topología (TSE): permite la actualización automática de nodos, enlaces y direcciones alcanzables en la base de datos de topología.

Estos parámetros de intercambio de información ya figuran en las implementaciones de redes ATM e IP, y se recomienda que se extiendan a entornos de redes TDM.

Para las funciones indagación de la situación y recomendación de encaminamiento se recomiendan los parámetros siguientes:

- 3) Parámetro elemento de indagación de encaminamiento (RQE): permite indagar la situación del enlace entre un ON y un DN o un ON y un RP y/o un nodo.
- 4) Parámetro elemento de estado de encaminamiento (RSE): proporciona información sobre la situación del enlace entre un nodo y un RP o un DN y un ON y/o un nodo.
- 5) Parámetro elemento de recomendación de encaminamiento (RRE): permite recomendar el encaminamiento entre un RP y un nodo.

Estos parámetros de intercambio de información se normalizan con la Recomendación [E.350], y se recomienda que se extiendan a entornos de redes ATM e IP.

Como se muestra en el cuadro 4, conviene elaborar un parámetro TSE dentro de las redes RTPC basadas en TDM. Según se indica en 5.2 y se muestra en el cuadro 1, se recomienda desarrollar métodos de encaminamiento de actualización de la topología soportados por estos parámetros para redes RTPC/TDM. Cuando tal sea el caso, los parámetros HELLO y TSE/PTSE/LSA pasarán a ser el método de actualización de la topología normalizado para el interfuncionamiento de redes TDM, ATM e IP.

Como se muestra en el cuadro 4, conviene elaborar un parámetro RSE dentro de las redes TDM, lo que será compatible con el parámetro PTSE de las redes ATM y el parámetro LSA de las redes IP. Según se indica en 5.2 y se muestra en el cuadro 1, se recomienda [E.350] desarrollar métodos de encaminamiento de actualización de la situación soportados por estos parámetros para redes TDM.

Cuando tal sea el caso, los parámetros RSE/PTSE/LSA pasarán a ser el método de actualización de la situación normalizado para el interfuncionamiento de redes TDM, ATM e IP.

Como se muestra en el cuadro 4, conviene elaborar un parámetro RQE dentro de las redes ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Según se indica en 5.2 y se muestra en el cuadro 1, se recomienda desarrollar métodos de encaminamiento de indagación de la situación soportados por estos parámetros para redes ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Cuando tal sea el caso, los parámetros RQE pasarán a ser el método de indagación de la situación normalizado para el interfuncionamiento de redes TDM, ATM e IP.

Como se muestra en el cuadro 4, conviene elaborar un parámetro RRE dentro de las redes ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Según se indica en 5.2 y se muestra en el cuadro 1, se recomienda desarrollar métodos de recomendación de encaminamiento soportados por esos parámetros para redes ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Cuando tal sea el caso, los parámetros RRE pasarán a ser el método de indagación de situación normalizado para el interfuncionamiento de redes TDM, ATM e IP.

### **6.3 Parámetros de intercambio de información sobre selección de ruta**

La información de control de conexión/atribución de anchura de banda se utiliza para captar anchura de banda en los enlaces de una ruta, liberar la anchura de banda en los enlaces de una ruta y hacer avanzar opciones de ruta en la tabla de encaminamiento. Los IE existentes de establecimiento de conexión/atribución de anchura de banda y liberación de conexión, descritos en [Q.2761], [ATM960055], [ATM960061], [DN99] y [J99], se pueden utilizar con parámetros adicionales para controlar el encaminamiento por rutas SVC/SVP/CRLDP, umbrales de atribución de anchura de banda DoS y reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible de modo que sean posibles otros encaminamientos alternativos. La selección efectiva de una ruta se determina a partir de la tabla de encaminamiento, y la información de control de conexión/atribución de anchura de banda se utiliza para establecer la opción de ruta.

El encaminamiento desde el origen se puede implementar utilizando los métodos de señalización de control de conexión/atribución de anchura de banda, con el parámetro lista de tránsito designada (DTL) o ruta explícita (ER) en el IE (IAM, ESTABLECIMIENTO, PETICIÓN DE MODIFICACIÓN y PETICIÓN DE ETIQUETA) de establecimiento de conexión y el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás (CBK)/anchura de banda no disponible (BNA) en el IE (LIBERACIÓN, RECHAZO DE MODIFICACIÓN y NOTIFICACIÓN) de liberación de conexión. El parámetro DTL o ER especifica todos los VN y el DN de una ruta, según lo determinado por el ON, y el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible permite a un VN devolver el control de la petición de conexión al ON para un reencaminamiento alternativo.

Para el establecimiento de una conexión/atribución de anchura de banda se utiliza el intercambio de información hacia adelante, e incluye, por ejemplo, los parámetros siguientes:

- 6) Parámetro lista de tránsito designada/ruta explícita (DTL/ER) con el establecimiento: el parámetro DTL en PNNI o el parámetro ER en CRLDP especifican cada uno de los VN y el DN de la ruta, y es utilizado por cada uno de los VN para determinar el nodo siguiente en la ruta.

Para la liberación de una petición de conexión/atribución de anchura de banda en un enlace, por ejemplo de un DN a un VN o de un VN a un ON, se utiliza el intercambio de información hacia atrás y se recomiendan los parámetros siguientes:

- 7) Parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible (CBK/BNA) con la liberación: el parámetro CBK/BNA en el IE liberación de conexión es enviado desde el VN al ON o del DN al ON, y permite un posible encaminamiento alternativo en el ON.

Se recomienda incluir (según proceda) el parámetro CBK/BNA en el IE LIBERACIÓN para redes TDM, el IE LIBERACIÓN SVC y el IE RECHAZO DE MODIFICACIÓN SVP para redes ATM y el IE NOTIFICACIÓN DE CRLDP para redes IP. Este parámetro se utiliza para que el ON pueda buscar anchura de banda adicional en SVC/SVP/CRLSP adicionales.

Como se muestra en el cuadro 4, conviene elaborar los elementos DTL/ER y CBK/BNA dentro de las redes TDM, lo que será compatible con el elemento DTL en redes ATM y el elemento ER en redes IP. Según se indica en 5.3 y se muestra en el cuadro 1, se recomienda [E.350] desarrollar métodos de selección de ruta soportados por estos parámetros para redes TDM. Además, se recomienda desarrollar métodos de selección de ruta TDR y EDR soportados por estos parámetros para redes ATM, IP, RTPC/ATM y RTPC/IP. Cuando tal sea el caso, los parámetros DTL/ER y CBK/BNA pasarán a ser el método de selección de ruta normalizado para el interfuncionamiento de redes TDM, ATM e IP.

#### **6.4 Parámetros de intercambio de información sobre gestión de recursos orientada a la QoS**

La información de gestión de recursos orientada a la QoS se utiliza para dar prioridad a servicios diferenciados en la captación de anchura de banda de los enlaces de una ruta y también para dar prioridad de recursos en la puesta en cola de espera. Se recomiendan los parámetros siguientes:

- 8) Parámetros de QoS (QoS-PAR) con el establecimiento: el QoS-PAR incluye umbrales de QoS tales como el retardo de transferencia, la variación de retardo y la pérdida de paquetes. Los parámetros QoS-PAR son utilizados por cada VN para comparar la calidad de funcionamiento en cuanto a QoS del enlace con el umbral de QoS pedido a fin de determinar si la petición de conexión/atribución de anchura de banda es admitida o bloqueada en ese enlace.
- 9) Parámetros de tráfico con el establecimiento (TRAF-PAR): el TRAF-PAR incluye parámetros de tráfico tales como la velocidad binaria media, la velocidad binaria máxima y la velocidad binaria mínima. Los parámetros TRAF-PAR son utilizados por cada VN para comparar las características del tráfico del enlace con los umbrales de TRAF-PAR pedidos a fin de determinar si la petición de conexión/atribución de anchura de banda es admitida o bloqueada en ese enlace.
- 10) Parámetro profundidad de búsqueda (DoS) con el establecimiento: el parámetro DoS es utilizado por cada VN para comparar el estado de carga del enlace con la DoS permitida a fin de determinar si la petición de conexión/atribución de anchura de banda es admitida o bloqueada en ese enlace.
- 11) Parámetro modificación (MOD) con el establecimiento: el parámetro MOD es utilizado por cada VN para comparar los parámetros de tráfico modificado pedidos en un SVP/CRLSP existente a fin de determinar si la petición de modificación es admitida o bloqueada en ese enlace.
- 12) Parámetro servicios diferenciados (DIFFSERV): el parámetro DIFFSERV es utilizado en las redes ATM e IP para soportar la puesta en cola de espera con prioridad. El parámetro DIFFSERV es utilizado en las colas asociadas con cada enlace para designar la prioridad relativa y la política de gestión de cada cola de espera.

Se recomienda incluir (según proceda) los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DTL/ER, DoS, MOD y DIFFSERV en el mensaje inicial de dirección (IAM, *initial address message*) para redes TDM, el IE ESTABLECIMIENTO SVC/SVP y el IE PETICIÓN DE MODIFICACIÓN SVP para redes ATM, y el IE PETICIÓN DE ETIQUETA CRLDP PARA REDES IP. Estos parámetros se utilizan para controlar el encaminamiento por la ruta, la atribución de anchura de banda y las prioridades de encaminamiento/puesta en cola de espera.



Como se muestra en el cuadro 4, conviene elaborar elementos QoS-PAR y TRAF-PAR dentro de las redes TDM para soportar la atribución y protección de la anchura de banda, lo que será compatible con los elementos QoS-PAR y TRAF-PAR en redes ATM e IP. Además, se recomienda elaborar el elemento DoS dentro de las redes TDM, lo que será compatible con el elemento DoS en redes ATM e IP. Por último, conviene elaborar el elemento DIFFSERV dentro de las redes ATM e IP para soportar la puesta en cola de espera con prioridad. Como se indica en 5.4 y se muestra en el cuadro 1, se recomienda [E.350] desarrollar métodos de gestión de recursos orientada a la QoS soportados por estos parámetros para redes TDM. Cuando tal sea el caso, los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV pasarán a ser métodos de gestión de recursos orientada a la QoS normalizados para el interfuncionamiento de redes TDM, ATM e IP.

## **6.5 Armonización de las normas de intercambio de información**

Se necesita la armonización de las normas de intercambio de información para los casos de tecnología de las dos últimas columnas del cuadro 4, en los que las RTPC incorporan tecnología ATM o IP. Las normas armonizadas corresponden, por ejemplo, al caso en que las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC), tales como la red B y la red C de la figura 1, incorporan tecnología IP o ATM. Suponiendo que la red B es una RTPC que incorpora tecnología IP, se recomienda aplicar métodos de encaminamiento establecidos e intercambio de información compatible. El logro de todo esto influirá en las recomendaciones UIT-T e IETF aplicables a las funciones de encaminamiento e intercambio de información que resulten afectadas.

Se necesitan contribuciones al Foro ATM y al IETF que se refieran a:

- a) la funcionalidad necesaria de traducción/encaminamiento de números, incluyendo el soporte de la dirección internacional de encaminamiento de red y los parámetros de dirección IP;
- b) la funcionalidad necesaria de intercambio de información sobre gestión de tabla de encaminamiento, incluyendo métodos de indagación del estado y recomendación de encaminamiento;
- c) la funcionalidad necesaria de intercambio de información sobre selección de ruta, incluyendo el encaminamiento dependiente del tiempo y el encaminamiento dependiente del evento.

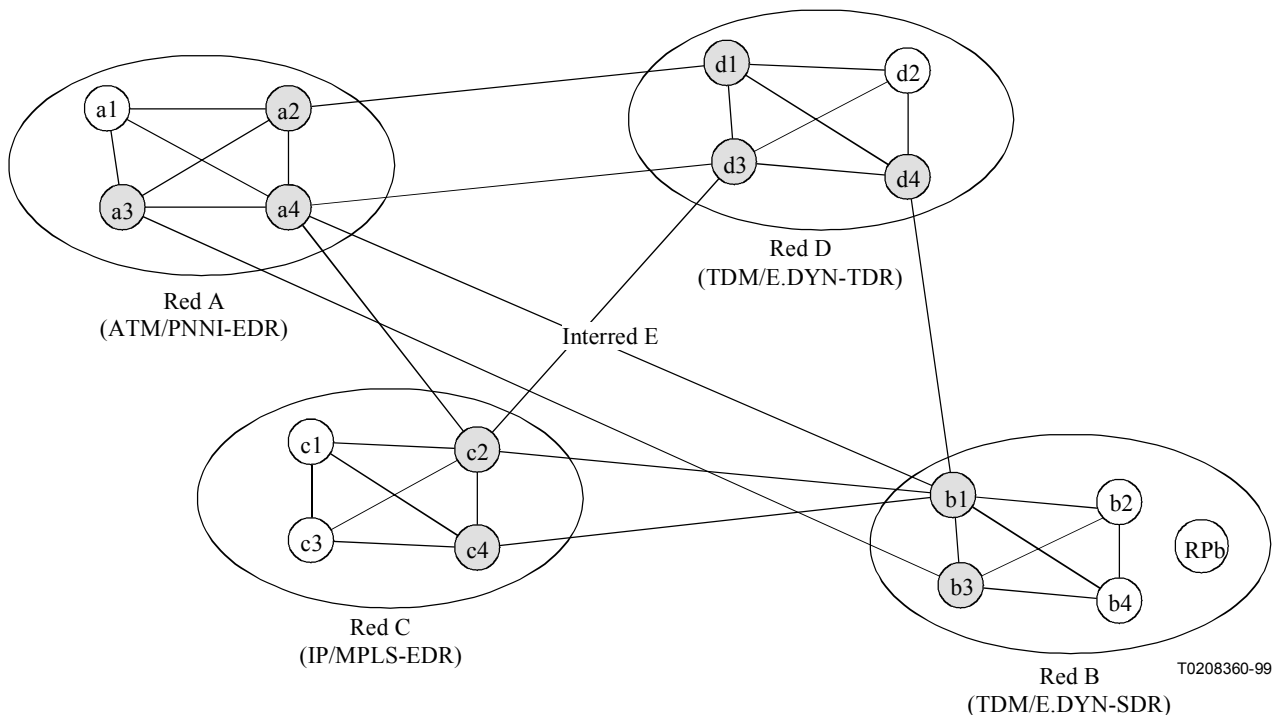
## **6.6 Interfaz de programación de aplicación (API) de encaminamiento abierta**

Se están desarrollando interfaces de programación de aplicación (API, *application programming interface*) para que cada aplicación pueda controlar los elementos de red mediante interfaces abiertas. Las API permiten a las aplicaciones acceder a, y controlar, funciones de red, que incluyen procedimientos de encaminamiento, según se necesite, de acuerdo con las funciones de la aplicación de que se trate. Los parámetros API controlados por la aplicación, por ejemplo los especificados en [PARLAY], son independientes de los protocolos soportados dentro de la red y, por tanto, pueden proporcionar un lenguaje y un marco comunes en las diversas tecnologías de red, tales como las TDM, ATM e IP.

