

Unión Internacional de Telecomunicaciones

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.872**

(10/2012)

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

Redes digitales – Redes ópticas de transporte

---

## **Arquitectura de las redes ópticas de transporte**

Recomendación UIT-T G.872

UIT-T



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
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DE LOS SISTEMAS ÓPTICOS	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
Generalidades	G.800–G.809
Objetivos de diseño para las redes digitales	G.810–G.819
Sincronización, 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
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN MULTIMEDIOS – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000–G.7999
ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

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

## Recomendación UIT-T G.872

### Arquitectura de las redes ópticas de transporte

#### Resumen

La Recomendación UIT-T G.872 describe la arquitectura funcional de las redes de transporte ópticas que utilizan la metodología de modelado descrita en las Recomendaciones UIT-T G.800 y UIT-T G.805. La funcionalidad de la red de transporte óptica (OTN) se describe desde el punto de vista del nivel de red, teniendo en cuenta la estructura por capas de las redes ópticas, la información característica del cliente, las asociaciones de capa cliente/servidor, la topología de interconexión de redes y la funcionalidad de la capa de red que proporciona transmisión de señales ópticas, multiplexación, encaminamiento, supervisión, evaluación de calidad de funcionamiento y capacidad de supervivencia de la red. La sección óptica de la red se describe mediante entidades de gestión del espectro y entidades de mantenimiento.

#### Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	ITU-T G.872	1999-02-26	13	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/4576">11.1002/1000/4576</a>
2.0	ITU-T G.872	2001-11-29	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/5606">11.1002/1000/5606</a>
2.1	ITU-T G.872 (2001) Amd. 1	2003-12-14	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/7064">11.1002/1000/7064</a>
2.2	ITU-T G.872 (2001) Cor. 1	2005-01-13	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/7483">11.1002/1000/7483</a>
2.3	ITU-T G.872 (2001) Amd. 2	2010-07-29	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/10880">11.1002/1000/10880</a>
3.0	ITU-T G.872	2012-10-29	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11786">11.1002/1000/11786</a>

---

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

## PREFACIO

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

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

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

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

## NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

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

## PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT [ha recibido/no ha recibido] notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2017

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

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias .....	1
3 Términos y definiciones .....	2
3.1 Términos definidos en otros documentos.....	2
3.2 Términos definidos en esta Recomendación .....	4
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos .....	4
5 Convenios .....	5
6 Arquitectura funcional de las redes de transporte ópticas .....	6
7 Capas digitales OTN.....	7
7.1 Red de capas de la unidad de datos del canal óptico (ODU).....	10
7.2 Red de capas de la unidad de transporte del canal óptico (OTU).....	14
7.3 Asociaciones cliente/servidor .....	15
8 Entidades ópticas OTN .....	17
8.1 Red de capas del canal óptico.....	20
8.2 Red de capa de la sección múltiplex óptica (OMS) .....	22
8.3 Sección de transmisión óptica (OTS) .....	24
8.4 Entidades de medios .....	26
8.5 Asociaciones cliente/servidor .....	28
9 Topología OTN.....	30
9.1 Conexiones unidireccionales y bidireccionales.....	30
9.2 Conexiones y caminos punto a multipunto .....	30
10 Gestión de la OTN .....	31
10.1 Requisitos genéricos .....	31
10.2 Requisitos de gestión de red OTN.....	32
10.3 Técnicas de supervisión de la conexión .....	35
10.4 Aplicaciones de la supervisión de la conexión.....	35
11 Técnicas de supervivencia OTN.....	36
11.1 Técnicas de protección .....	36
11.2 Restablecimiento de red .....	37
12 Subdivisión de la red de transporte óptica .....	37
12.1 Dominios que utilizan el método de enlace negro.....	37
Apéndice I – Ejemplos de aplicaciones OTN multidominio .....	39
Apéndice II – Construcción de conexiones del canal óptico .....	41
Apéndice III – Un ejemplo del uso del método de enlace negro .....	42
Apéndice IV – Relación entre Recomendaciones UIT-T G.872 y UIT-T G.798 .....	44



## Recomendación UIT-T G.872

### Arquitectura de las redes ópticas de transporte

#### 1 Alcance

En esta Recomendación se describe la arquitectura funcional de las redes de transporte ópticas que utilizan la metodología de modelado descrita en [UIT-T G.800] y [UIT-T G.805]. La funcionalidad de la red de transporte óptica (OTN) se describe desde la perspectiva del nivel de red, teniendo en cuenta la estructura estratificada de la red óptica, la información característica del cliente, las asociaciones de capa cliente/servidor, la topología de red y la funcionalidad de la red de capa que proporciona la transmisión de señales ópticas, multiplexación, encaminamiento, supervisión, evaluación de la calidad de funcionamiento, y capacidad de supervivencia de la red. La sección óptica de la red se describe mediante entidades de gestión del espectro y entidades de mantenimiento.

