

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# Y.2613

(03/2010)

SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA  
INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO  
INTERNET, REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN,  
INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES  
INTELIGENTES

Redes de la próxima generación – Redes basadas en  
paquetes

---

## Arquitectura técnica general de la red pública de datos de telecomunicaciones por paquetes

Recomendación UIT-T Y.2613

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

**INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET,  
REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN, INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES INTELIGENTES**

|                                                                                                                  |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN</b>                                                                 |                      |
| Generalidades                                                                                                    | Y.100–Y.199          |
| Servicios, aplicaciones y programas intermedios                                                                  | Y.200–Y.299          |
| Aspectos de red                                                                                                  | Y.300–Y.399          |
| Interfaces y protocolos                                                                                          | Y.400–Y.499          |
| Numeración, direccionamiento y denominación                                                                      | Y.500–Y.599          |
| Operaciones, administración y mantenimiento                                                                      | Y.600–Y.699          |
| Seguridad                                                                                                        | Y.700–Y.799          |
| Características                                                                                                  | Y.800–Y.899          |
| <b>ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET</b>                                                                           |                      |
| Generalidades                                                                                                    | Y.1000–Y.1099        |
| Servicios y aplicaciones                                                                                         | Y.1100–Y.1199        |
| Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de recursos                                                   | Y.1200–Y.1299        |
| Transporte                                                                                                       | Y.1300–Y.1399        |
| Interfuncionamiento                                                                                              | Y.1400–Y.1499        |
| Calidad de servicio y características de red                                                                     | Y.1500–Y.1599        |
| Señalización                                                                                                     | Y.1600–Y.1699        |
| Operaciones, administración y mantenimiento                                                                      | Y.1700–Y.1799        |
| Tasación                                                                                                         | Y.1800–Y.1899        |
| Televisión IP sobre redes de próxima generación                                                                  | Y.1900–Y.1999        |
| <b>REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN</b>                                                                            |                      |
| Marcos y modelos arquitecturales funcionales                                                                     | Y.2000–Y.2099        |
| Calidad de servicio y calidad de funcionamiento                                                                  | Y.2100–Y.2199        |
| Aspectos relativos a los servicios: capacidades y arquitectura de servicios                                      | Y.2200–Y.2249        |
| Aspectos relativos a los servicios: interoperabilidad de servicios y redes en las redes de la próxima generación | Y.2250–Y.2299        |
| Mejoras de las NGN                                                                                               | Y.2300–Y.2399        |
| Gestión de red                                                                                                   | Y.2400–Y.2499        |
| Arquitecturas y protocolos de control de red                                                                     | Y.2500–Y.2599        |
| <b>Redes basadas en paquetes</b>                                                                                 | <b>Y.2600–Y.2699</b> |
| Seguridad                                                                                                        | Y.2700–Y.2799        |
| Movilidad generalizada                                                                                           | Y.2800–Y.2899        |
| Entorno abierto con calidad de operador                                                                          | Y.2900–Y.2999        |
| <b>REDES FUTURAS</b>                                                                                             | <b>Y.3000–Y.3499</b> |
| <b>COMPUTACIÓN EN LA NUBE</b>                                                                                    | <b>Y.3500–Y.3999</b> |

## Recomendación UIT-T Y.2613

### Arquitectura técnica general de la red pública de datos de telecomunicaciones por paquetes

#### Resumen

En la Recomendación UIT-T Y.2613 se especifica la arquitectura técnica de una red pública de datos de telecomunicaciones por paquetes (PTDN) que puede reunir todos los requisitos descritos en la Recomendación UIT-T Y.2601, incluido el formato de la trama de enlace de datos y los paquetes de red, así como los métodos de operación, administración y mantenimiento (OAM) y los métodos de interfuncionamiento con otras redes portadoras en modo paquete.

#### Historia

| Edición | Recomendación | Aprobación | Comisión de Estudio | ID único*                                                                 |
|---------|---------------|------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1.0     | ITU-T Y.2613  | 2010-03-16 | 13                  | <a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/10718">11.1002/1000/10718</a> |

#### Palabras clave

Capa de enlace, capa de red, encaminamiento, FPBN, interfuncionamiento, OAM, PTDN.

---

\* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

## PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) 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 Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), 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 1 de la AMNT.

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.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

## 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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2019

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

|                                                                | <b>Página</b> |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 Alcance .....                                                | 1             |
| 2 Referencias .....                                            | 1             |
| 3 Definiciones y términos .....                                | 1             |
| 3.1 Términos definidos en otros documentos .....               | 1             |
| 3.2 Términos definidos en esta Recomendación .....             | 2             |
| 4 Abreviaturas.....                                            | 2             |
| 5 Modelo de referencia .....                                   | 3             |
| 5.1 Modo orientado a la conexión .....                         | 4             |
| 5.2 Modo sin conexión .....                                    | 5             |
| 6 Capa de enlace .....                                         | 5             |
| 6.1 Trama de datos .....                                       | 5             |
| 6.2 Multiplexación de punto a punto .....                      | 6             |
| 6.3 Formato de las tramas y definiciones de los campos .....   | 6             |
| 6.4 Control y gestión .....                                    | 11            |
| 7 Capa de red .....                                            | 12            |
| 7.1 Dirección de red .....                                     | 12            |
| 7.2 Formato de los paquetes y definiciones de los campos ..... | 12            |
| 7.3 Control y gestión .....                                    | 17            |
| 8 Acceso e interfuncionamiento .....                           | 18            |
| 8.1 Interfuncionamiento .....                                  | 18            |
| 8.2 Funciones generales.....                                   | 19            |
| 8.3 Componentes .....                                          | 19            |
| 9 OAM.....                                                     | 20            |
| 9.1 Modo sin conexión .....                                    | 20            |
| 9.2 Modo orientado a la conexión .....                         | 21            |
| Bibliografía .....                                             | 23            |



# Recomendación UIT-T Y.2613

## Arquitectura técnica general de la red pública de datos de telecomunicaciones por paquetes

### 1 Alcance

La red pública de datos de telecomunicaciones por paquetes (PTDN) es una red de datos por paquetes diseñada para el estrato de transporte de las NGN, que debe ser segura, fiable, controlable y gestionable. Además, puede cumplir todos los requisitos descritos en [UIT-T Y.2601]. En esta Recomendación se especifica la arquitectura técnica de la PTDN, incluido el formato de la trama de enlace de datos y los paquetes de red, así como los métodos de operación, administración y mantenimiento (OAM) y los métodos de interfuncionamiento con otras redes portadoras en modo paquete.

### 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. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación

- [UIT-T I.432] Recomendación UIT-T I.432 (1993), *Interfaz usuario-red de la RDSI-BA – Especificación de la capa física*
- [UIT-T Q.921] Recomendación UIT-T Q.921 (1997), *Interfaz usuario-red de la RDSI – Especificación de la capa de enlace de datos*
- [UIT-T Y.2601] Recomendación UIT-T Y.2601 (2006), *Características y requisitos fundamentales de las redes futuras basadas en paquetes*
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3 (en vigor), *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access method and Physical Layer Specifications.*

### 3 Definiciones y términos

#### 3.1 Términos definidos en otros documentos

En la presente Recomendación se utilizan los siguientes términos definidos en otros documentos:

**3.1.1 dirección** [UIT-T Y.2601]: Identificador de un punto de terminación específico que se utiliza para el encaminamiento hacia ese punto de terminación.

**3.1.2 plano de control** [b-UIT-T Y.2011]: Conjunto de funciones que controlan el funcionamiento de las entidades en el estrato o la capa considerada, además de las funciones necesarias para soportar dicho control.

**3.1.3 plano de datos** [b-UIT-T Y.2011]: Conjunto de funciones empleadas para transferir datos en el estrato o la capa considerada.

**3.1.4 identificador** [UIT-T Y.2601]: Conjunto de dígitos, caracteres y símbolos, o cualquier otro tipo de dato utilizado para identificar abonados, usuarios, elementos de red, funciones, entidades de red que proporcionan servicios/aplicaciones, u otras entidades (objetos físicos o lógicos).

NOTA – Los identificadores pueden utilizarse para el registro o la autorización. Pueden ser públicos para todas las redes, compartidos entre un número limitado de redes o privados para una red específica (los identificadores privados normalmente no se dan a conocer a terceros).

**3.1.5 plano de gestión** [b-UIT-T Y.2011]: Conjunto de funciones utilizadas para gestionar las entidades en el estrato o la capa considerada, más las funciones necesarias para soportar dicha gestión.

**3.1.6 nombre** [b-UIT-T Y.2611]: Identificador de una entidad (por ejemplo, abonado, elemento de red) que se puede resolver/traducir en una dirección.

**3.1.7 plano de usuario** [UIT-T Y.2601]: Clasificación de objetos cuya función principal es proporcionar la transferencia de información del usuario final: la información del usuario puede ser contenido de usuario a usuario o datos privados de usuario a usuario.

## 3.2 Términos definidos en esta Recomendación

En esta Recomendación se definen los siguientes términos:

**3.2.1 red pública de datos de telecomunicaciones por paquetes (PTDN):** Red de datos por paquetes diseñada para el estrato de transporte de las NGN, que debe ser segura, fiable, controlable y gestionable y que puede cumplir todos los requisitos descritos en la Recomendación UIT-T Y.2601. La PTDN es una red jerárquica, que puede subdividirse en varias capas de red.