Entre los parámetros de gestión de la conectividad señalización/intercambio de información especificados en esta subcláusula que es preciso controlar mediante una interfaz de aplicación figuran QoS-PAR, TRAF-PAR, DTL/ER, DoS, MOD, DIFFSERV, E.164-NSAP, INRA, CIC, y quizás otros. Entre los parámetros del procedimiento de encaminamiento señalización/intercambio de información especificados en esta subcláusula que es preciso controlar mediante una interfaz de aplicación figuran TSE, RQE, RRE, y quizás otros. Se recomienda que esos parámetros se especifiquen dentro de la interfaz API abierta para la funcionalidad de encaminamiento y, de esta manera, las aplicaciones podrán acceder a, y controlar, la funcionalidad de encaminamiento dentro de la red con independencia del protocolo o los protocolos de encaminamiento particulares utilizados en la red.

## 7 Ejemplos de encaminamiento entre redes

En la presente Recomendación se considera una red formada por diversas subredes que utilizan protocolos de encaminamiento diferentes. Considérese por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 4, una red con cuatro subredes designadas como redes A, B, C, y D, utilizando cada red un protocolo de encaminamiento diferente. En este ejemplo, la red A es una red ATM que utiliza selección de ruta EDR PNNI, la red B es una red TDM que utiliza selección de ruta SDR periódica centralizada, la red C es una red IP que utiliza selección de ruta EDR MPLS y la red D es una red TDM que utiliza selección de ruta TDR. La interred E está definida por los nodos sombreados de la figura 4 y es la red virtual en la que tiene lugar realmente el interfuncionamiento entre las redes A, B, C y D.



NOTA – RPb designa un procesador de encaminamiento en la red B para un método SDR periódico centralizado. El conjunto de nodos sombreados es la interred E para el encaminamiento de peticiones de conexión/atribución de anchura de banda entre las redes A, B, C y D.

**Figura 4/E.351 – Escenario de encaminamiento entre redes**

### 7.1 La interred E utiliza un método de selección de ruta mixto

La interred E puede utilizar diversos métodos de selección de ruta para la entrega de peticiones de conexión/atribución de anchura de banda entre las subredes A, B, C y D. Por ejemplo, la interred E puede implementar un método de selección de ruta mixto en el que cada uno de sus nodos utiliza el método de selección de ruta utilizado en su propia subred. Considérese una petición de conexión/atribución de anchura de banda del nodo a1 de la red A al nodo b4 de la red B. El nodo a1 encamina primero la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo a3 o al a4 de la red A y, al hacerlo, utiliza selección de ruta EDR. A este respecto, el nodo a1 intenta primero encaminar la petición de conexión/atribución de anchura de banda por el enlace directo a1-a4 y, suponiendo que la anchura de banda del enlace a1-a4 no está disponible, selecciona a continuación la ruta realizada entonces a1-a3-a4 y encamina la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo a4 a través del nodo a3. Al hacer esto, el nodo a1 y el nodo a3 fijan el parámetro DTL/ER (que identifica ON a1, VN a3 y DN a4) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV del IE establecimiento de conexión petición de conexión/atribución de anchura de banda.

El nodo a4 procede a continuación a encaminar la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo b1 de la subred B utilizando la selección de ruta EDR. A este respecto, el nodo a4 intenta primero encaminar la petición de conexión/atribución de anchura de banda por el enlace directo a4-b1 y, suponiendo que la anchura de banda del enlace a4-b1 no está disponible, selecciona entonces la ruta realizada a4-c2-b1 y encamina la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo b1 a través del nodo c2. Al hacer esto, el nodo a4 y el nodo c2 fijan el parámetro DTL/ER (que identifica ON a4, VN c2 y DN b1) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV en el IE establecimiento de conexión petición de conexión/atribución de anchura de banda.

Si el nodo c2 encuentra que el enlace c2-b1 no tiene suficiente anchura de banda disponible, devuelve el control de la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo a4 utilizando el parámetro CBK/BNA del IE liberación de conexión. Si el nodo a4 encuentra ahora que el enlace d4-b1 tiene suficiente capacidad de anchura de banda en reposo en base al parámetro RSE del IE respuesta de situación procedente del nodo b1, podría intentar a continuación la ruta a4-d3-d4-b1 al nodo b1. En ese caso, el nodo a4 encamina la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo d3 por el enlace a4-d3, y se envía al nodo d3 el parámetro DTL/ER (que identifica ON a4, VN d3, VN d4 y DN b1) y el parámetro DoS del IE establecimiento de conexión. En ese caso, el nodo d3 trata de captar la anchura de banda en reposo del enlace d3-d4 y, suponiendo que hay suficiente anchura de banda en reposo, encamina la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo d4 con el parámetro DTL/ER (que identifica ON a4, VN d3, VN d4 y DN b1) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV del IE establecimiento de conexión. El nodo d4 encamina entonces la petición de conexión/atribución de anchura de banda por el enlace d4-b1 al nodo b1, del que ya se ha determinado que tiene suficiente capacidad de anchura de banda en reposo. Si, por otro lado, no hay suficiente anchura de banda en reposo disponible en d4-b1, el nodo d3 devuelve el control de la llamada al nodo a4 utilizando un parámetro CRK/BNA del IE liberación de conexión. En este punto, el nodo a4 puede intentar otra ruta de enlaces múltiples, tal como la a4-a3-b3-b1, utilizando el mismo procedimiento que para la ruta a4-d3-d4-b1.

El nodo b1 procede a continuación a encaminar la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo b4 de la red B utilizando la selección de ruta SDR periódica centralizada. A este respecto, el nodo b1 intenta primero encaminar la petición de conexión/atribución de anchura de banda por el enlace directo b1-b4 y, suponiendo que la anchura de banda del enlace b1-b4 no está disponible, selecciona entonces una ruta de dos enlaces b1-b2-b4 que es la ruta alternativa recomendada en ese punto, identificada en el parámetro RRE procedente del procesador de encaminamiento (RPb) para la red B. El RPb basa sus recomendaciones de encaminamiento alternativo en la información periódica sobre la situación del enlace y el tráfico (por ejemplo, cada 10 segundos) de los parámetros RSE recibidos de cada nodo de la red B. En base a esa información sobre la situación, el RPb selecciona seguidamente la ruta de dos enlaces b1-b2-b4 y envía esta recomendación de ruta alternativa en el parámetro RRE al nodo b1 de manera periódica (por ejemplo, cada 10 segundos). El nodo b1 encamina entonces la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo b4 a través del nodo b2. Al hacer esto, el nodo b1 y el nodo b2 fijan el parámetro DTL/ER (que identifica ON b1, VN b2 y DN b4) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV del IE establecimiento de conexión de petición de conexión/atribución de anchura de banda.

Una petición de conexión/atribución de anchura de banda del nodo b4 de la red B al nodo a1 de la red A sería en buena medida igual que la petición de conexión/atribución de anchura de banda de a1 a b4, con la salvedad de que todos los pasos anteriores se ejecutarían en orden inverso. La diferencia estaría en el encaminamiento de la petición de conexión/atribución de anchura de banda del nodo b1 de la red B al nodo a4 de la red A. En este caso, en base al supuesto de selección de ruta mixta en la red virtual E, la petición de conexión/atribución de anchura de banda de b1 a a4 utilizaría selección de ruta SDR periódica centralizada, ya que el nodo b1 se halla en la red B que utiliza SDR

periódica centralizada. A este respecto, el nodo b1 intenta primero encaminar la petición de conexión/atribución de anchura de banda por el enlace directo b1-a4 y, suponiendo que la anchura de banda del enlace b1-a4 no está disponible, selecciona entonces una ruta de dos enlaces b1-c2-a4 que es la ruta alternativa recomendada en ese punto, identificada en el parámetro RRE procedente del procesador de encaminamiento (RPb) para la red virtual E. El RPb basa sus recomendaciones de encaminamiento alternativo en la información periódica sobre la situación del enlace y el tráfico (por ejemplo, cada 10 segundos) de los parámetros RSE recibidos de cada nodo de la subred virtual E. En base a la información sobre la situación, el RPb selecciona seguidamente la ruta de dos enlaces b1-c2-a4 y envía esta recomendación de ruta alternativa en el parámetro RRE al nodo b1 de manera periódica (por ejemplo, cada 10 segundos). El nodo b1 encamina entonces la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo a4 vía VN c2. Al hacer esto, el nodo b1 y el nodo c2 fijan el parámetro DTL/ER (que identifica ON b1, VN c2 y DN a4) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV del IE establecimiento de conexión de petición de conexión/atribución de anchura de banda.

Si el nodo c2 encuentra que el enlace c2-a4 no tiene suficiente anchura de banda disponible, devuelve el control de la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo b1 utilizando un parámetro CRK/BNA del IE liberación de conexión. Si el nodo b1 encuentra ahora que la ruta b1-d4-d3-a4 tiene suficiente capacidad de anchura de banda en reposo en base a los parámetros RSE de los IE de situación enviados al RPb, podría intentar a continuación la ruta b1-d4-d3-a4 al nodo a4. En ese caso, el nodo b1 encamina la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo d4 por el enlace b1-d4, y se envía al nodo d4 el parámetro DTL/ER (que identifica ON b1, VN d4, VN d3 y DN a4) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV del IE establecimiento de conexión. En ese caso, el nodo d4 trata de captar la anchura de banda en reposo del enlace d4-d3 y, suponiendo que hay suficiente anchura de banda en reposo, encamina la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo d3 con el parámetro DTL/ER (que identifica ON b1, VN d4, VN d3 y DN a4) y los parámetros QoS-PAR, TRAF-PAR, DoS y DIFFSERV del IE establecimiento de conexión. El nodo d3 encamina entonces la petición de conexión/atribución de anchura de banda por el enlace d3-a4 al nodo a4, del que, en base a la información sobre la situación de los parámetros RSE, se espera que tenga suficiente capacidad de anchura de banda en reposo. Si, por otro lado, no hay suficiente anchura de banda en reposo disponible en d3-a4, el nodo d3 devuelve el control de la llamada al nodo b1 utilizando un parámetro CRK/BNA del IE liberación de conexión. En ese punto, el nodo b1 puede intentar otra ruta de enlaces múltiples, tal como la b1-b3-a3-a4, utilizando el mismo procedimiento que para la ruta b1-d4-d3-a4.

En la cláusula 9/I.356, se trata el tema de la atribución de parámetros de calidad de funcionamiento de extremo a extremo. Un ejemplo al respecto es la atribución del retardo de transferencia máximo a componentes de la red individuales de una conexión de extremo a extremo, por ejemplo, porciones de red nacionales, porciones internacionales, etc.

## **7.2 La interred E utiliza un método de selección de ruta única**

La interred E puede también utilizar un método de selección de ruta única para la entrega de peticiones de conexión/atribución de anchura de banda entre las redes A, B, C y D. Por ejemplo, la interred E puede implementar un método de selección de ruta en el que cada uno de sus nodos E utilice EDR. En este caso, el ejemplo de petición de conexión/atribución de anchura de banda del nodo a1 de la red A al nodo b4 de la red B sería el mismo que el descrito más arriba. Una petición de conexión/atribución de anchura de banda del nodo b4 de la red B al nodo a1 de la red A sería la misma que una petición de conexión/atribución de anchura de banda de a1 a b4, con la salvedad de que todos los pasos anteriores se ejecutarían en orden inverso. El encaminamiento de la petición de conexión/atribución de anchura de banda del nodo b1 de la red B al nodo a4 de la red A también utilizará aquí EDR, de manera similar a la petición de conexión/atribución de anchura de banda de a1 a b4 descrita anteriormente.

## ANEXO A

### Métodos de encaminamiento dentro de redes basados en TDM

Los métodos de encaminamiento basados en TDM descritos en este anexo incluyen los métodos de numeración/direccionamiento E.164/NSAP, los métodos de generación automática de tablas de encaminamiento, los métodos de selección dinámica de ruta y los métodos de gestión de recursos orientada a la QoS, todos los cuales han sido utilizados durante las dos últimas décadas en las redes TDM. La presente Recomendación propone que se extiendan los métodos de selección de ruta compatible y gestión de recursos orientada a la QoS a las redes ATM e IP y al interfuncionamiento entre redes TDM, ATM e IP.

#### A.1 Traducción/encaminamiento de números basado en TDM

La Recomendación E.164 identifica el plan de numeración utilizado actualmente para redes TDM. La Recomendación E.191 especifica la estructura de la dirección RDSI-BA, que tiene un formato de 20 bytes como se muestra en la figura A.1.