Esta Recomendación se limita a la descripción funcional de las redes de transporte ópticas que dan soporte a señales digitales. El soporte de señales analógicas o mixtas digitales/analógicas queda fuera del alcance actual de esta Recomendación.

Se reconoce que el diseño de redes ópticas está sujeto a limitaciones impuestas por la acumulación de degradaciones introducidas por el número de elementos de red y su topología de red. Sin embargo, muchas de estas degradaciones y la magnitud de sus efectos van asociadas a determinadas implementaciones tecnológicas de la arquitectura descritas en esta Recomendación, por lo que están sujetas a cambios derivados del avance de la tecnología. Por consiguiente, la descripción de estos efectos queda fuera del alcance de esta Recomendación.

#### 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [UIT-T G.694.1] Recomendación UIT-T G.694.1 (2012), *Planes espectrales para las aplicaciones de multiplexación por división de longitud de onda: Plan de frecuencias con multiplexación por división de longitud de onda densa.*
- [UIT-T G.698.1] Recomendación UIT-T G.698.1 (2009), *Aplicaciones multicanal de multiplexación por división en longitud de onda densa con interfaces ópticas monocanal.*
- [UIT-T G.698.2] Recomendación UIT-T G.698.2 (2009), *Aplicaciones multicanal de la multiplexación por división en longitud de onda densa con amplificación e interfaces ópticas monocanal.*
- [UIT-T G.707] Recomendación UIT-T G.707/Y.1322 (2007), *Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona.*
- [UIT-T G.709] Recomendación UIT-T G.709/Y.1331 (2012), *Interfaces para la red de transporte óptica.*

- [UIT-T G.798] Recomendación UIT-T G.798 (2010), *Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía de la red de transporte óptica.*
- [UIT-T G.800] Recomendación UIT-T G.800 (2012), *Arquitectura funcional unificada de las redes de transporte.*
- [UIT-T G.805] Recomendación UIT-T G.805 (2000), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte.*
- [UIT-T G.870] Recomendación UIT-T G.870/Y.1352 (2012), *Términos y definiciones para redes ópticas de transporte.*
- [UIT-T G.873.1] Recomendación UIT-T G.873.1 (2011), *Red óptica de transporte: Protección lineal.*
- [UIT-T G.873.2] Recomendación UIT-T G.873.2 (2012), *Protección de anillo compartido de ODUk.*
- [UIT-T G.7712] Recomendación UIT-T G.7712/Y.1703 (2010), *Arquitectura y especificación de la red de comunicación de datos.*
- [UIT-T G.8080] Recomendación UIT-T G.8080/Y.1304 (2012), *Arquitectura de la red óptica con conmutación automática.*

### 3 Términos y definiciones

#### 3.1 Términos definidos en otros documentos

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

**3.1.1 gestión de la adaptación** [UIT-T G.870]: conjunto de procesos para gestionar la adaptación de la red de capa de cliente a/desde la red de capa de servidor.

**3.1.2 dominio administrativo** [UIT-T G.805]: a los efectos de la presente Recomendación, un dominio administrativo representa la extensión de recursos que pertenecen a un actor, por ejemplo un operador de red, un proveedor de servicio o un usuario de extremo. Los dominios administrativos de diferentes actores no se superponen entre sí.

**3.1.3 frecuencia central** [UIT-T G.870]: punto medio nominal<sup>1</sup> de la gama de frecuencia óptica sobre el que se modula la información digital de un OCh-P particular.

**3.1.4 supervisión de la conexión** [UIT-T G.805]: conjunto de procesos para monitorizar la integridad de una "conexión" o "conexión en cascada" que es parte de un camino.

**3.1.5 supervisión de la conectividad** [UIT-T G.870]: conjunto de procesos para monitorizar la integridad del encaminamiento de la conexión entre las terminaciones de camino fuente y sumidero.

**3.1.6 supervisión de continuidad** [UIT-T G.870]: conjunto de procesos para monitorizar la integridad de la continuidad de un camino.

**3.1.7 intervalo de frecuencias efectivo** [UIT-T G.870]: el intervalo de frecuencias efectivo de un canal de medios es la sección de los intervalos de frecuencias de los filtros en el canal de medios que es común a todos los intervalos de frecuencias de los filtros. Se describe como su frecuencia central nominal y el ancho del intervalo.

**3.1.8 intervalo de frecuencias** [UIT-T G.694.1]: gama de frecuencias atribuida a un intervalo y no disponible para otros intervalos dentro de una malla flexible. El intervalo de frecuencias viene definido por su frecuencia central nominal y su ancho del intervalo.

---

<sup>1</sup> Nominal significa el punto medio deseado de la gama. El punto medio real puede que esté ligeramente desplazado debido a degradaciones como derivas a largo plazo.



En la presente Recomendación, el dispositivo de malla fijo se describe a partir de los intervalos de frecuencias que tendría asociados si fuera un dispositivo de malla flexible.