## 4 Abreviaturas

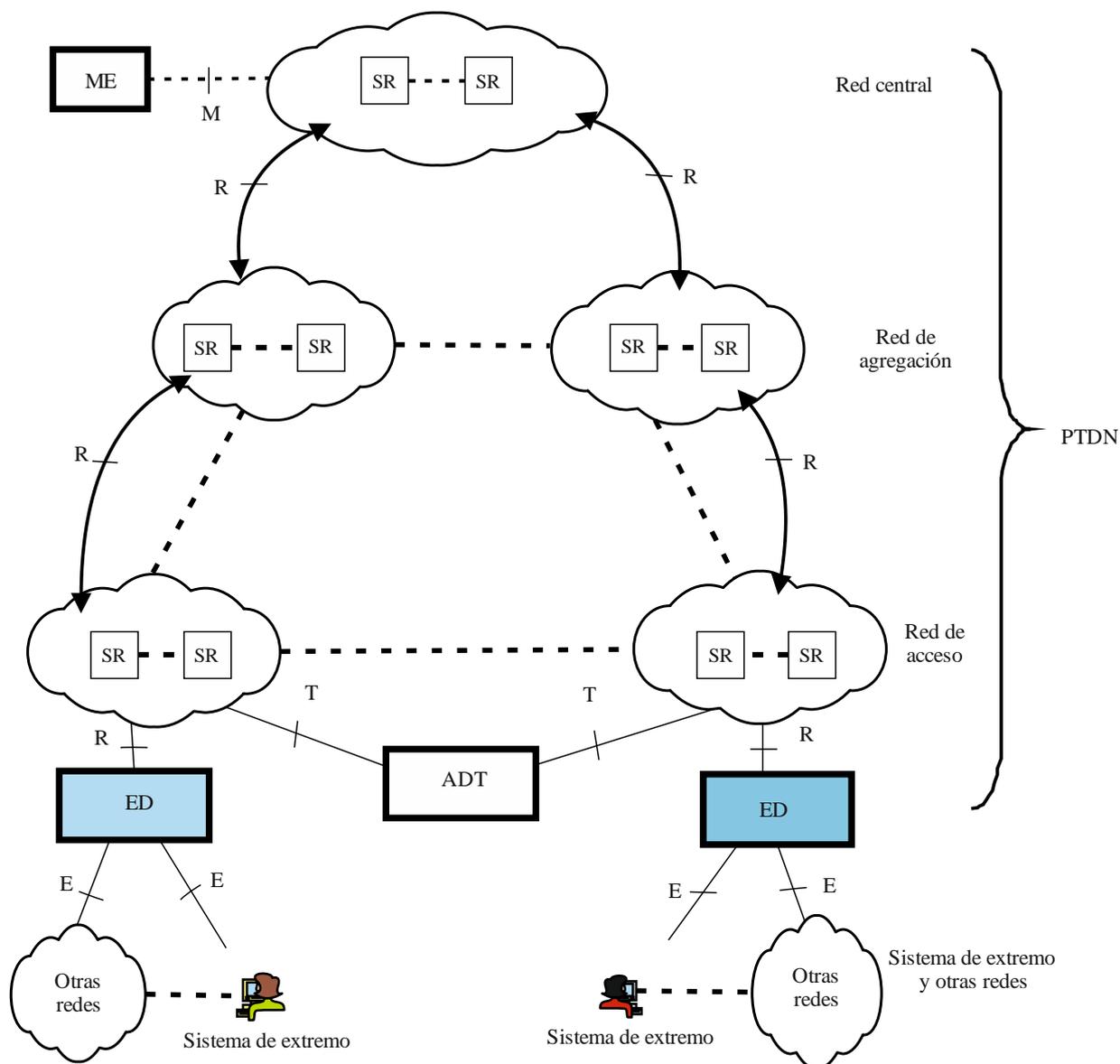
En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas:

|       |                                                                                                                 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BECN  | Notificación explícita de congestión hacia atrás ( <i>backward explicit congestion notification</i> )           |
| DLCI  | Identificador de conexión de enlace de datos ( <i>data link connection identifier</i> )                         |
| FDI   | Indicación de defecto en el sentido de ida ( <i>forward defect indication</i> )                                 |
| FECN  | Notificación explícita de congestión hacia adelante ( <i>forward explicit congestion notification</i> )         |
| GFP   | Procedimiento de entramado genérico ( <i>generic framing procedure</i> )                                        |
| HDLC  | Control de enlace de datos de alto nivel ( <i>high-level data link control</i> )                                |
| IP    | Protocolo Internet ( <i>Internet protocol</i> )                                                                 |
| IWF   | Función de interfuncionamiento ( <i>interworking function</i> )                                                 |
| LCN   | Número de canal lógico ( <i>logical channel number</i> )                                                        |
| LC-ID | ID de canal lógico ( <i>logical channel ID</i> )                                                                |
| OAM   | Operación, administración y mantenimiento ( <i>operation, administration and maintenance</i> )                  |
| PDN   | Red pública de datos por paquetes ( <i>public packet data network</i> )                                         |
| PTDN  | Red pública de datos de telecomunicaciones por paquetes ( <i>public packet telecommunication data network</i> ) |
| QoS   | Calidad de servicio ( <i>quality of service</i> )                                                               |

- TE        Equipos terminales (*terminal equipment*)
- URL       Localizador uniforme de recursos (*uniform resource locator*)
- VC        Circuito/conexión virtual (*virtual circuit/virtual connection*)

## 5        Modelo de referencia

La Figura 5-1 ilustra el modelo de referencia de la red PTDN.



Y.2613(2010)\_F5-1

**Figura 5-1 – Modelo de referencia de la red PTDN**

La PTDN es una red jerárquica, que se compone de una red de acceso, una red de agregación y una red central. Las redes central, de acceso y de agregación también son redes jerárquicas y pueden subdividirse en varias capas de red.

Los nodos de la PTDN (SR) se conectan entre sí a través de la interfaz R.

Los elementos de gestión (*management elements*, ME) se conectan a los SR a través de la interfaz M.

Los dispositivos periféricos (*edge devices*, ED) se localizan en el límite de la PTDN. A través de la interfaz E, un ED puede servir como adaptador entre los sistemas de extremo u otras redes (por ejemplo, redes IP o ATM) y la red PTDN. Así, por encima de los ED, se hallan los dominios de red fiables. Los ED también pueden soportar la movilidad de los sistemas de extremo o de otras redes.

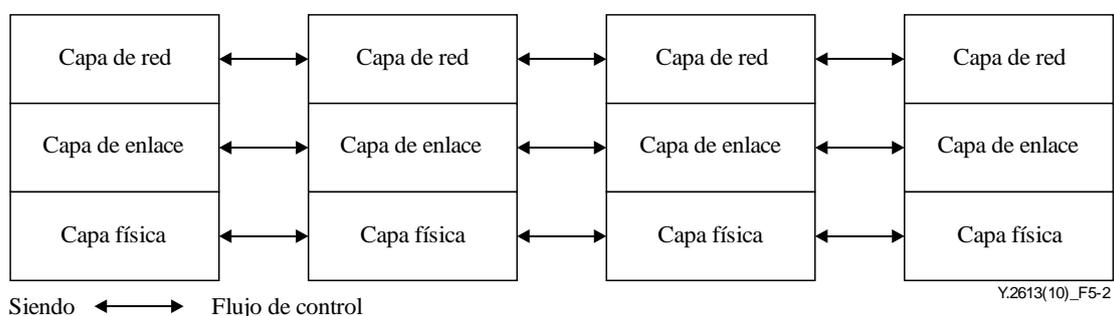
Los traductores de direcciones (*address translators*, ADT) se encargan de establecer correspondencias entre las direcciones IP (u otras direcciones de red) y las direcciones PTDN o de traducirlas. Los ADT cooperan con los ED para establecer las correspondencias o traducir las direcciones oportunas a través de la interfaz T.

La PTDN soporta el modo orientado a la conexión y el modo sin conexión.

## 5.1 Modo orientado a la conexión

### 5.1.1 Flujo de control en el modo orientado a la conexión

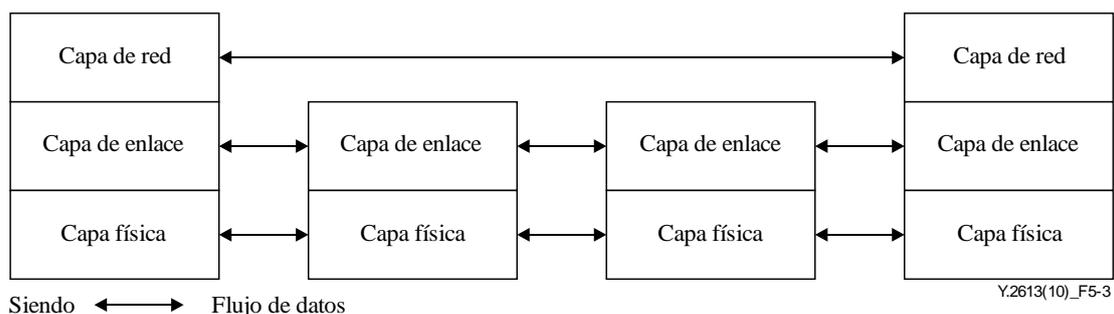
En el modo orientado a la conexión, el flujo de control puede establecer o suprimir el circuito virtual del plano de datos, según se indica en la Figura 5-2.



**Figura 5-2 – Transporte del flujo de control en el modo orientado a la conexión**

### 5.1.2 Flujo de datos en el modo orientado a la conexión

En el modo orientado a la conexión, los flujos de datos se transmiten a través de un canal lógico en la capa de enlace, según se indica en la Figura 5-3.

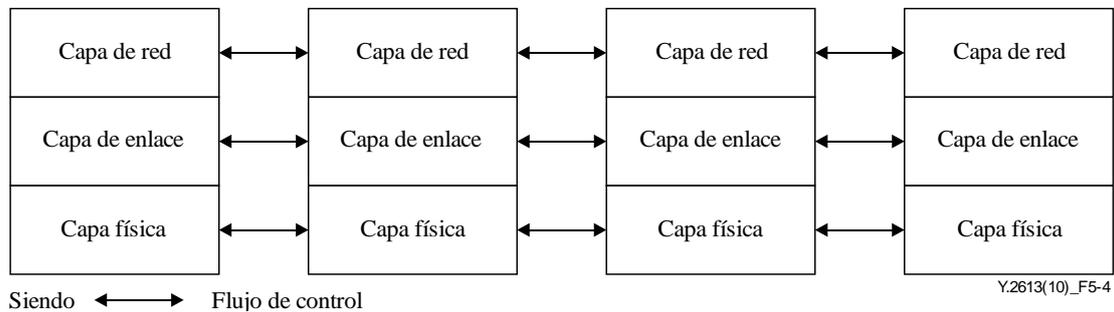


**Figura 5-3 – Transporte del flujo de datos en el modo orientado a la conexión**

## 5.2 Modo sin conexión

### 5.2.1 Flujo de control en el modo sin conexión

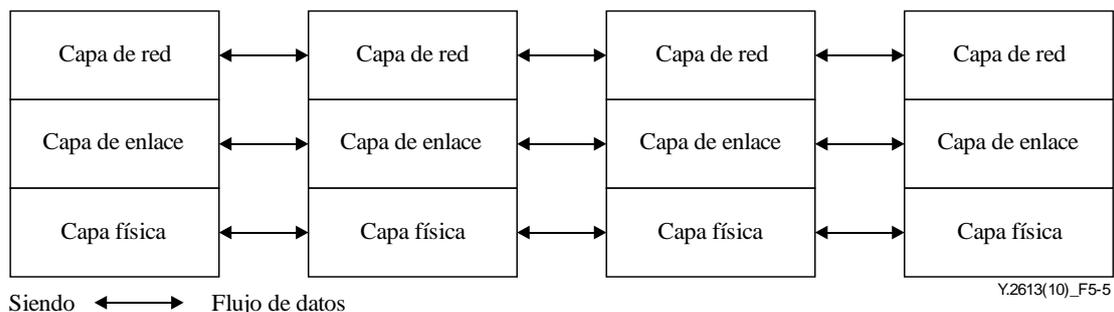
En el modo sin conexión, los flujos de control se transmiten por saltos en el plano de control de la capa de red, de acuerdo con las direcciones de origen y destino, según se indica en la Figura 5-4.