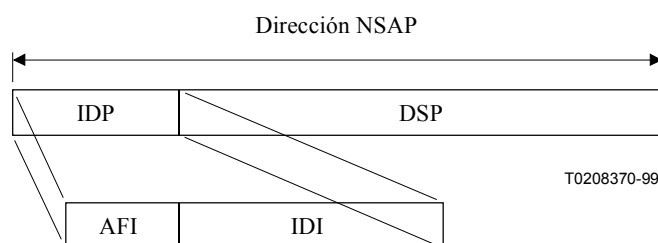


Figura A.1/E.351 – Estructura de dirección NSAP

La IDP es la parte de dominio inicial y la DSP es la parte específica de dominio. La IDP está subdividida en el AFI y el IDI. El IDI es el identificador de dominio inicial y puede contener las 15 cifras de la dirección E.164 si el AFI se fija en 45. El AFI es el identificador de autoridad y formato y determina cuál es el método de direccionamiento seguido y, en base al valor AFI de 1 octeto, la longitud de los campos IDI y DSP pueden cambiar. La dirección E.164/NSAP se utiliza para determinar la ruta al punto final de destino. Las redes ATM que utilizan PNNI admiten el direccionamiento E.164/NSAP para servicios de la RDSI-BA utilizando el anterior formato de NSAP o dirección de sistema de extremo del modo de transferencia asíncrono (AESA, *ATM end system address*). En este caso, la parte E.164 de la dirección NSAP ocupa el IDI de 8 octetos, y la DSP de 11 octetos se puede utilizar a discreción del operador de red (quizás para subdirecciones). La estructura de NSAP indicada más arriba soporta también los formatos de direccionamiento AESA con DCC (indicativo de país para datos) y AESA con ICD (designador de código internacional).

#### A.2 Gestión de tablas de encaminamiento y selección de ruta basadas en TDM

Un determinado método de encaminamiento de tráfico se caracteriza por la tabla de encaminamiento utilizada en el método. La tabla de encaminamiento consta de un conjunto de rutas y de reglas para seleccionar una ruta del conjunto de rutas para una petición de conexión dada. Cuando una petición de conexión llega a su ON, el ON que implementa el método de encaminamiento aplica las reglas de selección de ruta asociadas con la tabla de encaminamiento para que la petición de conexión determine una ruta de entre las rutas del conjunto. En un método de encaminamiento particular, el conjunto de rutas asignable a la petición de conexión puede variarse de acuerdo con una determinada regla de alteración de rutas.

La explotación de una red se lleva a cabo con control de conexión progresivo, control de conexión en origen o una combinación de ambos métodos de control. En una red con control de conexión progresivo, un nodo selecciona una ruta o un enlace hacia un nodo posterior apropiado. En una red con control de conexión en origen, el ON mantiene el control de la conexión. Si se utiliza reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible [o reencaminamiento automático (AAR, *automatic rerouting*)], por ejemplo, en un nodo intermedio (VN), el nodo precedente mantiene el control de la conexión incluso si las conexiones están bloqueadas en todos los enlaces que salen del VN. Cuando se produce el interfuncionamiento entre redes con control de conexión progresivo y control de conexión en origen, las redes funcionan con una combinación de ambos métodos de control.

En las Recomendaciones E.170, E.177 y E.350, los métodos de encaminamiento de tráfico se clasifican en los siguientes cuatro tipos en base a su esquema de encaminamiento: encaminamiento fijo (FR), encaminamiento dependiente del tiempo (TDR), encaminamiento dependiente del estado (SDR) y encaminamiento dependiente del evento (EDR). En las subcláusulas que siguen se examinan cada uno de estos métodos.

### **A.2.1 Encaminamiento fijo (FR)**

En un método de encaminamiento fijo (FR), se fija un esquema de encaminamiento para una petición de conexión. Ejemplo típico del encaminamiento fijo es el encaminamiento alternativo jerárquico convencional en el que la secuencia de selección de ruta y la ruta se determinan de manera previamente planificada y se mantienen durante un largo periodo de tiempo. El FR se aplica más eficazmente cuando la red no es jerárquica, o plana, en comparación con lo que ocurre cuando la estructura es jerárquica [A98].

### **A.2.2 Encaminamiento dependiente del tiempo (TDR)**

Los métodos de encaminamiento dependiente del tiempo (TDR) son un tipo de encaminamiento dinámico en el que las tablas de encaminamiento varían en un momento determinado del día o de la semana. Las tablas de encaminamiento TDR se determinan de manera preplanificada y se implementan consecuentemente durante un cierto periodo de tiempo. En la determinación de las tablas de encaminamiento TDR se tiene en cuenta la variación temporal de la carga de tráfico en la red. Lo normal es que las tablas de encaminamiento TDR utilizadas en la red se coordinen aprovechando la no coincidencia de las horas cargadas de las cargas de tráfico. El encaminamiento dinámico no jerárquico (DNHR, *dynamic non-hierarchical routing*) es un ejemplo de TDR, ilustrado en la Recomendación E.350.

En el TDR, las tablas de encaminamiento se preplanifican de antemano y se diseñan fuera de línea utilizando un sistema de diseño centralizado, que emplea el modelo de diseño de red TDR. La computación fuera de línea determina las rutas óptimas de entre un número muy grande de posibles alternativas, para reducir al mínimo el coste de la red. Las tablas de encaminamiento diseñadas se cargan y almacenan en los diversos nodos de la red TDR, y son recalculadas y actualizadas periódicamente (por ejemplo, cada semana) por el sistema fuera de línea. De este modo, un ON no requiere información de red adicional para construir tablas de encaminamiento TDR, una vez cargadas las tablas de encaminamiento. Este caso contrasta con el diseño de tablas en tiempo real, como ocurre en los métodos de encaminamiento dependiente del estado y de encaminamiento dependiente del evento descritos a continuación. Las rutas de la tabla de encaminamiento TDR pueden consistir en opciones de encaminamiento variables con el tiempo y utilizar un subconjunto de las rutas disponibles. Las rutas utilizadas en diversos periodos de tiempo no necesitan ser las mismas. Se utilizan varios periodos de tiempo TDR para dividir las horas de un día laboral medio y del fin de semana en intervalos de encaminamiento contiguos, a veces denominados periodos de conjuntos de carga.

Las reglas de selección de ruta empleadas en las tablas de encaminamiento TDR pueden consistir, por ejemplo, en un encaminamiento secuencial simple. En el método secuencial todo el tráfico de un

determinado periodo de tiempo se ofrece a una sola ruta, y se deja que la primera ruta del conjunto se desborde en la segunda ruta, que se desborda en la tercera ruta, y así sucesivamente. De este modo, el tráfico se encamina secuencialmente de una ruta a otra, y se permite que la ruta cambie de hora en hora para conseguir la naturaleza dinámica planificada previamente, o variable con el tiempo, del método TDR. Otras reglas de selección de ruta TDR pueden emplear técnicas probabilísticas para seleccionar cada ruta del conjunto de rutas e influir así en los flujos realizados [A98].

Las rutas de la tabla de encaminamiento TDR pueden consistir en un enlace directo, una ruta de dos enlaces a través de un solo VN o una ruta de múltiples enlaces a través de múltiples VN. Las rutas de la tabla de encaminamiento están sujetas a restricciones del tipo profundidad de búsqueda (DoS), descritas en A.3. La DoS requiere que la capacidad de anchura de banda disponible en cada enlace de la ruta sea suficiente como para satisfacer un nivel umbral de anchura de banda DoS, que se pasa a cada nodo de la ruta en el mensaje establecimiento. Las restricciones de tipo DoS impiden que las conexiones que se encaminan por la ruta ON-DN de primera opción (la más corta), por ejemplo, sean inundadas por conexiones de múltiples enlaces con encaminamiento alternativo.

A continuación se da un ejemplo de establecimiento de conexión TDR. El primer paso consiste en que el nodo identifique el DN y la información de la tabla de encaminamiento al DN. El ON verifica seguidamente la existencia de capacidad de reserva en la primera ruta o ruta más corta, y al hacer esto, suministra los VN y el DN de esta ruta, junto con el parámetro DoS, a todos los nodos de la ruta. Cada VN comprueba la capacidad de anchura de banda disponible en cada enlace de la ruta frente al umbral DoS. Si hay capacidad suficiente, el VN reenvía el establecimiento de conexión al nodo siguiente, que lleva a cabo una función similar. Si no hay capacidad suficiente, el VN devuelve un mensaje liberación con el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible al ON, en cuyo momento el ON intenta la ruta siguiente del conjunto de rutas según lo determinado por las reglas de la tabla de encaminamiento. Como se describe más arriba, las rutas TDR se planifican previamente, se cargan y se almacenan en cada ON.

### **A.2.3 Encaminamiento dependiente del estado (SDR)**

En el encaminamiento dependiente del estado (SDR), las tablas de encaminamiento varían automáticamente según el estado de la red. Para un determinado método SDR, se aplican las reglas de la tabla de encaminamiento para determinar las opciones de ruta en respuesta a la cambiante situación de la red, que se utilizan durante un periodo de tiempo relativamente corto. La información sobre la situación de la red puede recogerse en un procesador central o ser distribuida a los nodos de la red. El intercambio de información puede efectuarse de manera periódica o por demanda. Los métodos SDR utilizan el principio de encaminamiento de conexiones por la mejor ruta disponible en base a la información sobre el estado de la red. Por ejemplo, en el método de encaminamiento menos cargado (LLR, *least loaded routing*), se calcula la capacidad residual de las rutas posibles, y se selecciona para la conexión la ruta que tiene la capacidad residual más grande. En general, los métodos SDR calculan el coste de una ruta para cada petición de conexión sobre la base de diversos factores tales como el estado de carga o el estado de congestión de los enlaces de la red. El encaminamiento dinámicamente controlado (DCR, *dynamically controlled routing*), el encaminamiento por la red inteligente mundial (WIN, *worldwide intelligent network*), y el encaminamiento de red en tiempo real (RTNR, *real-time network routing*) son ejemplos de SDR, que se ilustran en la Recomendación E.350.

En el SDR, las tablas de encaminamiento son diseñadas en línea por el ON o un procesador de encaminamiento (RP) central, utilizando la información sobre la situación de la red y la topología obtenida por intercambio de información con otros nodos y/o un RP centralizado. Hay diversas implementaciones del SDR que se distinguen según:

- a) el cálculo de las tablas de encaminamiento esté distribuido entre los nodos de la red o centralizado y efectuado en un RP centralizado; y

- b) el cálculo de las tablas de encaminamiento se efectúe periódicamente o conexión por conexión.

Se obtienen así tres implementaciones del SDR:

- a) SDR periódico centralizado: Aquí el RP obtiene información sobre la situación del enlace y la situación del tráfico de los diversos nodos de manera periódica (por ejemplo, cada 10 segundos) y efectúa un cálculo de la tabla de encaminamiento óptimo de manera periódica. Para determinar la tabla de encaminamiento óptimo, el RP ejecuta un determinado procedimiento de optimización de la tabla de encaminamiento, tal como el LLR, y transmite las tablas de encaminamiento a los nodos de la red de manera periódica, (por ejemplo, cada 10 segundos). El DCR es un ejemplo de SDR periódico centralizado, que se ilustra en la Recomendación E.350.
- b) SDR periódico distribuido: Aquí cada nodo de la red SDR obtiene información sobre la situación del enlace y la situación del tráfico de todos los demás nodos de manera periódica (por ejemplo, cada 5 minutos) y efectúa un cálculo de la tabla de encaminamiento óptimo de manera periódica (por ejemplo, cada 5 minutos). Para determinar la tabla de encaminamiento óptimo, el ON ejecuta un determinado procedimiento de optimización de tabla de encaminamiento óptimo, tal como el LLR. WIN es un ejemplo de SDR periódico distribuido, que se ilustra en la Recomendación E.350.
- c) SDR conexión por conexión distribuido: Aquí un ON de la red SDR obtiene información sobre la situación del enlace y la situación del tráfico procedente del DN, y quizás de algunos VN seleccionados, conexión por conexión, y efectúa un cálculo de la tabla de encaminamiento óptimo para cada conexión. Para determinar la tabla de encaminamiento óptimo, el ON ejecuta un determinado procedimiento de cálculo de la tabla de encaminamiento, tal como el LLR. RTNR es un ejemplo de SDR conexión por conexión distribuido, como se ilustra en la Recomendación E.350.

Las rutas del cuadro de encaminamiento SDR pueden consistir en un enlace directo, una ruta de dos enlaces a través de un solo VN, o una ruta de múltiples enlaces a través de múltiples VN. Las rutas de la tabla de encaminamiento están sujetas a restricciones del tipo DoS en cada enlace, y los mecanismos de establecimiento de la conexión son similares a los del ejemplo de A.2.2.

#### **A.2.4 Encaminamiento dependiente del evento (EDR)**

En el encaminamiento dependiente del evento (EDR), las tablas de encaminamiento se actualizan localmente según que las conexiones se realicen o fallen en una opción de ruta dada. En el EDR, una conexión se encamina primero por la ruta más corta, si tiene suficiente anchura de banda disponible. De no ser así, el desbordamiento de la ruta más corta se ofrece a la ruta alternativa seleccionada en ese punto. Si una conexión está bloqueada en la opción de ruta alternativa vigente, se selecciona otra ruta alternativa de un conjunto de rutas alternativas disponibles para la petición de conexión de acuerdo con las reglas de la tabla de encaminamiento EDR indicadas. Por ejemplo, la opción de ruta alternativa vigente puede ser actualizada de manera aleatoria, cíclicamente o por algún otro medio, y puede mantenerse en la medida en que pueda establecerse una conexión de manera satisfactoria por la ruta. Adviértase que para SDR o EDR, como en TDR, la ruta alternativa para una petición de conexión puede cambiarse en función del tiempo teniendo en cuenta la variación temporal de la carga de tráfico. El encaminamiento alternativo dinámico (DAR, *dynamic alternate routing*), el encaminamiento dinámico adaptativo distribuido (DADR, *distributed adaptive dynamic routing*), el encaminamiento dinámico optimizado (ODR, *optimized dynamic routing*) y el encaminamiento dependiente del estado y del tiempo (STR, *state- and time-dependent routing*) son ejemplos de encaminamiento dependiente del evento, que se ilustran en la Recomendación E.350.