**3.1.9 interfaz interdominios (IrDI, *inter-domain interface*)** [UIT-T G.870]: interfaz física que constituye la frontera entre dos dominios administrativos de diferentes operadores de red. Sus características se definen en [UIT-T G.709].

**3.1.10 interfaz intradominio (IaDI, *intra-domain interface*)** [UIT-T G.870]: interfaz física dentro de un dominio administrativo de un único operador de red. Sus características se definen en [UIT-T G.709].

**3.1.11 indicación de mantenimiento** [UIT-T G.870]: conjunto de procesos para indicar defectos en una conexión que forma parte de un camino en los sentidos descendente y ascendente.

**3.1.12 comunicaciones de gestión** [UIT-T G.870]: conjunto de procesos que proporcionan comunicaciones para fines de gestión.

**3.1.13 elemento de medios** [UIT-T G.870]: el elemento de medios dirige la señal óptica o afecta a las propiedades de una señal óptica, sin modificar las propiedades de la información que se ha modulado para producir la señal óptica.

**3.1.14 canal de medios de red** [UIT-T G.870]: canal de medios que da soporte a una única conexión de red OCh-P.

**3.1.15 unidad de datos del canal óptico (ODUk)** [UIT-T G.870]: la ODUk es una estructura de información que consta de la cabida útil de información (OPUk) y la tara relacionada con ODUk. En [UIT-T G.709] aparecen los valores vigentes de k.

**3.1.16 unidad de cabida útil del canal óptico (OPUk)** [UIT-T G.870]: la OPUk es la estructura de información utilizada para adaptar la información de cliente para el transporte por un canal óptico. Comprende información de cliente junto con cualquier tara necesaria para efectuar la adaptación de velocidad entre la velocidad de señal de cliente y la velocidad de cabida útil de OPUk, y otra tara de OPUk que soporta el transporte de señal de cliente. En [UIT-T G.709] aparecen los valores vigentes de k.

**3.1.17 unidad de transporte del canal óptico (OTUk[V])** [UIT-T G.870]: la OTUk es la estructura de información utilizada para transportar una ODUk por un camino OCh. En [UIT-T G.709] aparecen los valores vigentes de k.

**3.1.18 canal de supervisión óptico (OSC, *optical supervisory channel*)** [UIT-T G.870]: el canal de supervisión óptico soporta más de un tipo de información de tara y alguna de esta información de tara puede ser utilizada por una o varias capas de la red de transporte.

**3.1.19 jerarquía de transporte óptica (OTH, *optical transport hierarchy*)**: [UIT-T G.870]: la OTH es un conjunto jerárquico de estructuras de transporte digitales, normalizadas para transportar cabidas útiles adaptadas adecuadamente por las OTN.

**3.1.20 redes ópticas de transporte (OTN)** [UIT-T G.870]: una red óptica de transporte u OTN se compone de una serie de elementos ópticos de red interconectados por enlaces de fibra óptica, capaces de ofrecer funcionalidad de transporte, multiplexación, encaminamiento, gestión, supervisión y supervivencia de los canales ópticos que transportan señales clientes, con arreglo a los requisitos de [UIT-T G.872].

**3.1.21 supervisión de la calidad de las señales** [UIT-T G.870]: conjunto de procesos para monitorizar la calidad de funcionamiento de una conexión que da soporte a un camino.

**3.1.22 anchura de intervalo** [UIT-T G.694.1]: anchura completa de un intervalo de frecuencia en una malla flexible.

## 3.2 Términos definidos en esta Recomendación

En esta Recomendación se definen los términos siguientes:

**3.2.1 canal de medios:** asociación de medios que representa la topología (es decir, el trayecto por los medios) y el recurso (intervalo de frecuencia) que ocupa.

## 4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas:

AIS	Señal de indicación de alarma ( <i>alarm indication signal</i> )
AP	Punto de acceso ( <i>access point</i> )
APS	Conmutación de protección automática ( <i>automatic protection switching</i> )
BDI	Indicación de defecto hacia atrás ( <i>backward defect indication</i> )
BEI	Indicación de error hacia atrás ( <i>backward error indication</i> )
CP	Punto de conexión ( <i>connection point</i> )
FDI	Indicación de defecto hacia adelante ( <i>forward defect indication</i> )
FEC	Corrección de errores sin canal de retorno ( <i>forward error correction</i> )
IaDI	Interfaz intradominio ( <i>intra-domain interface</i> )
IrDI	Interfaz interdominios ( <i>inter-domain interface</i> )
LC	Conexión de enlace ( <i>link connection</i> )
LOC	Pérdida de continuidad ( <i>loss of continuity</i> )
ME	Entidad de mantenimiento ( <i>maintenance entity</i> )
MI	Información de gestión ( <i>management information</i> )
MSI	Identificador de estructura múltiplex ( <i>multiplex structure identifier</i> )
NC	Conexión de red ( <i>network connection</i> )
NE	Elemento de red ( <i>network element</i> )
NIM	Monitor no intrusivo ( <i>non-intrusive monitor</i> )
OAM	Operación, administración y mantenimiento ( <i>operation, administration and maintenance</i> )
OCh	Canal óptico ( <i>optical channel</i> )
OCh_ME	Entidad de mantenimiento OCh ( <i>OCh maintenance entity</i> )
OCh-O	OCh – tara ( <i>OCh – overhead</i> )
OCh-P	OCh – cabida útil ( <i>OCh – payload</i> )
OCI	Indicación de conexión abierta ( <i>open connection indication</i> )
ODU	Unidad de datos del canal óptico ( <i>optical channel data unit</i> )
OMS_ME	Sección múltiplex óptica – entidad de mantenimiento ( <i>optical multiplex section management entity</i> )
OMS-O	Sección múltiplex óptica – tara ( <i>optical multiplex section – overhead</i> )
OMS-P	Sección múltiplex óptica – cabida útil ( <i>optical multiplex section – payload</i> )
OSC	Canal de supervisión óptico ( <i>optical supervisory channel</i> )