**Figura 5-4 – Transporte del flujo de control en el modo sin conexión**

### 5.2.2 Flujo de datos en el modo sin conexión

En el modo sin conexión, los flujos de datos se transmiten por saltos en el plano de datos de la capa de red, de acuerdo con las direcciones de origen y destino, según se indica en la Figura 5-5.



**Figura 5-5 – Transporte del flujo de datos en el modo sin conexión**

## 6 Capa de enlace

La capa de enlace se utiliza para proporcionar funciones de multiplexación de punto a punto y/o de encapsulación de paquetes. En el modo orientado a la conexión, los paquetes de datos se encapsulan y multiplexan de acuerdo con el ID de canal lógico (LC-ID). En el modo sin conexión, la capa de enlace solo encapsula paquetes de datos.

### 6.1 Trama de datos

Los paquetes se encapsulan en una trama antes de su reenvío. Existen tres métodos de encapsulación:

- 1) Encapsulación basada en el delimitador de secuencia de bandera: el HDLC adopta esta tecnología y la bandera es igual a 01111110. El paquete de datos y la señal de control superior se transportan entre dos banderas.
- 2) Encapsulación basada en el control de errores en el encabezamiento y el delimitador de longitud: el GFP y el ATM adoptan esta tecnología. La utilización de esta tecnología se describe en la cláusula 4.3 de [UIT-T I.432].
- 3) Encapsulación basada en el preámbulo y el delimitador de trama de inicio: Esta tecnología se utiliza para encapsular los paquetes de red Ethernet. La utilización de esta tecnología se describe en la norma IEEE 802.3.

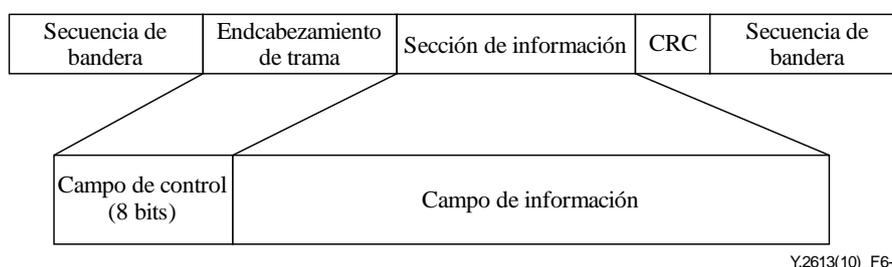
En una PTDN puede adoptarse cualquier método de encapsulación.

## 6.2 Multiplexación de punto a punto

La capa de enlace utiliza el canal lógico de cada par para soportar la multiplexación de punto a punto. El canal lógico debería identificarse mediante el número de canal lógico, es decir, el ID de canal lógico (LC-ID). El LC-ID es válido a escala local y se utiliza en el modo orientado a la conexión.

## 6.3 Formato de las tramas y definiciones de los campos

En el presente documento, para ayudar a entender la estructura del formato de la trama de la capa de enlace, la encapsulación basada en el delimitador de la secuencia de bandera se utiliza a título de ejemplo. De acuerdo con este método de encapsulación, la trama de la capa de enlace de la PTDN consta de cuatro partes: secuencia de bandera, encabezamiento de trama, sección de información y verificación por redundancia cíclica (VRC). La Figura 6-1 ilustra el formato de la trama de la capa de enlace.



**Figura 6-1 – Formato de la trama de la capa de enlace**

### 6.3.1 Secuencia de bandera

Todas las tramas comienzan y terminan con una secuencia de bandera, que consiste en un bit 0 seguido de seis bits 1 consecutivos y un bit 0. La bandera que precede al encabezamiento de trama se define como bandera de apertura. La bandera que sigue al campo de verificación por redundancia cíclica (VRC) se define como bandera de cierre. En algunas aplicaciones, la bandera de cierre también puede utilizarse como bandera de apertura de la siguiente trama. No obstante, todos los receptores han de ser capaces de recibir una o más banderas consecutivas.

### 6.3.2 Encabezamiento de trama

El encabezamiento de trama contiene el campo de control. El campo de control identifica el tipo de trama, que será una instrucción o una respuesta. A continuación se especifican tres tipos de formatos de campo de control: el formato de transferencia de información (formato I), el formato de funciones de supervisión (formato S) y el formato de funciones de control (formato C). La Figura 6-2 ilustra los formatos del campo de control.

| Tipo de trama                            | Instrucción | Respuesta | 8 | 7 | 6 | 5   | 4 | 3 | 2 | 1 |
|------------------------------------------|-------------|-----------|---|---|---|-----|---|---|---|---|
| Transferencia de información (formato I) | I           |           | 0 | 0 | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |
|                                          | UI          |           | 0 | 0 | 0 | 0   | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Supervisión (formato S)                  | RR          | RR        | 0 | 0 | 0 | P/F | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Control de enlace (formato C)            | SABME       |           | 0 | 1 | 1 | P   | 1 | 1 | 1 | 1 |
|                                          |             | DM        | 0 | 0 | 0 | F   | 1 | 1 | 1 | 1 |
|                                          | DISC        |           | 0 | 1 | 0 | P   | 0 | 0 | 1 | 1 |
|                                          |             | UA        |   | 0 | 1 | 1   | F | 0 | 0 | 1 |
|                                          | FRMR        |           | 1 | 0 | 0 | F   | 0 | 1 | 1 | 1 |

**Figure 6-2 – Formatos de campo de control**

**Bit de petición/final (*poll/final bit*, P/F):** El bit P/F tiene una función en las tramas tanto de instrucción como de respuesta. En las tramas de instrucción, el bit P/F se designa bit P; en las tramas de respuesta, se designa bit F. Las entidades de la capa de enlace de datos utilizan el bit P fijado a 1 para solicitar una trama de respuesta de una entidad par de la capa de enlace de datos. Las entidades de la capa de enlace de datos utilizan el bit F fijado a 1 para indicar la trama de respuesta transmitida como resultado de una instrucción de petición (*poll*).

La metodología de uso del bit P/F se describe en la cláusula 5 de [UIT-T Q.921].

### **6.3.2.1 Formato I**

El formato de transferencia de información (I) se utiliza para efectuar la transferencia de información orientada a la conexión o sin conexión entre entidades de capa 3. La trama de transferencia de información orientada a la conexión transporta la información orientada a la conexión y la trama de transferencia de información sin conexión transporta la información sin conexión. El campo de control permite identificar las tramas de transferencia de información orientada a la conexión y sin conexión. Por ejemplo, si se confirma que la transferencia de la información de otras redes (véase una red IP) ha de efectuarse en el modo orientado a la conexión, de acuerdo con el cuadro de control de acceso, el valor del campo de control se fijará a "00000000"; si se confirma que la transferencia de la información de otras redes (véase una red IP) ha de efectuarse en el modo sin conexión, de acuerdo con el cuadro de control de acceso, el valor del campo de control se fijará a "00000011".

### **6.3.2.2 Formato S**

El formato de supervisión (S) se utiliza para ejecutar funciones de control de supervisión del enlace de datos, por ejemplo, para indicar si el enlace está o no preparado. En este caso, se utiliza un temporizador para determinar si conviene enviar una trama S; la trama S se envía si el temporizador expira. Si el valor de este temporizador se ajusta a 0, no es necesario enviar la trama S. El temporizador representa el tiempo máximo permitido sin intercambio de tramas. El valor por defecto del temporizador es de 10 segundos.

### **6.3.2.3 Formato C**

El formato de control (C) se utiliza para proporcionar funciones de control de enlace de datos adicionales. Las instrucciones y las respuestas conexas comprenden SABME, DM, DISC, UA y FRMR. La cláusula 6.4.3 contiene información detallada al respecto.

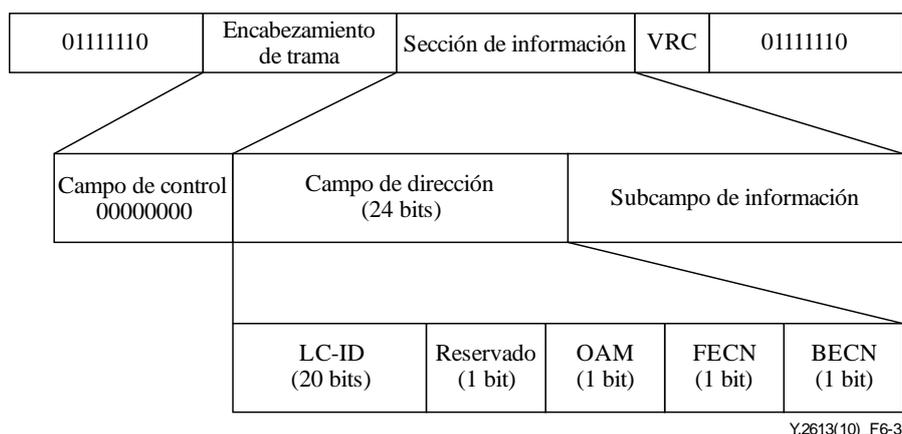
## **6.3.3 Sección de información**

La sección de información de una trama, de figurar, sigue al campo de control (véase la cláusula 6.3.2) y precede al de verificación por redundancia cíclica (véase la cláusula 6.3.4). El contenido de la sección de información comprende un número entero de octetos. La estructura de la sección de información puede variar en función del modo de transmisión. La estructura del campo de información orientada a la conexión se especifica en la cláusula 6.3.3.1 y la estructura del campo de información sin conexión se especifica en la cláusula 6.3.3.2.