En el EDR, las tablas de encaminamiento son diseñadas por el ON utilizando información de red obtenida durante la función de establecimiento de la conexión. El ON suele seleccionar primero la ruta más corta y, si dicha ruta no tiene anchura de banda suficiente para la conexión, intenta a



continuación la ruta intermedia realizada vigente. Si esta última ruta no tiene suficiente anchura de banda, tal condición es indicada por un enlace ON-VN ocupado determinado por el ON o un enlace VN-VN o enlace VN-DN ocupado indicado por un mensaje liberación enviado desde el VN al ON. En ese punto, el ON selecciona una nueva ruta intermedia utilizando las reglas de diseño de tabla de encaminamiento EDR indicadas. La tabla de encaminamiento se construye por tanto con la información determinada durante el establecimiento de la conexión, y el ON no requiere ninguna información adicional.

Las rutas del cuadro de encaminamiento EDR pueden consistir en un enlace directo, una ruta de dos enlaces a través de un solo VN, o una ruta de múltiples enlaces a través de múltiples VN. Las rutas de la tabla de encaminamiento están sujetas a las restricciones del tipo DoS en cada enlace, y los mecanismos de establecimiento de la conexión son similares a los del ejemplo de A.2.2.

### **A.3 Gestión de recursos orientada a la QoS basada en TDM**

Véase en 5.4 un análisis de los métodos recomendados de gestión de recursos orientada a la QoS.

## **ANEXO B**

### **Métodos de encaminamiento dentro de redes basados en ATM**

En las redes ATM, la norma relativa a la interfaz red-red privada (PNNI) adoptada por el Foro ATM [ATM960055] prevé:

- a) el intercambio de información sobre la situación del nodo y el enlace;
- b) la actualización y sincronización automática de las bases de datos de topología;
- c) la selección fija y/o dinámica de ruta basada en la información sobre la topología y la situación; y
- d) normas sobre señalización e intercambio de información.

La PNNI es una estrategia normalizada de señalización y encaminamiento dinámico para redes ATM adoptada por el Foro ATM en 1996 [ATM960055]. Permite el interfuncionamiento de equipos de diferentes fabricantes y su escalamiento a redes muy grandes. El escalamiento lo proporciona una estructura jerárquica de grupos de pares que permite ocultar o revelar los detalles de la topología de un grupo de pares a diversos niveles dentro de dicha estructura. Los directores de grupos de pares representan los nodos dentro de un grupo de pares a efectos de intercambios de protocolo de encaminamiento en el siguiente nivel más alto. Los nodos de borde manejan las interacciones entre niveles en el establecimiento de la llamada. En el encaminamiento por una PNNI intervienen dos componentes: un protocolo de distribución de topología y los procedimientos de selección de ruta y reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible. El protocolo de distribución de la topología inunda con información un grupo de pares. El director del grupo de pares abstrae la información del interior del mismo e inunda con la información sobre topología abstraída el nivel superior siguiente en la jerarquía, incluyendo información de dirección alcanzable agregada. A medida que el director del grupo de pares obtiene información en el nivel superior siguiente, inunda con ella el nivel inferior en la jerarquía, según proceda. De esta manera, todos los nodos se enteran del grado de alcanzabilidad de la red en toda su extensión y de cuál es la topología de la misma.

Los métodos de actualización y sincronización automáticas de las bases de datos de topología, los métodos de intercambio de información y los métodos de señalización de control de la conexión/atribución de anchura de banda se han implantando durante las dos últimas décadas en las redes ATM, y la presente Recomendación propone que los métodos compatibles de sincronización de bases de datos de topología, intercambio de información y señalización de control de conexión/atribución de anchura de banda se extiendan a las redes TDM e IP y al interfuncionamiento

entre redes TDM, ATM e IP. Por lo que se refiere a la sincronización de las bases de datos de topología, cada nodo de una red ATM/PNNI intercambia paquetes HELLO con sus vecinos inmediatos y de esa manera determina su información de estado local. Dicha información incluye la identidad y la pertenencia o no de los vecinos inmediatos del nodo a un grupo de pares, así como la situación de sus enlaces con los vecinos. Cada nodo empaqueta a continuación su información de estado en elementos del estado de la topología de la PNNI (PTSE), con los que se inunda de manera fiable el grupo de pares. Los PTSE se utilizan para inundar con información sobre el nodo, información sobre el estado del enlace e información sobre alcanzabilidad.

Parte de la información sobre el estado de la topología es estática y parte es dinámica. La información estática, por ejemplo, puede consistir en la existencia de un enlace, y la información dinámica se puede referir a la anchura de banda disponible en un enlace. Dependiendo de cómo se utiliza la información dinámica sobre el estado de la topología, el tamaño máximo de un grupo de pares, medido por el número de nodos y enlaces, puede estar limitado si los PTSE saturan la capacidad de los nodos de procesar peticiones de conexión/atribución de anchura de banda. Para hacer posibles tamaños de grupo de pares mayores, una red puede utilizar la PNNI de manera que se reduzca al mínimo el grado de inundación con información dinámica sobre el estado de la topología fijando umbrales tales como el AvCR\_PM (multiplicador proporcional de velocidad de células media) en 99 en vez de el valor por defecto de 50, y el AvCR\_mT (umbral mínimo de velocidad de células media) en 99 en vez de el valor por defecto de 3. La información sobre alcanzabilidad se intercambia entre todos los nodos. Para provisionar un número E.164 nuevo, se provisiona el nodo que da servicio a ese número E.164. A continuación se inundan con la información sobre alcanzabilidad todos los nodos de la red utilizando el mecanismo de inundación PTSE. Un grupo de pares de la PNNI se define a un determinado nivel jerárquico. Dentro de una red ATM/PNNI se permiten múltiples niveles jerárquicos, y en cada nivel se pueden definir múltiples grupos de pares.

### **B.1 Traducción/encaminamiento de números basada en ATM**

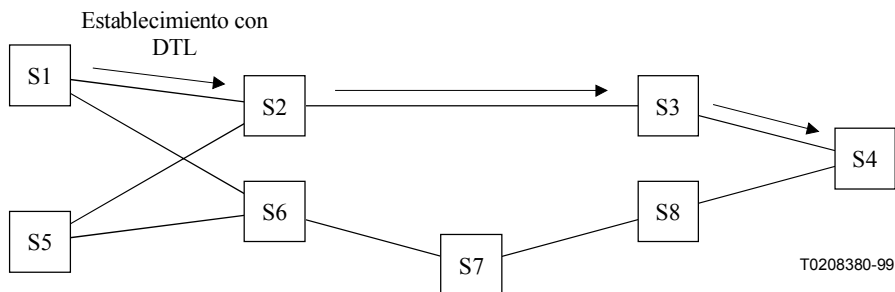
La Recomendación E.191 especifica la numeración de redes ATM y, según se indica en A.1, proporciona los formatos E.164/NSAP insertados que conviene utilizar en las RDSI-BA.

### **B.2 Gestión de tablas de encaminamiento y selección de ruta basadas en ATM**

La selección de ruta PNNI se basa en el origen en el sentido de que el ON determina la ruta de alto nivel a través de la red. El ON efectúa un cierto número de traducciones, cribados, procesamientos de servicio y todos los pasos necesarios para determinar la tabla de encaminamiento de la petición de conexión/atribución de anchura de banda en la red ATM. El nodo sitúa la ruta seleccionada en la DTL y pasa la DTL al nodo siguiente en el mensaje ESTABLECIMIENTO. El nodo siguiente no necesita efectuar ninguna traducción de número de parte llamada sino seguir simplemente la ruta especificada en la DTL. Cuando una petición de conexión/atribución de anchura de banda está bloqueada debido a la congestión de la red, se envía reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible de PNNI al primer nodo ATM del grupo de pares. El primer nodo ATM puede utilizar a continuación el encaminamiento alternativo por la PNNI tras la capacidad reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible a fin de seleccionar otra ruta para la petición de conexión/atribución de anchura de banda. Si la red es plana, es decir, todos los nodos tienen el mismo nivel de grupo de pares, el ON controla la ruta de borde a borde. Si la red tiene más de un nivel de jerarquía, a medida que la llamada progresa de un grupo de pares a otro, el nodo borde del nuevo grupo de pares selecciona una ruta a través de ese grupo de pares hasta el grupo de pares siguiente en sentido descendente, según determine el ON. Esto ocurre de manera recurrente a través de los niveles de jerarquía. Si en cualquier momento se bloquea la llamada, por ejemplo cuando la anchura de banda de la ruta seleccionada no está disponible, la llamada es reencaminada automáticamente hacia atrás al nodo borde o al ON de ese nivel de la jerarquía y se selecciona una ruta alternativa. En la especificación de la PNNI no se estipula el algoritmo de selección de ruta, y cada implementación de ON puede efectuar unilateralmente su

propia decisión de selección de ruta. Puesto que la selección de ruta se efectúa en un ON, cada ON decide al respecto teniendo en cuenta su base de datos de topología local y su algoritmo específico. Esto significa que algoritmos de selección de ruta diferentes de fabricantes diferentes pueden interfuncionar entre sí.

En el ejemplo de encaminamiento por una PNNI ilustrado en la figura B.1, el ON S1 determina la lista de rutas más cortas utilizando, por ejemplo, el algoritmo Dijkstra. La lista de rutas podría determinarse en base a las ponderaciones administrativas de cada enlace que se comunican a todos los nodos que se hallen dentro del grupo de pares mediante el mecanismo de inundación PTSE. Las ponderaciones administrativas se pueden fijar, por ejemplo, en  $1 + \text{epsilon} \times \text{distancia}$ , siendo epsilon un factor que da una ponderación relativamente menor a la distancia en comparación con la cuenta de saltos. El ON selecciona a continuación una ruta de la lista en base a cualquiera de los métodos de B.1, es decir, FR, TDR, SDR y EDR, descritos en A.2. Por ejemplo, utilizando la ruta de primera opción, el ON S1 envía un mensaje de establecimiento PNNI al VN S2, que reenvía dicho mensaje al VN S3, y finalmente al DN S4. Los VN S2 y S3 y el DN S4 se pasan en el parámetro DTL contenido en el mensaje de establecimiento PNNI. Cada nodo de la ruta lee la información de la DTL y pasa el mensaje de establecimiento PNNI al nodo siguiente de la relación de la DTL.



**Figura B.1/E.351 – Ejemplo de encaminamiento ATM/PNNI**

Si la primera ruta está bloqueada en cualquiera de los enlaces del encaminamiento, o se desborda o hay un retardo excesivo en cualquiera de las colas de espera del mismo, se devuelve un mensaje de reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible al ON que puede intentar entonces el encaminamiento por la ruta siguiente. Si se utiliza FR, dicha ruta es la ruta siguiente de la lista de rutas más cortas, por ejemplo la ruta S1-S6-S7-S8-S4. Si se utiliza TDR, la ruta siguiente es la ruta que figura a continuación en la tabla de encaminamiento para el periodo de tiempo en curso. Si se utiliza SDR, la PNNI implementa un método distribuido de información sobre la situación del enlace por inundación, activado ya sea periódicamente y/o al traspasar los valores umbral del estado de carga. Como se describe al comienzo de la presente subcláusula, es posible que este método de distribución por inundación de la información sobre el estado del enlace utilice los recursos de manera intensiva y quizás ya no resulte más eficaz que los métodos de selección de ruta más sencillos, tales como el EDR. Si se utiliza el EDR, la ruta siguiente es la última ruta realizada, y si esa ruta falla, se busca otra ruta alternativa de conformidad con el método de selección de ruta EDR.

### **B.3 Gestión de recursos orientada a la QoS basada en ATM**

Los métodos descritos en 5.4 son aplicables a redes ATM ya que han sido generalizados para los protocolos de la RDSI-BA ATM y recomendados para normas sobre redes ATM [AM99]. Según se indica en 5.4 y en [AM99], el parámetro DoS se lleva en el IAM de CCS o, en este caso, en el mensaje establecimiento de PNNI, con lo que cada VN puede comparar el estado de carga en el enlace con el umbral de DoS permitido para determinar si la petición de conexión/atribución de anchura de banda es admitida o bloqueada en ese enlace.

Los métodos de gestión de recursos orientada a la QoS se han aplicado de manera satisfactoria en las redes TDM durante la última década [A98], se ha estudiado su extensión a redes ATM [ACFM99] y en [AM99] se recomienda su aplicación en redes ATM que emplean protocolos UNI y PNNI (y posiblemente AINI). En el método recomendado de gestión de recursos orientada a la QoS, la anchura de banda se atribuye a cada una de las cinco redes virtuales (VNET) correspondientes a servicios clave de alta prioridad de velocidad binaria constante (CBR) y velocidad binaria variable (VBR), servicios de prioridad normal CBR y VBR y servicios de baja prioridad y mejor esfuerzo de velocidad binaria no asignada (UBR). Ejemplos de servicios dentro de estas categorías de VNET son:

- a) los servicios clave de alta prioridad, tales como los de comunicación vocal para la defensa CBR;
- b) los servicios de prioridad normal, tales como los vocales sensibles al retardo e interactivos CBR; los de telefonía IP sensibles al retardo e interactivos VBR; y los de transferencia de ficheros WWW no sensibles al retardo y no interactivos VBR; y
- c) los servicios de baja prioridad y mejor esfuerzo, tales como los de correo vocal, correo electrónico y transferencia de ficheros no sensibles al retardo y no interactivos UBR.

