



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.805**

(03/2000)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,  
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Redes digitales – Generalidades

---

**Arquitectura funcional genérica de las redes de  
transporte**

Recomendación UIT-T G.805

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G  
**SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES**

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
EQUIPOS DE PRUEBAS	G.500–G.599
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
<b>Generalidades</b>	<b>G.800–G.809</b>
Objetivos de diseño para las redes digitales	G.810–G.819
Objetivos de calidad y disponibilidad	G.820–G.829
Funciones y capacidades de la red	G.830–G.839
Características de las redes con jerarquía digital síncrona	G.840–G.849
Gestión de red de transporte	G.850–G.859
Integración de los sistemas de satélite y radioeléctricos con jerarquía digital síncrona	G.860–G.869
Redes ópticas de transporte	G.870–G.879
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999

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

## **Recomendación UIT-T G.805**

### **Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte**

#### **Resumen**

En esta Recomendación se describe la arquitectura funcional de las redes de transporte de una forma independiente de la tecnología. Puede utilizarse la arquitectura funcional genérica como base de un conjunto armonizado de Recomendaciones sobre arquitectura funcional para redes de transporte ATM, SDH, PDH, y para el juego correspondiente de Recomendaciones sobre gestión, análisis de la calidad de funcionamiento y especificación de los equipos.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T G.805, revisada por la Comisión de Estudio 13 (1997-2000) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la CMNT el 10 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 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 2001

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

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias.....	1
3 Términos y definiciones.....	1
4 Abreviaturas.....	5
5 Arquitectura funcional de las redes de transporte.....	5
5.1 Introducción .....	5
5.2 Componentes de arquitectura.....	6
5.2.1 Componentes topológicos.....	6
5.2.2 Entidades de transporte.....	10
5.2.3 Funciones de tratamiento de transporte.....	11
5.2.4 Puntos de referencia.....	12
5.3 Subdivisión y estratificación.....	14
5.3.1 Introducción.....	14
5.3.2 Concepto de subdivisión.....	15
5.3.3 Concepto de estratificación.....	19
5.4 Supervisión de la conexión .....	24
5.4.1 Técnicas de supervisión de la conexión.....	24
5.4.2 Aplicaciones de la supervisión de la conexión.....	27
5.5 Interfuncionamiento de red de capa .....	31
6 Aplicación de los conceptos a las topologías y estructuras de red.....	32
6.1 PDH soportadas en redes de capa SDH .....	32
6.2 ATM soportada en redes de capa SDH.....	34
6.3 ATM soportada por multiplexación inversa ATM .....	36
7 Técnicas para mejorar la disponibilidad en la red de transporte.....	37
7.1 Introducción .....	37
7.2 Protección .....	38
7.2.1 Protección de camino.....	38
7.2.2 Protección de la conexión de subred .....	39
Apéndice I – Descripción formal de la arquitectura.....	42
I.1 Introducción .....	42
I.2 Definiciones generales .....	42
I.3 Puntos de referencia.....	44
I.4 Otros.....	44

	<b>Página</b>
I.5 Componentes topológicos.....	44
I.6 Entidades de transporte.....	46
I.7 Funciones de procesamiento de transporte .....	47
I.8 Bibliografía .....	47
Anexo I.A – Breve introducción a Z.....	48
I.A.1 Introducción.....	48
I.A.2 Ejemplo #1.....	48
I.A.3 Ejemplo #2.....	49

## Recomendación UIT-T G.805

### Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte

#### 1 Alcance

Una red de telecomunicaciones es una estructura compleja que puede describirse de diversas formas, según sea la finalidad concreta de la descripción. En esta Recomendación se describe la red como una red de transporte desde el punto de vista de su capacidad de transferencia de información. De forma más específica, se describen las arquitecturas funcionales y estructurales de las redes de transporte de una forma independiente de la tecnología de las redes.

En esta Recomendación se describe la arquitectura funcional de las redes de transporte de una forma independiente de la tecnología. La arquitectura funcional genérica de las redes de transporte deberá adoptarse como base para un conjunto armonizado de Recomendaciones sobre arquitectura funcional para redes ATM, SDH, PDH, así como para el conjunto correspondiente de Recomendaciones relativas a la gestión, análisis de la calidad de funcionamiento y especificación de los equipos.

#### 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.

- UIT-T G.702 (1988), *Velocidades binarias de la jerarquía digital*.
- UIT-T G.703 (1998), *Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas*.
- UIT-T G.707 (1996), *Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona*.
- UIT-T I.320 (1993), *Modelo de referencia de protocolo de la red digital de servicios integrados*.
- UIT-T I.321 (1991), *Modelo de referencia de protocolo RDSI-BA y su aplicación*.
- UIT-T I.324 (1991), *Arquitectura de la red digital de servicios integrados*.
- UIT-T I.340 (1988), *Tipos de conexión RDSI*.
- UIT-T I.361 (1999), *Especificación de la capa modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA*.
- 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*.

#### 3 Términos y definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

NOTA 1 – Los términos utilizados en esta Recomendación son específicos de UIT-T G.805 y no deben confundirse con los mismos términos empleados, por ejemplo, en UIT-T I.320, I.321, I.324 e I.340.

NOTA 2 – Cuando una definición contenga un término que también está definido, dicho término figura entre comillas.

NOTA 3 – Los términos pueden calificarse ulteriormente por referencia a una red de capa específica añadiendo el calificador de red de capa apropiado (por ejemplo, terminación de trayecto de orden superior de la SDH, terminación de trayecto PDH a 44 736 kbit/s, conexión de trayecto virtual de ATM).

NOTA 4 – Todas las componentes de arquitectura son bidireccionales a menos que las califique el término fuente o sumidero o unidireccional.

**3.1 grupo de acceso:** Grupo de funciones de "terminación de camino" situadas en la misma ubicación y conectadas a la misma "subred" o al mismo "enlace".

**3.2 punto de acceso:** Punto de referencia" constituido por un par de puntos de "acceso unidireccional" situados en la misma ubicación y que, en consecuencia, representa la vinculación entre las funciones de adaptación y de terminación de camino.

**3.3 adaptación:** "Función de tratamiento de transporte" consistente en un par formado por una fuente y un sumidero de adaptación situados en la misma ubicación.

**3.4 sumidero de adaptación:** "Función de procesamiento de transporte" que presenta la información característica de la red de capa de cliente a su salida mediante el procesamiento de la información que el camino de red de capa servidora presenta a su entrada.

**3.5 fuente de adaptación:** "Función de procesamiento de transporte" que acepta a su entrada información característica de la red de capa de cliente y la procesa para su transferencia sobre un camino (en la red de capa servidora).

**3.6 información adaptada:** Señal que es transferida por "caminos". Los formatos específicos serán definidos en las Recomendaciones específicas relativas a la tecnología.

**3.7 dominio administrativo:** A los efectos de la presente Recomendación, un dominio administrativo representa la extensión de recursos que pertenecen a un actor, tal como un operador de red, un proveedor de servicio o un usuario de extremo. Los dominios administrativos de diferentes actores no se superponen entre sí.

**3.8 componente de arquitectura:** Cualquier elemento utilizado en esta Recomendación para describir genéricamente la funcionalidad de la red de transporte.

**3.9 vinculación:** Relación directa entre una "función de procesamiento de transporte" o "entidad de transporte" y otras "funciones de procesamiento de transporte" o "entidades de transporte" que representa la conectividad estática que no puede modificarse directamente por la acción de gestión.

**3.10 información característica:** Señal con un formato específico transferida por "conexiones de red". Los formatos específicos se definirán en Recomendaciones propias de la tecnología.

**3.11 relación cliente/servidor:** Asociación entre redes de capa realizada por una función de "adaptación" para permitir que un camino de la red de capa servidora soporte la conexión de enlace de la red de capa cliente.

**3.12 conexión:** "Entidad de transporte" constituida por un par de "conexiones unidireccionales" asociadas capaz de transferir simultáneamente información en sentidos opuestos entre sus entradas y salidas respectivas.

**3.13 punto de conexión:** Punto de referencia constituido por un par de "puntos de conexión unidireccionales" situados en la misma ubicación que, en consecuencia, representa la vinculación de dos "conexiones" bidireccionales emparejadas.

**3.14 supervisión de la conexión:** Proceso de comprobación de la integridad de una "conexión" o "conexión en cascada" que forman parte de un "camino".

**3.15 protección especializada:** Arquitectura de protección que proporciona capacidad especializada para la protección de la capacidad de transporte de tráfico (1 + 1).

**3.16 protección de extremo doble:** Método de operación de protección que ejecuta la conmutación en ambos extremos de la entidad protegida (por ejemplo conexión, trayecto), incluso en el caso de fallos unidireccionales.

**3.17 red de capa:** "Componente topológico" que representa el juego completo de grupos de acceso del mismo tipo que pueden estar asociados a los fines de la transferencia de la información (véase 5.2.1.1).

**3.18 enlace:** "Componente topológico" que describe la relación establecida entre una "subred" o "grupo de acceso" y otra "subred" o "grupo de acceso".

**3.19 conexión de enlace:** "Entidad de transporte" que transfiere información entre "puertos" a través de un enlace.

**3.20 dominio de gestión:** Un dominio de gestión define un conjunto de objetos gestionados que son agrupados para satisfacer requisitos de organización de acuerdo con la geografía, tecnología, política u otra estructura, y para varias zonas funcionales, tales como configuración, seguridad (FCAPS), con el fin de proporcionar control de una manera coherente. Los dominios de gestión pueden estar disjuntos, contenidos o superpuestos. Así pues, los recursos de un dominio administrativo se pueden distribuir entre varios posibles dominios de gestión superpuestos. El mismo recurso puede pertenecer simultáneamente, por tanto, a varios dominios de gestión, pero un dominio de gestión no deberá cruzar el límite de un dominio administrativo.

**3.21 matriz:** Representa el límite de la subdivisión recurrente de una subred.

**3.22 conexión de matriz:** "Entidad de transporte" que transfiere información a través de una matriz. Está constituida por la asociación de "puertos" en la frontera de la matriz.

**3.23 red:** Conjunto de entidades (tales como equipos, instalaciones, facilidades) que en su totalidad proporcionan servicios de telecomunicación.

**3.24 conexión de red:** Entidad de transporte constituida por la serie de "conexiones de enlace" contiguas y/o "conexiones de subred" entre "puntos de conexión de terminación".

**3.25 emparejamiento:** Relación entre las "funciones de procesamiento de transporte" de fuente y de sumidero o dos "entidades de transporte" unidireccionales, contradireccionales o entre "puntos de referencia unidireccional" que han sido asociadas a efectos del transporte bidireccional.

**3.26 red de capa de trayecto:** "Red de capa" independiente de los medios de transmisión y responsable de la transferencia de información entre "puntos de acceso" de la red de capa de trayecto.

**3.27 puerto:** Par de puertos unidireccionales.

**3.28 punto de referencia:** Componente de arquitectura constituido por la vinculación entre entradas y salidas de las funciones de tratamiento de transporte y/o entidades de transporte.

**3.29 protección compartida:** Arquitectura de protección que utiliza m entidades de protección compartidas entre n entidades de trabajo (m:n). Las entidades de protección pueden también utilizarse para transportar tráfico adicional cuando no se emplean con fines de protección.

**3.30 operación de extremo único:** Método de operación de protección que ejecuta la conmutación sólo en el extremo afectado de la entidad protegida únicamente (por ejemplo camino, conexión de subred), en el caso de un fallo unidireccional.

**3.31 protección de conexión de subred:** Tipo de protección modelado por una subred y generado por el desarrollo del "punto de conexión" de la subred.

**3.32 subcapa:** Conjunto de funciones adicionales de tratamiento de transporte y puntos de referencia contenidos en una red de capa. Se crea mediante la descomposición de las funciones de tratamiento de transporte o puntos de referencia.

- 3.33 subred:** Componente topológico utilizado para efectuar el encaminamiento de una información característica específica.
- 3.34 conexión de subred:** Entidad de transporte que transfiere información a través de una subred. Está constituida por la asociación de "puertos" en la frontera de la subred.
- 3.35 conexión en cascada:** Serie arbitraria de "conexiones de enlace" contiguas y/o conexiones de "subred".
- 3.36 punto de conexión de terminación:** Punto de referencia constituido por un par de puntos de conexión de terminación unidireccionales, situados en la misma ubicación y que, en consecuencia, representa la vinculación de una terminación de camino con una conexión bidireccional.
- 3.37 componente topológica:** Componente de arquitectura utilizada para describir la red de transporte en términos de relaciones topológicas entre conjuntos de puntos dentro de la misma red de capa.
- 3.38 camino:** "Entidad de transporte" constituida por un par de "caminos unidireccionales" asociados capaz de transferir simultáneamente información en sentidos opuestos entre sus entradas y salidas respectivas.
- 3.39 protección de camino:** Tipo de protección modelado por una subred y generado mediante el desarrollo de la "terminación de camino".
- 3.40 proceso de gestión de camino:** Configuración de recursos de red durante la operación de la red con fines de atribución, retribución y encaminamiento de "caminos" para proporcionar el "transporte" a las redes cliente.
- 3.41 terminación de camino:** "Función de tratamiento de transporte" constituida por un par formado por una fuente y un sumidero de terminación de camino situados en la misma ubicación.
- 3.42 sumidero de terminación de camino:** "Función de tratamiento de transporte" que acepta a su entrada información característica de la red de capa, elimina la información relativa a la comprobación del "camino" y presenta, a su salida, la información restante.
- 3.43 fuente de terminación de camino:** "Función de tratamiento de transporte" que acepta, a su entrada, "información característica" adaptada desde redes de capa de cliente, añade información para la comprobación del camino y presenta, a su salida, la información característica de la red de capa. La fuente de terminación de camino puede funcionar sin ninguna entrada desde la red de capa de cliente.
- 3.44 capa de red de medios de transmisión:** "Capa de red" que puede depender de los medios y es responsable de la transferencia de información entre "puntos de acceso" de la red de capa de medios de transmisión sustentando una o más "redes de capa de trayecto".
- 3.45 transporte:** Proceso funcional de transferencia de información entre ubicaciones diferentes.
- 3.46 entidad de transporte:** Componente de arquitectura que transfiere información entre sus entradas y salidas dentro de una red de capa.
- 3.47 red de transporte:** Recursos funcionales de la red que transporta información de usuario entre ubicaciones.
- 3.48 función de tratamiento de transporte:** Componente de arquitectura definido por el tratamiento de la información que se realiza entre sus entradas y salidas. La entrada o la salida deben ser internas a una red de capa; la salida o la entrada correspondientes pueden estar en la red de gestión (por ejemplo, salida de una función de supervisión).
- 3.49 punto de acceso unidireccional:** "Punto de referencia" en el que se vincula la salida de un "sumidero de terminación de camino" con la entrada de un sumidero de "adaptación" o se vincula una función fuente de "adaptación" con la entrada de una "fuente de terminación de camino".

**3.50 conexión unidireccional:** "Entidad de transporte" que transfiere información desde la entrada a la salida de forma transparente.

**3.51 punto de conexión unidireccional:** "Punto de referencia" que representa la vinculación entre la salida de una "conexión unidireccional" y la entrada de otra "conexión unidireccional".

**3.52 puerto unidireccional:** Representa la salida de una fuente de terminación de camino o de una conexión de enlace unidireccional o la entrada a un sumidero de terminación de camino o conexión de enlace unidireccional.

**3.53 punto de conexión de terminación unidireccional:** Punto de referencia que representa las siguientes vinculaciones: salida de una fuente de terminación de camino con la entrada de una conexión unidireccional o salida de una conexión unidireccional con la entrada de un sumidero de terminación de camino.

**3.54 camino unidireccional:** "Entidad de transporte" responsable de la transferencia de información desde la entrada de una fuente de terminación de camino a la salida de un sumidero de terminación de camino. Se comprueba la integridad de la información transferida. Se forma mediante la combinación de funciones de terminación de camino y una conexión de red.

## 4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AIS	Señal de indicación de alarma ( <i>alarm indication signal</i> )
APS	Conmutador de protección automática ( <i>automatic protection switch</i> )
ATM	Modo de transferencia asíncrona ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
PDH	Jerarquía digital plesiócrona ( <i>plesiochronous digital hierarchy</i> )
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
STM-N	Módulo de transporte síncrono (de nivel) N [ <i>synchronous transport module (level) N</i> ]
TCP	Punto de conexión de terminación ( <i>termination connection point</i> )
VC-n	Contenedor virtual (de nivel) n [ <i>virtual container (level) n</i> ]

## 5 Arquitectura funcional de las redes de transporte

### 5.1 Introducción

Las diversas funciones que constituyen una red de telecomunicaciones pueden clasificarse en dos amplios grupos funcionales. Uno de ellos es el grupo funcional de transporte que transfiere cualquier información de telecomunicaciones de uno a otro u otros puntos. El segundo es el grupo funcional de control, que ejecuta diversos servicios y operaciones auxiliares así como funciones de mantenimiento. Esta Recomendación se refiere al grupo funcional de transporte.

Una red de transporte transfiere información de usuario desde una ubicación a otra de forma unidireccional o bidireccional. Una red de transporte puede también transferir diversas clases de información de control de red, tales como la señalización e información de operaciones y mantenimiento para el control del grupo funcional.

Como la red de transporte es una red extensa y compleja, con diversos componentes, es esencial para su diseño y gestión la elaboración de un modelo de red apropiado con entidades funcionales bien definidas. La red de transporte puede describirse definiendo las asociaciones existentes entre los puntos de la red. A fin de simplificar la descripción, se utiliza un modelo de red de transporte basado en los conceptos de estratificación y subdivisión dentro de cada capa, de una forma que permita un

elevado grado de recurrencia. Se recomienda el empleo de este método para la descripción de una red de transporte.

## **5.2 Componentes de arquitectura**

Se ha analizado la red de transporte para identificar una funcionalidad genérica que sea independiente de la tecnología de implementación. Esto ha proporcionado un método para describir la funcionalidad de la red de manera abstracta, empleando un número reducido de componentes de arquitectura. Tales componentes se definen mediante la función que ejecutan en términos del tratamiento de la información o según las relaciones que describen entre otros componentes de arquitectura. En general, las funciones aquí descritas actúan sobre la información presentada en una o más entradas y presentan la información procesada en una o más salidas. Se definen y caracterizan por el tratamiento de la información que se efectúa entre sus entradas y sus salidas. Los componentes de arquitectura están asociados conjuntamente en formas específicas, constituyendo los elementos de red a partir de los cuales se construyen las redes reales. Los puntos de referencia de la arquitectura de transporte son el resultado de la vinculación de las entradas y las salidas de las funciones de tratamiento y las entidades de transporte.

Se han elaborado varios convenios de representación, indicados en las figuras 1 a 4 y resumidos en el cuadro 1, para fundamentar las descripciones que siguen.