### **6.3.3.1 Sección de información orientada a la conexión**

La sección de información orientada a la conexión comprende dos tipos de tramas: la trama de datos y la trama control. Ambos tipos de tramas se encapsulan como "trama de formato I" y el valor del campo de control debe ajustarse a 00000000B.

La Figura 6-3 ilustra la estructura de la trama orientada a la conexión. El valor del campo de control debe fijarse en 00000000B y la sección de información orientada a la conexión contiene el campo de dirección y el subcampo de información.



**Figura 6-3 – Estructura de la trama orientada a la conexión**

### 6.3.3.1.1 Campo de dirección

El campo de dirección contiene el ID de canal lógico (LC-ID), los campos reservado y OAM, y las notificaciones explícitas de congestión hacia adelante y hacia atrás (FECN y BECN). La longitud del campo de dirección es de 24 bits.

#### 6.3.3.1.1.1 Campo de ID de canal lógico (LC-ID)

El LC-ID identifica un canal lógico en un circuito virtual. El LC-ID especifica una entidad de la capa de enlace de datos hacia/desde la que se entrega/recibe información y que debe ser transportada en tramas por entidades de la capa de enlace de datos. El valor del LC-ID es válido a escala local y se distribuye mediante la señalización de control de capa superior (véase [b-UIT-T Q.931]). La longitud del campo LC-ID es de 20 bits.

#### 6.3.3.1.1.2 Campo reservado

El campo reservado es igual a 0.

#### 6.3.3.1.1.3 Campo OAM

El campo OAM se utiliza para indicar la trama OAM. Este campo se ajusta a 1 para indicar que la trama es una trama OAM y a 0 para indicar que la trama es una trama de usuario. La longitud del campo OAM es de 1 bit.

#### 6.3.3.1.1.4 Notificación de congestión explícita hacia adelante (FECN)

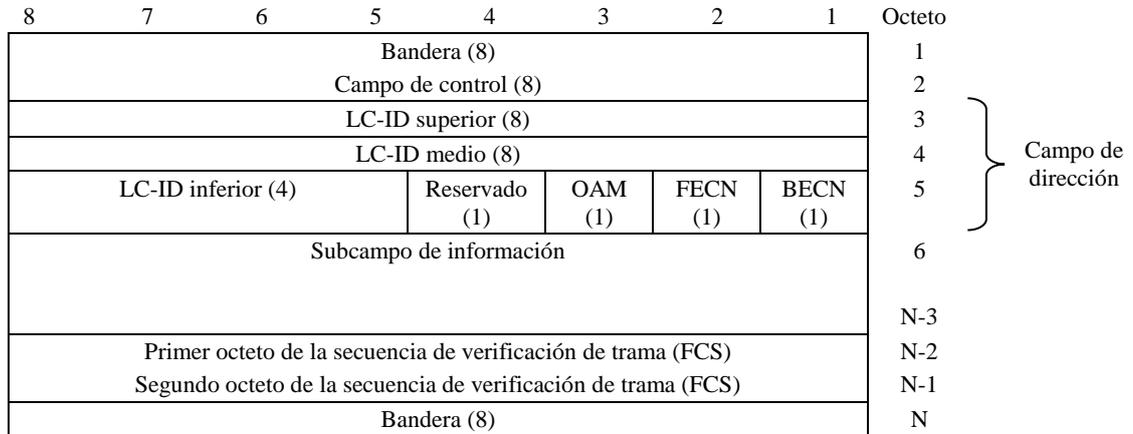
Este campo viene establecido por una red congestionada, con objeto de notificar al usuario que deben iniciarse procedimientos para evitar la congestión, en su caso, del tráfico en el sentido de transmisión de la trama que lleva la indicación FECN. Este campo se fija a 1 para indicar al sistema de extremo receptor que las tramas que recibe han encontrado recursos congestionados. Este campo puede utilizarse mediante el ajuste de la velocidad del transmisor controlado en destino. La longitud del campo FECN es de 1 bit.

#### 6.3.3.1.1.5 Notificación de congestión explícita hacia atrás (BECN)

Este campo viene establecido por una red congestionada, con objeto de notificar al usuario que deben iniciarse procedimientos para evitar la congestión, en su caso, del tráfico en el sentido de transmisión opuesto al de la trama que lleva la indicación BECN. Este campo se fija a 1 para indicar al sistema de extremo receptor que las tramas que transmite pueden encontrar recursos congestionados. Este bit puede utilizarse mediante el ajuste de la velocidad del transmisor controlado en origen. La longitud del campo BECN es igual a 1 bit.

### 6.3.3.1.2 Estructura de la trama de datos

Si el valor del campo LC-ID no es igual a 0, la trama de información orientada a la conexión es una trama de datos. La Figura 6-4 ilustra la estructura de la trama de datos orientada a la conexión.

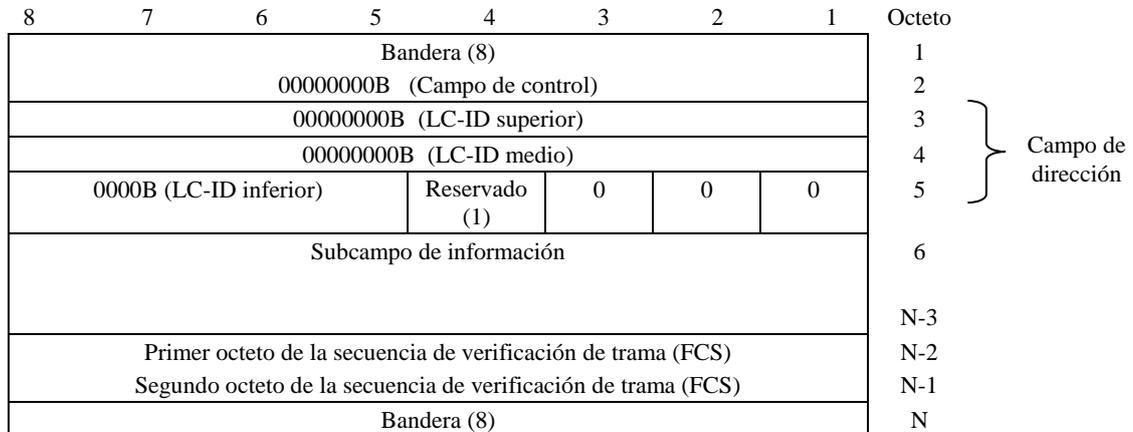


**Figura 6-4 – Estructura de la trama de datos orientada a la conexión**

### 6.3.3.1.3 Estructura de la trama de control

Si el campo LC-ID es igual a 0, la trama de información orientada a la conexión es una trama de control.

Los campos OAM, FECN y BECN carecen de sentido en la trama de control y deben ajustarse a 0 para la transmisión e ignorarse en la recepción. La Figura 6-5 ilustra la estructura de la trama de control orientada a la conexión.



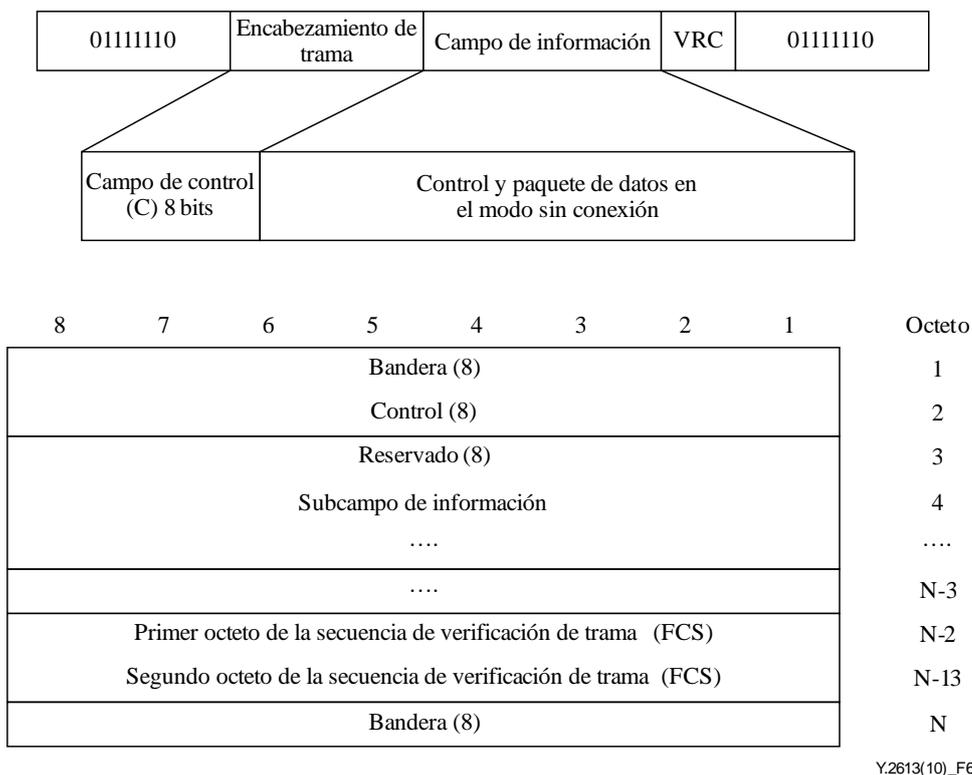
**Figura 6-5 – Estructura de la trama de control orientada a la conexión**

### 6.3.3.1.4 Subcampo de información

El subcampo de información comprende números enteros de octetos.

### 6.3.3.2 Campo de información sin conexión

Las tramas que funcionan en el modo sin conexión se encapsulan como tramas UI, cuyo campo de control tiene un valor de "00000011B". A modo de ejemplo, si se utiliza el HDLC, el formato de la trama en el modo sin conexión puede describirse como en la Figura 6-6, donde el campo de bandera debe tener un valor de "01111110B":



**Figura 6-6 – Formato de la trama en el modo sin conexión**

El campo de información sin conexión contiene el campo reservado y el subcampo de información.

#### 6.3.3.2.1 Campo reservado

El campo reservado se definirá y utilizará en un futuro. En este momento, su valor debería fijarse a 0.

#### 6.3.3.2.2 Subcampo de información

El subcampo de información comprende números enteros de octetos. El contenido del subcampo de información es un paquete de red, incluidos el encabezamiento de paquete y la carga útil.