Los cambios de anchura de banda en la capacidad de anchura de banda de las VNET son determinados por los nodos de borde en base a la petición de anchura de banda de capacidad VNET. Teniendo en cuenta la petición de anchura de banda, los nodos de borde efectúan cambios en la atribución de anchura de banda, es decir, aumentan o disminuyen la anchura de banda de los trayectos virtuales conmutados (SVP) que constituyen la capacidad de anchura de banda de una VNET. En una contribución anterior se daban ejemplos de métodos de gestión de recursos orientada a la QoS en base al SVC [AM98].

En [AM99] se recomienda que el control de la atribución de anchura de banda para cada VNET se base en las necesidades de anchura de banda estimadas, la utilización de la anchura de banda y la situación de los enlaces en el SVP. El nodo de borde, o el nodo de origen (ON), determina cuándo es preciso aumentar o disminuir la anchura de banda de la VNET en un SVP, y utiliza un procedimiento recomendado de modificación de la anchura de banda del SVP para efectuar los cambios necesarios de atribución de anchura de banda a los SVP de una VNET. En el procedimiento de atribución de anchura de banda se utiliza el protocolo de modificación de SVP [DN99] a fin de especificar los parámetros apropiados en el mensaje de petición de modificación de SVP para:

- a) pedir cambios en la atribución de anchura de banda de cada enlace del SVP; y
- b) determinar si se puede atribuir anchura de banda de enlace a cada enlace del SVP.

El mensaje de petición de modificación de SVP permite modificar dinámicamente los parámetros de tráfico asignados (por ejemplo, la velocidad de datos de cresta, la velocidad de datos concertada, etc.) de un SVP ya existente. Se recomienda un parámetro opcional de profundidad de búsqueda (DoS) en el mensaje petición de modificación de SVP (o en el mensaje ESTABLECIMIENTO de SVC [AM98]) para controlar la prioridad de la atribución de anchura de banda a cada enlace de un SVP (o SVC). Si una atribución de anchura de banda de enlace no está permitida, el mensaje rechazo de modificación de SVP con el parámetro de anchura de banda no disponible recomendado permite al ON buscar una posible atribución de anchura de banda adicional en otro SVP. De esta manera el nodo de borde puede buscar otros SVP cuando un SVP determinado no pueda aceptar una petición de incremento de anchura de banda. El parámetro DoS se utiliza también para fijar prioridades de puesta en cola de espera en los SVP que constituyen las cinco VNET.

En el método recomendado de gestión de recursos orientada a la QoS, el control de admisión de modificación de la anchura de banda en cada SVP de VNET se basa en la situación de los enlaces del SVP. El ON puede seleccionar cualquier SVP para el que se permita el primer enlace de acuerdo con los criterios de gestión de recursos orientada a la QoS. Si no se permite un enlace subsiguiente, se utiliza el mensaje rechazo de modificación de SVP con un parámetro anchura de banda no

disponible recomendado para volver al ON y seleccionar un SVP alternativo. Para la gestión de recursos orientada a la QoS, se necesita determinar los estados de carga del enlace a fin de seleccionar capacidad de red en el SVP de primera opción o bien en SVP alternativos. Se distinguen 4 estados de carga de enlace:

- levemente cargado (LL);
- fuertemente cargado (HL);
- reservado (R); y
- ocupado (B).

La gestión de la capacidad VNET utiliza un modelo de estados del enlace y un modelo de profundidad de búsqueda (DoS) para determinar si se puede aceptar una petición de modificación de anchura de banda a introducir en un determinado SVP. El umbral de estado de carga DoS permitido determina si se puede aceptar una petición de modificación de anchura de banda en un enlace determinado a una "profundidad" de anchura de banda disponible.

Al establecer la petición de modificación de anchura de banda, el ON codifica el umbral de estado de carga DoS permitido en cada enlace en el parámetro DoS recomendado de la petición de modificación de SVP (o ESTABLECIMIENTO de SVC). Si se encuentra un enlace en un nodo intermedio (VN) en el que la anchura de banda de enlace en reposo y el estado de carga del enlace están por debajo del umbral de estado de carga DoS permitido, el VN envía un mensaje rechazo de modificación de SVP con un parámetro anchura de banda no disponible recomendado al ON, que puede encaminar a continuación la petición de modificación de anchura de banda a otra opción de SVP para aumentar la atribución de anchura de banda de VNET global al par ON a DN. Por ejemplo, en la figura 2, el SVP A-B-E puede ser la primera ruta intentada cuando el enlace A-B se halla en el estado LL y el enlace B-E en el estado R.

Si el estado de carga DoS permitido es HL o superior, la petición de modificación de anchura de banda del SVP del mensaje de petición de modificación de SVP es encaminada por el enlace A-B pero no será admitida en el enlace B-E, en donde la petición de modificación de anchura de banda del SVP será devuelta en el mensaje rechazo de modificación de SVP al nodo de origen A para que intente añadir otro enlace A-C-D-E del SVP. En este caso, la petición de modificación de anchura de banda del SVP tiene éxito porque todos los enlaces tienen un estado de HL o superior. El enlace A-C-D-E del SVP se utiliza entonces además del A-B-E del SVP para acomodar el requisito de anchura de banda necesaria de A a E.

El umbral de estado de carga DoS es una función de la anchura de banda en progreso, la prioridad de la VNET y los umbrales de atribución de anchura de banda [AM98] y [ACFM99], como se indica en el cuadro B.1.

**Cuadro B.1/E.351 – Determinación del umbral del estado de carga con profundidad de búsqueda (DoS)**

Estado de carga permitido <sub>i</sub>	VNET de prioridad clave	VNET de prioridad normal		VNET de prioridad de mejor esfuerzo
		SVP de primera opción	SVP alternativo	
R	Si $BWIP_i \leq 2 \times BW_{m\acute{a}x_i}$	Si $BWIP_i \leq BW_{avg_i}$	No permitido	(Nota)
HL	Si $BWIP_i \leq 2 \times BW_{m\acute{a}x_i}$	Si $BWIP_i \leq BW_{m\acute{a}x_i}$	Si $BWIP_i \leq BW_{avg_i}$	(Nota)
LL	Todas las $BWIP_i$	Todas las $BWIP_i$	Todas las $BWIP_i$	(Nota)

NOTA – A los SVP de la VNET de prioridad de mejor esfuerzo se les atribuye una anchura de banda cero; la puesta en cola de espera de DIFFSERV sólo admite paquetes de mejor esfuerzo si se dispone de anchura de banda en un enlace.

donde:

$BWIP_i$  = anchura de banda en progreso en VNET  $i$

$BW_{avg_i}$  = anchura de banda mínima garantizada requerida para que VNET  $i$  lleve la carga de anchura de banda ofrecida media

$BW_{máx_i}$  = anchura de banda requerida para que VNET  $i$  cumpla el objetivo de grado de servicio de probabilidad de bloqueo de las peticiones de atribución de anchura de banda de SVP

=  $1,1 \times BW_{avg_i}$

Se señala que el método de gestión de recursos orientada a la QoS permite una VNET con CBR y VBR de prioridad clave, una VNET con CBR y VBR de prioridad normal y una VNET de mejor esfuerzo con UBR de baja prioridad. A los servicios clave admitidos por un ON en las VNET de prioridad clave se les aplica un tratamiento de encaminamiento de prioridad más alta permitiendo una DoS de selección de ruta superior a la de los servicios normales admitidos en las VNET de prioridad normal. A los servicios de mejor esfuerzo admitidos en las VNET de mejor esfuerzo de baja prioridad se les aplica un tratamiento de encaminamiento de prioridad más baja permitiendo una DoS de selección de ruta inferior a la normal. Las cantidades  $BW_{avg_i}$  se calculan periódicamente, por ejemplo cada semana  $w$ , y se pueden promediar exponencialmente a lo largo de un periodo de varias semanas. La determinación de estos parámetros puede ser específica de la implementación. Véase en [AM98], [ACFM99] y [A98] un análisis más profundo de la determinación del parámetro DoS y el parámetro estado de carga del enlace.

En [AM98] y [ACFM99] se examina la aplicación de la gestión de recursos orientada a la QoS basada en SVC. Conceptos análogos se utilizan para un procedimiento de control de admisión de llamada (CAC, *call admission control*) controlado por DoS para los SVC.

Además del procedimiento de gestión de anchura de banda orientada a la QoS para el tratamiento de las peticiones de atribución de anchura de banda, se utiliza una capacidad de priorización de los servicios puestos en cola de espera en función de la QoS mientras permanecen establecidas las peticiones de conexión/atribución de anchura de banda en cada una de las cinco VNET. En cada enlace, se recomienda una disciplina de puesta en cola de espera de tal manera que a los paquetes servidos se les dé prioridad en el orden siguiente: servicios de VNET clave, servicios de VNET normales y servicios de VNET de mejor esfuerzo. Además de procesar la prioridad VNET de DoS en el establecimiento de la atribución de anchura de banda del SVP, también es preciso asociar el parámetro de prioridad de servicio VNET con el SVP. En el caso de los SVC, conviene utilizar el parámetro DIFFSERV recomendado en [ATM990097] para acomodar los parámetros de prioridad de servicio de SVC en el mensaje señalización de establecimiento. El parámetro DIFFSERV proporcionará también la prioridad de comportamiento por salto (PHB, *per-hop-behavior*) requerida por los flujos IP. A partir del parámetro de prioridad de servicio DIFFSERV, el nodo ATM puede determinar el tratamiento de la QoS en base a las reglas de gestión de recursos (puesta en cola de espera con prioridad) orientada a la QoS para células VNET claves, células VNET normales y células VNET de mejor esfuerzo.

Lo que sigue es un resumen de ejemplos de métodos de gestión de recursos orientada a la QoS de SVP y SVC en redes ATM, de conformidad con lo recomendado en [AM99]:

- a) Los ON supervisan la utilización de la anchura de banda de las VNET y deciden cuándo efectuar peticiones de modificación de anchura de banda de SVP. Los ON aplican las reglas DoS para determinar el umbral de DoS aplicable a una petición de modificación de anchura de banda.
- b) Los VN siguen el estado del enlace y comparan los parámetros de umbral de DoS con el estado del enlace (como hacen los ON).

- c) Los ON formulan el mensaje petición de modificación de un SVP con el parámetro DoS opcional especificando el umbral de atribución de anchura de banda permitida y la prioridad de puesta en cola de espera en cada enlace del SVP. De manera alternativa, los ON especifican la DoS opcional en el mensaje ESTABLECIMIENTO.
- d) Los VN y los DN formulan el parámetro anchura de banda no disponible opcional en el mensaje rechazo de modificación de SVP, cuando un determinado SVP no puede acomodar una petición de anchura de banda, para permitir al ON la búsqueda de anchura de banda adicional en otras SVP.

## ANEXO C

### Métodos de encaminamiento/conmutación dentro de redes basados en IP

El Grupo de tareas especiales de ingeniería en Internet (IETF, *Internet engineering task force*) ha adoptado, en las redes IP, la norma primer trayecto más corto abierto (OSPF) [M98] y [S95] para el encaminamiento dentro de dominios, el protocolo de pasarela de frontera (BGP) [S95] para el encaminamiento entre dominios y otros protocolos de encaminamiento [S95]. Esos protocolos permiten:

- a) el intercambio de información sobre la situación del nodo y el enlace;
- b) la actualización y sincronización automáticas de las bases de datos de topología; y
- c) la selección de ruta fija y/o dinámica basada en la información sobre la topología y la situación.

Los métodos de actualización y sincronización automáticas de las bases de datos de topología se han implantado durante las últimas dos décadas en las redes IP, y la presente Recomendación propone que los métodos compatibles de sincronización de bases de datos de topología se extiendan a las redes TDM y al interfuncionamiento entre redes TDM, ATM e IP. Por lo que se refiere a la sincronización de bases de datos de topología, cada nodo de una red OSPF/BGP basada en IP intercambia paquetes HELLO con sus vecinos inmediatos y de esa manera determina su información de estado local. Dicha información incluye la identidad y la pertenencia o no de los vecinos inmediatos al nodo a un grupo, así como la situación de sus enlaces con los vecinos. Cada nodo empaqueta a continuación su información de estado en advertencias del estado del enlace (LSA), con las que se inunda de manera fiable el sistema autónomo (AS, *autonomous system*), o grupo de nodos que intercambian información de encaminamiento y utilizan un protocolo de encaminamiento común, análogo al grupo de pares PNNI utilizado en las redes ATM. Las LSA se utilizan para inundar con información sobre el nodo, información sobre el estado del enlace e información sobre alcanzabilidad. Al igual que en la PNNI, parte de la información sobre el estado de la topología es estática y parte es dinámica. Para hacer posibles tamaños de grupos AS mayores, una red puede utilizar la OSPF de manera que se reduzca al mínimo el grado de inundación con información dinámica sobre el estado de la topología fijando los umbrales en valores que impidan actualizaciones frecuentes.

El encaminamiento IP de peticiones de conexión/atribución de anchura de banda y el soporte de la QoS están en proceso de normalización, sobre todo en las actividades relacionadas con la MPLS y los servicios diferenciados (DIFFSERV) [B99] y [ST98], en el IETF. Se han establecido las siguientes hipótesis en relación con los resultados de estos trabajos de normalización del encaminamiento IP:

- a) Control de la llamada como soporte de las funciones de establecimiento de conexión de manera eficaz conexión por conexión y utilización de un protocolo tal como el H.323 [H.323] y el protocolo de iniciación de sesión (SIP) [HSSR99]. Se supone que el protocolo

de señalización de control de la llamada interfunciona con los protocolos de señalización parte usuario de la RDSI-BA y PNNI para facilitar el establecimiento y la liberación de peticiones de conexión.