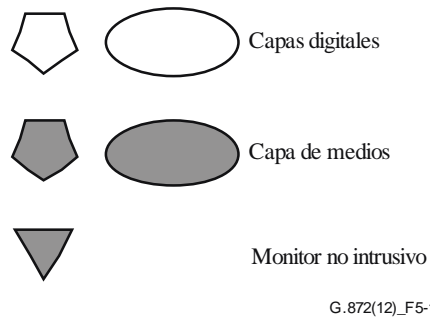
OTH	Jerarquía de transporte óptica ( <i>optical transport hierarchy</i> )
OTM	Módulo de transporte óptico ( <i>optical transport module</i> )
OTN	Red óptica de transporte ( <i>optical transport network</i> )
OTS	Sección de transmisión óptica ( <i>optical transmission section</i> )
OTS_ME	Entidad de mantenimiento de sección de transmisión óptica ( <i>optical transmission section maintenance entity</i> )
OTS <sub>n</sub>	Sección de transmisión óptica de orden n ( <i>optical transmission section of order n</i> )
OTU	Unidad de transporte óptica ( <i>optical transport unit</i> )
OTUG <sub>n</sub>	Grupo de unidades de transporte ópticas de orden n ( <i>optical transport unit group of order n</i> )
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SI	Información sobre el estado ( <i>status information</i> ) (obtenida al supervisar la señal)
SN	Subred ( <i>subnetwork connection</i> )
SNC	Conexión de subred ( <i>subnetwork connection</i> )
SRP	Anillo de protección compartida ( <i>shared ring protection</i> )
STM-N	Módulo de transporte síncrono de nivel N ( <i>synchronous transport module level N</i> )
TCM	Supervisión de conexión en cascada ( <i>tandem connection monitoring</i> )
TCP	Punto de conexión de terminación ( <i>termination connection point</i> )
TDM	Multiplexación por división de tiempo ( <i>time division multiplexing</i> )
TS	Intervalo afluente ( <i>tributary slot</i> )
TT	Terminación de camino ( <i>trail termination</i> )
TTI	Identificador de la traza del camino ( <i>trail trace identifier</i> )
(D)WDM	Multiplexación por división de longitud de onda (densa) ( <i>(dense) wavelength division multiplexing</i> )

## 5 Convenios

La presente Recomendación utiliza los convenios sobre diagramas definidos en [UIT-T G.800] y [UIT-T G.805] y los convenios adicionales sobre diagramas y terminología descritos en esta cláusula, para distinguir entre los componentes topológicos y las funciones de procesamiento de transporte descritas en [UIT-T G.800] que actúan sobre las señales digitales y las funciones de medios descritas en la presente Recomendación.

Los elementos de medios actúan sobre las señales que transmiten y tienen cierta similitud con los componentes topológicos y las funciones de procesamiento de transporte descritas en [UIT-T G.800]. Sin embargo, los elementos de medios sólo dirigen o afectan a la señal física pero no procesan la información característica transportada. Teniendo en cuenta la similitud entre estas funciones, conviene servirse de las formas de símbolos definidas en [UIT-T G.800] y añadir el sombreado para diferenciar entre los elementos de medios y las funciones de procesamiento de transporte. Estos símbolos se muestran a continuación en la Figura 5-1. En esta Recomendación se dan por entendidas las funciones de transporte pero se utilizan sus convenios de dibujos para recordar las importantes diferencias entre ellas.

Un monitor no intrusivo sombreado sólo monitoriza las propiedades ópticas de una señal.



**Figura 5-1 – Convenio de sombreado de elementos**

Los siguientes convenios sobre terminología se utilizan para distinguir entre asociaciones de señal y asociaciones de medios.

*Conexión*: se utiliza para referirse a una asociación de señal, tal como se define en [UIT-T G.800] y [UIT-T G.805].