#### 6.3.4 Campo de verificación por redundancia cíclica (VRC)

El campo de VRC constituirá una secuencia de 16 bits, que serán los complementos de la suma (en módulo 2) de:

- a) el resto de la división (en módulo 2) de  $x^k (x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1)$ , por el polinomio generador  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ , siendo  $k$  el número de bits de la trama entre, pero no incluidos, el último bit de la bandera de apertura y el primer bit de la VRC, excluidos los bits insertados para asegurar la transparencia; y
- b) el resto de la división (en módulo 2) por el polinomio generador  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ , del producto de  $x^{16}$  por el contenido de la trama entre, pero no incluidos, el último bit de la bandera de apertura y el primer bit de la VRC, excluidos los bits insertados para asegurar la transparencia.

En un caso práctico típico, en el transmisor, el contenido inicial del registro del dispositivo de cómputo del resto de la división se prefiija a "todos unos" y se modifica posteriormente dividiéndolo por el polinomio generador (como se ha descrito anteriormente) en los campos de dirección, control e información; los complementos del resto resultante se transmiten como la VRC de 16 bits.

En un caso práctico típico, en el receptor, el contenido inicial del registro del dispositivo de cómputo del resto se prefija a «todos unos». El resto final resultante después de la multiplicación por  $x^{16}$  y de la división (en módulo 2) por el polinomio generador  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$  de la serie de bits protegidos entrantes y la VRC será de 0001110100001111 ( $x^{15}$  a  $x^0$ , respectivamente), en ausencia de errores de transmisión.

## **6.4 Control y gestión**

De acuerdo con la Figura 6-2, el campo de control identifica el tipo de trama, que puede ser una instrucción o una respuesta. La instrucción/respuesta de control y gestión incluye la instrucción de transferencia de información, la instrucción/respuesta de supervisión de enlace y la instrucción/respuesta de control de enlace. A continuación se facilita información detallada al respecto.

### **6.4.1 Instrucción de transferencia de información**

La instrucción de transferencia de información consiste en el transporte de paquetes de datos. En el modo orientado a la conexión, la función de la instrucción de transferencia es encapsular y multiplexar paquetes de datos. En el modo sin conexión, la función de la instrucción de transferencia es encapsular paquetes de datos.

### **6.4.2 Instrucción y respuesta de supervisión de enlace**

La instrucción y la respuesta de supervisión de enlace se utilizan para realizar funciones de control de supervisión del enlace de datos.

### **6.4.3 Instrucción y respuesta de control de enlace**

#### **6.4.3.1 Instrucción de establecimiento del modo equilibrado asíncrono ampliado (*set asynchronous balanced mode extended, SABME*)**

La instrucción SABME no numerada se utiliza para iniciar la operación de reconocimiento de trama múltiple.

Una entidad de la capa de enlace de datos confirma la aceptación de una instrucción SABME transmitiendo, en la primera oportunidad, una respuesta UA. La transmisión de una instrucción SABME indica la liberación de todas las condiciones de excepción.

#### **6.4.3.2 Instrucción de desconexión (*disconnect, DISC*)**

La instrucción DISC no numerada se utiliza para terminar el funcionamiento multitrama.

No se permite ningún campo de información con la instrucción DISC. La entidad de la capa de enlace de datos que recibe la instrucción DISC confirma su aceptación transmitiendo una respuesta UA. La entidad de la capa de enlace de datos que ha transmitido la instrucción DISC termina el funcionamiento multitrama cuando recibe la respuesta de acuse de recibo UA o DM.

#### **6.4.3.3 Respuesta de modo desconectado (*disconnected mode, DM*)**

Las entidades de la capa de enlace de datos utilizan la respuesta DM no numerada para indicar a su par correspondiente que dicha capa se encuentra en un estado en que no es posible ejecutar el funcionamiento multitrama. No se permite ningún campo de información con la respuesta DM.

#### **6.4.3.4 Respuesta de acuse de recibo no numerado (*unnumbered acknowledgement, UA*)**

Las entidades de la capa de enlace de datos utilizan la respuesta UA para acusar recibo de la recepción y aceptación de instrucciones (SABME o DISC). Las instrucciones recibidas no se procesan hasta que no se transmita la respuesta UA. No se permite ningún campo de información con la respuesta UA.

#### **6.4.3.5 Respuesta de rechazo de trama (*frame reject*, FRMR)**

Las entidades de la capa de enlace de datos pueden recibir la respuesta FRMR no numerada como informe de una condición de error no recuperable mediante la retransmisión de una trama idéntica.

- La recepción de una instrucción o una respuesta no definida.
- La recepción de una trama cuyo campo de información excede la longitud máxima establecida.

### **7 Capa de red**

La capa de red se utiliza para proporcionar comunicaciones de extremo a extremo. Es necesario proporcionar mecanismos de encaminamiento para establecer el trayecto de reenvío de extremo a extremo. Las PTDN soportan dos modos: el modo sin conexión y el modo orientado a la conexión.

En el modo sin conexión, los nodos de red reenvían paquetes con arreglo a la dirección de destino basada en el cuadro de encaminamiento.

En el modo orientado a la conexión, los nodos de red reenvían paquetes de datos con arreglo al circuito virtual. El paquete de control se reenvía de acuerdo con la dirección de destino.

#### **7.1 Dirección de red**

En la PTDN, las direcciones de red son un tipo de dirección pública global, que puede utilizarse para efectuar la entrega de paquetes de datos de extremo a extremo.

En el modo orientado a la conexión, las direcciones de red solo pueden utilizarse en el plano de control para establecer un circuito virtual entre el origen y el destino, o para desconectar el circuito virtual existente.

En el modo sin conexión, las direcciones de red pueden utilizarse en los planos de control, gestión y datos. En el plano de control, estas direcciones se utilizan para transmitir instrucciones y respuestas de control. En el plano de gestión, estas direcciones se utilizan para transmitir instrucciones y respuestas de gestión. En el plano de datos, los paquetes de datos pueden reenviarse con arreglo a la dirección de red y al cuadro de encaminamiento establecido.

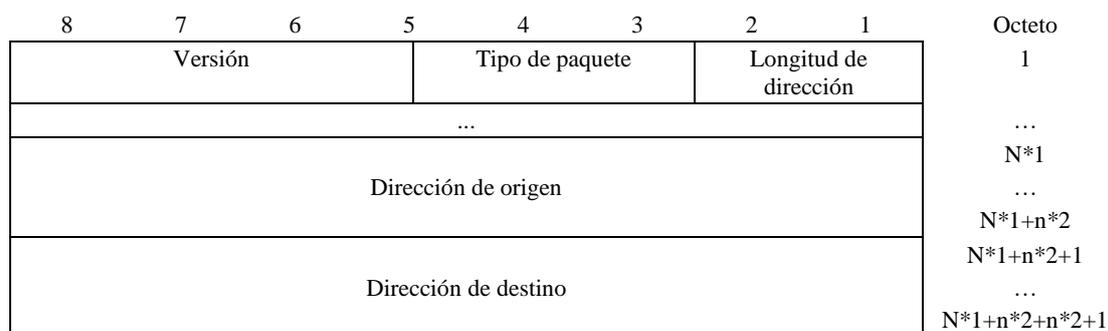
En la PTDN, la estructura de las direcciones de red es jerárquica e incluye, como mínimo, los ID de país, región y proveedor de red, así como algunos ID extensos. La longitud de las direcciones PTDN puede variar.

#### **7.2 Formato de los paquetes y definiciones de los campos**

##### **7.2.1 Modo sin conexión**

###### **7.2.1.1 Campos comunes**

Todos los paquetes PTDN deberían incluir una serie de campos comunes, entre ellos, los campos de versión, tipo de paquete, longitud de dirección, dirección de origen y dirección de destino. La Figura 7-1 ilustra el formato de los paquetes.



**Figura 7-1 – Formato de los paquetes en el modo sin conexión**

NOTA 1 – Los campos de dirección de origen y dirección de destino ocupan distintas posiciones en los paquetes de datos, control y gestión.

NOTA 2 – La longitud de los campos de dirección de origen y de destino viene definida por el campo de longitud de dirección.

#### 7.2.1.1.1 Campo de versión

El campo de versión se utiliza para identificar la versión del paquete PTDN. Ahora, el campo de versión está fijado a 1. La longitud del campo es de 4 bits.

#### 7.2.1.1.2 Campo de tipo de paquete

El campo de tipo de paquete se utiliza para distinguir los paquetes de control, gestión y datos.

La longitud del campo es de 2 bits. El campo de tipo de paquete puede tener los siguientes valores:

- 00 reservado
- 01 paquete de control
- 10 paquete de gestión
- 11 paquete de datos

#### 7.2.1.1.3 Campo de longitud de dirección

El campo de longitud de dirección se utiliza para indicar la longitud de la dirección PTDN. El campo de longitud de dirección es de 2 bits y puede tener los siguientes valores:

- 00 reservado
- 01 longitud de dirección de 64 bits
- 10 longitud de dirección de 96 bits
- 11 longitud de dirección de 128 bits

#### 7.2.1.1.4 Campo de dirección de origen

El campo de dirección de origen representa la dirección de origen de la red PTDN. La longitud de la dirección de origen viene indicada por el campo de longitud de dirección.

#### 7.2.1.1.5 Campo de dirección de destino

El campo de dirección de destino representa la dirección de destino de la red PTDN. La longitud de la dirección de destino viene indicada por el campo de longitud de dirección.

Cuando el paquete es un paquete de datos de multidifusión, el campo de dirección de destino es una dirección de multidifusión.

### 7.2.1.2 Paquete de datos

La Figura 7-2 ilustra la estructura del paquete de datos.

|                                                  |                                    |                               |               |                            |   |                           |   |        |
|--------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|---|---------------------------|---|--------|
| 8                                                | 7                                  | 6                             | 5             | 4                          | 3 | 2                         | 1 | Octeto |
| Versión (4)                                      |                                    |                               |               | Tipo de paquete (2)        |   | Longitud de dirección (2) |   | 1      |
| Identificador de VPN (1)                         | Identificador de multidifusión (1) | Tren de servicio de clase (2) | Reservado (4) |                            |   |                           |   | 2      |
| Longitud de carga útil superior (8)              |                                    |                               |               |                            |   |                           |   | 3      |
| Longitud de carga útil inferior (8)              |                                    |                               |               |                            |   |                           |   | 4      |
| TTL(6)                                           |                                    |                               |               |                            |   | Protección (2)            |   | 5      |
| Identificador de encabezamiento de extensión (1) | Reservado (3)                      |                               |               | Número de VPN superior (4) |   |                           |   | 6      |
| Número de VPN media (8)                          |                                    |                               |               |                            |   |                           |   | 7      |
| Número de VPN inferior (8)                       |                                    |                               |               |                            |   |                           |   |        |
| Dirección de origen                              |                                    |                               |               |                            |   |                           |   |        |
| Dirección de destino                             |                                    |                               |               |                            |   |                           |   |        |
| Carga útil                                       |                                    |                               |               |                            |   |                           |   |        |

**Figura 7-2 – Estructura del paquete de datos**

#### 7.2.1.2.1 Campo de identificador de VPN

El campo de identificador de VPN indica el paquete de VPN. La longitud del campo de identificador de VPN es de 1 bit. Si el campo se fija a 1, el paquete de datos es un paquete de datos VPN; si se fija a 0, el paquete de datos no es un paquete de datos VPN.