- b) Control de la conexión/atribución de anchura de banda como soporte de la selección de ruta que emplea métodos de selección de ruta OSPF/BGP junto con conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS). La MPLS emplea un protocolo de distribución por etiquetas de encaminamiento con restricciones (CRLDP) [AMAOM98], [CDFFSV97] y [J99] o un protocolo de reserva de recurso (RSVP, *resource reservation protocol*) [BZBHJ97] para establecer trayectos conmutados de indicación de encaminamiento con restricciones (CRLSP). La atribución de anchura de banda a los CRLSP se gestiona como soporte de la gestión de recursos orientada a la QoS, tal como se indica en C.3.
- c) El mensaje de petición de indicación CRLDP (equivalente al mensaje de establecimiento) lleva el parámetro ruta explícita (equivalente a la DTL) especificando los nodos intermedios (VN) y el nodo de destino (DN, *destination node*) en el CRLSP seleccionado y el parámetro DoS especificando el umbral de selección de anchura de banda permitido en un enlace.
- d) El mensaje notificación del CRLDP (equivalente al de liberación) lleva el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible especificando el retorno del control de la petición de conexión/atribución de anchura de banda al nodo de origen (ON), para que un posible encaminamiento alternativo futuro establezca CRLSP adicionales.
- e) La señalización del control de la llamada es coordinada con la señalización y el encaminamiento CRLDP/MPLS del control de la conexión/atribución de anchura de banda para el establecimiento de la conexión/atribución de anchura de banda.
- f) Entre todos los nodos se intercambia información de alcanzabilidad. Para provisionar una dirección IP nueva se provisiona el nodo que da servicio a esa dirección IP. A continuación se inundan con la información de alcanzabilidad todos los nodos de la red utilizando el mecanismo de inundación LSA de OSPF.
- g) El ON efectúa la traducción de la dirección destino, el cribado, el procesamiento de servicio y todos los demás pasos necesarios para determinar la tabla de encaminamiento de la petición de conexión/atribución de anchura de banda en la red IP. El ON admite una petición de conexión/atribución de anchura de banda si hay anchura de banda disponible y efectúa una petición de conexión/atribución de anchura de banda por un CRLSP seleccionado.

Los resultados de estas hipótesis sobre la normalización del encaminamiento basado en IP se examinan con más detalle en las subcláusulas que siguen.

### **C.1 Traducción/encaminamiento de números basado en IP**

Las redes IP utilizan un método de direccionamiento IP para identificar puntos finales de nodo [S94]. Se necesita un mecanismo con el que traducir o convertir los NSAP de la Recomendación E.164 en direcciones IP de manera eficaz. Se han hecho propuestas [ETSIa], [ETSIb], [ETSIc] y [PL99] de interfuncionamiento entre el direccionamiento IP y la numeración/el direccionamiento E.164, en las que se recomienda una base de datos de traducción basada en la tecnología de servidor de nombres de dominio (DNS), para convertir direcciones E.164 en direcciones de IP. Con esa capacidad, los nodos IP podrían efectuar la traducción o conversión de los NSAP de la Recomendación E.164 directamente, y facilitar de este modo el interfuncionamiento con redes TDM y ATM que utilizan la numeración y el direccionamiento E.164. Si tal es el caso, los NSAP de la Recomendación E.164 pasarían a ser un método de direccionamiento normalizado para el interfuncionamiento de redes TDM, ATM e IP.



## C.2 Gestión de tabla de encaminamiento y selección de ruta basada en IP

Como se ha indicado más arriba, se supone que la selección de ruta en una red IP emplea OSPF/BGP junto con MPLS y el protocolo CRLDP que funciona eficazmente en combinación con el establecimiento de control de la llamada de conexiones individuales. En el encaminamiento de capa 3 basado en OSPF, similar al ejemplo de la figura B.1, el ON S1 determina la lista de las rutas más cortas utilizando, por ejemplo, el algoritmo Dijkstra. La lista de rutas podría determinarse en base a las ponderaciones administrativas de cada enlace, que se comunican a todos los nodos que se hallan dentro del grupo AS. Las ponderaciones administrativas se pueden fijar, por ejemplo, en  $1 + \text{epsilon} \times \text{distancia}$ , siendo epsilon un factor que da una ponderación relativamente menor a la distancia en comparación con la cuenta de saltos. El ON selecciona una ruta de la lista en base a la selección de ruta FR, TDR, SDR, o EDR, como se describe en A.2. Por ejemplo, para establecer un CRLSP por la primera ruta, el ON S1 envía un mensaje de petición de indicación de CRLDP al VN S2 que reenvía dicho mensaje al VN S3, y finalmente al DN S4. Los VN S2 y S3 y el DN S4 se pasan en el parámetro ruta explícita (ER) contenido en el mensaje de petición de indicación de CRLDP. Cada nodo de la ruta lee la información ER y pasa el mensaje de petición de indicación de CRLDP al nodo siguiente de la relación que figura en el parámetro ER. Si la primera ruta está bloqueada en cualquiera de los enlaces del encaminamiento, se devuelve un mensaje notificación de CRLDP con el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible al ON que puede intentar entonces la ruta siguiente. Si se utiliza FR, dicha ruta es la ruta siguiente de la lista de rutas más cortas, por ejemplo la ruta S1-S6-S7-S8-S4. Si se utiliza TDR, la ruta siguiente es la ruta que figura a continuación en la tabla de encaminamiento para el periodo de tiempo en curso. Si se utiliza SDR, la OSPF implementa un método distribuido de información sobre el estado del enlace por inundación, activado ya sea periódicamente y/o al traspasar los valores umbral del estado de carga. Como se describe al comienzo de la presente subcláusula, es posible que este método de distribución de la información sobre el estado del enlace utilice los recursos de manera intensiva y quizás ya no resulte más eficaz que los métodos de selección de ruta más sencillos, tales como el EDR. Si se utiliza el EDR, la ruta siguiente es la última ruta realizada, y si esa ruta falla, se busca otra ruta alternativa de acuerdo con el método de selección de ruta EDR.

## C.3 Gestión de recursos orientada a la QoS basada en IP

En [AAJL99] se recomienda extender los métodos descritos en A.3 y B.3 a las redes IP para el interfuncionamiento con redes TDM y ATM. Al igual que en el método de gestión de recursos orientada a la QoS examinado en 5.4 y en B.3, el parámetro DoS se lleva en el mensaje petición de indicación de CRLDP, con lo que cada VN puede comparar el estado de carga en el enlace con el umbral de DoS permitido para determinar si la petición de conexión/atribución de anchura de banda es admitida o bloqueada en ese enlace. En la red IP, el mensaje petición de indicación de CRLDP necesitaría llevar también el parámetro DoS permitida.

Los métodos de gestión de recursos orientada a la QoS se han aplicado de manera satisfactoria en las RTPC durante la última década [A98], se ha estudiado su extensión a redes IP [ACFM99], y en [AAJL99] se recomienda su aplicación en redes IP/MPLS [RCV99]. En el método recomendado de gestión de recursos orientada a la QoS, la anchura de banda se atribuye en cambios discretos a cada una de las tres redes virtuales (VNET) correspondientes a servicios clave de alta prioridad, servicios de prioridad normal y servicios de baja prioridad y mejor esfuerzo. Ejemplos de servicios dentro de estas categorías de VNET son:

- a) los servicios de alta prioridad, tales como los de comunicación vocal para la defensa;
- b) los servicios de prioridad normal, tales como los vocales sensibles al retardo, interactivos y de velocidad constante; los de telefonía IP sensibles al retardo e interactivos de velocidad variable; y los de transferencia de ficheros WWW no sensible al retardo y no interactiva de velocidad variable; y

- c) los servicios de baja prioridad y mejor esfuerzo, tales como los de correo vocal, correo electrónico y transferencia de ficheros no sensibles al retardo y no interactivos de velocidad variable.

Los cambios de anchura de banda en la capacidad de anchura de banda de las VNET son determinados por los nodos de borde en base a la demanda de anchura de banda acumulada global para capacidad de VNET (no en base a una petición conexión por conexión). Teniendo en cuenta la demanda de anchura de banda acumulada, los nodos de borde efectúan cambios discretos periódicos en la atribución de anchura de banda, es decir, aumentan o disminuyen la anchura de banda de los trayectos conmutados de indicación de encaminamiento con restricciones (CRLSP) que constituyen la capacidad de anchura de banda de una VNET.

En [AAJL99] se recomienda que el control de la atribución de anchura de banda para cada CRLSP de una VNET se base en las necesidades de anchura de banda estimadas, la utilización de la anchura de banda y la situación de los enlaces en el CRLSP. El nodo de borde, o nodo de origen (ON), determina cuándo es preciso aumentar o disminuir la anchura de banda de la VNET en un CRLSP, y utiliza un procedimiento recomendado de modificación de la anchura de banda del CRLSP con MPLS para efectuar los cambios necesarios de atribución de anchura de banda en los CRLSP de una VNET. En el procedimiento de atribución de anchura de banda, se utiliza CRLDP [J99] a fin de especificar los parámetros apropiados en el mensaje de petición de indicación para:

- a) pedir cambios en la atribución de anchura de banda de cada enlace del CRLSP; y
- b) determinar si se puede atribuir anchura de banda de enlace a cada enlace del CRLSP.

Si una atribución de anchura de banda de enlace no está permitida, un mensaje notificación de CRLDP recomendado con el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible permite al ON buscar una posible atribución de anchura de banda en otro CRLSP. En particular, [AAJL99] recomienda un parámetro tipo/longitud/valor (TLV, *type/length/value*) DoS opcional en el mensaje petición de indicación de CRLDP para controlar la atribución de anchura de banda en enlaces particulares de un CRLSP. Además, [AAJL99] recomienda un parámetro modificación de TLV opcional en el mensaje petición de indicación de CRLDP para hacer posible la modificación dinámica de los parámetros de tráfico asignados (por ejemplo, la velocidad de datos de cresta, la velocidad de datos concertada, etc.) de un CRLSP ya asistente. Por último, [AAJL99] recomienda un parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible TLV en el mensaje notificación de CRLDP para que un nodo de borde pueda buscar CRLSP alternativos cuando un determinado CRLSP no pueda acomodar una petición de anchura de banda. [AAJL99] se refiere a la gestión de recursos orientada a la QoS punto a punto; la gestión multipunto se queda en estudio.

Utilizando las técnicas de atribución, reserva y control de congestión de la anchura de banda, se puede conseguir que la gestión de recursos orientada a la QoS redunde en un buen funcionamiento de la red en condiciones operativas normales y anormales para todos los servicios que comparten la red integrada [A98]. Esos métodos han sido analizados en estudios recientes de simulación de redes IP [ACFM99], y en la presente Recomendación se describen los de gestión de recursos orientada a la QoS basada en IP. No obstante, lo que aquí se pretende es ilustrar los principios generales de esa gestión, no recomendar una implementación específica. En la red de gestión de recursos orientada a la QoS multiservicios, la anchura de banda se atribuye a cada una de las tres VNET (VNET de servicios clave de alta prioridad, VNET de servicios de prioridad normal y VNET de servicios de prioridad baja y mejor esfuerzo). La anchura de banda atribuida se protege como haga falta, o si no se comparte. Cada ON supervisa la utilización de la anchura de banda de VNET por cada uno de los CRLSP de la VNET, y determina cuándo se ha de aumentar o disminuir la anchura de banda de un CRLSP de VNET. Los cambios de anchura de banda en la capacidad de anchura de banda de las VNET son determinados por los ON en base a la demanda de anchura de banda acumulada global para capacidad VNET (no en base a una petición conexión por conexión). Teniendo en cuenta la demanda de anchura de banda acumulada, los ON efectúan cambios discretos

periódicos en la atribución de anchura de banda, es decir aumentan o disminuyen la anchura de banda de los CRLSP que constituyen la capacidad de anchura de banda de una VNET. Por ejemplo, si se efectúan peticiones de conexión para anchura de banda de CRLSP de VNET que excede de la atribución de anchura de banda de CRLSP existente, el ON inicia una petición de modificación de anchura de banda en los CRLSP apropiados. Dicha petición de modificación de anchura de banda puede dar lugar a un incremento de la atribución de anchura de banda de CRLSP vigente consistente en un aumento discreto de la anchura de banda, que aquí se denomina delta anchura de banda (DBW, *delta-bandwidth*). DBW es un cambio de anchura de banda lo suficientemente grande como para que las peticiones de modificación se hagan relativamente infrecuentes. Además, el ON supervisa periódicamente la utilización de la anchura de banda de CRLSP, por ejemplo una vez cada minuto, y si la utilización de la anchura de banda cae por debajo de la atribución de CRLSP actual, inicia una petición de modificación de anchura de banda para disminuir la atribución de anchura de banda de CRLSP en una unidad de anchura de banda, por ejemplo DBW.

Al efectuar la modificación de atribución de anchura de banda de VNET, el ON determina los parámetros de gestión de recursos orientada a la QoS incluyendo la prioridad de VNET (clave, normal o de mejor esfuerzo), la anchura de banda utilizada en la VNET, los umbrales de atribución de anchura de banda de VNET y si el CRLSP es una primera opción o un CRLSP alternativo. Estos parámetros se utilizan para acceder a una tabla de profundidad de búsqueda (DoS) de VNET a fin de determinar el umbral de estado de carga DoS, o la "profundidad" a la que se puede atribuir capacidad de red para la petición de modificación de anchura de banda de VNET. El ON utiliza el umbral de DoS para atribuir capacidad de anchura de banda de VNET, al seleccionar un CRLSP de primera opción de acuerdo con las reglas de selección de la tabla de encaminamiento. La ruta seleccionada en la red IP puede ser la ruta más corta abierta primero (OSPF) [M98] y [S95] para el encaminamiento dentro del dominio. En caso de encaminamiento de capa 3 basado en OSPF, ilustrado en la figura 2, el ON A determina una lista de las rutas más cortas utilizando, por ejemplo, el algoritmo Dijkstra. La lista de rutas podría determinarse en base a ponderaciones administrativas de cada enlace, que se comunican a todos los nodos que se hallan dentro del dominio del sistema autónomo (AS). Las ponderaciones administrativas se pueden fijar, por ejemplo, en  $[1 + \epsilon \times \text{distancia}]$ , siendo  $\epsilon$  un factor que da una ponderación relativamente menor a la distancia en comparación con la cuenta de saltos. El ON selecciona una ruta de la lista en base a la selección de ruta [A98] de encaminamiento fijo (FR), de encaminamiento dependiente del tiempo (TDR), de encaminamiento dependiente del estado (SDR) o de encaminamiento dependiente del evento (EDR).