### **5.2.1 Componentes topológicos**

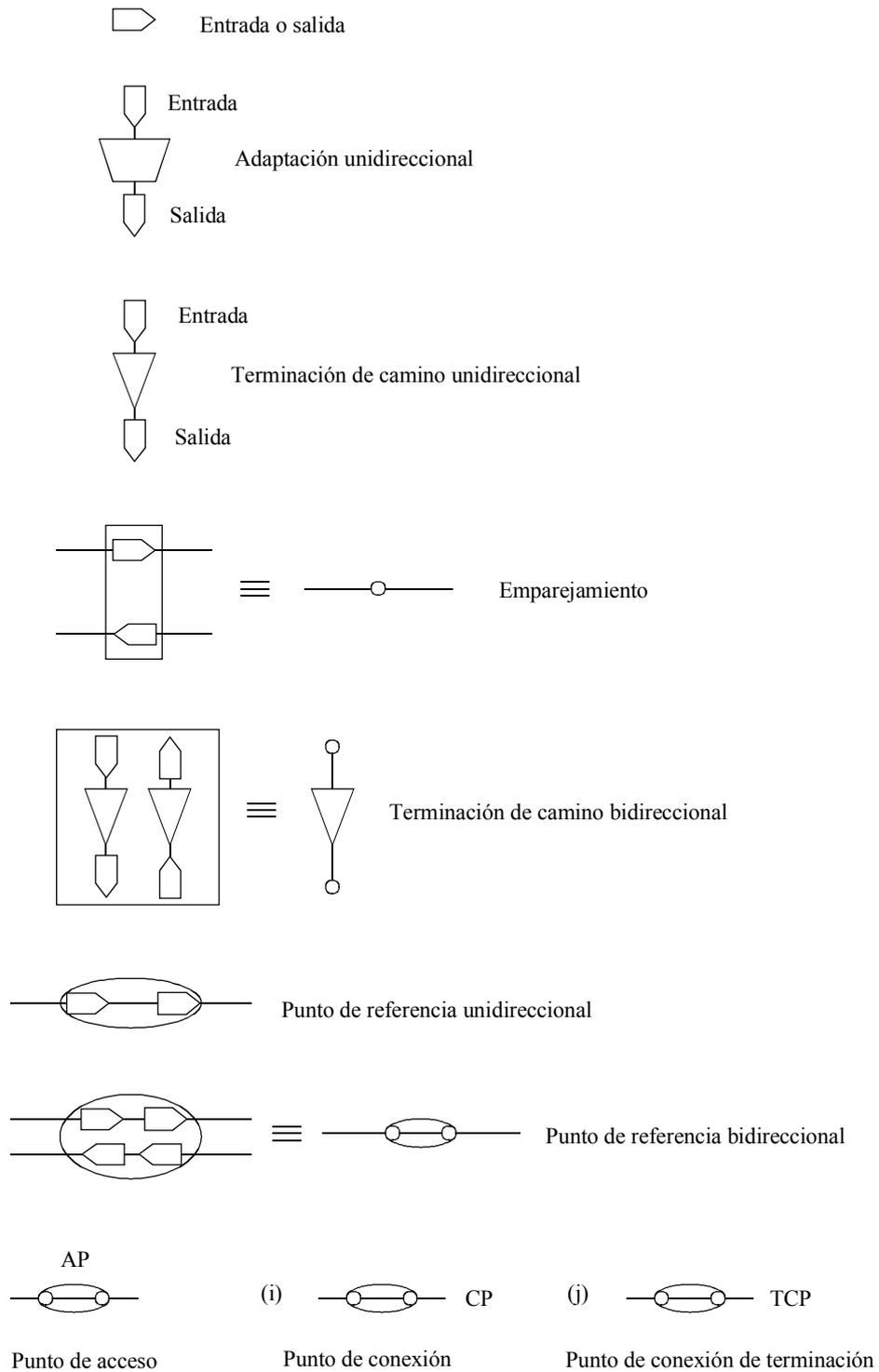
Los componentes topológicos proporcionan la descripción más abstracta de una red en términos de relaciones topológicas entre conjuntos de puntos de referencia similares. Se distinguen cuatro componentes topológicos: la red de capa, la subred, el enlace y el grupo de acceso. Utilizando estos componentes es posible describir completamente la topología lógica de una red de capa.

#### **5.2.1.1 Red de capa**

Una red de capa queda definida por el conjunto completo de grupos de acceso del mismo tipo que pueden estar asociados a efectos de transferencia de información. La información transferida es característica de la red de capa y se denomina información característica. En una red de capa pueden constituirse y deshacerse las asociaciones de las terminaciones de camino (que forman un camino), mediante un proceso de gestión de red de capa que modifica de esta forma su conectividad. Para cada tipo de terminación de camino existe una red de capa lógicamente distinta y separada. La topología de una red de capa se describe mediante grupos de acceso, subredes y los enlaces entre ellas. Las estructuras de redes de capa y entre redes de capa se describen mediante los componentes que se definen a continuación.

#### **5.2.1.2 Subred**

Dentro de una única red de capa existe una subred, que se define mediante el conjunto de puertos disponibles para la transferencia de información característica. Las asociaciones entre los puertos en el borde de una subred pueden constituirse y deshacerse mediante un proceso de gestión de red de capa, cambiando de este modo su conectividad. Cuando se establece una conexión de subred se crean asimismo los puntos de referencia mediante la vinculación de los puertos a la entrada y a la salida de la conexión de subred. En general pueden subdividirse las subredes en subredes menores interconectadas por enlaces, lo que se describe en 5.3.2. La matriz es un caso especial de subred que no puede dividirse ulteriormente.



T1304450-95

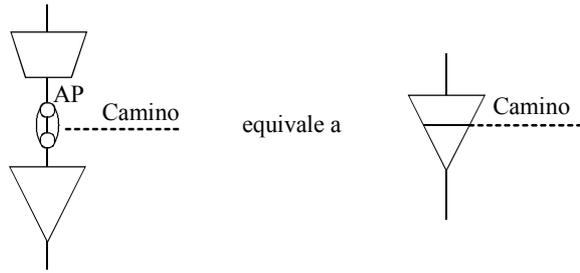
**Figura 1/G.805 – Convenios utilizados en los diagramas relativos a las funciones de procesamiento y puntos de referencia**

----- Enlace

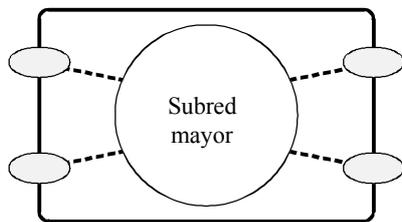
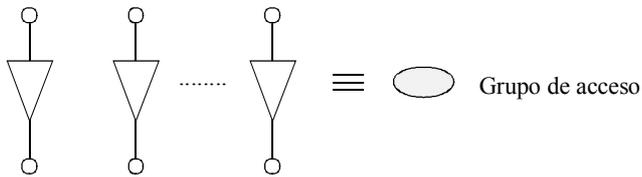
..... Conexión

----- Camino

○ Subred



▭ Red de capa



Ejemplo de red de capa limitada por grupos de acceso

T1304460-95

**Figura 2/G.805 – Otros convenios sobre diagramas**

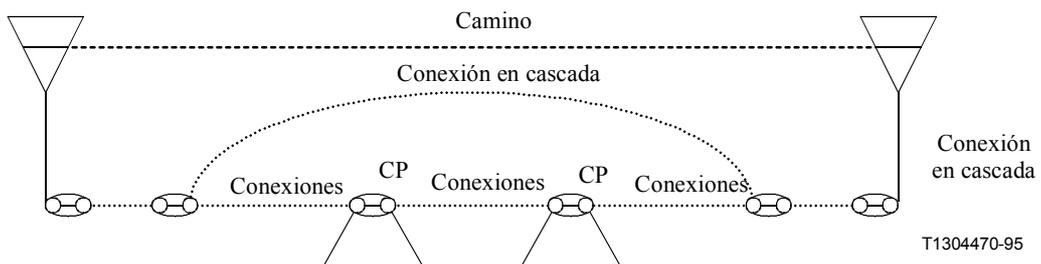
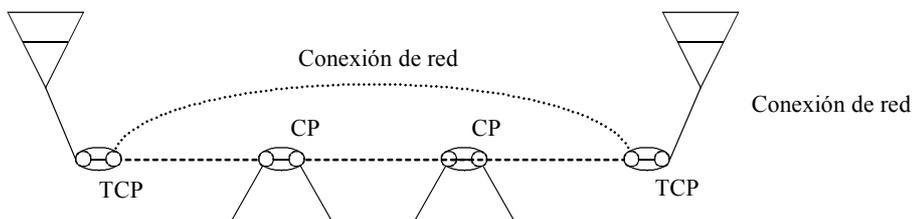
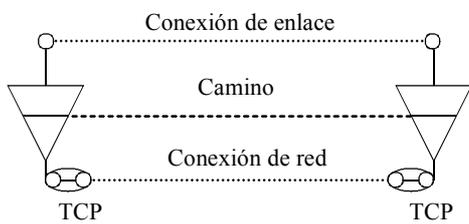
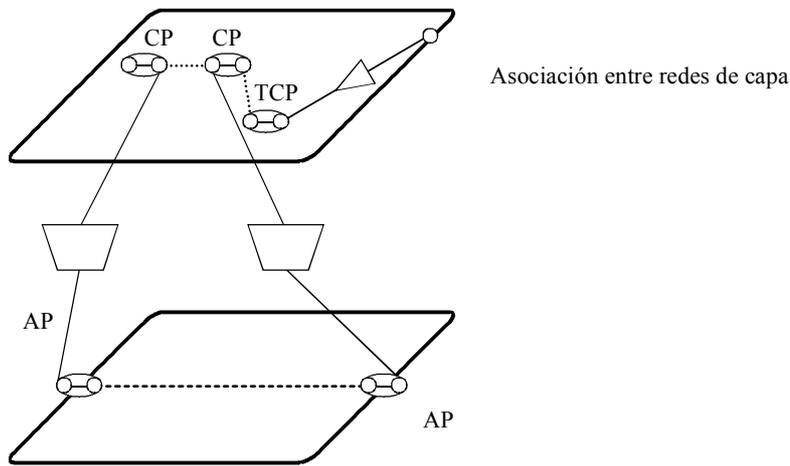
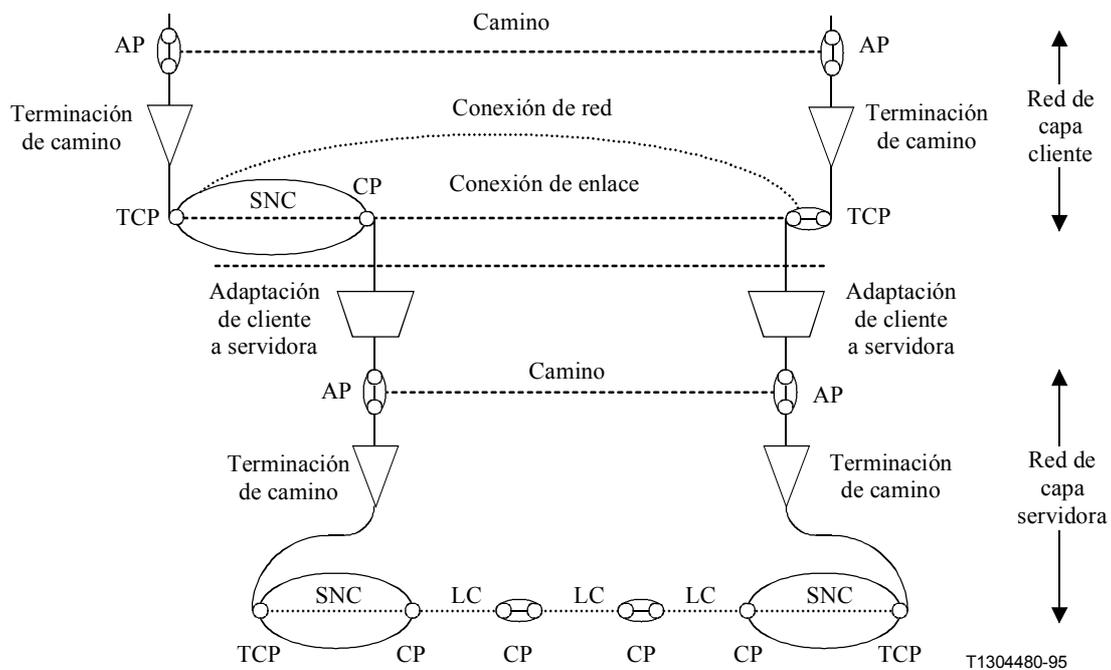


Figura 2/G.805 – Otros convenios sobre diagramas (*fin*)



**Figura 3/G.805 – Ejemplo de modelo funcional**

### 5.2.1.3 Enlace

Un enlace consta de un subconjunto de puertos situados en el borde de una subred o grupo de acceso que están asociados con un subconjunto correspondiente de puertos situados en el borde de otra subred o grupo de acceso a los efectos de transferencia de información característica. El enlace representa la relación topológica y la capacidad de transporte disponible entre un par de subredes o una subred y un grupo de acceso o un par de grupos de acceso. Pueden existir múltiples enlaces entre una subred determinada y un grupo de acceso o entre un par de subredes o grupos de acceso. Si bien se establecen y mantienen enlaces en la escala de tiempo de la red de capa servidora, estos enlaces no deben necesariamente ser suministrados por un camino de servidor y pueden ser también proporcionados por conexiones de redes de capa de cliente.

### 5.2.1.4 Grupo de acceso

Un grupo de acceso es un grupo de funciones de terminación de camino situadas en la misma ubicación y conectadas a la misma subred o al mismo enlace.

## 5.2.2 Entidades de transporte

Las entidades de transporte proporcionan la transferencia de información transparente entre puntos de referencia de la red de capa. No existe modificación de la información entre la entrada y la salida salvo la resultante de las degradaciones del proceso de transferencia.

Se distinguen dos entidades básicas según que se supervise o no la integridad de la información transferida, a las que se denominan conexiones y caminos. Las conexiones se dividen ulteriormente en conexiones de red, conexiones de subred y conexiones de enlace, de acuerdo con el componente topológico al que pertenezcan.

### 5.2.2.1 Conexión de enlace

Una conexión de enlace es capaz de transferir información de forma transparente a través de un enlace. Está delimitada por puertos y representa la relación fija entre los extremos del enlace. Una conexión de enlace representa un par de funciones de adaptación y un camino en la red de capa servidora.

El puerto situado a la entrada de una conexión de enlace unidireccional representa, asimismo, la entrada a una fuente de adaptación y el puerto situado a la salida de una conexión de enlace unidireccional representa, asimismo, la salida de un sumidero de adaptación. Pueden emparejarse las conexiones de enlace unidireccional y los puertos de adaptación fuente y sumidero asociados, para proporcionar la transferencia de información bidireccional.

#### 5.2.2.2 Conexión de subred

Una conexión de subred es capaz de transferir información de forma transparente a través de una subred. Está delimitada por puertos en la frontera de la subred y representa la asociación entre esos puertos. En general, se construyen las conexiones de subred a partir de una concatenación de conexiones de subred y conexiones de enlace. La conexión de matriz es un caso especial de conexión de subred formada por una única conexión (indivisible) de subred.

#### 5.2.2.3 Conexión de red

Una conexión de red es capaz de transferir información de forma transparente a través de una red de capa. Está delimitada por puntos de conexión de terminación (TCP, *termination connection points*). Se constituye a partir de una concatenación de conexiones de subred y/o conexiones de enlace. Se forma el TCP mediante la vinculación del puerto de terminación de camino con una conexión de subred o con el puerto de una conexión de enlace. No existe información explícita que permita la supervisión de la integridad de la información transferida. En 5.4 se describen algunas técnicas para la supervisión de la integridad.

#### 5.2.2.4 Camino

Un camino representa la transferencia de información característica adaptada y supervisada de la red de capa de cliente entre puntos de acceso. Está delimitado por dos puntos de acceso, uno en cada extremo del camino. Representa la asociación entre los extremos del camino. Un camino se forma mediante la asociación de terminaciones de camino con una conexión de red.

### 5.2.3 Funciones de tratamiento de transporte

En la descripción de la arquitectura de las redes de capa se distinguen dos funciones genéricas de tratamiento: la de adaptación y la de terminación.

#### 5.2.3.1 Función de adaptación

**Fuente de adaptación:** Función de tratamiento de transporte que adapta la información característica de la red de capa cliente a una forma adecuada para su transporte por un camino en la red de capa servidora.

**Sumidero de adaptación:** Función de tratamiento de transporte que convierte la información de camino de la red de capa servidora en información característica de la red de capa cliente.

**Adaptación bidireccional:** Función de tratamiento de transporte que consiste en un par formado por una fuente y un sumidero situados en el mismo lugar.

Como ejemplos de procesos que pueden ocurrir de forma aislada o en combinación en una función de adaptación pueden citarse la codificación, la modificación de la velocidad, la alineación, la justificación y la multiplexación.

**Cardinalidad de la función de adaptación:** La relación de entrada a salida de la función de fuente de adaptación es de muchos a uno o de uno a muchos. En el primer caso, una o más entradas de red de capa cliente se adaptan en un solo tren de información adaptado adecuado para el transporte por un camino de la red de capa servidor y esta relación se utiliza normalmente para representar la multiplexación de varios clientes en un solo servidor. En el segundo caso, se divide un tren compuesto en varias salidas, y esto se utiliza para describir el tratamiento común en multiplexación

inversa. La relación inversa se mantiene para la función de sumidero de adaptación entre su única entrada y su salida o salidas.

### 5.2.3.2 Función de terminación de camino

**Fuente de terminación de camino:** Función de tratamiento de transporte que acepta, a su entrada, la información característica adaptada de redes de capa cliente, añade información para permitir la supervisión del camino y presenta, a su salida, la información característica de la red de capa. La fuente de terminación de camino puede funcionar sin ninguna entrada de la red de capa cliente.

**Sumidero de terminación de camino:** Función de tratamiento de transporte que acepta, a su entrada, la información característica de la red de capa, elimina la información relacionada con la supervisión del camino y presenta, a su salida, la información restante. El sumidero de terminación de camino puede funcionar sin una salida a una red de capa de cliente.

**Terminación de camino bidireccional:** Función de tratamiento de transporte consistente en un par de funciones fuente y sumidero de terminación de camino situadas en la misma ubicación.

**Cardinalidad de función de terminación de camino:** La relación de entrada a salida de la fuente de terminación de camino es una relación de uno a muchos. Un tren único de entrada de información adaptada se distribuye en una o más conexiones de red en la capa de servidor. Esta relación se utiliza más generalmente en la forma de uno a uno para representar esa adición de tara de camino a la información adaptada que es transportada por una conexión de red. En su forma más general, la relación se puede utilizar para representar multiplexación inversa, en la cual un tren único de alta capacidad se divide en varias conexiones de red de capacidad más baja.

La relación inversa se mantiene para la función de sumidero entre su entrada o entradas y su única salida.

### 5.2.4 Puntos de referencia

Se forman puntos de referencia mediante la vinculación entre entradas y salidas de funciones de tratamiento de transporte y/o entidades de transporte. En el cuadro 1 se muestran las vinculaciones admisibles y los tipos específicos resultantes de puntos de referencia.