#### 7.2.1.2.2 Campo de identificador de multidifusión

El campo identificador de multidifusión indica el paquete de multidifusión. La longitud del campo del identificador de multidifusión es de 1 bit. Si se fija a 1, el paquete de usuario es un paquete de multidifusión; si se fija a 0, el paquete de usuario no es un paquete de multidifusión.

#### 7.2.1.2.3 Campo de tren de servicio de clase

El campo de tren de servicio de clase permite distinguir los distintos trenes de servicio de clase. La longitud de este campo es de 2 bits. Existen cuatro clases de trenes de servicio:

- 00 servicio de la clase más alta (recurso completo garantizado)
- 01 servicio de clase alta de segundo nivel (recurso parcial garantizado)
- 10 servicio de clase alta de tercer nivel (recurso parcial garantizado)
- 11 servicio del "mejor esfuerzo" (recurso no garantizado)

#### 7.2.1.2.4 Campo de longitud de carga útil

El campo de longitud de carga útil se utiliza para indicar la longitud de la carga útil en octetos. La longitud de este campo es de 16 bits.

#### 7.2.1.2.5 Campo de TTL

El campo de TTL indica el tiempo máximo que el paquete de usuario puede permanecer en la PTDN. Si el valor de este campo es cero, el paquete de usuario debe ser descartado. Este campo se va reduciendo a medida que pasa a través de los nodos de red. La longitud del campo TTL es de 6 bits.

### 7.2.1.2.6 Campo de protección

El campo de protección se utiliza para indicar distintas clases de rutas. La longitud del campo de protección es de 2 bits. Existen cuatro clases de rutas:

- 00 ruta principal
- 11 primera ruta de reserva
- 01 segunda ruta de reserva
- 10 ruta dinámica

### 7.2.1.2.7 Campo de identificador de encabezamiento de extensión

El campo de identificador de encabezamiento de extensión indica si existe un encabezamiento de paquete de extensión. Si el valor del campo es 0, no existe ningún encabezamiento de extensión; si el valor del campo es 1, existe un encabezamiento de extensión. La longitud del campo de identificador de encabezamiento de extensión es de 1 bit.

#### 7.2.1.2.7.1 Formato del paquete de extensión

La Figura 7-3 ilustra el formato del paquete de extensión.

|                     |          |   |   |   |   |   |   |        |
|---------------------|----------|---|---|---|---|---|---|--------|
| 8                   | 7        | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | Octeto |
| Próxima<br>ext. (1) | Tipo (7) |   |   |   |   |   |   | 1      |
| Longitud (8)        |          |   |   |   |   |   |   | 2      |
| Valor               |          |   |   |   |   |   |   | 3      |

**Figura 7-3 – Estructura del paquete de extensión**

Identificador de la próxima extensión (1 bit):

- =0 último paquete de extensión
- =1 paquete de extensión adicional

Tipo (7 bits): Tipo de paquete de extensión.

Longitud (8 bits): Longitud del paquete de extensión.

Valor: La longitud máxima es de 256 bytes.

#### 7.2.1.2.7.2 Paquete de extensión de fragmento

La Figura 7-4 ilustra el formato del paquete de extensión de fragmento.

|                                 |          |       |                                 |   |   |   |   |        |
|---------------------------------|----------|-------|---------------------------------|---|---|---|---|--------|
| 8                               | 7        | 6     | 5                               | 4 | 3 | 2 | 1 | Octeto |
| Ext. (1)                        | Tipo (7) |       |                                 |   |   |   |   | 1      |
| Longitud (8)                    |          |       |                                 |   |   |   |   | 2      |
| Reservado (2)                   |          | MF(1) | Desplazamiento de fragmento (5) |   |   |   |   | 3      |
| Desplazamiento de fragmento (8) |          |       |                                 |   |   |   |   | 4      |

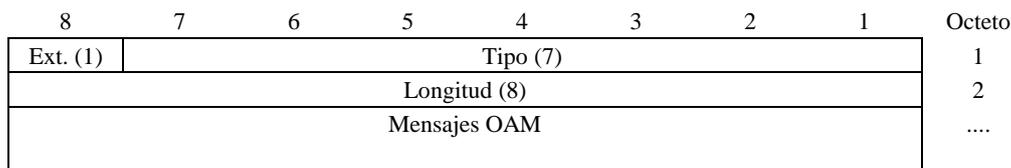
**Figura 7-4 – Formato del paquete de extensión de fragmento**

Si el valor del tipo es igual a "0000100", el paquete de extensión es un paquete de extensión de fragmento.

Desplazamiento de fragmento (13 bits): Cómputo de bytes desde el inicio del paquete; el paquete de datos es dividido sólo por el dispositivo periférico. El dispositivo de transporte medio no procesa el paquete de fragmento.

### 7.2.1.2.7.3 Paquete de extensión OAM

La Figura ilustra 7-5 el formato del paquete de extensión OAM.



**Figura 7-5 – Formato del paquete de extensión OAM**

Si el valor del tipo es igual a "0000101", el paquete de extensión es un paquete de extensión OAM.

Longitud (8 bits): Longitud del paquete de extensión OAM.

Mensaje OAM: Existen diversos tipos de mensajes OAM, entre ellos, indicaciones de eventos, de bucle y de rendimiento. Véase la cláusula 9.

### 7.2.1.2.8 Campo reservado

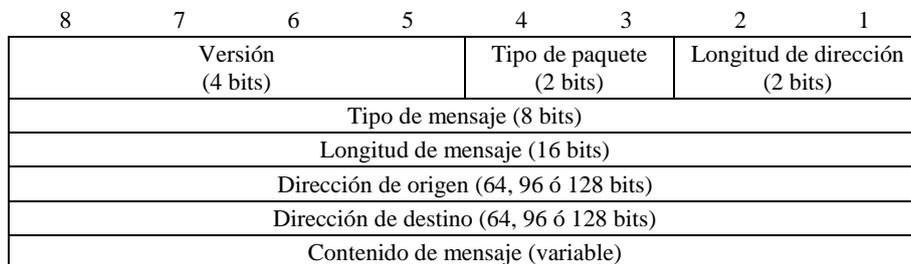
El campo está reservado para un uso futuro; su valor actual es 0.

### 7.2.1.2.9 Campo de número de VPN

El campo de número de VPN se utiliza para identificar una VPN. En la PTDN, el número de VPN es único. La longitud del campo de número de VPN es de 20 bits.

### 7.2.1.3 Paquete de control

La Figura 7-6 ilustra la estructura del paquete de control:



**Figura 7-6 – Estructura del paquete de control**

Un paquete de control se identifica ajustando el campo de tipo de paquete a "01".

#### 7.2.1.3.1 Campo de tipo de mensaje

El campo de tipo de mensaje permite distinguir distintos tipos de mensajes, que cumplen distintas funciones de control.

#### 7.2.1.3.2 Campo de longitud de mensaje

El campo de longitud de mensaje se utiliza para describir la longitud del contenido del mensaje.

#### 7.2.1.3.3 Campo de contenido de mensaje

El campo de contenido de mensaje adopta el formato TLV.

#### 7.2.1.4 Paquete de gestión

La Figura 7-7 ilustra la estructura del paquete de gestión.

|                                          |   |   |   |                             |   |                                   |   |
|------------------------------------------|---|---|---|-----------------------------|---|-----------------------------------|---|
| 8                                        | 7 | 6 | 5 | 4                           | 3 | 2                                 | 1 |
| Versión<br>(4 bits)                      |   |   |   | Tipo de paquete<br>(2 bits) |   | Longitud de dirección<br>(2 bits) |   |
| Tipo de mensaje (8 bits)                 |   |   |   |                             |   |                                   |   |
| Longitud de mensaje (16 bits)            |   |   |   |                             |   |                                   |   |
| Dirección de origen (64, 96 ó 128 bits)  |   |   |   |                             |   |                                   |   |
| Dirección de destino (64, 96 ó 128 bits) |   |   |   |                             |   |                                   |   |
| Contenido de mensaje (variable)          |   |   |   |                             |   |                                   |   |

**Figura 7-7 – Estructura del paquete de gestión**

Un paquete de gestión se identifica ajustando el campo de tipo de paquete a "10".

##### 7.2.1.4.1 Campo de tipo de mensaje

El campo de tipo de mensaje permite distinguir distintos tipos de mensajes, que cumplen distintas funciones de gestión.

##### 7.2.1.4.2 Campo de longitud de mensaje

El campo de longitud de mensaje del encabezamiento del paquete de gestión se utiliza para describir la longitud del contenido de mensaje.

##### 7.2.1.4.3 Campo de contenido de mensaje

El campo de contenido de mensaje adopta el formato TLV.

#### 7.2.2 Modo orientado a la conexión

##### 7.2.2.1 Paquete de datos

En el modo orientado a la conexión, los paquetes de datos se transfieren a través de los circuitos virtuales. Véase la cláusula 6.3.3.1.

##### 7.2.2.2 Paquete de control

En el plano de control, los paquetes de control se transmiten en un paquete específico con el LC-ID = 0. Véase la cláusula 6.3.3.1.3.

Los paquetes de control adoptan el formato TLV.

##### 7.2.2.3 Paquete de gestión

En el plano de gestión, los paquetes de gestión se transmiten en un circuito virtual específico.

Los paquetes de gestión adoptan el formato TLV.

#### 7.3 Control y gestión

En el modo orientado a la conexión, los nodos PTDN medios solo tienen un plano de control y un plano de gestión en la capa de red. En el modo sin conexión, la capa de red comprende tres planos: un plano de datos, un plano de control y un plano de gestión.