Por ejemplo, al utilizar el primer CRLDP A-B-E de la figura 2, el ON A envía un mensaje petición de indicación de CRLSP al nodo intermedio (VN) B, que reenvía dicho mensaje al nodo de destino (DN) E. El VN B y el DN E se pasan en el parámetro CR/TLV de encaminamiento explícito contenido en el mensaje petición de indicación de CRLDP. Cada nodo del CRLSP lee la información CR/TLV y pasa el mensaje de petición de indicación de CRLDP al nodo siguiente de la relación que figura en CRLSP. Si la primera ruta está bloqueada en cualquiera de los enlaces del encaminamiento, se devuelve un mensaje notificación de CRLDP con el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible con tipo/longitud/valor de encaminamiento limitado recomendado (CR/TLV) al ON A que puede intentar entonces la ruta siguiente. Si se utiliza FR, dicha ruta es la ruta siguiente de la lista de rutas más cortas, por ejemplo la ruta A-C-D-E. Si se utiliza TDR, la ruta siguiente es la ruta que figura a continuación en la tabla de encaminamiento para el periodo de tiempo en curso. Si se utiliza SDR, la OSPF implementa un método distribuido de inundación de información sobre la situación del enlace, activado ya sea periódicamente y/o al traspasar los valores umbral del estado de carga. Es posible que este método de distribución de información sobre el estado del enlace utilice los recursos de manera intensiva y quizás ya no resulte más eficaz que los métodos de selección de ruta más sencillos, tales como el EDR. Si se utiliza el EDR, la ruta siguiente es la última ruta realizada, y si esa ruta falla, se busca otra ruta alternativa de acuerdo con el método de selección de ruta EDR.

Al utilizar, por tanto, el CRLSP seleccionado, el ON envía la ruta explícita, los parámetros de tráfico pedidos (velocidad de datos de cresta, velocidad de datos concertada, etc.), un parámetro DoS-TLV opcional, y un parámetro modificación de TLV opcional en el mensaje petición de indicación de CRLDP a cada VN y al DN del CRLSP seleccionado. La posibilidad de que se pueda atribuir anchura de banda a la petición de modificación de anchura de banda en el CRLSP de primera opción la determina cada VN aplicando las reglas de gestión de recursos orientada a la QoS. Dichas reglas implican la determinación por el VN de los estados de los enlaces del CRLSP (levemente cargado, fuertemente cargado, reservado u ocupado), en base a la utilización de anchura de banda y a la anchura de banda disponible, y su comparación de los estados de carga de los enlaces con el umbral DoS enviado en los parámetros TLV de CRLDP, como se explica más abajo. Si no se puede acceder al CRLSP de primera opción, un VN o el DN devuelve el control al ON utilizando un parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible-TLV recomendado en el mensaje notificación de CRLDP. En ese punto, el ON puede intentar un CRLSP alternativo. La posibilidad de atribuir o no anchura de banda a la petición de modificación de anchura de banda por la ruta alternativa viene determinada de nuevo por la utilización del umbral DoS comparado con el estado de carga de los enlaces del CRLSP de cada VN. La puesta en cola de espera con prioridad se utiliza durante el tiempo en que la conexión permanece establecida, y en cada enlace se mantiene la disciplina de puesta en cola de espera de manera que a los paquetes se les da prioridad de acuerdo con la prioridad de tráfico de VNET.

En el método recomendado de gestión de recursos orientada a la QoS, el control de admisión de modificación de anchura de banda en cada CRLSP de VNET se basa en la situación de los enlaces del CRLSP. El ON puede seleccionar cualquier CRLSP cuyo primer enlace de CRLSP esté autorizado de acuerdo con los criterios de gestión de recursos orientada a la QoS. Si un enlace de CRLSP subsiguiente no está permitido, se utiliza un mensaje notificación de CRLDP recomendado con un parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible-TLV para volver al ON y seleccionar un CRLSP alternativo. La determinación de los estados de carga de los enlaces del CRLSP se necesita para que la gestión de recursos orientada a la QoS seleccione capacidad de red en el CRLSP de primera opción o en los CRLSP alternativos. Se distinguen cuatro estados de carga de enlace:

- levemente cargado (LL);
- fuertemente cargado (HL);
- reservado (R); y
- ocupado (B).

La gestión de la capacidad del CRLSP utiliza un modelo de estado de enlace y un modelo de profundidad de búsqueda (DoS) para determinar si se puede aceptar una petición de modificación de anchura de banda en un enlace determinado a una "profundidad" de anchura de banda disponible. Al establecer la petición de modificación de anchura de banda, el ON codifica el umbral de estado de carga DoS permitido en cada enlace en el parámetro DoS-TLV recomendado de la petición de indicación de CRLDP. Si se encuentra un enlace de CRLSP en un VN en el que la anchura de banda de enlace en reposo y el estado de carga de enlace están por debajo del umbral de estado de carga DoS permitido, el VN envía un mensaje notificación de CRLDP con un parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible-TLV recomendado al ON, que puede encaminar a continuación la petición de modificación de anchura de banda a una opción de CRLSP alternativa. Por ejemplo, en la figura 2, el CRLSP A-B-E puede ser la primera ruta intentada cuando el enlace A-B se halla en el estado LL y el enlace de B-E en el estado R. Si el estado de carga DoS permitido es HL o superior, la petición de modificación de anchura de banda del CRLSP del mensaje de petición de indicación de CRLDP es encaminada por el enlace A-B pero no será admitida en el enlace B-E, en donde la petición de modificación de anchura de banda del CRLSP será reencaminada automáticamente hacia atrás en el mensaje notificación de CRLDP al

nodo de origen A para que intente el enlace A-C-D-E del CRLSP alternativo. En este caso, la petición de modificación de anchura de banda del CRLSP tiene éxito porque todos los enlaces tienen un estado de HL o superior.

El umbral de estado de carga DoS es una función de la anchura de banda en progreso, la prioridad de la VNET y los umbrales de atribución de anchura de banda [ACFM99], como se indica en el cuadro C.1.

**Cuadro C.1/E.351 – Determinación del umbral de estado de carga con profundidad de búsqueda (DoS)**

Estado de carga permitido <sub>i</sub>	VNET de prioridad clave	VNET de prioridad normal		VNET de prioridad de mejor esfuerzo
		CRLSP de primera opción	CRLSP alternativo	
R	Si $BWIP_i \leq 2 \times BW_{m\acute{a}x_i}$	Si $BWIP_i \leq BW_{avg_i}$	No permitido	(Nota)
HL	Si $BWIP_i \leq 2 \times BW_{m\acute{a}x_i}$	Si $BWIP_i \leq BW_{m\acute{a}x_i}$	Si $BWIP_i \leq BW_{avg_i}$	(Nota)
LL	Todas las $BWIP_i$	Todas las $BWIP_i$	Todas las $BWIP_i$	(Nota)

NOTA – A los CRLSP de la VNET de prioridad de mejor esfuerzo se les atribuye una anchura de banda cero; la puesta en cola de espera de DIFFSERV sólo admite paquetes de mejor esfuerzo si se dispone de anchura de banda en un enlace.

donde:

$BWIP_i$  = anchura de banda en progreso en VNET i

$BW_{avg_i}$  = anchura de banda mínima garantizada requerida para que VNET i lleve la carga de anchura de banda ofrecida media

$BW_{m\acute{a}x_i}$  = anchura de banda requerida para que VNET i cumpla el objetivo de grado de servicio de probabilidad de bloqueo de las peticiones de atribución de anchura de banda de CRLSP

$$= 1,1 \times BW_{avg_i}$$

Se señala que  $BWIP$ ,  $BW_{avg}$  y  $BW_{m\acute{a}x}$  son especificados por el par ON-DN, y que el método de gestión de recursos orientada a la QoS permite una VNET de prioridad clave, una VNET de prioridad normal y una VNET de prioridad de mejor esfuerzo. A los servicios clave admitidos por un ON en las VNET de prioridad clave se les aplica un tratamiento de encaminamiento de prioridad más alta permitiendo una DoS de selección de ruta superior a la de los servicios normales admitidos en las VNET de prioridad normal. A los servicios de mejor esfuerzo admitidos en las VNET de mejor esfuerzo se les aplica un tratamiento de encaminamiento de prioridad más baja permitiendo una DoS de selección de ruta inferior a la normal. Las cantidades  $BW_{avg_i}$  se calculan periódicamente, por ejemplo cada semana  $w$ , y se pueden promediar exponencialmente a lo largo de un periodo de varias semanas, como sigue:

$$BW_{avg_i}(w) = 0,5 \times BW_{avg_i}(w - 1) + 0,5 [BWIP_{avg_i}(w) + BW_{OV_{avg_i}}(w)]$$

$BWIP_{avg_i}$  = anchura de banda en progreso media a lo largo de un periodo de conjunto de carga en VNET i

$BW_{OV_{avg_i}}$  = petición de atribución de anchura de banda media rechazada (o desbordamiento) a lo largo de un periodo de carga fija en VNET i

donde todas las variables son especificadas por el par ON-DN, y  $BWIP_i$  y  $BW_{OV_i}$  se promedian a lo largo de diversos periodos de conjuntos de carga; son, por ejemplo, los valores medios de las

mañanas, tardes y noches de los días laborables, sábados y domingos, con los que se obtienen  $BWIP_i$  y  $BW_{OVavg_i}$ .

Lo que sigue en el cuadro C.2 son valores ilustrativos de los umbrales para determinar los estados de carga de enlace [ACFM99].

**Cuadro C.2/E.351 – Determinación del estado de carga del enlace**

Nombre del estado		Condición
Ocupado	B	$ILBW_k < DBW$
Reservado	R	$ILBW_k \leq Rthr_k$
Fuertemente cargado	HL	$Rthr_k < ILBW_k \leq HLthr_k$
Levemente cargado	LL	$HLthr_k < ILBW_k$

donde:

$ILBW_k$  = anchura de banda de enlace en reposo en el enlace k

$DBW$  = requisito de delta anchura de banda para una petición de atribución de anchura de banda

$Rthr_k$  = umbral de anchura de banda de reserva para el enlace k

=  $N \times 0,05 \times TBW_k$  para nivel N de reserva de anchura de banda

$HLthr_k$  = umbral de anchura de banda fuertemente cargado para el enlace k

=  $Rthr_k + 0,05 \times TBW_k$

$TBW_k$  = anchura de banda total requerida por enlace k para cumplir el objetivo de grado de servicio de probabilidad de bloqueo de las peticiones de atribución de anchura de banda por su CRLSP de primera opción.

La gestión de recursos orientada a la QoS aplica la lógica de reserva de anchura de banda para favorecer las conexiones encaminadas por el CRLSP de primera opción en situaciones de congestión del enlace. Si se detecta congestión (o bloqueo) del enlace, se activa inmediatamente la reserva de anchura de banda y se fija el nivel N de reserva para el enlace de acuerdo con el nivel de congestión del enlace. De esta manera, las peticiones de atribución de anchura de banda que intentan una ruta alternativa a la del enlace congestionado están sujetas a la reserva de anchura de banda, y se favorecen para ese enlace las peticiones de CRLSP de primera opción. Al mismo tiempo, se elevan correspondientemente los umbrales de estado de enlace LL y HL para acomodar la capacidad de anchura de banda reservada N para la VNET. La figura A.3 ilustra la atribución de anchura de banda y los mecanismos mediante los cuales se protege la anchura de banda durante el proceso de reserva de anchura de banda. Cuando las peticiones de atribución de anchura de banda son normales, la anchura de banda se comparte totalmente, pero en caso de sobrecarga de peticiones de atribución de anchura de banda, la anchura de banda se protege mediante los mecanismos de reserva con los que cada VNET puede utilizar la anchura de banda que tiene atribuida. En condiciones de fallo, sin embargo, los mecanismos de reserva actúan para dar a la VNET clave su anchura de banda atribuida antes de que a la VNET de prioridad normal se le atribuya la suya. Como se indica en el cuadro C.1, a la VNET de baja prioridad y mejor esfuerzo no se le atribuye anchura de banda, ni se reserva anchura de banda para la VNET de mejor esfuerzo. En [A98] se ilustra la solidez de la reserva dinámica de anchura de banda para la protección de las peticiones de anchura de bandas preferidas cuando varían ampliamente las condiciones del tráfico.