**Cuadro 1/G.805 – Vinculaciones admisibles y puntos de referencia resultantes**

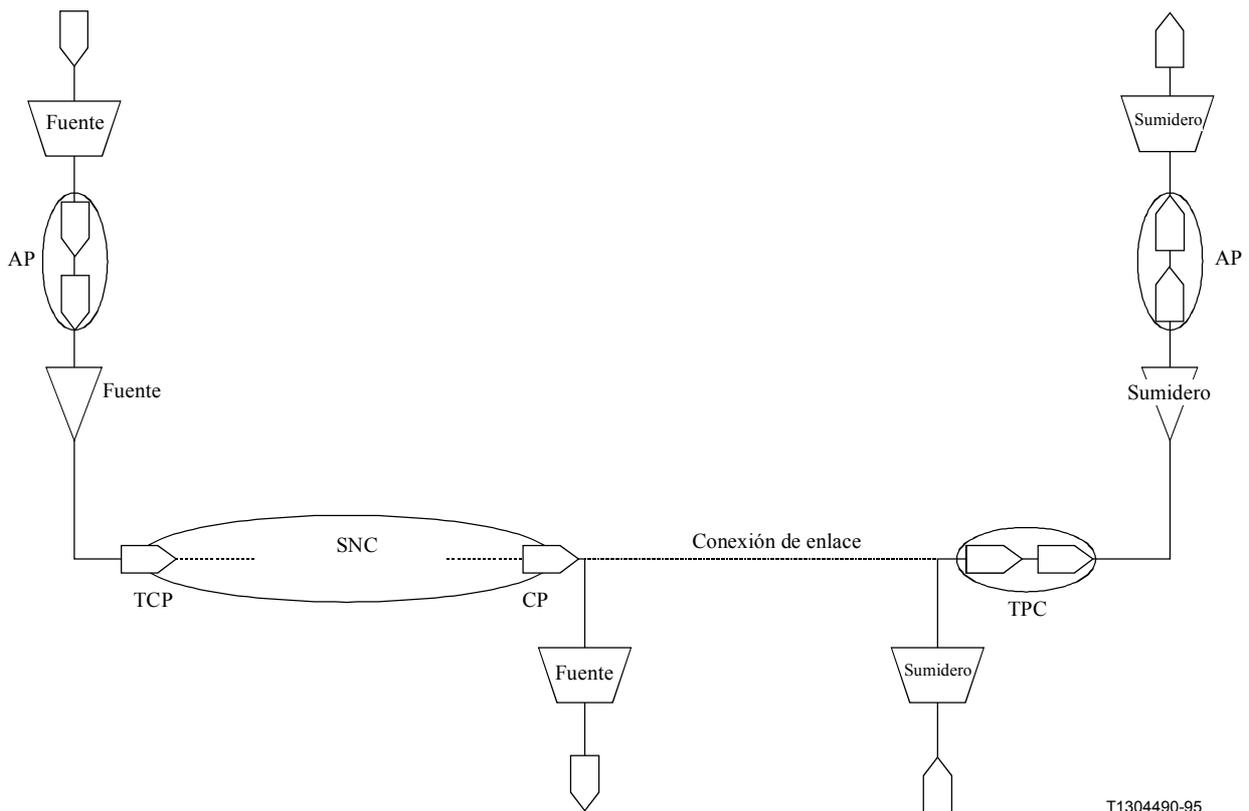
Componente de arquitectura			Punto de referencia		
Adaptación	salida de fuente	Term Camino	entrada de fuente	AP	uni
	entrada de sumidero		salida de sumidero		uni
	par fuente/sumidero		par fuente/sumidero		bi
Term Camino	salida de fuente	LC	entrada uni	TCP	uni
	entrada de sumidero		salida uni		uni
	par fuente/sumidero		par fuente/sumidero		bi
Term Camino	salida de fuente	SNC	entrada uni	TCP	uni
	entrada de sumidero		salida uni		uni
	par fuente/sumidero		par fuente/sumidero		bi

**Cuadro 1/G.805 – Vinculaciones admisibles y puntos de referencia resultantes (*fin*)**

Componente de arquitectura				Punto de referencia	
LC	entrada uni	SNC	salida uni	CP	uni
	salida uni		entrada uni		uni
	par fuente/sumidero		par fuente/sumidero		bi
LC	entrada uni	LC	salida uni	CP	uni
	salida uni		entrada uni		uni
	par fuente/sumidero		par fuente/sumidero		bi
Adaptación	entrada de fuente	Adaptación	salida de sumidero	CP	uni
	salida de sumidero		entrada de fuente		uni
	par fuente/sumidero		par fuente/sumidero		bi

AP	Punto de acceso ( <i>access point</i> )	TCP	Punto de conexión de terminación
bi	Bidireccional	Term Camino	Terminación de camino ( <i>trail termination</i> )
LC	Conexión de enlace ( <i>link connection</i> )	uni	Unidireccional
SNC	Conexión de subred ( <i>subnetwork connection</i> )		

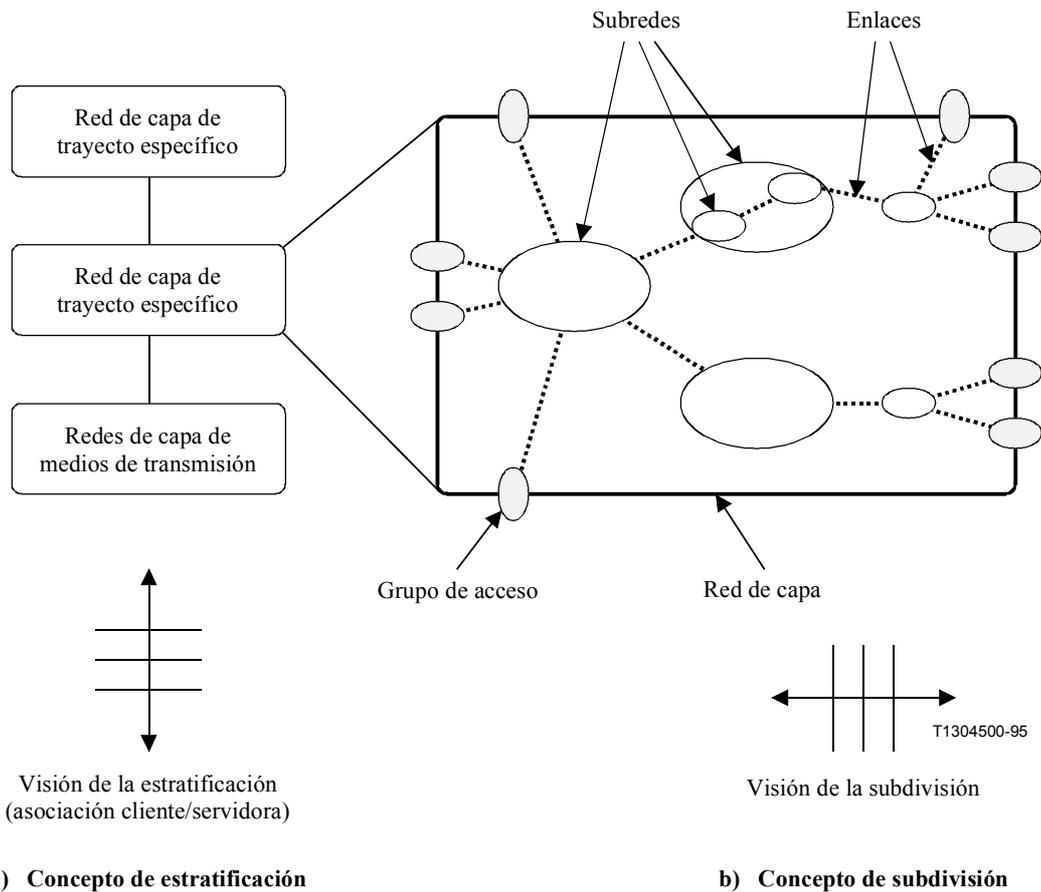


**Figura 4/G.805 – Vinculaciones y tipos de puntos de referencia**

## 5.3 Subdivisión y estratificación

### 5.3.1 Introducción

Una red de transporte puede descomponerse en cierto número de capas de red de transporte independientes con una asociación cliente/servidor entre capas adyacentes. Cada red de capa puede subdividirse separadamente de manera que refleje la estructura interna de esa capa o la forma en que será gestionada. Los conceptos de subdivisión y estratificación son por tanto ortogonales, como se indica en la figura 5.



**Figura 5/G.805 – Visiones ortogonales de la estratificación y la subdivisión**

#### 5.3.1.1 Aplicación del concepto de subdivisión

El concepto de subdivisión es importante en la medida en que permite definir:

- la estructura de la red dentro de una red de capa;
- fronteras administrativas entre operadores de red que proporcionan conjuntamente conexiones dentro de una sola red de capa;
- fronteras de dominio dentro de una red de capa de un mismo operador para permitir la asignación de objetivos de calidad de funcionamiento a los componentes de arquitectura;
- fronteras de dominio de encaminamiento dentro de la red de capa de un mismo operador;
- la parte de una red o subred de capa controlada por una tercera parte con fines de encaminamiento (por ejemplo, gestión de la red de cliente).

### 5.3.1.2 Aplicación del concepto de estratificación

El concepto de estratificación de la red de transporte permite:

- a) la descripción de cada red de capa empleando funciones similares;
- b) el diseño y operación independientes de cada red de capa;
- c) que cada red de capa posea sus propias capacidades de operaciones, diagnóstico y recuperación automática de fallos;
- d) la posibilidad de agregar o modificar una red de capa sin que esto afecte a otras redes de capa desde el punto de vista de la arquitectura;
- e) la modelación simple de redes que contengan múltiples tecnologías de transporte.

### 5.3.2 Concepto de subdivisión

#### 5.3.2.1 Subdivisión de subred

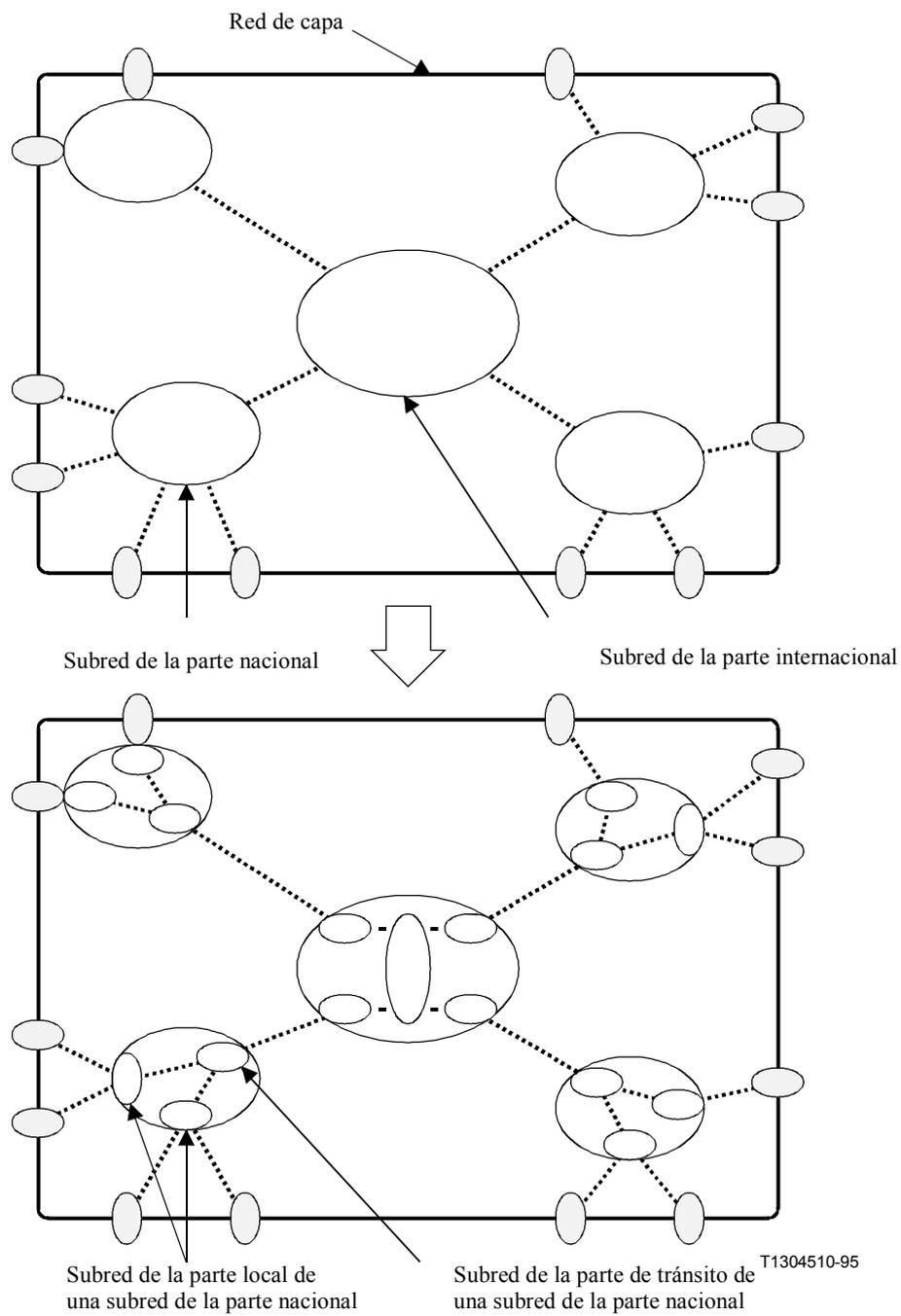
En general se construye una subred representando la implementación física mediante enlaces y subredes comenzando por la matriz que sea la subred más pequeña (indivisible). Puede representarse de forma abstracta un conjunto de subredes y enlaces en forma de una subred (contenedora) de orden superior. La forma según la cual se interconectan las subredes contenidas mediante enlaces describe la topología de la subred contenedora. Los puertos situados en la frontera de la subred contenedora y la capacidad de interconexión deben representar totalmente, pero no ampliar, la conectividad soportada por las subredes contenidas y los enlaces. Por consiguiente es posible descomponer una subred de alto nivel para mostrar el nivel de detalle requerido.

Así pues, en general, puede subdividirse cualquier subred en un cierto número de subredes más pequeñas (contenidas) interconectadas mediante enlaces. La subdivisión de una subred no puede extender o restringir su conectividad, es decir:

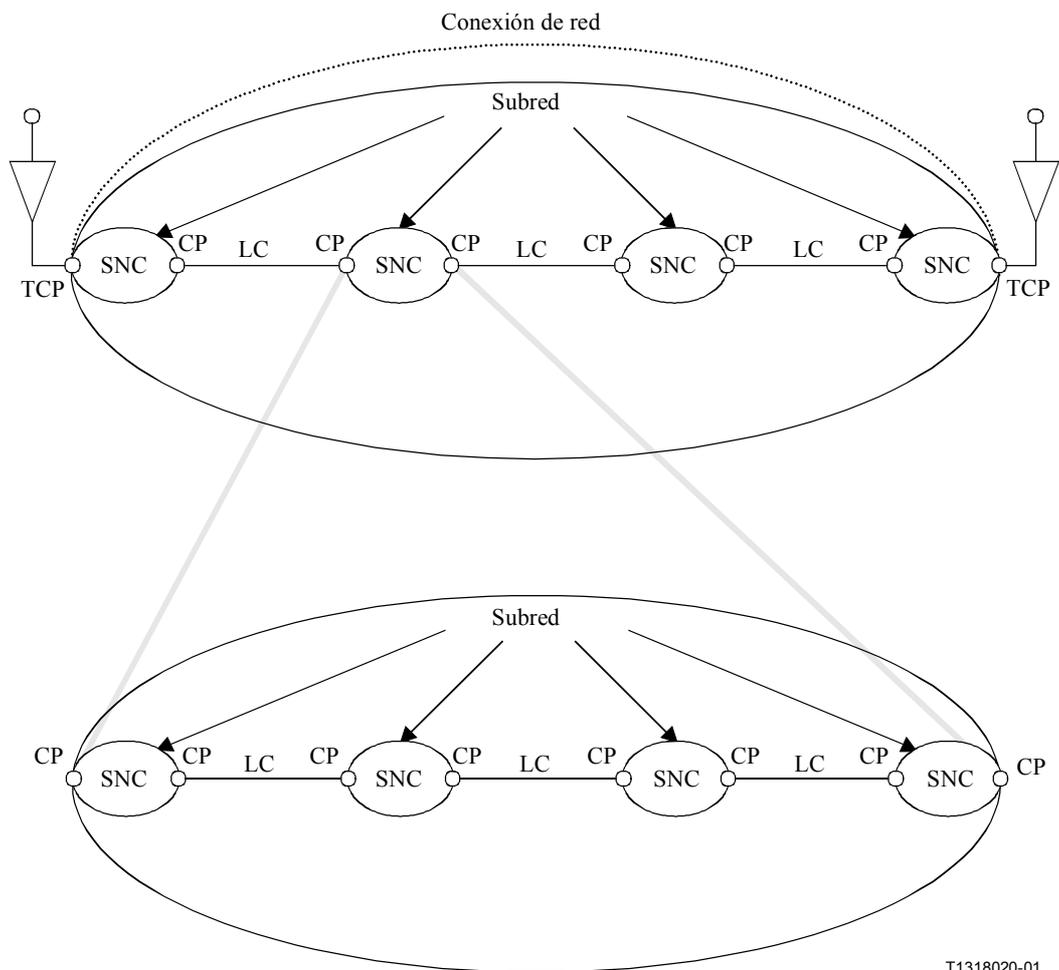
- Los puertos de la frontera de la subred contenedora y la capacidad de interconexión deben estar representados en las subredes y enlaces contenidos.
- Las subredes y enlaces contenidos no pueden proporcionar una conectividad que no esté disponible en la subred contenedora.

Como ejemplos de subredes pueden citarse la porción internacional y las porciones nacionales de una red de capa que, a su vez, pueden dividirse ulteriormente, en porciones de tránsito y porciones de acceso y así sucesivamente, como se indica en la figura 6.

Una conexión de red o conexión de subred puede descomponerse en una concatenación de otras entidades de transporte (enlace o conexión de subred) que refleje la subdivisión de una subred. Esto se ilustra en las figuras 7 y 8.