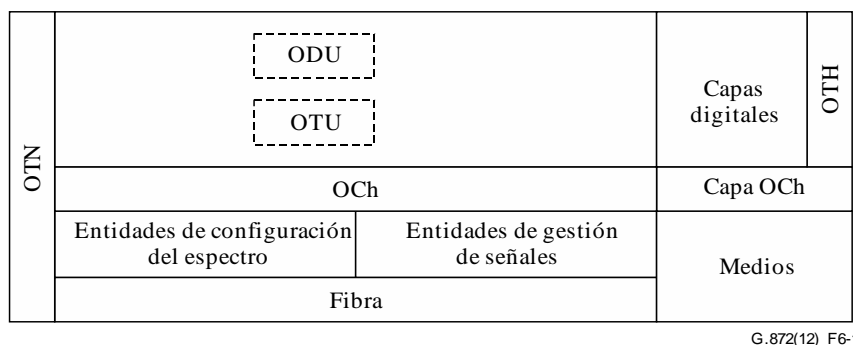
*Canal de medios*: se utiliza para referirse a una asociación de medios.

## 6 Arquitectura funcional de las redes de transporte ópticas

Las redes ópticas están dotadas de funcionalidad que proporciona transporte, multiplexación, encaminamiento, supervisión y capacidad de supervivencia de señales de cliente que son procesadas predominantemente en el dominio fotónico. Esta funcionalidad de las redes ópticas se describe desde el punto de vista de la red utilizando los principios genéricos definidos en [UIT-T G.800] y [UIT-T G.805]. En la presente Recomendación se tratan los aspectos específicos relativos a la red de transporte óptica tales como la estructura por capas, información característica, asociaciones de capas cliente/servidor, topología de la red, y funcionalidad de la red de capas.

De conformidad con [UIT-T G.805] y [UIT-T G.800]; la OTN se descompone en redes de capas de transporte independientes en la que cada red de capa puede ser dividida por separado de manera que se corresponda con la estructura interna de esa red de capa.

En la siguiente descripción funcional las señales ópticas se caracterizan por la frecuencia central y la desviación espectral máxima<sup>2</sup> (véase [UIT-T G.698.2]). La señal óptica es guiada a su destino por un canal de medios de red. La frecuencia central nominal y el ancho de un canal de medios vienen definidos por su intervalo de frecuencias. El intervalo de frecuencias se define en [UIT-T G.694.1] y, en la presente Recomendación se describe un dispositivo de malla fijo mediante los intervalos de frecuencias que tendría asociados si fuera un dispositivo de malla flexible.



G.872(12)\_F6-1

**Figura 6-1 – Visión general de la OTN**

<sup>2</sup> El espectro OCh-P después del proceso de modulación está fuera del alcance de esta Recomendación.

Encima de la capa OCh están las capas digitales (OTU, ODU) encargadas de la multiplexación de clientes digitales y de su mantenimiento. La terminación OCh emite dos señales: la señal OCh-P, que se transporta por un canal de medios a través de los elementos de medios (la señal óptica no la demodula ningún elemento de medios), y la señal OCh-O, que transporta información de tara OCh.

Las capas digitales se describen en la cláusula 7, mientras que la capa OCh y los medios se describen en la cláusula 8.

De acuerdo con los convenios de la cláusula 5, el término "conexión" se utiliza para referirse a una asociación de señales, mientras que el término "canal de medios" se utiliza para referirse a una asociación de medios. Un canal de medios de red es la asociación de medios que da soporte a una única conexión de red OCh-P.

Debajo del OCh las entidades encargadas de la configuración de los canales de medios se describen por separado de las entidades encargadas de gestionar la recogida de señales OCh-P que atraviesan los medios<sup>3</sup>.

El intervalo de frecuencias efectivo de un canal de medios se define por los filtros situados en el trayecto del canal de medios. El intervalo de frecuencias efectivo puede ser suficiente para dar soporte a más de una sola señal OCh-P<sup>4</sup>. El canal de medios lo conmutan las matrices de medios (elementos de medios análogos).

Las señales OCh-P transportadas por el canal de medios son monitorizadas por las entidades de mantenimiento OMS y OTS (EM) (descritas en las cláusulas 8.2 y 8.3, respectivamente), responsables de la inspección no intrusiva de propiedades brutas de las señales OCh-P. Esta inspección resulta en información de gestión que se traslada a un sistema de gestión y al extremo alejado de la entidad de mantenimiento.

## **7 Capas digitales OTN**

La estructura estratificada OTN digital comprende redes de capa de trayecto digital (ODU) y redes de capa de sección digital (OTU).