El nivel N de reserva (N, tiene 4 valores posibles), se calcula para cada enlace k en base al nivel de bloqueo del enlace de las peticiones de atribución de anchura de banda. El nivel de bloqueo del enlace es igual al total de atribución de anchura de banda del enlace pedida pero rechazada (o desbordamiento) (medida en anchura de banda total), dividida por el total de atribución de

anchura de banda de enlace pedida, durante el último intervalo de actualizaciones periódico, por ejemplo, cada tres minutos. Es decir:

$BWOV_k$  = total de atribución de anchura de banda pedida pero rechazada (o desbordamiento) en el enlace k

$BWOF_k$  = total de atribución de anchura de banda pedida u ofrecida en el enlace k

$LBL_k$  = nivel de bloqueo de enlace en el enlace k

=  $BWOV_k/BWOF_k$

Si  $LBL_k$  supera un valor umbral, se calcula el nivel N de reserva. La anchura de banda reservada y los estados del enlace se calculan en base al total de anchura de banda de enlace requerida en el enlace k,  $TBW_k$ , que se calcula en línea, por ejemplo cada intervalo m de 1 minuto, y se aproxima como sigue:

$TBW_k(m) = 0,5 \times TBW_k(m - 1) + 0,5 \times [1,1 \times TBWIP_k(m) + TBWOV_k(m)]$

$TBWIP_k$  = suma de la anchura de banda en progreso ( $BWIP_i$ ) de todas las VNET i para peticiones de anchura de banda en su CRLSP de primera opción por el enlace k

$TBWOV_k$  = suma del desbordamiento de la anchura de banda ( $BWOV_i$ ) de todas las VNET i para peticiones de anchura de banda en su CRLSP de primera opción por el enlace k

Por consiguiente, los umbrales de nivel de reserva y límite de estado de anchura de banda son proporcionales a la estimación de la carga de la anchura de banda requerida, lo que significa que la anchura de banda reservada y la anchura de banda requerida para formar un enlace levemente cargado suben y bajan con la carga de anchura de banda, como debe ser lógicamente.

Además del procedimiento de gestión de anchura de banda orientada a la QoS para el tratamiento de las peticiones de atribución de anchura de banda, se utiliza una capacidad de priorización de los servicios puestos en cola de espera en función de la QoS mientras permanecen establecidas las conexiones en cada una de las tres VNET. En cada enlace, se mantiene una disciplina de puesta en cola de espera de tal manera que a los paquetes servidos se les dé prioridad en el orden siguiente: servicios de VNET clave, servicios de VNET normales y servicios de VNET de mejor esfuerzo. Siguiendo el establecimiento de atribución de anchura de banda de CRLSP con MPLS y la aplicación de las reglas de gestión de recursos orientada a la QoS, es preciso enviar el parámetro prioridad de servicio y el parámetro etiqueta en cada paquete IP, como se ilustra en la figura C.1.

Cabida útil IP	Encabezamiento IP (Contiene los parámetros ToS/DIFFSERV/QoS)	Etiqueta LDP (Contiene los parámetros de encaminamiento con MPLS)
----------------	--	---

DIFFSERV	Servicios diferenciados
IP	Protocolo Internet
LDP	Protocolo de distribución de etiquetas
MPLS	Conmutación de etiquetas multiprotocolo
QoS	Calidad de servicio
ToS	Tipo de servicio

**Figura C.1/E.351 – Estructura de paquete OP con conmutación MPLS**

El parámetro de prioridad de servicio se puede incluir en el de tipo de servicio (ToS, *type of service*) o en el de servicios diferenciados (DIFFSERV) [B98] y [ST98], parámetros ya presentes en el encabezamiento de paquete IP. Otra posible alternativa consiste en que el parámetro de prioridad de servicio se incluya en la etiqueta o "tira" MPLS que se añade al paquete IP (esto queda en estudio). En cualquier caso, a partir del parámetro de prioridad de servicio, el nodo IP puede determinar el

tratamiento de la QoS en base a las reglas de gestión (puesta en cola de espera con prioridad) de los recursos orientada a la QoS para paquetes de VNET clave, paquetes de VNET normal y paquetes de VNET de mejor esfuerzo. A partir del parámetro etiqueta, el nodo IP puede determinar cuál es el nodo siguiente al que hay que encaminar el paquete IP según lo definido por el protocolo MPLS. De esta manera, los nodos centrales disponen de una implementación de procesamiento paquete por paquete muy sencilla con la que aplicar la gestión de recursos orientada a la QoS y el encaminamiento MPLS.

En [AAJL99] y [AAFJLLS99] se dan de manera resumida los siguientes ejemplos de métodos de utilización de CRLDP en MPLS:

- a) Nodos de borde, o nodos de origen (ON), supervisan la anchura de banda de VNET y deciden cuándo efectuar peticiones de modificación de anchura de banda de CRLSP. Los ON efectúan el seguimiento de la prioridad de VNET, la anchura de banda utilizada y los umbrales de atribución de anchura de banda y aplicación de las reglas DoS para determinar el umbral DoS aplicable a una petición de modificación de anchura de banda.
- b) Los nodos centrales, o nodos intermedios (VN), efectúan el seguimiento del estado del enlace y comparan los parámetros de umbral DoS con el estado del enlace (como hacen los ON).
- c) Los ON formulan el mensaje de petición de indicación de CRLDP, que lleva los parámetros de encaminamiento explícito en los que se especifican los VN y el DN en el CRLSP seleccionado, el parámetro DoS-TLV opcional que especifica el umbral de atribución de anchura de banda permitido en cada enlace del CRLSP y el parámetro modificación de TLV opcional que permite la modificación de los parámetros de tráfico asignados (por ejemplo, la velocidad de datos de cresta, la velocidad de datos concertada, etc.) de un CRLSP existente.
- d) Los VN o los DN formulan el parámetro reencaminamiento automático hacia atrás/anchura de banda no disponible-TLV opcional en el mensaje notificación de CRLDP, que especifica la devolución del control de la petición de atribución de anchura de banda del enlace al ON, para un posible encaminamiento alternativo buscando CRLSP alternativos cuando un determinado CRLSP no pueda acomodar una petición de anchura de banda.

## APÉNDICE I

### Bibliografía

[A98] ASH (G.R.): *Dynamic Routing in Telecommunications Networks*, McGraw-Hill, 1998.

[AAFJLLS99] ASH (G.R.), ASHWOOD-SMITH (P.), FEDYK (D.), JAMOSSI (B.), LEE (Y.), LI (L.), SKALECKI (D.): *LSP Modification Using CRLDP*, *draft-ash-crlsp-modify-00.txt*, julio de 1999.

[ACFM99] ASH (G.R.), CHEN (J.), FISHMAN (S.D.), MAUNDER (A.): *Routing Evolution in Multiservice Integrated Voice/Data Networks*, *International Teletraffic Congress ITC-16*, Edimburgo, Escocia, junio de 1999.

[ADFFT98] ANDERSON (L.), DOOLAN (P.), FELDMAN (N.), FREDETTE (A.), THOMAS (B.): *LDP Specification*, *IETF Draft*, *draft-ietf-mpls-ldp-01.txt*, agosto de 1998.

[AL99] ASH (G.R.), LEE (Y.): *Routing of Multimedia Connections Across TDM-, ATM-, and IP-Based Networks*, *IETF Draft*, *draft-ash-itu-sg2-qos-routing-00.txt*, mayo de 1999.

[AM98] ASH (G.R.), MAUNDER (A.): *Routing of Multimedia Connections when Interworking with PSTN, ATM, and IP Networks*, *AF-98-0927*, Nashville, TN, diciembre de 1998.



- [AAJL99] ASH (G.R.), ABOUL-MAGD (O.S.), JAMOUSSE (B.), LEE (Y.): QoS Resource Management in MPLS-Based Networks, *IETF Draft, draft-ash-qos-routing-00.txt*, Minneapolis MN, marzo de 1999.
- [AM99] ASH (G.R.), MAUNDER (A.): QoS Resource Management in ATM Networks, *AF-99-*, Roma, Italia, abril de 1999.
- [AMAOM98] AWDUCHE (D.O.), MALCOLM (J.), AGOGBUA (J.), O'DELL (M.), McMANUS (J.): Requirements for Traffic Engineering Over MPLS, *IETF Draft, draft-ietf-mpls-traffic-eng-00.txt*, octubre de 1998.
- [ATM95] B-ISDN Inter Carrier Interface (B-ICI) Specification Version 2.0 (Integrated), *ATM Forum Technical Committee, af-bici-0013.003*, diciembre de 1995.
- [ATM960055] Private Network-Network Interface Specification Version 1.0 (PNNI 1.0), *ATM Forum Technical Committee, af-pnni-0055.000*, marzo de 1996.
- [ATM960056] Traffic Management Specification Version 4.0, *ATM Forum Technical Committee, af-tm0056.000*, abril de 1996.
- [ATM960061] ATM User-Network Interface (UNI) Signalling Specification Version 4.0, *ATM Forum Technical Committee, af-sig-0061.000*, julio de 1996.
- [ATM98] Specification of the ATM Inter-Network Interface (AINI) (Draft), *ATM Forum Technical Committee, ATM Forum/BTD-CS-AINI-01.03*, julio de 1998.
- [ATM990097] ATM Signalling Requirements for IP Differentiated Services and IEEE 802.1D, *ATM Forum*, Atlanta, GA, febrero de 1999.
- [B99] BERNET (Y.), *et al.*: A Framework for Differentiated Services, *IETF draft-ietf-diffserv-framework-02.txt*, febrero de 1999.
- [BZBHJ97] BRADDEM (R.), ZHANG (L.), BERSON (S.), HERZOG (S.), JAMIN (S.): Resource ReSerVation Protocol (RSVP) – Version 1 Functional Specification, *IETF Network Working Group RFC 2205*, septiembre de 1997.
- [CDFFSV97] CALLON (R.), DOOLAN (P.), FELDMAN (N.), FREDETTE (A.), SWALLOW (G.), VISWANATHAN (A.): A Framework for Multiprotocol Label Switching, *IETF Network Working Group Draft, draft-ietf-mpls-framework-02.txt*, noviembre de 1997.
- [CNRS98] CRAWLEY (E.), NAIR (R.), RAJAGOPALAN (B.), SANDICK (H.): A Framework for QoS-based Routing in the Internet, *IETF RFC 2386*, agosto de 1998.
- [COM 2-39-E] Annex, Draft New Recommendation E.ip, *Report of Joint Meeting of Questions 1/2 and 10/2*, Turín, julio de 1998.
- [D99] DVORAK (C.): IP-Related Impacts on End-to-End Transmission Performance, *ITU-T Liaison to Study Group 2, Temporary Document TD GEN-22*, Ginebra, mayo de 1999.
- [DN99] DIANDA (R.B.), NOORHASHM (M.): Bandwidth Modification for UNI, PNNI, AINI, and BICI, *ATM Forum Technical Working Group*, abril de 1999.
- [ETSIa] Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Networks (TIPHON); Naming and Addressing; Scenario 2, *ETSI Secretariat, DTS/TIPHON-04002 v1.1.64*, 1998.
- [ETSIb] Request for Information (RFI): Requirements for Very Large Scale E.164 -> IP Database, *ETSI STF, TD35, ETSI EP TIPHON 9*, Portland, septiembre de 1998.
- [ETSIc] TD290, Proposal to Study IP Numbering, Addressing, and Routing Issues, *ETSI Working Party Numbering and Routing*, Sofía, septiembre de 1998.
- [G99a] GLOSSBRENNER (K.): Elements Relevant to Routing of ATM Connections, *ITU-T Liaison to Study Group 2, Temporary Document 1/2-8*, Ginebra, mayo de 1999.

- [G99b] GLOSSBRENNER (K.): IP Performance Studies, *ITU-T Liaison to Study Group 2, Temporary Document GEN-27*, Ginebra, mayo de 1999.
- [GWA97] GRAY (E.), WANG (Z.), ARMITAGE (G.): Generic Label Distribution Protocol Specification, *IETF Draft, draft-gray-mpls-generic-ldp-spec-00.txt*, noviembre de 1997.
- [GR99] GREENE (N.), RAMALHO (M.): Media Gateway Control Protocol Architecture and Requirements, *IETF Draft, draft-ietf-megaco-reqs-00.txt*, enero de 1999.
- [HSSR99] HANDLEY (M.), SCHULZRINNE (H.), SCHOOLER (E.) ROSENBERG (J.): SIP: Session Initiation Protocol, *IETF RFC 2543*, marzo de 1999.
- [J99] JAMOUSSE (B.), Editor: Constraint-Based LSP Setup using LDP, *IETF draft-ietf-mpls-cr-ldp-01.txt*, febrero de 1999.
- [LKPCD98] LUCIANI (J.), KATZ (D.), PISCITELLO (D.), COLE (B.), DORASWAMY (N.): NBMA Next Hop Resolution Protocol (NHRP), *IETF RFC 2332*, abril de 1998.
- [M98] MOY (J.): OSPF Version 2, *IETF RFC 2328*, abril de 1998.
- [PARLAY] Parlay API Specification 1.2, septiembre de 1999.
- [PL99] FALTSTROM (P.), LARSON (B.): E.164 Number and DNS, *IETF draft-faltstrom-e164-03.txt*, septiembre de 1999.
- [RVC99] ROSEN (E.), VISWANATHAN (A.), CALLON (R.): Multiprotocol Label Switching Architecture, *IETF draft-ietf-mpls-arch-04.txt*, febrero de 1999.
- [S94] STEVENS (W.R.): TCP/IP Illustrated, Volume 1, The Protocols, Addison-Wesley, 1994.
- [S95] STEENSTRUP (M.) Editor: Routing in Communications Networks, Prentice-Hall, 1995.
- [SCFJ96] SCHULZRINNE (H.), CASNER (S.), FREDERICK (R.), JACOBSON (V.): RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, *IETF RFC 1889*, enero de 1996.
- [ST98] SIKORA (J.), TEITELBAUM (B.): Differentiated Services for Internet2, *Internet2: Joint Applications/Engineering QoS Workshop*, Santa Clara, CA, mayo de 1998.
- [T1S198] ATM Trunking for the PSTN/ISDN, *Committee T1S1.3 (B-ISUP), T1S1.3/98, NJ*, diciembre de 1998.
- [ZSSC97] ZHANG, SANCHEZ, SALKEWICZ, CRAWLEY: Quality of Service Extensions to OSPF or Quality of Service Route First Routing (QOSPF), *IETF Draft, draft-zhang-qos-ospf-01.txt*, septiembre de 1997.



## 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
<b>Serie E</b>	<b>Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos</b>
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
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación

**\*18268\***

Impreso en Suiza  
Ginebra, 2000