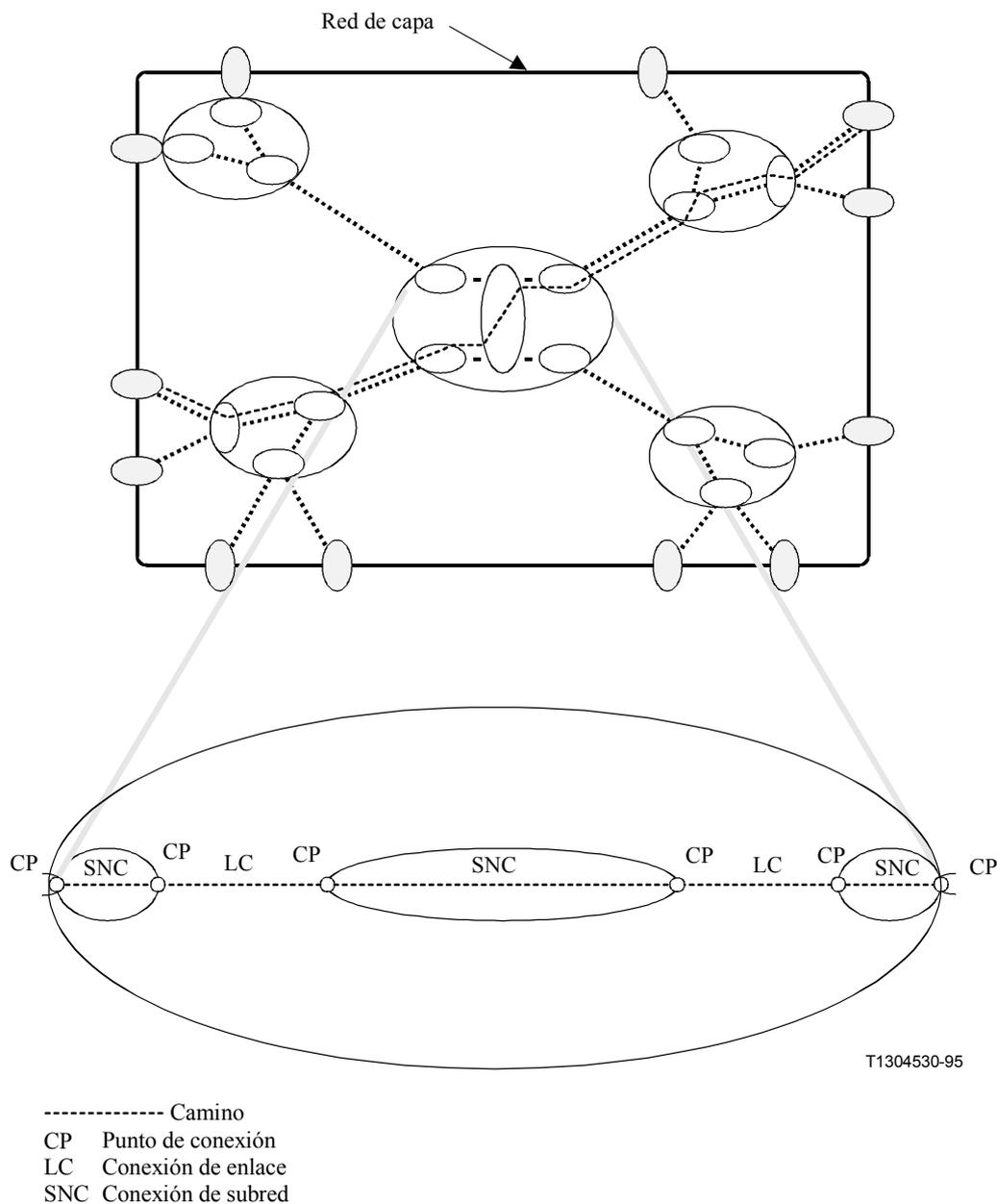
**Figura 6/G.805 – Subdivisión de redes y subredes de capa**



T1318020-01

- CP Punto de conexión
- LC Conexión de enlace
- SNC Conexión de subred
- TCP Punto de conexión de terminación

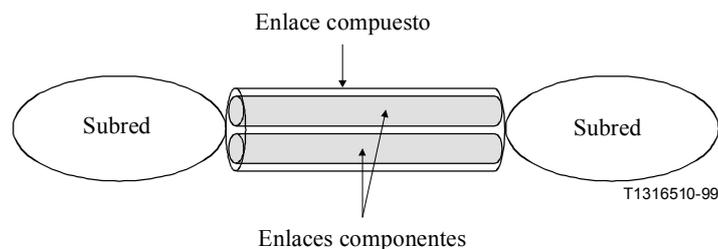
**Figura 7/G.805 – Descomposición de una conexión de red**



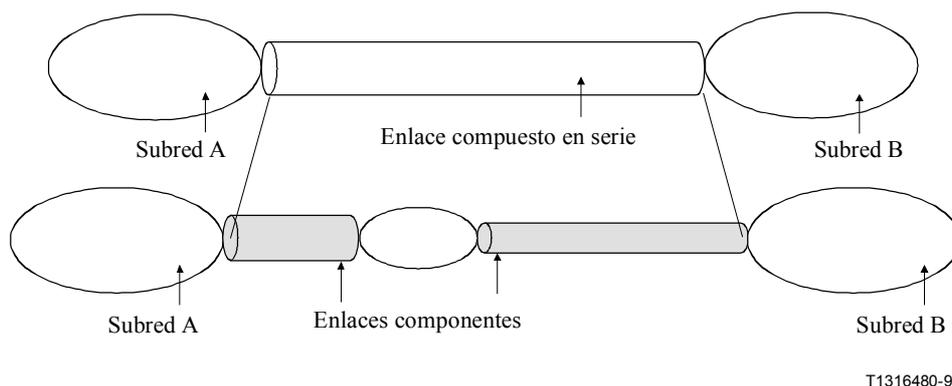
**Figura 8/G.805 – Relación entre la subdivisión de subredes y la descomposición de las conexiones**

### 5.3.2.2 Subdivisión de enlace

En general un enlace se construye agrupando un conjunto de conexiones de enlace, la unidad más pequeña de capacidad gestionable, que son equivalentes a fines de encaminamiento. Los enlaces se pueden agrupar también para proporcionar cualquier visibilidad de capacidad deseada. Los enlaces pueden ser subdivididos en un conjunto de enlaces paralelos (o conexiones de enlace) o en una disposición en serie de conexión de enlace – subred – conexión de enlace, como se ilustra en las figuras 9 y 10. Los enlaces subdivididos pueden aún subdividirse recursivamente.



**Figura 9/G.805 – Subdivisión en paralelo de un enlace en enlaces**



**Figura 10/G.805 – Subdivisión en serie de un enlace**

### 5.3.3 Concepto de estratificación

La red de transporte puede descomponerse en cierto número de redes de capa independientes con una relación cliente/servidor entre redes de capa adyacentes. Una red de capa describe la generación, transporte y terminación de una información característica determinada.

Las redes de capa identificadas en el modelo funcional de red de transporte no deben confundirse con las capas del modelo de referencia OSI (UIT-T X.200). Una capa OSI ofrece un servicio específico que utiliza uno de entre varios protocolos diferentes. Por el contrario una red de capa (en la presente Recomendación) ofrece el mismo servicio empleando un protocolo específico (información característica).

#### 5.3.3.1 Relación cliente/servidor

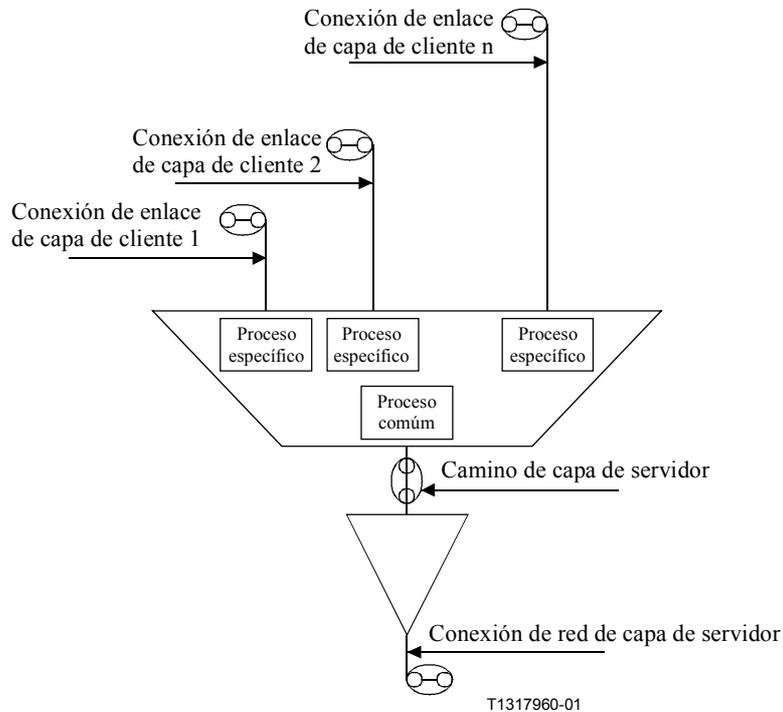
La relación cliente/servidor entre redes de capas adyacentes es aquella en la que un camino de la red de capa servidora sustenta una conexión de enlace en la red de capa cliente.

Se introduce el concepto de adaptación para describir cómo se modifica la información característica de la red de capa cliente de forma que pueda transportarse por un camino en la red de capa servidora. Desde el punto de vista funcional de la red de transporte la función de adaptación está situada, por consiguiente, entre las redes de capa. Todos los puntos de referencia pertenecientes a una misma red de capa pueden visualizarse situándolos en un solo plano, como se indica en la figura 2 (ejemplo de red de capa limitada por grupos de acceso). Éste es el motivo por el cual los conceptos de fronteras de capas contiguas no son los mismos en el modelo de red de transporte que en el modelo de referencia de protocolo OSI.

La relación cliente/servidor puede ser de uno a uno, de muchos a uno o de uno a muchos. La relación de uno a uno representa el caso de una sola conexión de enlace de capa de cliente soportada por un solo camino de capa de servidor.

### 5.3.3.1.1 Multiplexación

La relación de muchos a uno representa el caso de varias conexiones de enlace de redes de capa de cliente que son transportadas por un camino de capa de servidor, como se muestra en la figura 11. Se utilizan técnicas de multiplexación para combinar las señales de la capa de cliente. Las señales de cliente pueden ser del mismo tipo o de tipos diferentes. La función de adaptación puede consistir de procesos específicos para cada señal de cliente y procesos comunes asociados con la señal de capa de servidor.



**Figura 11/G.805 – Relación de cliente/servidor de muchos a uno (multiplexación)**

### 5.3.3.1.2 Multiplexación inversa

La relación de uno a muchos representa el caso de una conexión de enlace de capa de cliente que es soportada por varios caminos de capa de servidor en paralelo, como se muestra en la figura 12. Las técnicas de multiplexación inversa (por ejemplo, multiplexación inversa ATM, concatenación virtual) se utilizan para distribuir la señal de capa de cliente. Las señales de servidor pueden ser del mismo tipo o de tipos diferentes.

El modelo funcional para la multiplexación inversa general está descrito en la figura 12. La multiplexación inversa se lleva a cabo mediante una subcapa de multiplexación inversa que incluye una función de terminación de camino de multiplexación inversa (I\_TT) y una función de adaptación de multiplexación inversa (X[Y,Z]/I). La función de terminación de camino de multiplexación inversa representa la supervisión del camino para la señal combinada. La función de adaptación de multiplexación inversa cumple el desintercalado/intercalado de la señal combinada que llega o sale de cada uno de los caminos individuales de capa de servidor n. Estas dos funciones de subcapa y las funciones de terminación de red de capa de servidor n (X[Y,Z]\_TT) forman la función compuesta de terminación de camino de multiplexación inversa (Ic\_TT).

Conviene observar que los caminos de capa de servidor n pueden ser de diferentes redes de capa.

Como los caminos de la capa de servidor n pueden tener diferentes encaminamientos (encaminamientos diversos), cada uno de los caminos puede presentar retrasos de señal distintos. La función de sumidero de adaptación de multiplexación inversa debe compensar estas diferencias de retraso (retraso diferencial) para intercalar las señales individuales a fin de recrear la señal combinada. El retraso diferencial máximo es específico a cada aplicación. Un operador puede limitar el retraso diferencial máximo procesado mediante el sumidero de adaptación (por ejemplo, si todos los caminos de capa de servidor utilizan el mismo encaminamiento en toda la red) a fin de reducir el retraso de transferencia de la función de sumidero de adaptación. La gama de detección del retraso diferencial debe ser mucho mayor que el retraso máximo que podría ser compensado para impedir que se produzcan efectos aleatorios, lo cual podría perturbar el transporte sin ser detectado. Un retraso diferencial superior al retraso máximo que puede ser compensado producirá una alarma.

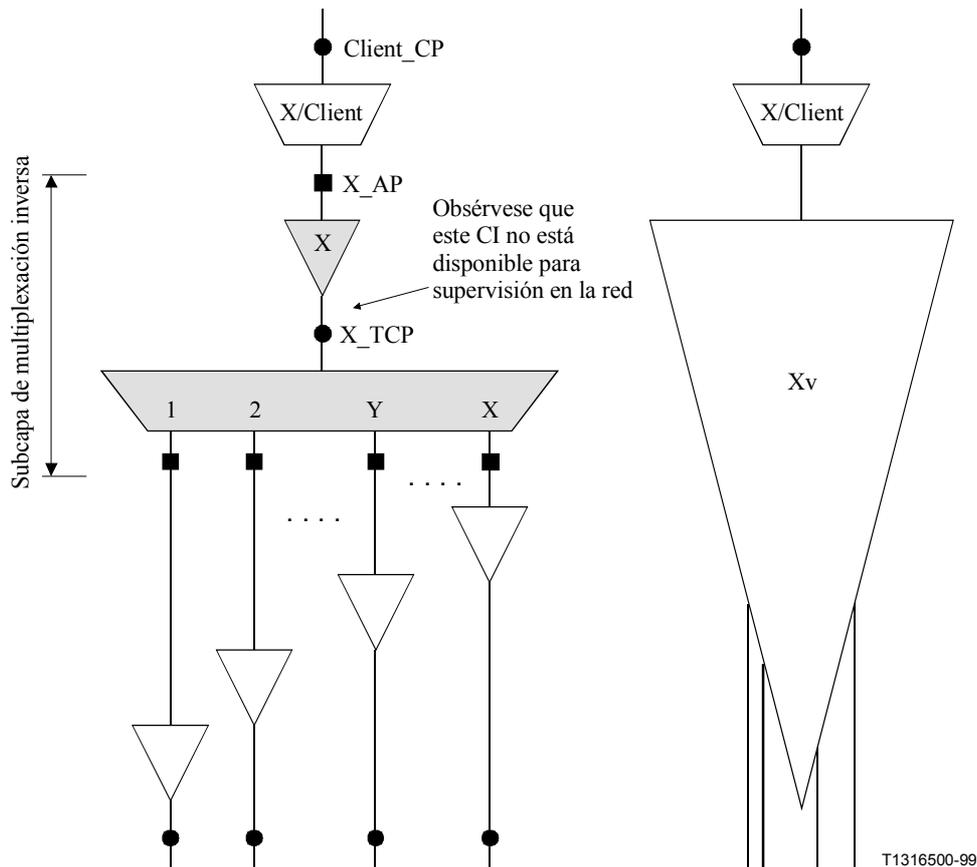
La calidad de servicio del camino de subcapa de multiplexación inversa está definida por la calidad de servicio de cada uno de los caminos de capa de servidor suministrado por las funciones de terminación de camino de capa de servidor y los fallos detectados a través del proceso de reintercalado suministrado por la función de terminación de camino de subcapa de multiplexación inversa. En los puntos de medición intermedios (es decir, monitores no intrusivos), sólo está disponible la calidad de servicio de cada uno de los caminos de capa de servidor.

La introducción de la multiplexación inversa no deberá imponer una funcionalidad de supervisión adicional para los caminos de capa de servidor.

En caso de una señal de cliente con una anchura de banda fija, el número de caminos de capa de servidor es también fijo. El interfuncionamiento de capa tal como está definido en 5.5 en este caso es posible entre un camino único de capa de servidor que soporte la señal de cliente íntegra y los caminos de capa de servidor n de la señal de multiplexación inversa, si las dos redes de capa de servidor tienen similarmente información característica.

En el caso de una señal de cliente con una anchura de banda variable, el número de los caminos de capa de servidor podría también ser variable. El número de caminos de capa de servidor podría cambiar a petición (por ejemplo, a petición del operador de red, a petición de la capa de cliente) o en caso de fallo. En el primer caso, el cambio no debe afectar al servicio. En el último caso, uno o varios caminos de capa de servidor podrían no estar disponibles debido a los fallos en la red. Se debe utilizar un encaminamiento diferente de cada uno de los caminos de capa de servidor a fin de reducir al mínimo la posibilidad de que un solo fallo afecte a todos los caminos de capa de servidor. La disminución de la anchura de banda debido a un camino defectuoso afectará al servicio, mientras que el aumento de la anchura de banda debido a la recuperación de un camino defectuoso puede no afectar el servicio. En el caso de una conexión bidireccional, el número de los caminos de capa de servidor en ambos sentidos podría ser diferente.

Si se introduce la multiplexación inversa en una red existente, ello no deberá imponer requisitos adicionales a la red.



**Figura 12/G.805 – Relación cliente/servidor de uno a muchos (multiplexación inversa)**

### 5.3.3.2 Redes de capa de transporte

El grupo funcional de transporte puede clasificarse ampliamente en dos clases de capas de transporte: una red de capa de trayecto y una red de capa de medios de transmisión:

- Red de capa de trayecto – Proporciona la capacidad de transferencia de información necesaria para el soporte de varios tipos de servicios. Las redes de capa de trayecto son independientes de las redes de capa de medios de transmisión. La descripción de la red de capa de trayecto constituye la aplicación principal de esta Recomendación.
- Red de capa de medios de transmisión – Está soportada por caminos y conexiones de enlace, no proporcionándose conexiones de subred. Una red de capa de medios de transmisión puede depender de los medios físicos utilizados para la transmisión tales como la fibra óptica o la radio.

### 5.3.3.3 Descomposición de las redes de capa

#### 5.3.3.3.1 Principios generales de la descomposición de las capas

Es posible efectuar la descomposición de una red de capa ampliando las terminaciones de camino o los puntos de conexión (terminación) de la red de capa.

#### 5.3.3.3.2 Descomposición de la red de capa de trayecto en redes de capa de trayecto específicas

Es posible identificar un conjunto de redes de capa de trayecto específicas dentro de la red de capa de trayecto que, probablemente, serán gestionadas de forma independiente por un operador de red.

Cada red de capa de trayecto específica puede tener la capacidad de transferencia de información necesaria para soportar diversos tipos de servicios y otras redes de capa de trayecto específicas como clientes y puede poseer la red de capa de medios de transmisión u otras redes de capa de trayecto específicas como servidores. La descomposición real utilizada para generar las redes de capa de trayecto específicas es función de la tecnología. Cada red de capa de trayecto específica puede tener una tecnología independiente y es probable que se establezcan trayectos a través de una red de capa de trayecto específica de forma independiente del establecimiento de trayecto en otras redes de capa de trayecto específicas. En la cláusula 6 se facilitan ejemplos de la descomposición de la red de capa de trayecto.

#### **5.3.3.3 Descomposición de la red de capa de medios de transmisión en capas de medios de transmisión específicas**

En la red de capa de medios de transmisión es posible identificar, al descomponerla, un conjunto de redes de capa que, probablemente, serán administradas de forma independiente por un operador de red. La conectividad de una capa de medios de transmisión no puede modificarse directamente mediante una acción de gestión. Las redes de capa de medios de transmisión se dividen en redes de capa de sección y redes de capa de medios físicos.

Son competencia de las redes de capa de sección todas las funciones que proporcionan la transferencia de información entre ubicaciones en las redes de capa de trayecto. La red de capa de sección puede descomponerse en redes de capa de sección específica, como se describe en los ejemplos de la cláusula 6.

Las redes de capa de medios físicos se refieren a los medios reales por fibra, hilo metálico o canales de radiofrecuencia que soportan una red de capa de sección. La red de capa de medios físicos puede descomponerse en redes de capa de medios físicos específicos para representar, por ejemplo, la multiplexación por división de longitud de onda. Como para la red de capa más inferior (por ejemplo, la red de capa de medios físicos) no existe una red de capa servidora, son los medios de transmisión y no el camino quienes soportan directamente la conexión de red.

Los adelantos en las tecnologías disponibles para la implementación de la red de capa de medios de transmisión podrán, en el futuro, permitir la modificación de la capa de medios de transmisión mediante acciones de gestión. Queda en estudio el modelado de esta capacidad.

#### **5.3.3.4 Descomposición de redes de capa específicas en subcapas**

A menudo es conveniente identificar subcapas dentro de una red de capa específica, a fin de identificar funciones de tratamiento de transporte y puntos de referencia adicionales. Ello puede efectuarse descomponiendo la función de terminación de camino o el punto de conexión de una red de capa específica. Una subcapa está incorporada en la red de capa específica.

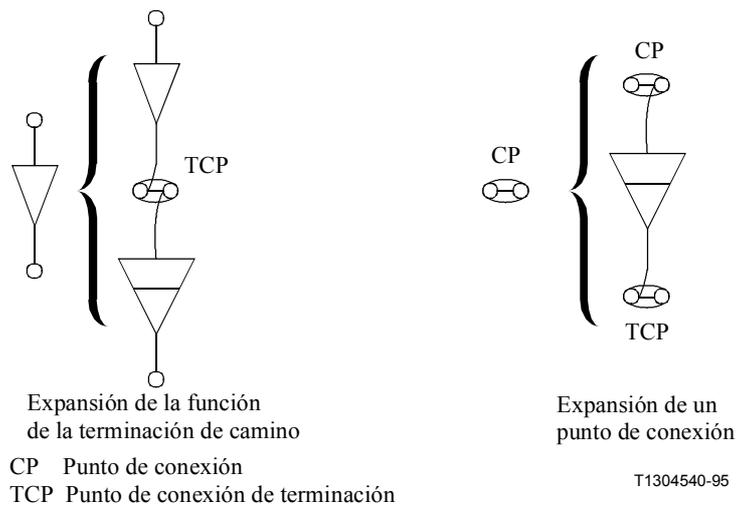
La distinción entre una red de capa y una subcapa radica en que los clientes no pueden acceder directamente a la subcapa fuera de la red de capa en que está incorporada y que la subcapa no ofrece un servicio de transporte a una red cliente.