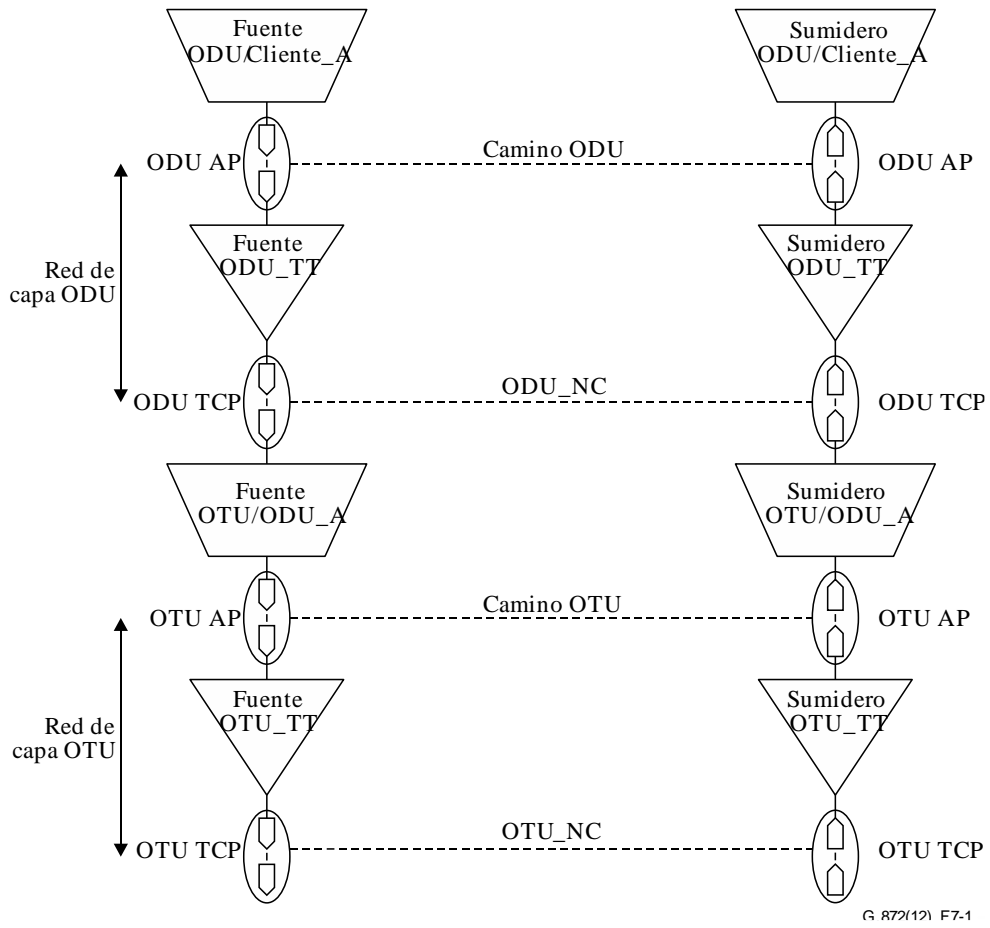
Una capa de sección OTU soporta una red de capas de trayecto ODU como capa de cliente, y proporciona capacidad de supervisión para el OCh. La capa de trayecto ODU puede transportar un conjunto de clientes ODU heterogéneos. La jerarquía de multiplexación heterogénea admite diversas arquitecturas de red, incluidas las optimizadas para minimizar la capacidad combinada, minimizar las entidades gestionadas, permitir casos de portadora de portadoras y/o permitir que el tráfico ODU0/ODUflex circule hacia una región de la red que no admite estas capacidades.

En las Figuras 7-1 y 7-2 se muestran las relaciones cliente/servidor sin y con multiplexación ODU.