El plano de control de la capa de red proporciona funciones de control de VPN y multidifusión, como el establecimiento y la eliminación. El plano de gestión de la capa de red proporciona funciones de configuración de dispositivos, gestión del rendimiento y seguridad, entre otras.

La definición detallada de los mensajes se incluirá en otras Recomendaciones.

## 8 Acceso e interfuncionamiento

### 8.1 Interfuncionamiento

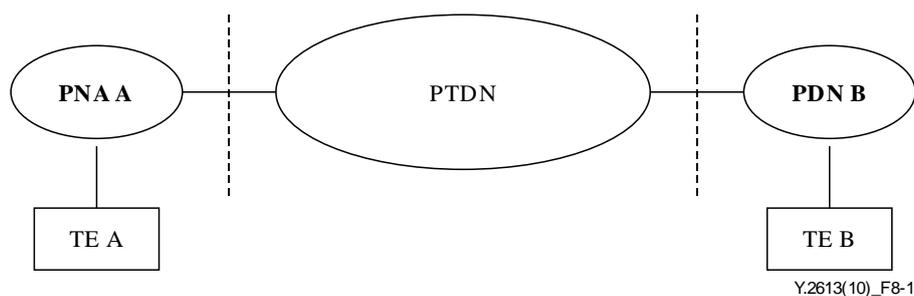
El propósito del interfuncionamiento entre redes PTDN y PDN es permitir:

- a) el transporte de tráfico PDN a través de una red PTDN; y/o
- b) la comunicación entre clientes en ambos tipos de red.

La necesidad de transportar tráfico PDN a través de una red PTDN surge cuando los operadores de red utilizan una infraestructura PTDN central para proporcionar una gran variedad de servicios. También es necesario que los terminales PTDN y PDN puedan comunicarse directamente.

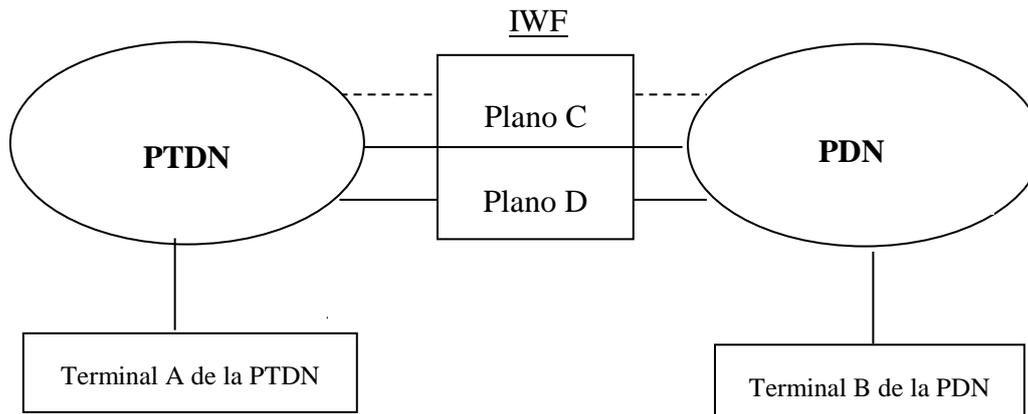
Se definen dos tipos de interfuncionamiento entre redes PTDN y PDN: el interfuncionamiento de servicio y el interfuncionamiento de red. Por interfuncionamiento de servicio se entiende la interacción de un equipo terminal (*terminal equipment*, TE) PTDN con un TE PDN: el TE PTDN no realiza ninguna función PDN y el TE PDN no realiza ninguna función PTDN. Dichas interacciones se llevan a cabo gracias a una función de interfuncionamiento (IWF, *interworking function*).

En el caso del interfuncionamiento de red, la PTDN proporcionará el servicio de transporte transparente a la otra red de datos por paquetes, según se indica en la Figura 8-1. La red de datos por paquetes del otro lado debe ser del mismo tipo.



**Figura 8-1 – Interfuncionamiento de red**

En el caso del interfuncionamiento de servicio, el servicio proporcionado por la PTDN será compatible con el servicio proporcionado por la otra red de datos por paquetes, según se indica en la Figura 8-2. El plano de control (plano C) lleva a cabo el establecimiento y la liberación de las conexiones de interfuncionamiento en las redes implicadas. Una vez establecida una conexión mediante la función de interfuncionamiento (IWF), ya sea por el plano de gestión (plano M) o por el plano C, los datos de usuario quedan sujetos a las normas de interfuncionamiento del plano de datos (plano D).



**Figura 8-2 – Interfuncionamiento de servicio**

## 8.2 Funciones generales

En el plano de datos, la función principal es encapsular y decapsular los paquetes de acuerdo con los formatos de paquetes de la red PTDN o la red PDN; a continuación, es posible establecer las debidas correspondencias entre las direcciones de la red PTDN y las direcciones de la red PDN con el marcado de los campos de información característicos del encabezamiento de paquete. A efectos del interfuncionamiento de red, conviene encapsular un encabezamiento de paquete de PTDN anidado en el encabezamiento de paquete de red PDN original, según se indica en la Figura 8-1. No obstante, a efectos del interfuncionamiento de servicio, cabe establecer las debidas correspondencias entre los encabezamientos de paquete de PDN y los encabezamientos de paquete de PTDN, según se indica en la Figura 8-2. Ello requiere que los contratos de tráfico y los compromisos de QoS entre las redes PDN y PTDN se tengan en cuenta en el proceso de reenvío. Si el tráfico de la red PDN a la red PTDN excede lo estipulado en los contratos de tráfico, la IWF se congestionará y los datos serán descartados.

La IWF debería generar y supervisar el mensaje OAM. La IWF también debe detectar cualquier fallo en la red PTDN, que a su vez podría asociarse a la sintaxis de indicación de defectos en el sentido de ida (FDI) de la red PDN.

En el plano de control, la función principal es generar y mantener correctamente el cuadro de correspondencias de direcciones entre la red PDN y la red PTDN.

## 8.3 Componentes

La IWF debería incluir componentes de control y gestión y componentes de reenvío.

### 8.3.1 Componentes de control y gestión

Los componentes de control y gestión deben generar y mantener correctamente el cuadro de correspondencias de direcciones, atender las solicitudes de los dispositivos periféricos ubicando el límite entre las redes PDN y PTDN en el mismo dominio de administrador y, a continuación, responder con el elemento de correspondencia de dirección correspondiente.

El cuadro de correspondencias de direcciones puede generarse de dos formas distintas. Una forma consiste en que la IWF adquiera el elemento de correspondencia de dirección por conducto del registro activo. La otra consiste en que la IWF adquiera dicho elemento por conducto de otras IWF.

Se recomienda utilizar un mecanismo de actualización para validar el elemento del cuadro de correspondencias de direcciones.

Se recomienda utilizar un mecanismo de agregación para reducir las dimensiones del cuadro de correspondencias de direcciones en la entidad de control.

### **8.3.2 Componentes de reenvío**

Los componentes de reenvío deberían establecer las debidas correspondencias entre las direcciones de la red PDN y las direcciones de la red PTDN, de acuerdo con el cuadro de correspondencias de direcciones. Los componentes de reenvío pueden obtener el correspondiente elemento de correspondencia de dirección enviando solicitudes a los componentes de control del mismo dominio de administrador.

Se recomienda utilizar un mecanismo de almacenamiento en caché para reducir la latencia de búsqueda del elemento de correspondencia de dirección oportuno.

## **9 OAM**

En la red PTDN, las funciones OAM incluyen la indicación de eventos, la conexión en bucle y la supervisión del rendimiento.

En las siguientes cláusulas se describen las distintas funciones OAM tanto en el modo orientado a la conexión como en el modo sin conexión.

### **9.1 Modo sin conexión**

#### **9.1.1 Funciones OAM**

En la red PTDN, el encaminamiento fijo garantiza que los mensajes OAM recorran el mismo trayecto en ambos sentidos de comunicación en la capa de red. Ello permite que cualquier punto de conexión entre los dos puntos extremos verifique y localice errores en ambos sentidos y obtenga parámetros de rendimiento.

##### **9.1.1.1 Indicaciones de eventos**

Cuando un nodo de red detecta una congestión o una disminución de la calidad en un enlace, debe enviar un informe de evento OAM al sistema de encaminamiento. Una vez que el monitor del sistema de encaminamiento recibe el mensaje de indicación, puede tomar medidas conexas de acuerdo con la configuración, tales como iniciar un proceso de conmutación de enlace. Un mensaje de indicación de evento se compone del tipo de evento y de la ubicación de la ocurrencia del evento, entre otros factores.

##### **9.1.1.2 Indicación de bucle**

En la capa de red, el bucle se logra insertando un mensaje con información de bucle en un punto y devolviéndolo (en bucle) en otro punto de una ruta fija. El mensaje de bucle se repite en un punto determinado de acuerdo con las instrucciones del sistema o la información del mensaje de bucle.

La información contenida en el mensaje de bucle comprende campos de bandera, campos de mensaje relacionados con el emisor y el receptor, campos de indicación de bucle que indican si se trata de un mensaje en bucle o no, campos de ubicación de bucle, etc.

##### **9.1.1.3 Indicación de rendimiento**

En la capa de red, la función de verificación de continuidad de extremo a extremo se proporciona mediante el envío periódico de paquetes de verificación de continuidad.

Los paquetes de verificación de continuidad no se procesan, sino que se transmiten en los nodos de red medios.

La supervisión del rendimiento de extremo a extremo o en algunos segmentos determinados permite supervisar el rendimiento, por ejemplo, el retardo en la transmisión de paquetes se obtiene insertando paquetes de supervisión en los puntos extremos conexos o en el punto extremo del segmento correspondiente.

### **9.1.2 Modos de portadora**

En el modo sin conexión, los mensajes OAM se transmiten en el plano de datos o en el plano de control.

### **9.1.3 Mensajes OAM**

Los mensajes OAM adoptan el formato TLV. Existen varios tipos de mensajes OAM, a saber, indicaciones de eventos, de bucle y de rendimiento. Cada función OAM tiene un formato de mensaje OAM distinto. Los formatos detallados de los mensajes se definirán en futuras Recomendaciones.

## **9.2 Modo orientado a la conexión**

### **9.2.1 Funciones**

Los mensajes OAM se transmiten a través del circuito virtual (*virtual circuit*, VC) en ambos sentidos de comunicación y permiten que cualquier punto de conexión entre los dos puntos extremos verifique y localice errores en ambos sentidos y obtenga parámetros de rendimiento.