Como ejemplos de aplicaciones pueden citarse:

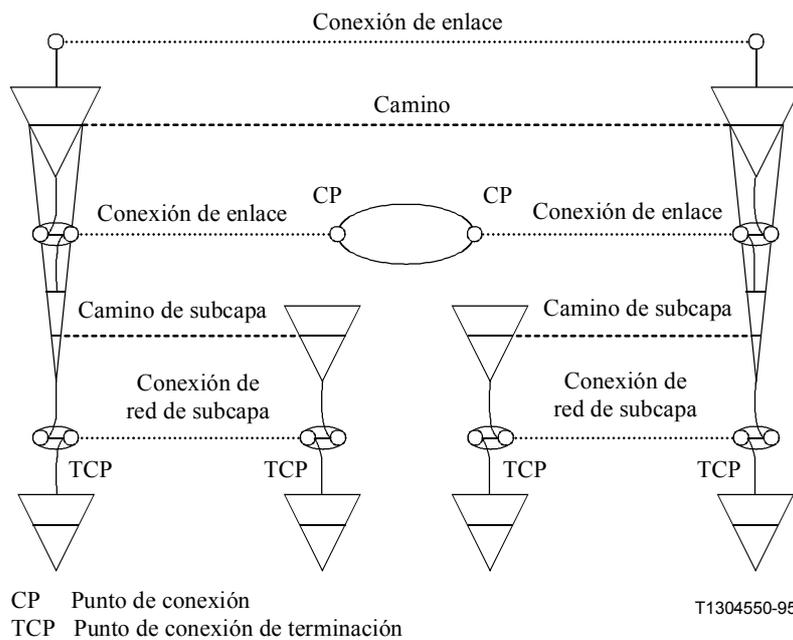
- identificación de esquemas de protección de camino, mediante la expansión de la terminación del camino (véase 7.2.1);
- identificación de esquemas de protección de subcapa (véase 7.2.2), mediante la expansión del punto de conexión;
- identificación de una subcapa que describe un camino que supervisa una conexión en cascada;
- expansión del punto de conexión (véase 5.4.2.2).

En la figura 13 se representa la expansión de la función de terminación del camino y del punto de conexión. En la figura 14 se ilustra el concepto de subcapas.

Las subcapas pueden estar divididas en nuevas subcapas.



**Figura 13/G.805 – Generación de subcapas**



**Figura 14/G.805 – Concepto de subestratificación**

## 5.4 Supervisión de la conexión

### 5.4.1 Técnicas de supervisión de la conexión

#### 5.4.1.1 Supervisión intrínseca

[Véase la figura 15 a).]

Las conexiones pueden supervisarse de forma indirecta utilizando los datos disponibles intrínsecamente de la red de capa servidora. Si se produce un fallo en el camino de una red de capa

servidora [por ejemplo, el primer camino de capa de servidor con conexión en cascada en la figura 15 a)] puede entonces proporcionarse una indicación (por ejemplo, AIS) a la salida de las conexiones de enlace soportadas. Esta indicación es retransmitida por la siguiente conexión de enlaces o series de conexiones de enlace, que son soportados por otros caminos en la capa de servidor, y la salida de la última conexión de enlace en la conexión en cascada puede proporcionar la indicación de fallo de señal.

NOTA – La salida de cada conexión de enlace VC-n SDH puede detectar la indicación (AIS) de que ha fallado el transporte a través de uno de los caminos en el sentido hacia el origen de la capa de servidor de este punto. Las salidas de conexiones de enlace en ATM y PDH no pueden detectar esta indicación de fallo.

El camino de la red de capa servidora puede también proporcionar alguna información sobre la característica de errores de una conexión de un mismo enlace. Cuando la función de adaptación incluya multiplexación no se dispondrá de forma individual de estadísticas de características de error para cada una de las conexiones de enlace soportados por el camino de capa servidora, debiendo deducirse a partir de las características de error del camino. La información de cada conexión de enlace que constituye la conexión global de interés puede recopilarse y correlacionarse con la red de gestión. Con esta técnica no puede obtenerse el estado global de la conexión ya que las funciones de adaptación y las conexiones de matriz no están incluidas en el esquema de supervisión.

#### **5.4.1.2 Supervisión no intrusiva**

[Véase la figura 15 b).]

La conexión puede supervisarse directamente mediante el empleo de supervisión de escucha únicamente (no intrusiva) de la información característica original. La información derivada de esta supervisión refleja el estado de la conexión desde el origen de terminación de camino original hasta el punto de conexión en el que está insertado el monitor. Puede obtenerse el estado de una parte determinada de una conexión correlacionando, a través de la red de gestión, los resultados obtenidos de supervisores no intrusivos insertados en los puntos de la conexión que delimitan el segmento. El estado puede incluir la característica de error y la conectividad del segmento si se agregó a la señal original una señal de identificador unívoca. Esta técnica de correlación soportará la jerarquización o la superposición arbitrarias de segmentos de conexión.

#### **5.4.1.3 Supervisión intrusiva**

[Véase la figura 15 c).]

Puede supervisarse directamente una conexión en cascada mediante la ruptura del camino original y la introducción de un camino de prueba que se extiende sobre la parte de la conexión de interés mediante la duración de la prueba.

De esta forma, pueden supervisarse directamente todos los parámetros, aunque el camino del usuario está interrumpido por lo que solamente puede efectuarse tal supervisión justamente al comienzo del establecimiento del camino o, posiblemente, de manera intermitente.

Esta técnica soporta jerarquizaciones o superposiciones arbitrarias de las conexiones, pero sin comprobación simultánea.

#### **5.4.1.4 Supervisión de subcapa**

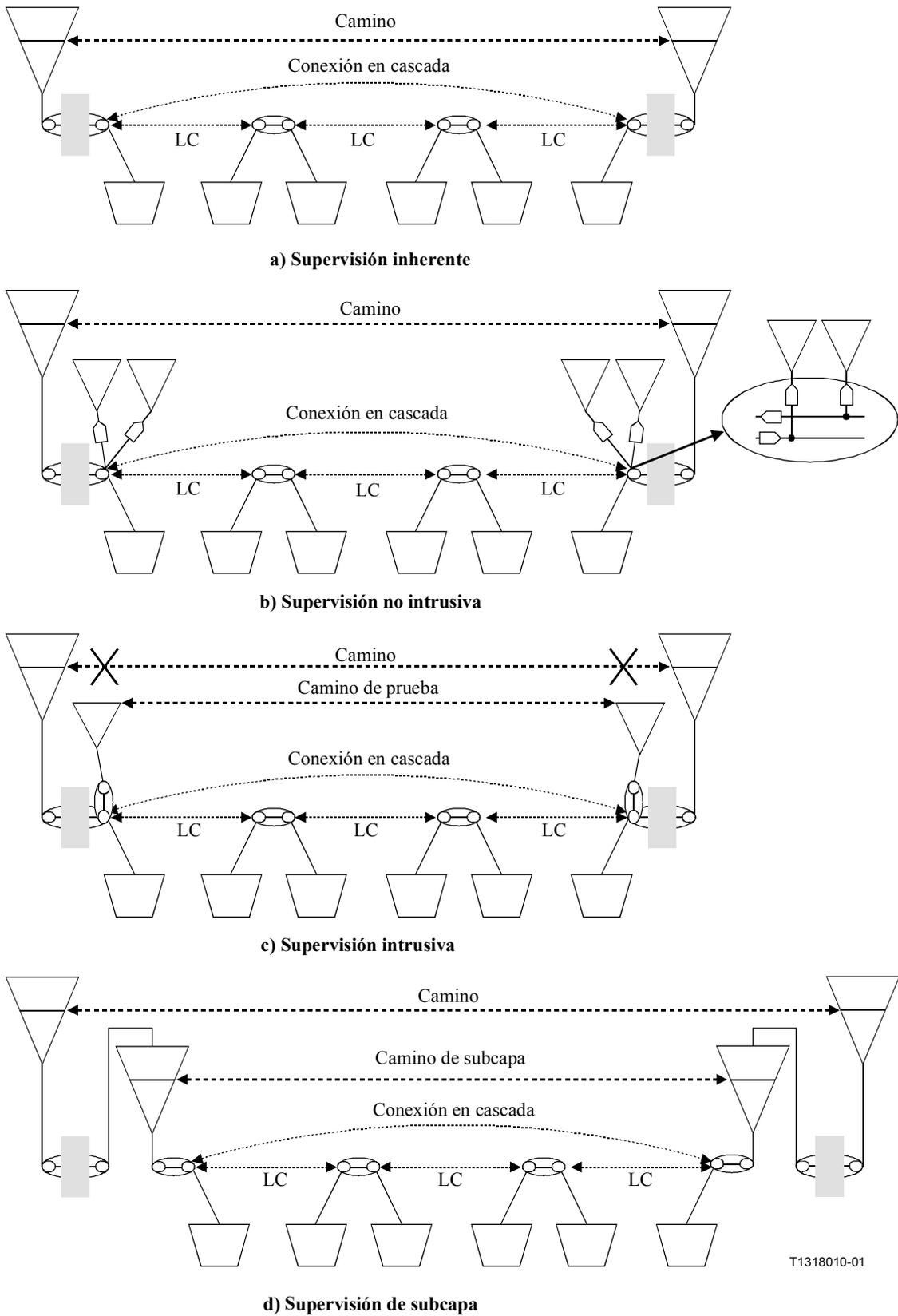
[Véase la figura 15 d).]

Se sobrescribe alguna parte de la capacidad de camino original<sup>1</sup> de manera que pueda supervisarse directamente la parte de la conexión de interés.

---

<sup>1</sup> En redes basadas en la SDH o la PDH la capacidad sobrescrita debe ser parte de la tara de camino. En redes basadas en OAM de ATM pueden insertarse células.

Con esta técnica pueden verificarse directamente todos los parámetros, suponiendo que en la capacidad original puede sobreescribirse una anchura de banda suficiente. Este método puede proporcionar conexiones supervisadas de camino de subcapa jerarquizadas suponiendo que se disponga de suficiente tara para sustentar la jerarquización. Esta capacidad depende de la tecnología.



T1318010-01

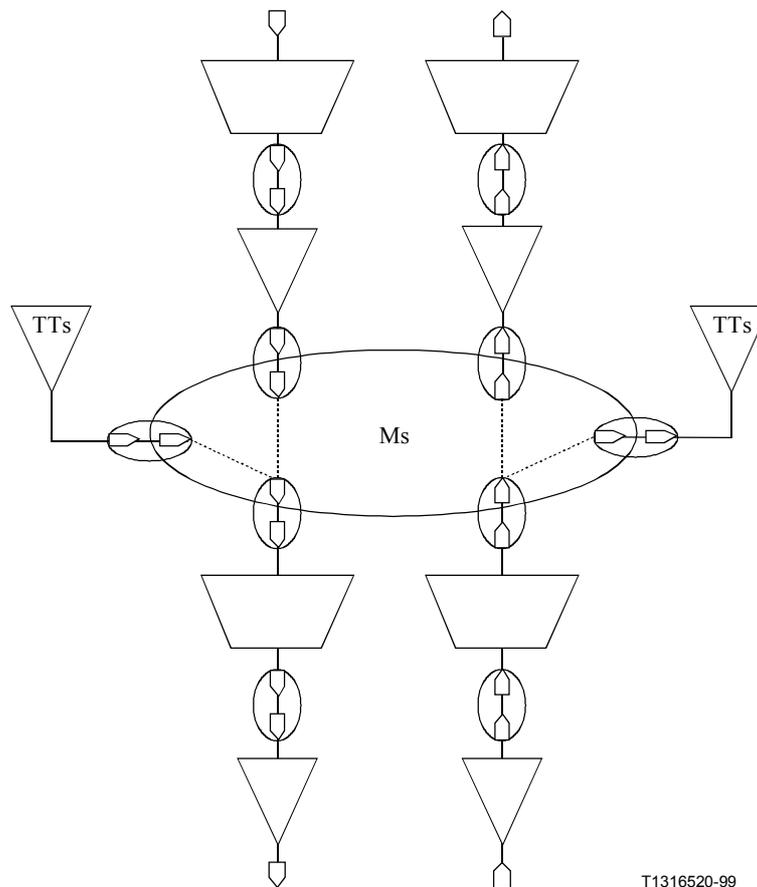
**Figura 15/G.805 – Técnicas de supervisión de la conexión**

## 5.4.2 Aplicaciones de la supervisión de la conexión

### 5.4.2.1 Supervisión de conexiones no utilizadas

Se considera una conexión como no utilizada si alguno de los puertos que la delimitan no interviene en una relación de vinculación. Puede supervisarse una conexión no utilizada empleando una fuente de terminación de camino (que proporciona la mínima tara de capa cliente necesaria para la supervisión) en combinación con terminación de camino de supervisión, como se muestra en la figura 16.

NOTA – Se puede utilizar cualquier función ordinaria de fuente/sumidero de terminación de camino como una función de camino de supervisión, si puede ser utilizada sin una señal de cabida útil.



T1316520-99

Ms Matriz de supervisión  
TTs Terminación del camino supervisor

**Figura 16/G.805 – Supervisión de las conexiones no utilizadas**

### 5.4.2.2 Supervisión de la conexión en cascada

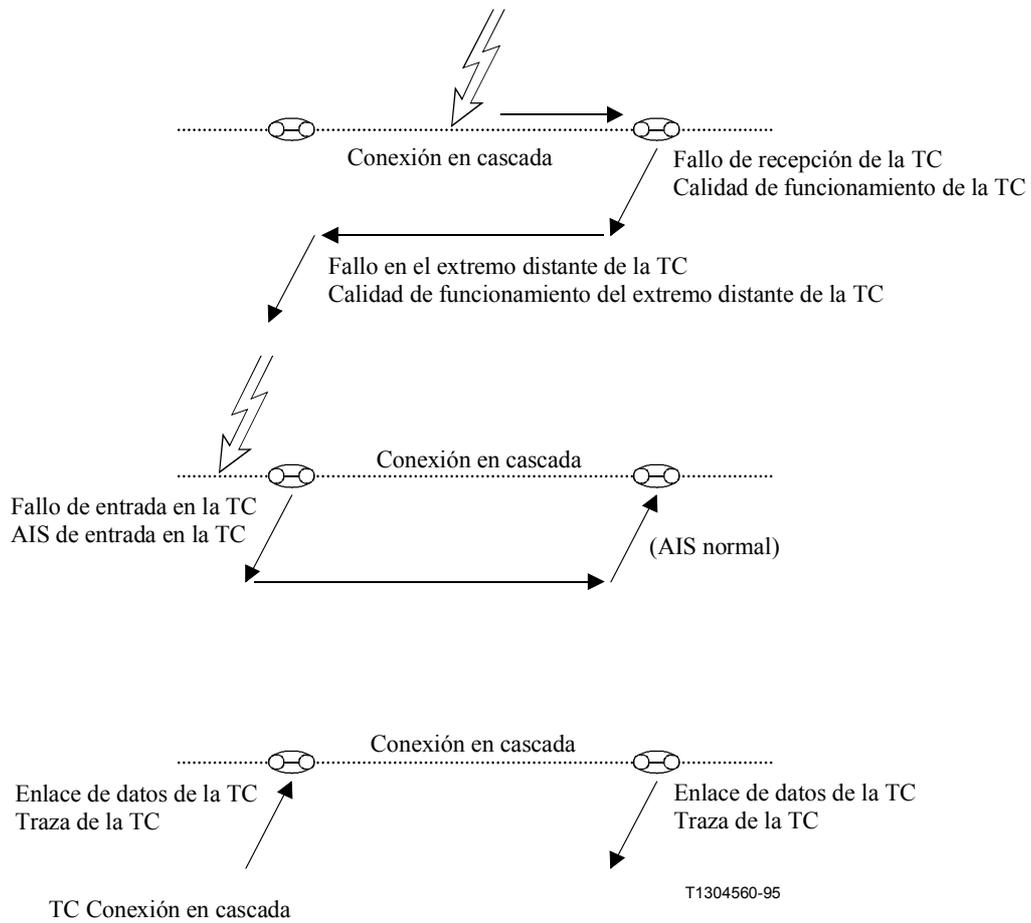
Las conexiones en cascada representan la parte de un camino que requiere una supervisión independiente de la supervisión del camino completo. En este cometido, la conexión en cascada requiere las siguientes funciones (véase la figura 17):

- gestión de avería de extremo cercano de conexión en cascada y supervisión de la calidad de funcionamiento (característica de error y condiciones de fallo/alarma);
- gestión de avería de extremo distante de conexión en cascada y supervisión de la calidad de funcionamiento (característica de error y condiciones de fallo/alarma);