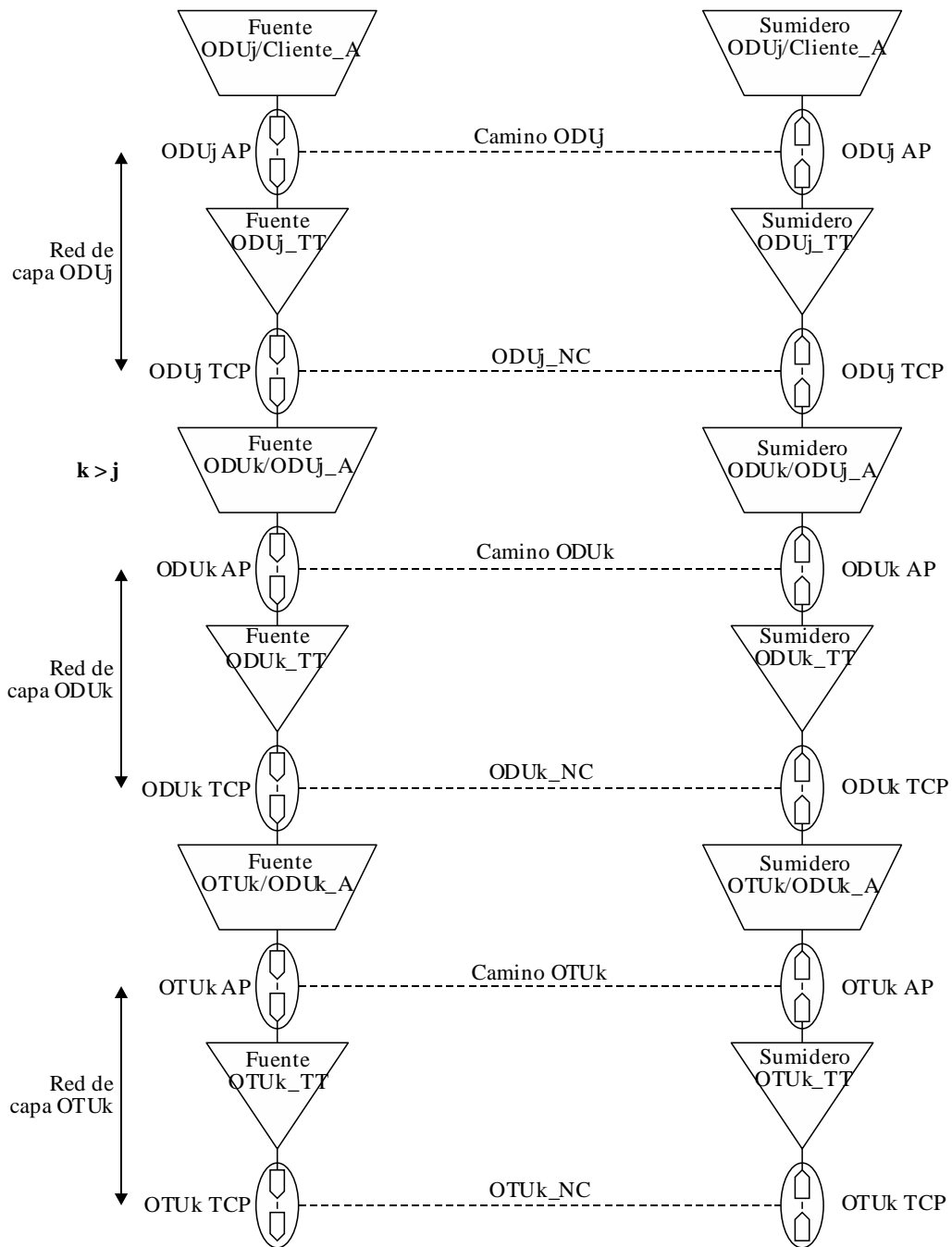
---

<sup>3</sup> Esta separación es necesaria para poder describir los elementos de medios que pueden actuar sobre más de una sola señal OCh-P. La relación entre el modelo presentado en la presente Recomendación y las funciones y procesos existentes descritos en [UIT-T G.798] se presenta en el Apéndice IV.

<sup>4</sup> Es posible utilizar un canal de medios capaz de transportar múltiples señales OCh-P para lo que se conoce comúnmente como un canal "de bandas" o "express".



**Figura 7-1 – Relación cliente/servidor de las capas OTN digitales sin multiplexación ODU**



G.872(12) F7.2

**Figura 7-2 – Relación cliente/servidor de las capas OTN digitales con multiplexación ODU**

En los Cuadros 7-1 y 7-2 se muestra respectivamente el conjunto de clientes ODU y sus servidores ODU, y el conjunto de señales OTU de servidor y de ODU de cliente en el momento de la publicación de esta Recomendación. El conjunto de señales ODU y OTU se presenta en [UIT-T G.709].

**Cuadro 7-1 – Conjunto de clientes ODU y sus servidores ODU**

<b>Clientes ODU</b>	<b>Servidor ODU</b>
Zona a velocidad de 1,25 Gbit/s	ODU0
–	
Zona a velocidad de 2,5 Gbit/s	ODU1
ODU0	
Zona a velocidad de 10 Gbit/s	ODU2
ODU0, ODU1, ODUflex	
Zona a velocidad de 10,3125 Gbit/s	ODU2e
–	
Zona a velocidad de 40 Gbit/s	ODU3
ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODUflex	
Zona a velocidad de 100 Gbit/s	ODU4
ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODU3, ODUflex	
Clientes CBR a velocidades superiores a 2,5 Gbit/s y hasta 100 Gbit/s; o clientes de paquetes GFP-F a velocidades de 1,25 Gbit/s a 100 Gbit/s.	ODUflex
–	

**Cuadro 7-2 – Clientes ODU y su servidor OTU**

<b>Cliente ODU</b>	<b>Servidor OTU</b>
ODU0	–
ODU1	OTU1
ODU2	OTU2
ODU2e	–
ODU3	OTU3
ODU4	OTU4
ODUflex	–