#### **9.2.1.1 Indicaciones de eventos**

Cuando un nodo de red advierte que una interfaz de transmisión de paquetes ha fallado o está congestionada, el nodo de red confirma la dirección de origen del paquete de acuerdo con el cuadro de información de fallos y, a continuación, envía un informe de fallos al extremo de origen o al monitor del sistema de encaminamiento. Una vez que el monitor del sistema de encaminamiento recibe el mensaje de indicación, puede tomar medidas conexas de acuerdo con la configuración, tales como iniciar un proceso de conmutación de enlace. El mensaje de indicación debe comprender el tipo de evento y la ubicación de la ocurrencia del evento (dirección del nodo y número de interfaz).

#### **9.2.1.2 Indicación de bucle**

En la capa de enlace de datos, el bucle se logra insertando un mensaje con información de bucle en un punto y devolviéndolo (en bucle) en otro punto de una ruta fija. El mensaje de bucle se repite en un punto determinado de acuerdo con las instrucciones del sistema o la información del mensaje de bucle.

La información contenida en el mensaje de bucle comprende campos de bandera, campos de mensaje relacionados con el emisor y el receptor, campos de indicación de bucle que indican si se trata de un mensaje en bucle o no, campos de ubicación de bucle, etc.

#### **9.2.1.3 Indicación de rendimiento**

En la capa de enlace de datos, la función de verificación de estado del canal lógico se proporciona enviando periódicamente la instrucción de consulta de estado. La verificación de estado del canal lógico tiene por objeto indicar el estado del canal lógico existente en la interfaz.

La supervisión del rendimiento en el canal lógico o en algún segmento determinado permite supervisar el rendimiento, por ejemplo, el retardo en la transmisión de tramas se obtiene insertando tramas de control en los puntos extremos conexos o en el punto extremo del segmento correspondiente.

### **9.2.2 Modos de portadora**

En el modo orientado a la conexión, el mensaje OAM se transmite a través de un circuito virtual. La transmisión puede llevarse a cabo por conducto de un canal de datos de usuario con un número de canal lógico (LC-ID) idéntico al de la trama de usuario o, alternativamente, de un canal de control.

### **9.2.3 Mensajes OAM**

Los mensajes OAM adoptan el formato TLV. Existen varios tipos de mensajes OAM, a saber, indicaciones de eventos, de bucle y de rendimiento. Cada función OAM tiene un formato de mensaje OAM distinto. Los formatos detallados de los mensajes se definirán en futuras Recomendaciones.

## Bibliografía

Los siguientes documentos contienen información que puede ser útil al lector de la presente Recomendación. En ellos se suministra información adicional acerca de tópicos que si bien son tratados en ella, no son básicos para entenderla.

- [b-UIT-T G.7041] Recomendación UIT-T G.7041/Y.1303 (2008), *Procedimiento de entramado genérico.*
- [b-UIT-T G.8010] Recomendación UIT-T G.8010/Y.1306 (2004), *Arquitectura de redes de capa Ethernet.*
- [b-UIT-T G.8031] Recomendación UIT-T G.8031/Y.1342 (2009), *Conmutación de protección lineal Ethernet.*
- [b-UIT-T I.322] Recomendación UIT-T I.322 (1999), *Modelo de referencia de protocolo genérico para redes de telecomunicaciones.*
- [b-UIT-T I.326] Recomendación UIT-T I.326 (2003), *Arquitectura funcional de redes de transporte basadas en el modo de transferencia asíncrono.*
- [b-UIT-T I.330] Recomendación UIT-T I.330 (1988), *Principios de numeración y direccionamiento en la RDSI.*
- [b-UIT-T I.365.1] Recomendación UIT-T I.365.1 (1993), *Subcapas de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA): Subcapa de convergencia específica del servicio de retransmisión de trama.*
- [b-UIT-T I.365.2] Recomendación UIT-T I.365.2 (1995), *Subcapas de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA): Función de coordinación específica de servicio para proporcionar el servicio de red con conexión.*
- [b-UIT-T I.365.3] Recomendación UIT-T I.365.3 (1995), *Subcapas de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA): Función de coordinación específica de servicio para proporcionar el servicio de transporte con conexión.*
- [b-UIT-T I.365.4] Recomendación UIT-T I.365.4 (1996), *Subcapas de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA): Subcapa de convergencia específica de servicio para aplicaciones de control del enlace de datos de alto nivel.*
- [b-UIT-T I.630] Recomendación UIT-T I.630 (1999), *Conmutación de protección del modo de transferencia asíncrono.*
- [b-UIT-T Q.922] Recomendación UIT-T Q.922 (1992), *Especificación de la capa de enlace de datos de la RDSI para servicios portadores en modo trama.*
- [b-UIT-T Q.931] Recomendación UIT-T Q.931 (1998), *Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red de la RDSI para el control de llamada básica.*
- [b-UIT-T Q.933] Recomendación UIT-T Q.933 (2003), *Sistema de señalización digital de abonado N.º 1 de RDSI – Especificaciones de señalización para el control y la supervisión de estado de conexiones virtuales conmutadas y permanentes en modo trama.*

- [b-UIT-T X.25] Recomendación UIT-T X.25 (1996), *Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para equipos terminales que funcionan en el modo paquete y están conectados a redes públicas de datos por circuitos dedicados.*
- [b-UIT-T X.36] Recomendación UIT-T X.36 (2003), *Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para redes públicas de datos que prestan servicios de transmisión de datos con retransmisión de tramas por circuitos especializados.*
- [b-UIT-T X.37] Recomendación UIT-T X.37 (1995), *Encapsulado en paquetes X.25 de diferentes protocolos que incluyen la retransmisión de tramas.*
- [b-UIT-T X.45] Recomendación UIT-T X.45 (1996), *Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para equipos terminales que funcionan en el modo paquete y están conectados a redes públicas de datos, diseñados para funcionamiento eficaz a velocidades superiores.*
- [b-UIT-T X.121] Recomendación UIT-T X.121 (2000), *Plan de numeración internacional para redes públicas de datos.*
- [b-UIT-T X.124] Recomendación UIT-T X.124 (1999), *Disposiciones para el interfuncionamiento de los planes de numeración de las Recomendaciones E.164 y X.121 entre redes con retransmisión de trama y las del modo de transferencia asíncrono.*
- [b-UIT-T X.125] Recomendación UIT-T X.125 (1998), *Procedimiento para la notificación de la asignación de códigos internacionales de identificación de red para redes públicas de datos con retransmisión de tramas y redes del modo de transferencia asíncrono numeradas con arreglo al plan de numeración de la Rec. UIT-T E.164.*
- [b-UIT-T X.136] Recomendación UIT-T X.136 (1997), *Valores de precisión y de seguridad de funcionamiento para redes públicas de datos que prestan servicios internacionales de conmutación de paquetes.*
- [b-UIT-T X.137] Recomendación UIT-T X.137 (1997), *Valores de disponibilidad para redes públicas de datos que prestan servicios internacionales de conmutación de paquetes.*
- [b-UIT-T X.200] Recomendación UIT-T X.200 (1994) | ISO/CEI 7498-1:1994, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Modelo de referencia básico: El modelo básico.*
- [b-UIT-T X.212] Recomendación UIT-T X.212 (1995) | ISO/CEI 8886:1996, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Definición del servicio enlace de datos.*
- [b-UIT-T X.213] Recomendación UIT-T X.213 (2001) | ISO/CEI 8348:2002, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Definición del servicio de red.*
- [b-UIT-T X.323] Recomendación UIT-T X.323 (1988), *Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre redes públicas de datos con conmutación de paquetes (RPDCP).*
- [b-UIT-T X.371] Recomendación UIT-T X.371/Y.1402 (2001), *Disposiciones generales para el interfuncionamiento de redes públicas de datos e Internet.*

- [b-UIT-T Y.1001] Recomendación UIT-T Y.1001 (2000), *Marco de protocolo Internet – Marco para la convergencia de tecnologías de redes de telecomunicaciones y de redes de protocolo Internet.*
- [b-UIT-T Y.1231] Recomendación UIT-T Y.1231 (2000), *Arquitectura de red de acceso de protocolo Internet.*
- [b-UIT-T Y.1251] Recomendación UIT-T Y.1251 (2002), *Modelo arquitectural general para el interfuncionamiento.*
- [b-UIT-T Y.2001] Recomendación UIT-T Y.2001 (2004), *Visión general de las redes de próxima generación.*
- [b-UIT-T Y.2011] Recomendación UIT-T Y.2011 (2004), *Principios generales y modelo de referencia general de las redes de próxima generación.*
- [b-UIT-T Y.2012] Recomendación UIT -T Y.2012 (2010), *Requisitos y arquitectura funcional de las redes de la próxima generación.*
- [b-UIT-T Y.2611] Recomendación UIT-T Y.2611 (2006), *Arquitectura general de las redes futuras basadas en paquetes.*
- [b-UIT-T Y.2612] Recomendación UIT-T Y.2612 (2009), *Marco y requisitos genéricos del direccionamiento, encaminamiento y reenvío de la futura red de portador basada en paquetes.*
- [b-ISO/CEI 8802-3] ISO/IEC 8802-3:2000, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications.*





## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

|                |                                                                                                                                                                         |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Serie A        | Organización del trabajo del UIT-T                                                                                                                                      |
| Serie D        | Principios de tarificación y contabilidad y cuestiones económicas y políticas de las telecomunicaciones/TIC internacionales                                             |
| Serie E        | Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos                                                                         |
| Serie F        | Servicios de telecomunicación no telefónicos                                                                                                                            |
| Serie G        | Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales                                                                                                            |
| Serie H        | Sistemas audiovisuales y multimedia                                                                                                                                     |
| Serie I        | Red digital de servicios integrados                                                                                                                                     |
| Serie J        | Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia                                                                     |
| Serie K        | Protección contra las interferencias                                                                                                                                    |
| Serie L        | Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás elementos de planta exterior |
| Serie M        | Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes                                                                                          |
| Serie N        | Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión                                                                                |
| Serie O        | Especificaciones de los aparatos de medida                                                                                                                              |
| Serie P        | Calidad de la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales                                                                               |
| Serie Q        | Conmutación y señalización, y mediciones y pruebas asociadas                                                                                                            |
| 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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad                                                                                                         |
| <b>Serie Y</b> | <b>Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes</b>           |
| Serie Z        | Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación                                                                                      |