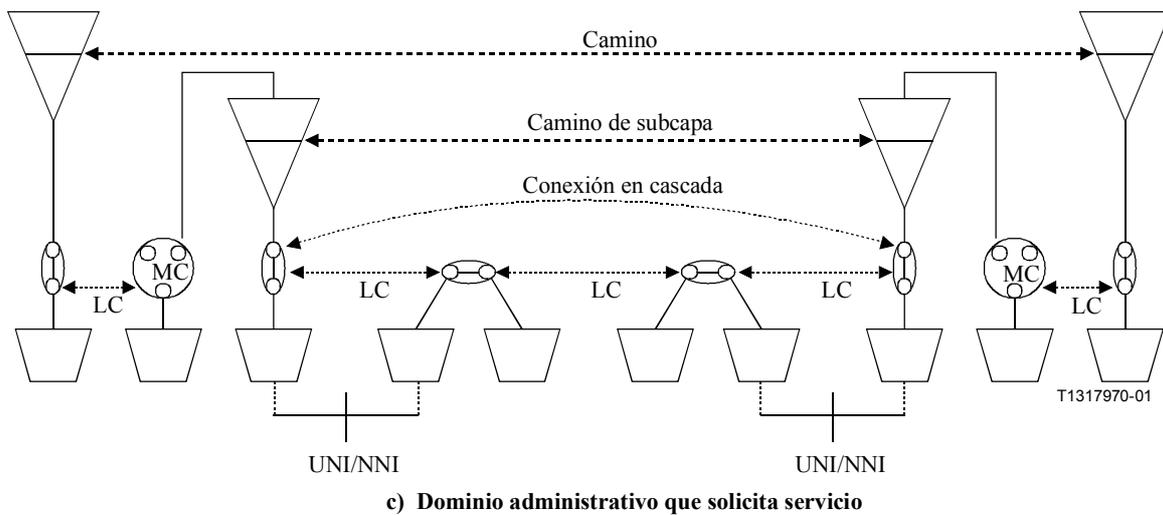
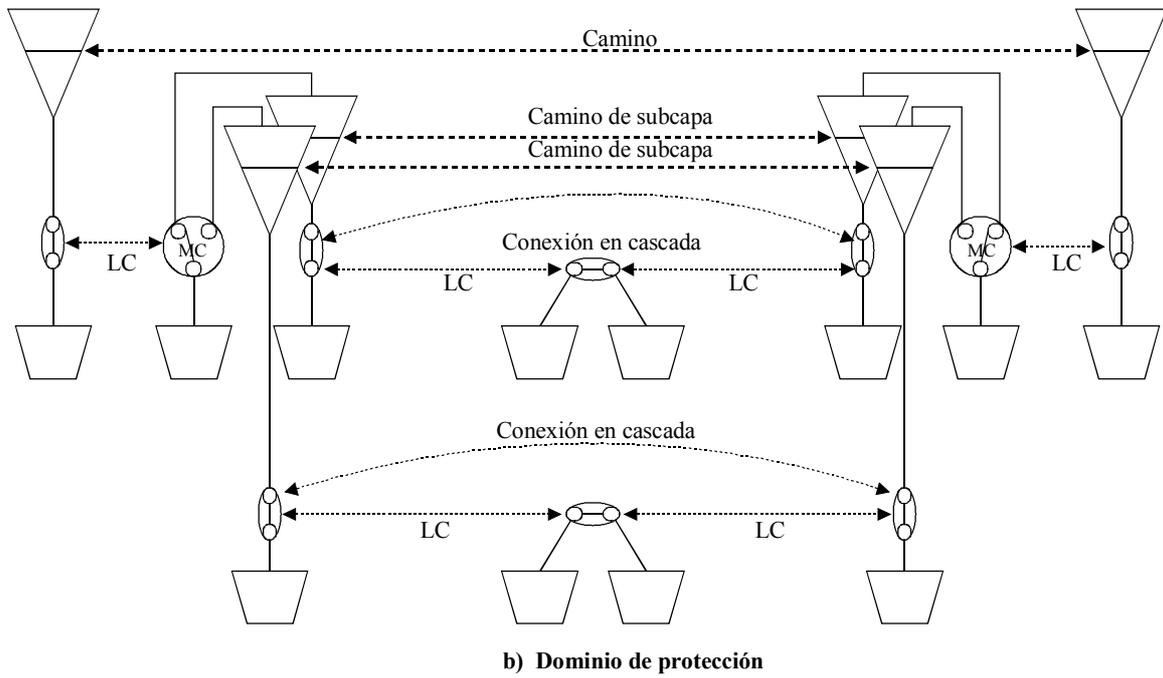
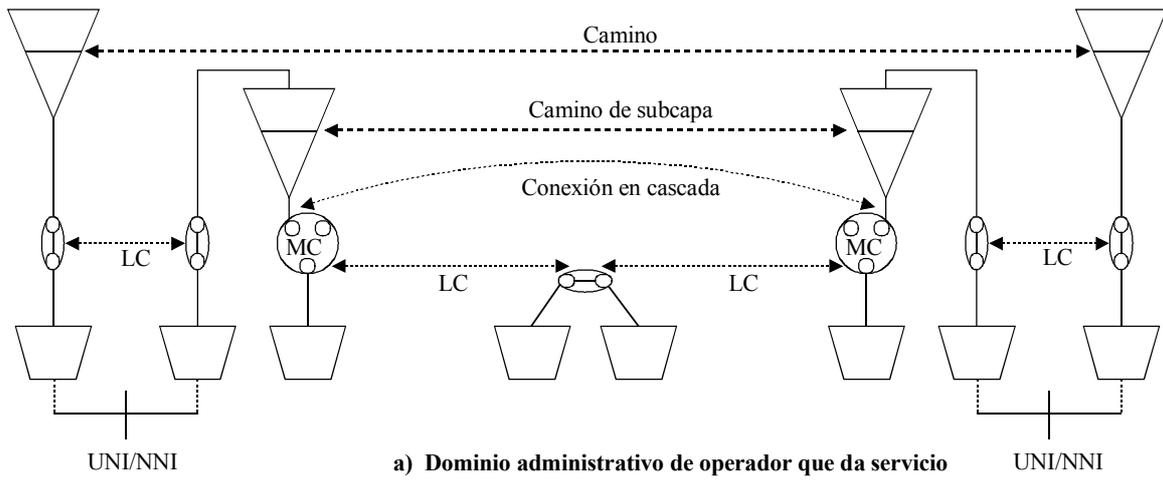
- supervisión de conexión en cascada independiente de la de fallo de señal de servidor entrante (AIS, FDI);
- indicación de fallo de señal entrante de conexión en cascada (fallo de la señal antes de la conexión en cascada);
- verificación de la conectividad de la conexión en cascada (es decir, el rastreo entre los extremos de la conexión en cascada);
- verificación de la continuidad de conexión en cascada (es decir, pérdida de señal, no equipada, pérdida de continuidad) (entre los extremos de la conexión en cascada);
- supervisión de la señal saliente de extremo cercano de conexión en cascada para permitir la localización de averías y errores en zonas de puntos blancos entre sucesivos dominios de conexión en cascada;
- supervisión de la señal saliente de extremo distante de conexión en cascada para permitir la localización de averías y errores en zonas de puntos blancos entre sucesivos dominios de conexión en cascada;
- señal de reposo de la conexión en cascada (incluida la identidad de esta señal).

Cabe identificar tres aplicaciones de conexiones en cascada:

- *dominio administrativo de operador que da servicio* (por ejemplo, dominio de red, dominio de operador de red, dominio de subred de operador de red) [véase la figura 18 a)]. Conexión en cascada que mide la calidad del servicio prestado al cliente. Un dominio administrativo de operador que da servicio y que soporta conexiones en cascada tiene su fuente lo más cerca posible detrás de la NNI/UNI y su sumidero lo más cerca posible enfrente de la NNI/UNI;
- *dominio protegido* (por ejemplo, supervisión SNC supervisada por capa) [véase la figura 18 b)]. Conexión en cascada que mide el estado de defectos de la conexiones de trabajo y de protección. Un dominio protegido que soporta conexión en cascada tiene su fuente detrás del puente de conmutación de protección y su sumidero enfrente de las funciones de selector de conmutación de protección;
- *dominio administrativo que solicita servicio* (es decir, dominio de usuario) [véase la figura 18 c)]. Conexión en cascada que mide la calidad del servicio recibido del operador. Un dominio administrativo que solicita servicio que soporta conexiones en cascada tiene su fuente lo más cerca posible enfrente de la UNI/NNI y su sumidero lo más cerca posible detrás de la NNI/UNI.



**Figura 17/G.805 – Explicación de los términos relativos a la conexión en cascada**



**Figura 18/G.805 – Aplicaciones de la supervisión de la conexión**

## 5.5 Interfuncionamiento de red de capa

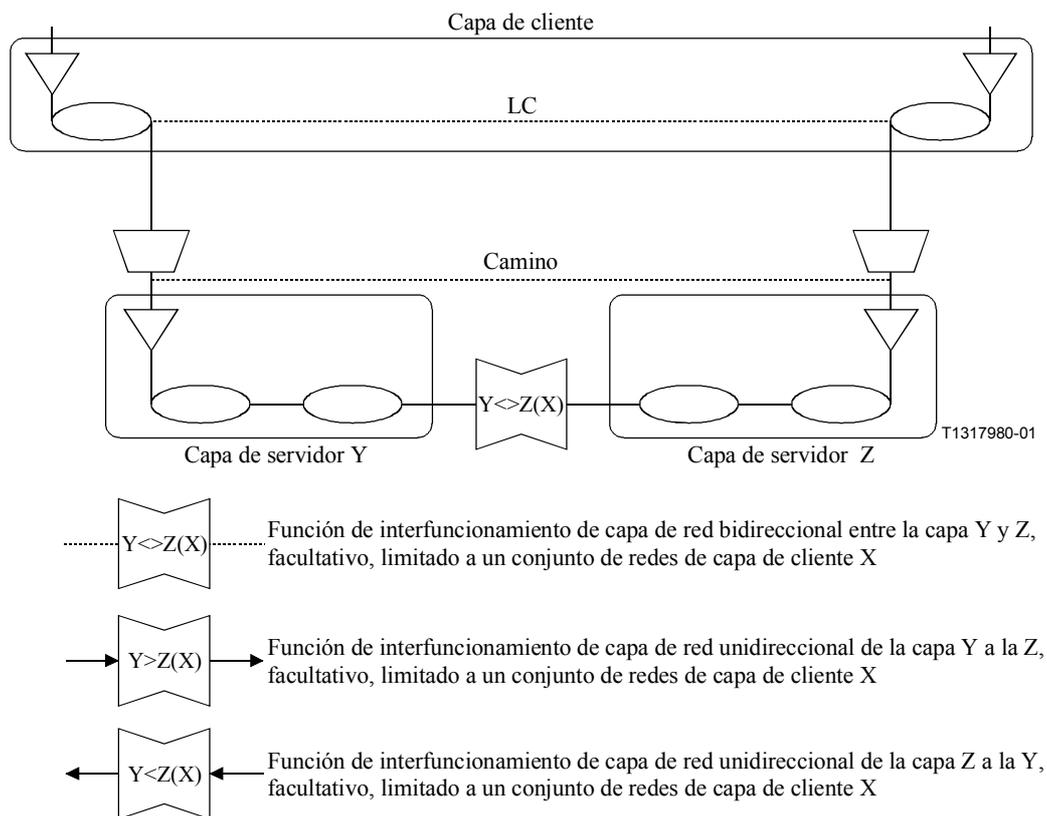
El objetivo del interfuncionamiento de red de capa es suministrar un camino de extremo a extremo entre los diferentes tipos de terminaciones de caminos de redes de capa. Ello requiere el interfuncionamiento de la información característica, ya que las diferentes redes de capa tienen, por definición, diferente información característica. La información adaptada de redes de capa diferentes para la misma red de capa de cliente en general es también diferente, aunque no necesariamente. El funcionamiento de redes de capa, por consiguiente, puede requerir el interfuncionamiento de redes de la información adaptada.

La tara de camino de una red de capa puede definirse en términos de semántica y de sintaxis. A condición de que exista la misma semántica en dos redes de capa, se puede aplicar el interfuncionamiento a la tara de camino, mediante el paso de la semántica de una red de capa a otra, en la sintaxis adecuada, tal como está definido por la información característica. En otras palabras, el interfuncionamiento de red de capa será transparente para la semántica de la tara de camino. Si ambas redes de capa tienen un conjunto de semántica diferente, el interfuncionamiento de la red de capa está restringido al conjunto de semántica común. La función de interfuncionamiento de red de capa debe terminar (insertar, supervisar) las semánticas que no han interfuncionado.

El interfuncionamiento de red de capa se lleva a cabo a través de la función de tratamiento de interfuncionamiento descrita en la figura 19. La función de tratamiento de interfuncionamiento soporta una conexión de enlace de interfuncionamiento entre dos conexiones de red de capa. La conexión de enlace de interfuncionamiento es especial en el sentido de que es asimétrica, delimitada por diferentes tipos de puertos. También es especial porque en general sólo es transparente para un conjunto específico de capas de cliente. Un enlace de interfuncionamiento es un componente topológico que representa un puente entre dos redes de capa. El enlace de interfuncionamiento crea una "superred de capa", definida por el conjunto completo de grupos de acceso a los que se puede poner en interfuncionamiento para un conjunto específico de redes de capa de cliente.

**Función de interfuncionamiento de red de capa unidireccional:** Función de tratamiento de transporte que convierte la información característica para una red de capa en información característica para otra red de capa. Se mantiene la integridad de la calidad de funcionamiento de extremo a extremo y la información sobre mantenimiento. La función puede estar limitada a un conjunto de redes de capa de cliente.

**Función de interfuncionamiento de red de capa bidireccional:** Función de tratamiento de transporte que consta de un par de funciones de interfuncionamiento de servicio unidireccional situadas en el mismo lugar, una para el interfuncionamiento de la red de capa X a Y y la otra para interfuncionamiento de la red de capa Y a X.



**Figura 19/G.805 – Interfuncionamiento de red de capa**

## 6 Aplicación de los conceptos a las topologías y estructuras de red

NOTA 1 – Los esquemas de denominación utilizados en los ejemplos pueden no corresponder con los esquemas de denominación utilizados en las especificaciones de equipo asociadas.

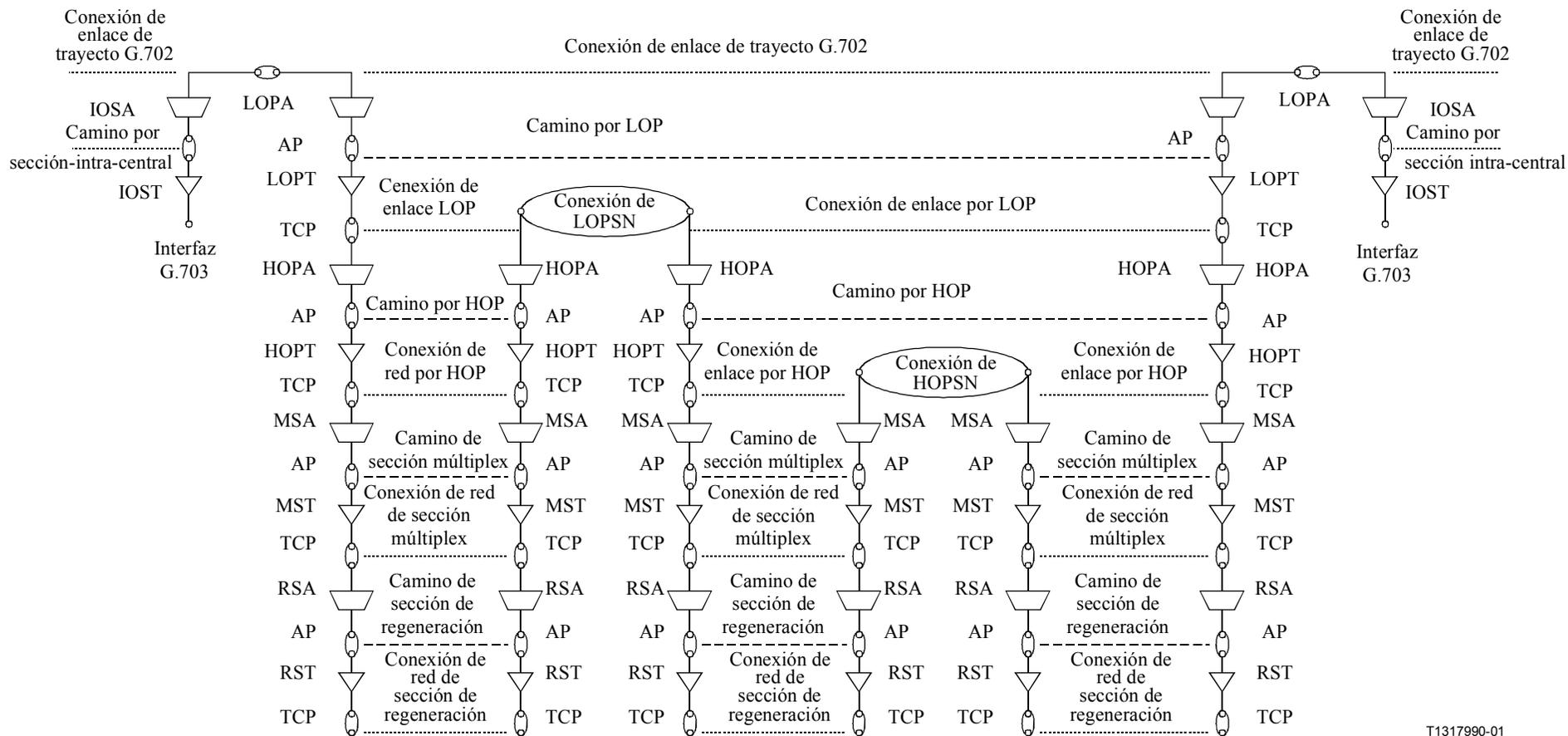
NOTA 2 – Los ejemplos muestran sólo las topologías y estructuras de redes básicas. Se ofrece una funcionalidad adicional (por ejemplo, protección, comprobación técnica) en las especificaciones de equipo asociadas.

### 6.1 PDH soportadas en redes de capa SDH

En la figura 20 se muestra un ejemplo del caso en que la SDH soporta señales PDH. Se han representado seis redes de capa:

- red de capa de trayecto de G.702 de PDH (por ejemplo, 2048 kbit/s);
- red de capa de sección intracentral de G.703 de PDH;
- red de capa de trayecto de orden inferior (por ejemplo VC-12) de G.707 de SDH;
- red de capa de trayecto de orden superior (por ejemplo VC-4) de G.707 de SDH;
- red de capa de sección de multiplexación de G.707 de SDH;
- red de capa de sección de regenerador de G.707 de SDH.

En el ejemplo se muestran dos multiplexores de SDH con afluentes a las velocidades de bits de trayecto de PDH, interconectados con un dispositivo de transconexión de trayecto de orden inferior de SDH y un dispositivo de transconexión de trayecto de orden superior de SDH en ubicaciones intermedias. Todas las interfaces (salvo los afluentes a las velocidades de bits de trayecto de PDH) utilizan la capa de sección de STM-N de SDH.



T1317990-01

AP	Punto de acceso ( <i>access point</i> )	IOST	Terminación de sección intra-central ( <i>intra-office section termination</i> )	MSA	Adaptación de sección múltiplex ( <i>multiplex section adaptation</i> )
CP	Punto de conexión ( <i>connection point</i> )	LOP	Trayecto de orden superior (por ejemplo, en VC-4) [ <i>higher-order path (e.g. VC-4)</i> ]	MST	Terminación de sección múltiplex ( <i>multiplex section termination</i> )
HOP	Trayecto de orden superior (por ejemplo en VC-4) [ <i>higher-order path (e.g. VC-4)</i> ]	LOPA	Trayecto de orden inferior (por ejemplo, en VC-12) [ <i>lower-order path (e.g. VC-12)</i> ]	RSA	Adaptación de sección de regeneración ( <i>regenerator section adaptation</i> )
HOPA	Adaptación de trayecto de orden superior ( <i>higher-order path adaptation</i> )	LOPSN	Adaptación de trayecto de orden inferior ( <i>lower-order path adaptation</i> )	RST	Terminación de de sección de regeneración ( <i>regenerator section termination</i> )
HOPSN	subred de trayecto de orden superior ( <i>higher-order path subnetwork</i> )	LOPT	Subred de trayecto de orden inferior ( <i>lower-order path subnetwork</i> )	TCP	Punto de conexión de terminación ( <i>termination connection point</i> )
HOPT	Terminación de trayecto de orden superior ( <i>higher-order path termination</i> )				
IOSA	Adaptación de sección intra-central ( <i>intra-office section adaptation</i> )				

**Figura 20/G.805 – Aplicación de la arquitectura funcional al caso de una PDH soportada por una SDH**

## 6.2 ATM soportada en redes de capa SDH

En la figura 21 se muestra un ejemplo del caso en que la SDH soporta células de ATM. Se han representado cinco redes de capa:

- a) red de capa de canal virtual de I.361 de ATM;
- b) red de capa de trayecto virtual de I.361 de ATM;
- c) red de capa de trayecto de orden superior (por ejemplo VC-4) de G.707 de SDH;
- d) red de capa de sección de multiplexación de G.707 de SDH;
- e) red de capa de sección de regenerador de G.707 de SDH.

En el ejemplo se muestran dos terminaciones de canal virtual de ATM interconectadas con un dispositivo de conmutación/transconexión de canal virtual de ATM y dos terminaciones de trayecto virtual de ATM interconectadas con un dispositivo de conmutación/transconexión de trayecto virtual de ATM y un dispositivo de transconexión de trayecto de orden superior de SDH en ubicaciones intermedias. En todas las interfaces se utiliza la red de capa de sección de STM-N de SDH.

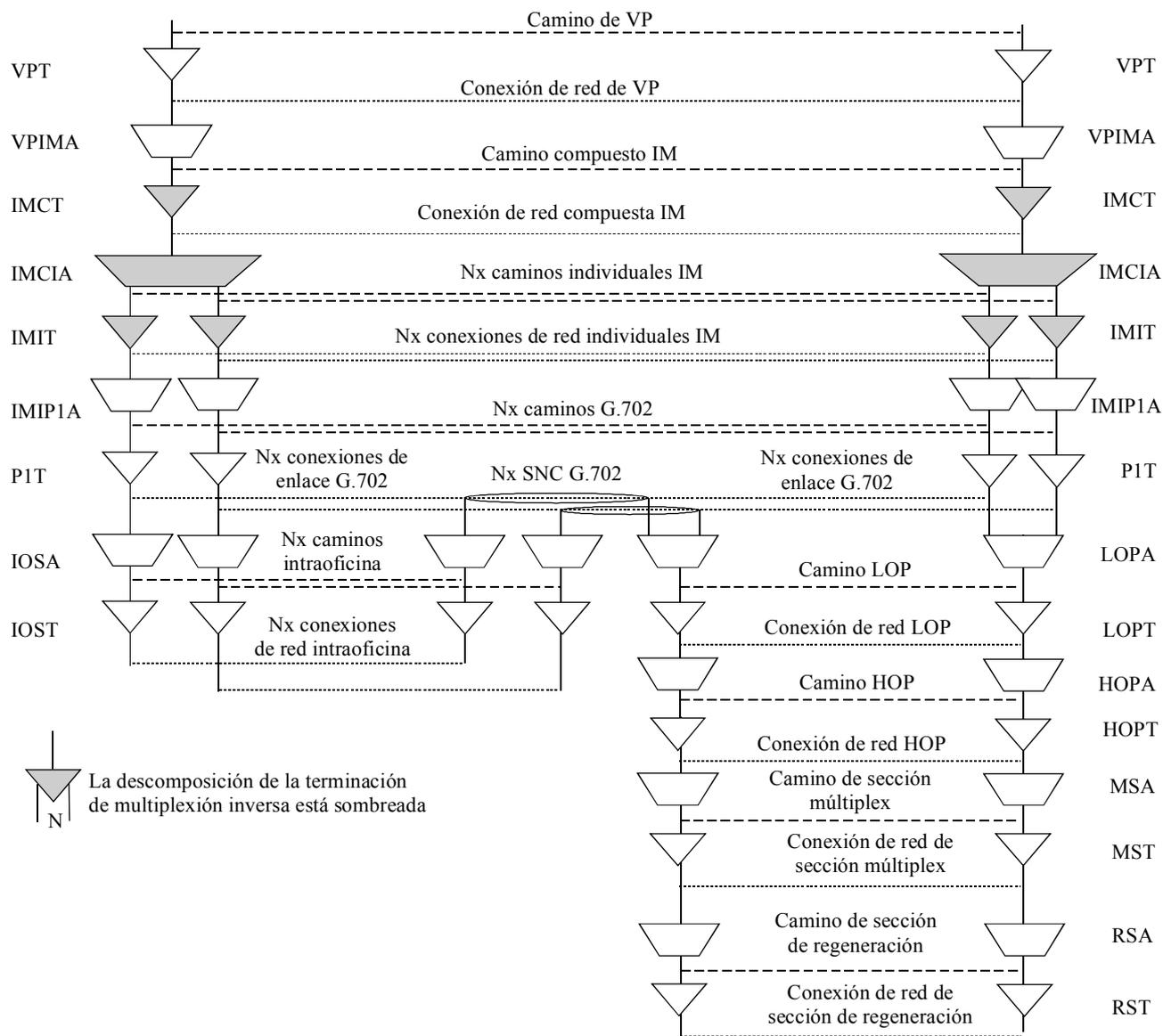


### 6.3 ATM soportada por multiplexación inversa ATM

La figura 22 muestra un ejemplo del caso cuando un tren de células ATM combinado es soportado por multiplexación inversa ATM en varios trayectos paralelos a velocidad primaria G.702, que a su vez son soportados por PDH y SDH. Se muestran nueve redes de capa:

- a) red de capa de trayecto virtual I.361 ATM;
- b) red de capa múltiplex inversa ATM compuesta;
- c) red de capa múltiplex inversa ATM simple;
- d) red de capa a velocidad primaria G.702 PDH;
- e) red de capa de sección intraoficina G.703 PDH;
- f) red de capa de trayecto de orden más bajo G.707 SDH;
- g) red de capa de trayecto de orden más alto G.707 SDH;
- h) red de capa de sección de multiplexación G.707 SDH;
- i) red de capa de sección de regenerador G.707 SDH.

Este ejemplo muestra dos terminaciones de trayecto virtual ATM interconectadas a través de multiplexación inversa ATM por varios trayectos PDH paralelos a velocidad primaria. Un equipo de terminación de VP ATM interconecta a la velocidad PDH con un multiplexor SDH. El otro tiene una interfaz SDH integrada. En la figura 22 la terminación de camino múltiplex ATM inversa se ha descompuesto para mostrar los caminos múltiplex inversos ATM individuales que soportan la conexión de red.



T1318110-01

**Figura 22/G.805 – Aplicación de la arquitectura funcional al caso de multiplexación inversa ATM**

## 7 Técnicas para mejorar la disponibilidad en la red de transporte

### 7.1 Introducción

En esta cláusula se describen las características de arquitectura de las principales estrategias que se pueden utilizar para mejorar la disponibilidad de una red de transporte. La mejora se consigue mediante la sustitución de las entidades de transporte degradadas o con fallos. La sustitución se inicia, normalmente, mediante la detección de un defecto, la degradación de la calidad de funcionamiento o una solicitud externa (por ejemplo, gestión de red).

Protección – Utiliza la capacidad preasignada entre nodos. La arquitectura más sencilla posee una entidad de protección especializada para cada entidad de funcionamiento (1 + 1). La arquitectura más compleja tiene m entidades de protección compartidas entre n entidades de funcionamiento (m:n). La conmutación de protección puede ser unidireccional o bidireccional. La conmutación de

protección bidireccional tiene acción de conmutación para ambas direcciones de tráfico, aunque el fallo sea unidireccional. La conmutación de protección unidireccional tiene acción de conmutación sólo para la dirección de tráfico afectada, en caso de un fallo unidireccional.

Restablecimiento – Utiliza cualquier capacidad disponible entre nodos. En general, los algoritmos utilizados para el restablecimiento exigirán reencaminamiento. Cuando se emplea restablecimiento se reserva un cierto porcentaje de la capacidad de la red de transporte para reencaminar el tráfico. Queda fuera del alcance de esta Recomendación la descripción ulterior del restablecimiento.

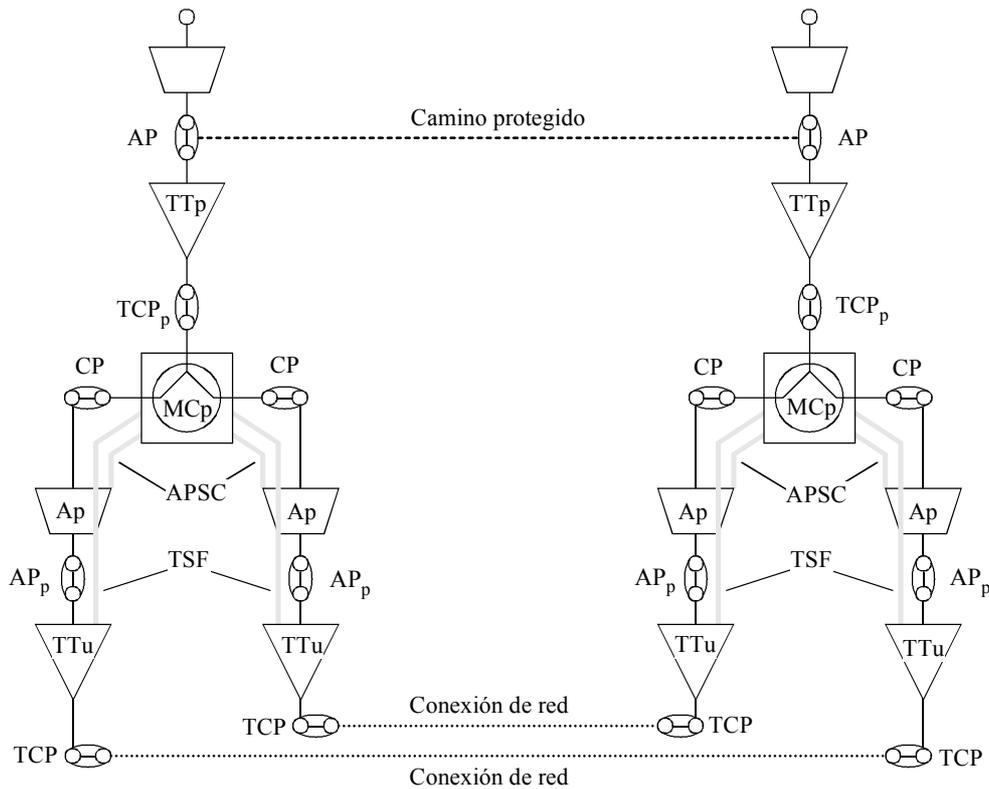
## **7.2 Protección**

Se han determinado dos tipos de arquitectura de protección.

### **7.2.1 Protección de camino**

Una señal seleccionada de un camino de trabajo (SNC) es sustituida por la señal seleccionada del camino de protección (SNC) si el camino en funcionamiento presenta fallos o si la calidad de funcionamiento cae por debajo del nivel exigido. Esto se modela mediante la introducción de una subcapa de protección como se muestra en la figura 23. La terminación de camino se amplía, de conformidad con las reglas indicadas en la figura 13, introduciendo la función de adaptación de protección, la función de terminación de camino no protegido y la función de terminación de camino protegido. Se utiliza una matriz de protección para modelar la conmutación entre las conexiones de protección y de trabajo. La situación de los caminos en la subcapa de protección se comunica a la matriz de protección (fallo de la señal de camino en la figura 23) mediante la terminación de camino no protegido. Si es necesaria la comunicación entre las funciones de control de las matrices de protección, la función de adaptación de protección puede proporcionar el acceso a un canal del conmutador de protección automática (APS, *automatic protection switch*). La terminación de camino protegido proporciona el estado del camino protegido.

La protección de camino es un método de protección que se aplica a la red de capa de transporte cuando se detecta una condición defectuosa en la misma red de capa (es decir, se activa la conmutación en la misma red de capa de transporte).



T1304610-95

- Ap Adaptación de protección (*protection adaptation*)
- AP<sub>p</sub> Punto de acceso de protección (*protection access point*)
- APSC Canal de conmutador de protección automática (*automatic protection switch channel*)
- MCP Conexión de la matriz de protección (*protection matrix connection*)
- TCP<sub>p</sub> TCP de protección (*protection TCP*)
- TSF Fallo de la señal de camino (*trail signal fail*)
- TTP Terminación del camino protegido (*protected trail termination*)
- TTu Terminación del camino no protegido (*unprotected trail termination*)

**Figura 23/G.805 – Protección de camino**

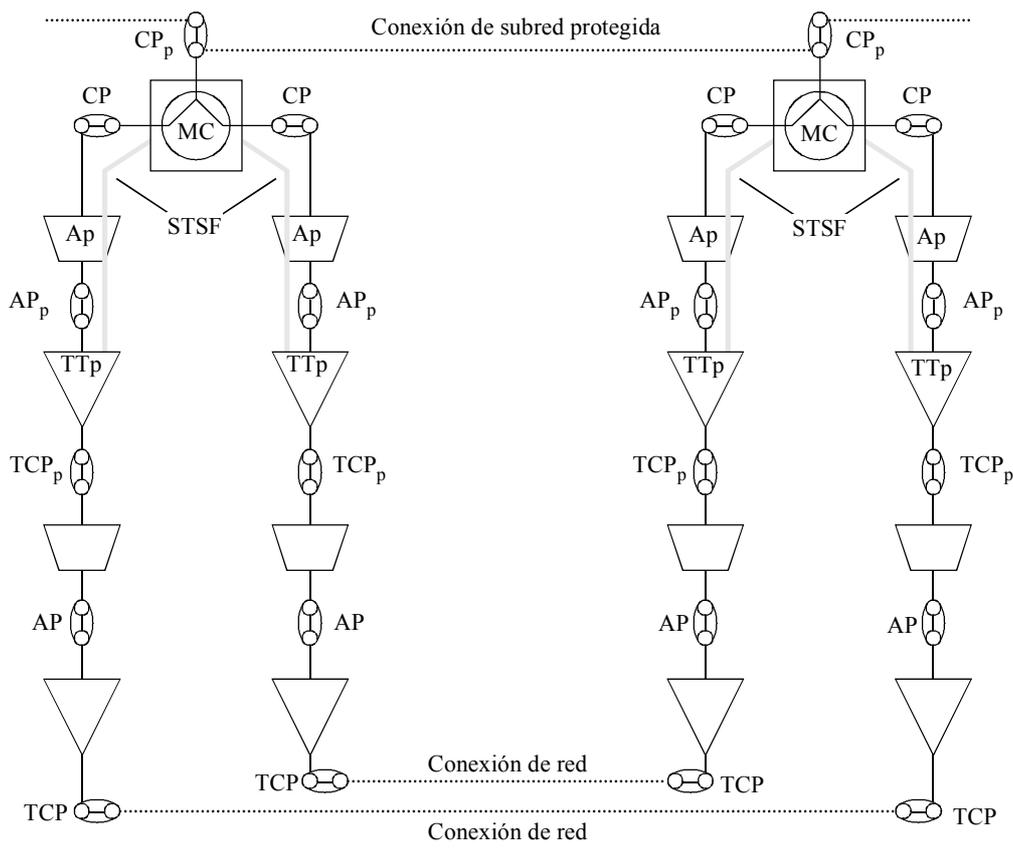
### 7.2.2 Protección de la conexión de subred

Si la conexión de (sub)red presenta fallos o su calidad de funcionamiento cae por debajo del nivel exigido, la señal seleccionada de una conexión de (sub)red de trabajo será reemplazada por la señal seleccionada de una conexión de (sub)red de protección. Se trata del método de conmutación de protección aplicado a la red de capa cliente cuando se detecta una condición defectuosa en la red de capa servidora, la subcapa u otra red de capa de transporte.

Debe observarse que la protección de conexión de (sub)red se puede aplicar a cualquier red de capa y que la conexión de (sub)red protegida puede estar constituida por una sucesión de conexiones de subred de nivel inferior y conexiones de enlace. Pueden caracterizarse algunos métodos de protección de (sub)red mediante el método de supervisión utilizado para deducir los criterios de conmutación:

- Supervisión de camino de subcapa – La protección de conexión de (sub)red puede modelarse mediante una subcapa de protección generada por ampliación de los puntos de conexión de subcapa, según las reglas señaladas en la figura 13. La introducción de una subcapa proporciona la protección de camino del camino de subcapa, como se representa en la figura 24.

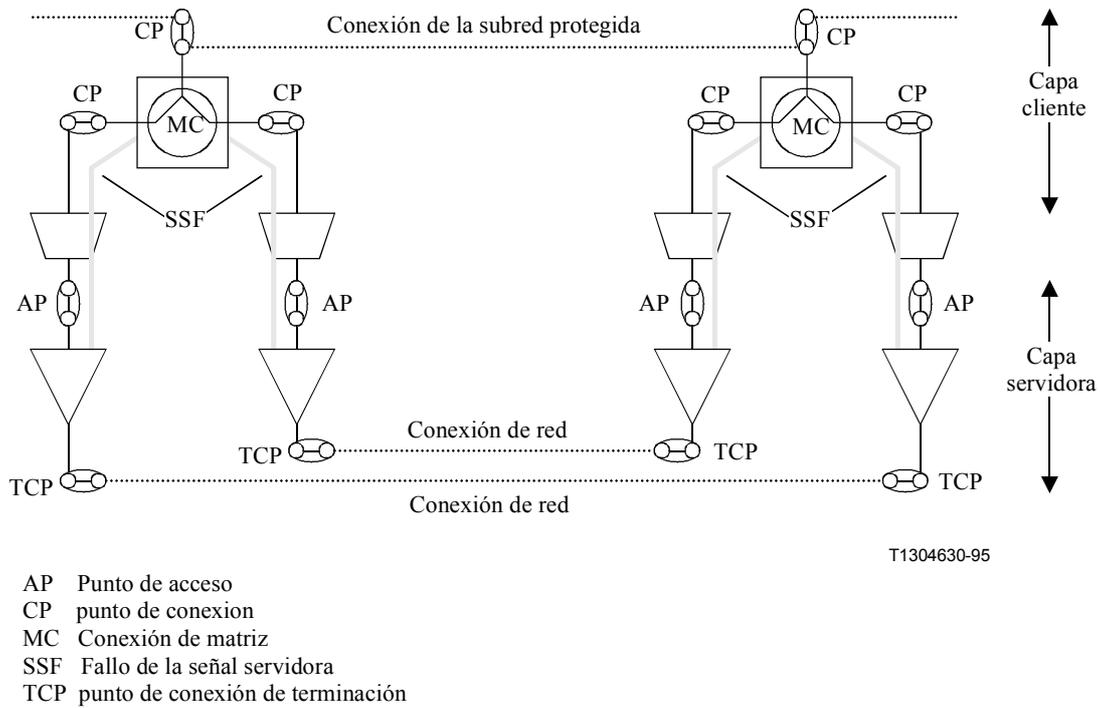
- Supervisión intrínseca – La información obtenida por la red de capa servidora, descrita en 5.4.1.1, se utiliza para iniciar la conmutación de protección, como se ilustra en la figura 25. La matriz dispone del estado de los caminos de la red de capa servidora (fallo de señal servidora en la figura 25).
- Supervisión no intrusiva – La conexión de (sub)red se supervisa directamente empleando la supervisión (no intrusiva) de escucha únicamente de la información característica de la capa cliente, como se indica en la figura 26.
- Supervisión intrusiva – No se recomienda el empleo de este tipo de supervisión como parte de un método de protección.



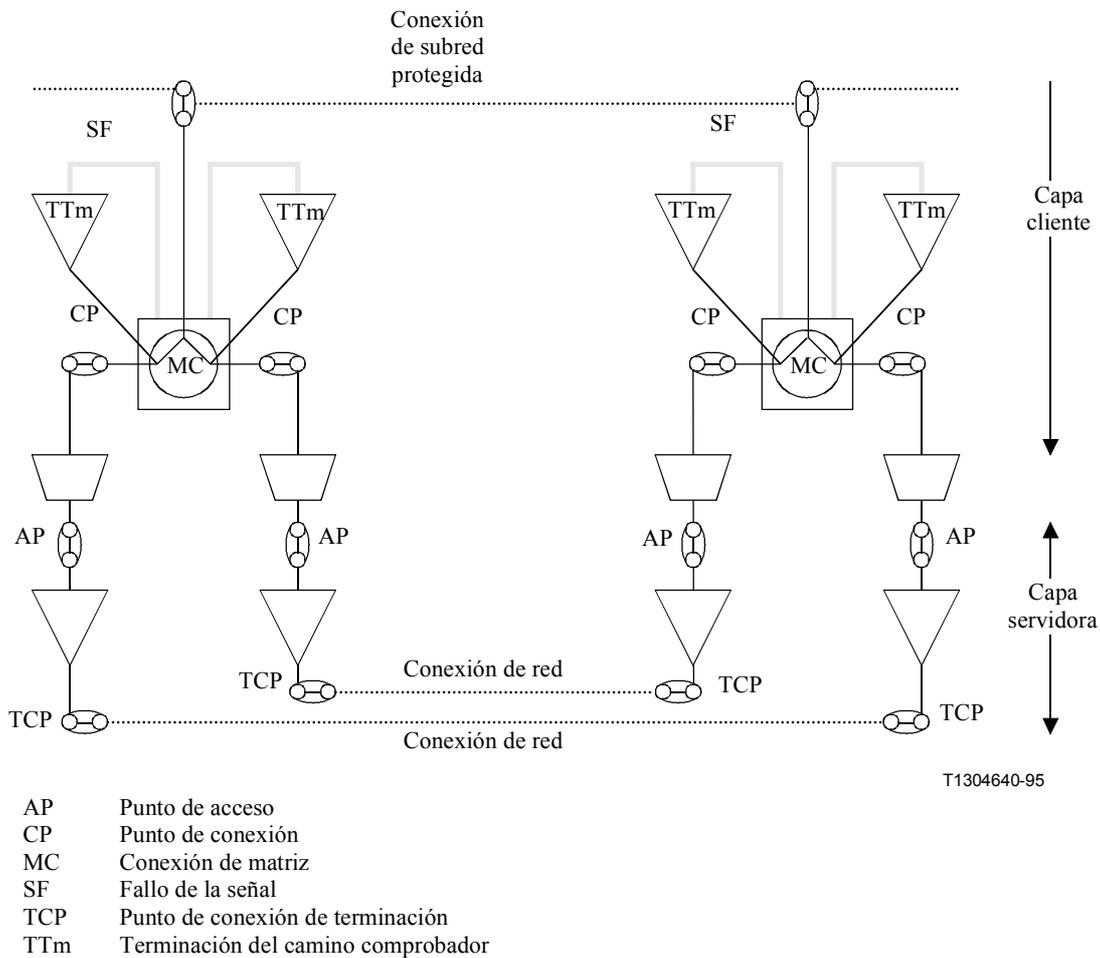
T1304620-95

- Ap Adaptación de protección (*protection adaptation*)
- AP<sub>p</sub> Punto de acceso de protección (*protection access point*)
- CP<sub>p</sub> Punto de conexión de protección (*protection connection point*)
- MC Conexión de matriz (*matrix connection*)
- STSF Fallo de la señal de camino (*sublayer trail signal fail*)
- TCP<sub>p</sub> TCP de protección (*protection TCP*)
- TTP Terminación del camino de protección (*protection trail termination*)

**Figura 24/G.805 – Protección de la conexión de subred mediante la subestratificación**



**Figura 25/G.805 – Protección de conexión de la subred mediante la supervisión intrínseca**



**Figura 26/G.805 – Protección de la conexión de la subred mediante la supervisión no intrusiva**

## APÉNDICE I

### Descripción formal de la arquitectura

#### I.1 Introducción

Este apéndice proporciona una definición formal de las componentes de arquitectura definidas en esta Recomendación empleando la notación Z. En el anexo I.A de este apéndice se facilita una breve visión de conjunto de Z. Para mayor información sobre la notación Z consúltese la bibliografía.

La herramienta fuZZ (devida a Spivey) permite la verificación de tipos y de sintaxis de una especificación Z.

#### I.2 Definiciones generales

Los tipos Format, Location y Point se consideran atómicos.

Se define aquí la dirección mediante la enumeración de sus valores permitidos así como BindingDone.

La componente de arquitectura es un tipo general definido únicamente mediante la información característica de la componente de arquitectura. Se perfeccionará más tarde.

Las redes de transporte se definen mediante:

- layerNetworks: conjunto finito de redes de capa que las componen;
- chInfo: asociación entre todas sus redes de capa y su propia información característica;
- internal: asociación entre sus redes de capa y su conjunto de componentes de arquitectura;
- clientsServers: asociación (relación de n a m) entre sus redes de capa.

Las entidades de transporte (TransportEntity), componentes topológicos (TopologicalComponent), funciones de procesamiento de transporte (TransportProcessingFunction) y puntos de referencia (ReferencePoint) son clases especiales de componentes de arquitectura (ArchitecturalComponent). Como tales, poseen todas las características de las componentes de arquitectura (parte declaración) y verifican todos los predicados de las componentes de arquitectura (parte predicado). Además, una entidad de transporte tiene una dirección; una función de procesamiento de transporte tiene un nombre de ubicación (locationName); un punto de referencia tiene un nombre de ubicación, una dirección y sus dos puntos constituyentes pueden estar vinculados o no. La parte predicado de ReferencePoint indica que, dentro de un punto de referencia, un punto está o no vinculado a otro pero no puede estarlo a más de un punto.

[Format, Location, Point]

Direction ::= source | sink | bid

BindingDone ::= yes | no

CharacteristicInformation

format: Format

ArchitecturalComponent

characInfo: CharacteristicInformation

### TransportNetwork

layerNetworks: F LayerNetwork  
chInfo: LayerNetwork >--->> CharacteristicInformation  
internal: LayerNetwork >-++-> F<sub>1</sub> ArchitecturalComponent  
clientsServers: LayerNetwork <----> LayerNetwork

### TransportEntity

ArchitecturalComponent  
direction: Direction

### TopologicalComponent

ArchitecturalComponent

### TransportProcessingFunction

ArchitecturalComponent  
locationName: Location

### ReferencePoint

ArchitecturalComponent  
locationName: Location  
binding: Point >-++--> Point  
boundReferencePoint: BindingDone  
direction: Direction

#binding ≤ 1

#binding = 0 ⇔ boundReferencePoint = no

#binding = 1 ⇔ boundReferencePoint = yes

Some useful classifications:

sourceReferencePoint \_\_, sinkReferencePoint \_\_, bidirReferencePoint \_\_ : ReferencePoint

∀ p: ReferencePoint •

sourceReferencePoint p ⇔ p.direction = source

^

sinkReferencePoint p ⇔ p.direction = sink

^

bidirReferencePoint p ⇔ p.direction = bid

### I.3 Puntos de referencia

Los puntos de acceso (AccessPoint) y los puntos de conexión (ConnectionPoint) son clases especiales de puntos de referencia (ReferencePoint).

Un grupo de acceso (AccessGroup) es un conjunto denominado setOfTtfs de funciones de terminación de camino (TrailTerminationFunction) situadas en la misma ubicación, esto es, para cualquier par de funciones de terminación de camino de este conjunto son similares sus valores atributo de nombre de ubicación.

AccessPoint

ReferencePoint

ConnectionPoint

ReferencePoint

### I.4 Otros

AccessGroup

setOfTtfs: P TrailTermination<sup>2</sup>

$\forall \{tff1, tff2\} \subseteq \text{setOfTtfs} \bullet$

$tff1.\text{locationName} = tff2.\text{locationName}$

### I.5 Componentes topológicos

Un enlace puede terminarse con una subred o un grupo de acceso.

La definición de Acyclic es genérica a fin de aplicarla a cualquier relación. Para cualquier relación R, Acyclic R es cierta si, estando x relacionada con y, y nunca está relacionada con x a través de una clausura transitiva de la relación.

AnyNetwork es una definición general de redes para redes de capa y subredes. Se define mediante:

- el conjunto finito de subredes internas (subredes);
- el conjunto finito no vacío de enlaces internos (enlaces);
- su topología, es decir, el conjunto completo de asociaciones entre extremos del enlace (topología);
- su subdivisión (subdivisión);
- el conjunto finito de conexiones de la red (conexiones).

Además, la parte predicado indica que:

- la subdivisión es acíclica, es decir una subred no puede estar dentro de sí misma;
- las subredes contienen el conjunto completo de subredes internas, incluidos todos los niveles de subdivisión.

Una red de capa (LayerNetwork) es un caso especial de red (AnyNetwork). Además, se define mediante el conjunto finito no vacío de grupo de acceso (accessGroup) que delimita la red de capa y el conjunto finito de caminos (caminos) que la atraviesan.

---

<sup>2</sup> P power set.

LayerNetworkInit establece que, en su estado inicial, es decir antes de su puesta en servicio, el conjunto de caminos que atraviesan una red de capa así como el conjunto de conexiones están vacíos.

Una subred (Subnetwork) es una clase especial de red definida también por el conjunto finito de puntos de conexión (setOfCPs) que la delimitan.

SubnetworkInit indica que, en su estado inicial, toda subred está delimitada por los puntos de conexión en los que no se realiza la conexión entre puntos.

Una matriz (Matrix) es un caso especial de subred (Subnetwork) en la que los puntos de conexión delimitantes están situados en la misma ubicación.

Un LinkEnd es o una Subnetwork o un AccessGroup.

LinkEnd ::= subNetworkLE << SubNetwork >>  
 | accessGroupLE << AccessGroup >>

[X]

Acyclic  $\_$ :  $P(X \langle \text{----} \rangle X)$

$\forall R: X \langle \text{----} \rangle X \bullet$

Acyclic  $R \Leftrightarrow R^+ \cap \text{id } X = \emptyset$

AnyNetwork

subNetworks:  $F$  SubNetwork

links:  $F_1$  Link

topology: LinkEnd  $\langle \text{----} \rangle$  LinkEnd

$\_$  partitions  $\_$ : SubNetwork  $\text{--}++\text{--}$  SubNetwork

connections:  $F$  Connection

Acyclic partitions

$\forall \text{sn}: \text{SubNetwork} / \text{sn} \in \text{subNetworks} \bullet$

$\text{sn.subNetworks} \subseteq \text{subNetworks}$

LayerNetwork

AnyNetwork

accessGroups:  $F_1$  AccessGroup

trails:  $F$  Trail

LayerNetworkInit

LayerNetwork

trails =  $\emptyset$

connections =  $\emptyset$

### SubNetwork

AnyNetwork
setOfCPs: F ConnectionPoint

### SubNetworkInit

SubNetwork
$\forall \text{ snp} \notin \text{ setOfCPs} \bullet$ $\text{ snp.boundReferencePoint} = \text{ no}$

### Matrix

SubNetwork
$\forall \{ \text{ snp1, snp2 } \} \subseteq \text{ setOfCPs} \bullet$ $\text{ snp1.locationName} = \text{ snp2.locationName}$

### Link

TopologicalComponent
----------------------

## I.6 Entidades de transporte

Una conexión (Connection) es una clase especial de entidad de transporte. Además, se definen conexiones uni y bidireccionales indicando explícitamente que su valor de atributo de dirección es igual o no a bidir.

Una conexión de enlace (LinkConnection) es una relación entre dos puntos de conexión.

Una conexión de red (NetworkConnection) es una relación entre dos puntos de conexión. Puede obtenerse esta relación mediante un número no nulo de iteraciones (0 ó más conexiones de subred entre puntos fijos seguidas de 0 ó más conexiones de enlace).

Un camino (Trail) es una relación entre dos puntos de acceso. Además, la parte predicado indica que si dos puntos de acceso determinados ap1 y ap2 están relacionados por un camino, ap1 está relacionado con una terminación de camino seguida de una conexión de red seguida de la inversa de una conexión de camino y, finalmente, ap2.

### Connection

TransportEntity
-----------------

### UniDirectionalConnection

Connection
$\text{ direction} \neq \text{ bidir}$

### BiDirectionalConnection

Connection
$\text{ direction} = \text{ bidir}$

LinkConnection \_\_ : ConnectionPoint >-++-> ConnectionPoint

NetworkConnection \_\_ : ConnectionPoint >-++-> ConnectionPoint

$\forall (cp1, cp2) \in ( \text{__ NetworkConnection} \text{__} ) \bullet$   
 $cp1 ( \text{PointToPointSubNetworkConnection}^*; \text{LinkConnection}^* )^+ cp2$

PointToPointMatrixConnection \_\_ :

ConnectionPoint >-++-> ConnectionPoint

Trail \_\_ : AccessPoint >-++-> AccessPoint

ap1 Trail ap2

$\Leftrightarrow$

ap1 Ttf; NetworkConnection; Ttf~ ap2

MonitoredPointToPointTandemConnection \_\_ :

ConnectionPoint >-++-> ConnectionPoint

$\forall (cp1, cp2) \in ( \text{__ MonitoredPointToPointTandemConnection} \text{__} ) \bullet$   
 $cp1 ( \text{PointToPointSubNetworkConnection}^*; \text{LinkConnection}^* )^+ cp2$

## I.7 Funciones de procesamiento de transporte

Tff \_\_ : AccessPoint >----> ConnectionPoint

Adaptation \_\_ : F1 ConnectionPoint >----> AccessPoint

## I.8 Bibliografía

- SPIVEY (J.M.): The Z notation – A reference manual (2nd ed.), *Prentice Hall International Series in computer science*, ISBN 0-13-978529-9.

## ANEXO I.A

### Breve introducción a Z (al Apéndice I de la Recomendación G.805)

#### I.A.1 Introducción

Z es una notación formal basada en la teoría de conjuntos y en la lógica de predicados de primer orden. El concepto de modelación básico de Z es el conjunto. Como se hace en matemáticas, puede definirse un conjunto bien por extensión (enumerando sus elementos) o por comprensión (proporcionando un predicado al que deben satisfacer todos los elementos potenciales). Ello equivale a la definición de un tipo. Una forma conveniente de definir un tipo por comprensión en Z es mediante la definición de un esquema. Un esquema puede o no tener nombre. Puede utilizarse un esquema nominado para definir un tipo o una operación y tiene la siguiente forma:

Nombre-esquema

Declaración
Predicado

donde:

- la declaración está constituida por una lista de características del esquema; y
- el predicado es una lista (posiblemente vacía) de predicados que especifican invariantes, precondiciones o postcondiciones.

El lector de una especificación en Z debe tener en cuenta que, aunque los convenios de notación hacen que las especificaciones sean bastante complejas, los conceptos de modelación básicos son sencillos. Para facilitar la lectura en la especificación que sigue no se utilizarán todas las habilidades existentes en Z para abreviar una especificación sino, al contrario, se emplearán únicamente construcciones Z sencillas a fin de que el texto sea comprensible por personas no expertas.

#### I.A.2 Ejemplo #1

La definición del conjunto de puntos, es decir punto, definidos por sus coordenadas x e y por medio de un esquema nominado podría ser:

Point

x : Entero
y : Entero

Además, establece que x e y son características de un punto de tipo entero (que se supone predefinido).

Como ejemplo de la especificación de una operación mediante un esquema puede darse el siguiente:

MoveToCenter

$\Delta$ Point
$x' = 0$
$y' = 0$

Este esquema MoveToCenter define una operación que modifica el punto en el que se aplica la operación (el símbolo  $\Delta$  indica que la operación modifica el estado de Point) y establece que los valores de  $x$  e  $y$  tras completar la operación ( $x'$  e  $y'$  respectivamente) son ambos iguales a 0.

### I.A.3 Ejemplo #2

Un esquema puede también contener definiciones globales, por ejemplo relaciones entre otros conjuntos. Por ejemplo, square es una función cuyos conjuntos origen y objetivo son iguales a  $N$  (conjunto de los números naturales). El carácter situado tras el nombre de la función indica que se requiere la notación postfix. Además, la parte predicado especifica que para todo número natural  $n$  se obtiene square( $n$ ) multiplicando  $n$  por sí mismo:

Square $\_$ : $N \rightarrow N$
$\forall n: N \bullet$
square( $n$ ) = $n * n$

Además, en esta especificación se utilizan los siguientes símbolos (debe observarse que pueden modelarse todas las clases de relaciones binarias):

- 1)  $\langle \text{----} \rangle$ : relación binaria. Si  $X$  e  $Y$  son conjuntos,  $X \langle \text{----} \rangle Y$  es el conjunto de relaciones binarias entre  $X$  e  $Y$ . Cada una de estas relaciones es un subconjunto de  $X \times Y$  (producto cartesiano).
- 2)  $\text{--}+\text{--} \rightarrow$ : función parcial. Si  $X$  e  $Y$  son conjuntos,  $X \text{--}+\text{--} \rightarrow Y$  es el conjunto de funciones parciales desde  $X$  a  $Y$ . Se trata de relaciones que relacionan cada miembro  $x$  de  $X$  a lo sumo con un miembro de  $Y$ .
- 3)  $\text{----} \rightarrow$ : función total (o aplicación). Si  $X$  e  $Y$  son conjuntos,  $X \text{----} \rightarrow Y$  es el conjunto de funciones totales desde  $X$  a  $Y$ . Son funciones parciales con dominio  $X$  que relacionan cada miembro  $x$  de  $X$  exactamente con un miembro de  $Y$ .
- 4)  $\text{>}+\text{--} \rightarrow$ : inyección parcial. Si  $X$  e  $Y$  son conjuntos,  $X \text{>}+\text{--} \rightarrow Y$  es el conjunto de inyecciones parciales de  $X$  a  $Y$ . Son funciones parciales. La inversa de una inyección parcial relaciona cada miembro de  $Y$  a lo sumo con un miembro de  $X$ .
- 5)  $\text{>} \text{----} \rightarrow$ : inyección total, es decir una inyección parcial que es también una función total.
- 6)  $\text{-}+\text{--} \gg$ : suprayección parcial. Si  $X$  e  $Y$  son conjuntos,  $X \text{-}+\text{--} \gg Y$  es el conjunto de suprayecciones parciales de  $X$  a  $Y$ . Son funciones parciales de  $X$  a  $Y$  cuyo rango es la totalidad de  $Y$ .
- 7)  $\text{----} \gg$ : suprayección total, es decir función cuyo dominio es la totalidad de  $X$  y cuyo rango es la totalidad de  $Y$ .
- 8)  $\text{>} \text{----} \gg$ : biyección, es decir suprayección e inyección. Pone en correspondencia los elementos de  $X$  con los elementos de  $Y$  de una forma biunívoca.
- 9)  $\_$ : desigualdad.
- 10)  $\in$ : pertenece a.
- 11)  $\_$ : conjunto vacío.
- 12)  $\cup$ : conjunto unión.
- 13)  $\cap$ : conjunto intersección.
- 14)  $\setminus$ : conjunto diferencia.
- 15) dom, ran: dominio y rango de una relación. Si  $R$  es una relación binaria entre  $X$  e  $Y$ , el dominio de  $R$  (dom $R$ ) es el conjunto de todos los miembros de  $X$  relacionados al menos con un miembro de  $Y$  mediante  $R$ . El rango de  $R$  (ran  $R$ ) es el conjunto de todos los miembros de  $Y$  con los que se relaciona, mediante  $R$ , un elemento de  $X$  por lo menos.

- 16)  $\circlearrowleft$ : composición relacional. La composición  $R; S$  de dos relaciones  $R: X \rightarrow Y$  y  $S: Y \rightarrow Z$  relaciona un elemento  $x$  de  $X$  con un elemento  $z$  de  $Z$  si y sólo si hay al menos un elemento  $y$  de  $Y$  con el cual está relacionado  $x$  mediante  $R$  y el cual está asimismo relacionado con  $z$  mediante  $S$ .
- 17)  $\sim$ : inversión relacional. Un objeto  $y$  está relacionado con un objeto  $x$  mediante la inversión relacional  $R^{-1}$  si y sólo si  $x$  está relacionado con  $y$  mediante  $R$ .
- 18)  $*$ : clausura reflexiva-transitiva. Si  $R$  es una relación del conjunto  $X$  con sí mismo,  $R^*$  es la relación más intensa que contiene a  $R$  y que es reflexiva y transitiva.
- 19)  $\#$ : número de elementos de un conjunto.
- 20) partition: una familia  $S$  efectúa la partición de un conjunto  $T$  si y solo si:
- cada par de conjuntos  $S(i)$  y  $S(j)$  para  $i \neq j$  tiene intersección vacía; y
  - la unión de todos los conjuntos  $S(i)$  es  $T$ .
- 21)  $\cup$ : disjunción.
- 22)  $\wedge$ : conjunción.
- 23)  $\Leftrightarrow$ : equivalencia.
- 24)  $\forall$ : cuantificador universal.
- 25)  $\exists$ : cuantificador existencial.
- 26)  $\exists!$ : cuantificador unívoco.
- 27)  $\mathcal{P}$ : conjunto potencia. Si  $S$  es un conjunto,  $\mathcal{P}(S)$  es el conjunto de todos los subconjuntos de  $S$ .
- 28)  $\times$ : producto cartesiano. Si  $S_1, \dots, S_n$  son conjuntos,  $S_1 \times \dots \times S_n$  es el conjunto de  $n$ -tuplas  $(x_1, \dots, x_n)$  donde  $x_i \in S_i$  para cada  $i$  con  $1 \leq i \leq n$ .

## **SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T**

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
<b>Serie G</b>	<b>Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales</b>
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, facsimil 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