### **7.1 Red de capas de la unidad de datos del canal óptico (ODU)**

Esta red de capas proporciona la interconexión de red de extremo a extremo de canales ópticos para transportar transparentemente información de cliente en diversos formatos descritos en el Cuadro 7-1. La descripción de las redes de capa de cliente soportadas queda fuera del alcance de esta Recomendación. Los componentes topológicos de la red de capas ODU son subredes y enlaces. Los enlaces se basan en un camino OTU o un camino ODU servidor. Dado que los recursos que admiten estos componentes topológicos soportan un conjunto heterogéneo de ODU, el modelo de la capa ODU consiste en una sola capa de red que es independiente de la velocidad binaria. La velocidad binaria de la ODU es un parámetro que permite determinar el número de unidades



afluente (TS) para la conexión de enlace de ODU. A fin de proporcionar interconexión de redes de extremo a extremo, se incluyen en la red de capa las capacidades siguientes:

- reorganización de las conexiones ODU para un encaminamiento de red flexible;
- proceso de tara ODU para asegurar la integridad de la información adaptada a la ODU;
- funciones de operación, administración y mantenimiento de la ODU para hacer posibles funciones operativas y de gestión a nivel de red, tales como configuración de las conexiones, intercambio de parámetros de calidad de servicio y capacidad de supervivencia de la red.

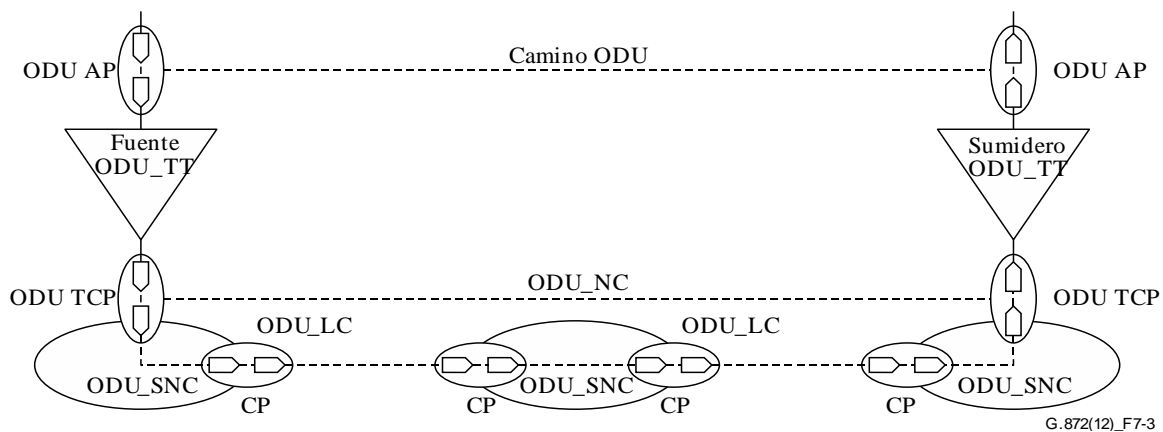
La red de capa ODU permite el transporte de señales de cliente digitales mediante un camino del canal óptico entre puntos de acceso. La información característica de una red de capa ODU se compone de dos señales lógicas separadas y distintas:

- el sector de cabida útil ODU para el transporte de las señales cliente digitales;
- el sector tara ODU para el transporte de la tara correspondiente.

Los detalles se describen en [UIT-T G.709].

La red de capa ODU contiene las funciones de transporte y entidades de transporte siguientes (véase la Figura 7-3):

- camino ODU;
- fuente de terminación de camino ODU (OCh\_TT\_Source);
- sumidero de terminación de camino ODU (OCh\_TT\_Sink);
- conexión de red ODU (OCh\_NC);
- conexión de enlace ODU (OCh\_LC);
- subred ODU (OCh\_SN);
- conexión de subred ODU (OCh\_SNC).



**Figura 7-3 – Ejemplo de red de capa ODU**

### 7.1.1 Terminación de camino ODU

Pueden asignarse los siguientes procesos genéricos a la terminación de camino ODU:

- validación de la integridad de conectividad;
- evaluación de la calidad de transmisión.

Los requisitos que deben cumplirse en estos procesos se describen detalladamente en la cláusula 10.

Hay tres tipos de terminación de camino ODU:

- Terminación de camino bidireccional ODU: consta de un par de funciones fuente y sumidero coubicadas de terminación de camino ODU.

- Fuente de terminación de camino ODU: acepta a su entrada información adaptada de una red de capa de cliente, inserta la tara de terminación de camino ODU como tren de datos lógicos separado y distinto y presenta a su salida la información característica de la red de capa ODU.
- Sumidero de terminación de camino ODU: acepta a su entrada la información característica de la red de capa ODU, extrae el tren de datos lógicos separado y distinto que contiene la tara de terminación de camino ODU y presenta a su salida la información adaptada.

### 7.1.2 Función de conexión ODU

La función de conexión puede ser utilizada por el operador de red para proporcionar encaminamiento, adecuación, protección y restablecimiento.

NOTA – La función de conexión ODU puede dar soporte a ODU<sub>k</sub> con todos los valores de k o sólo un subconjunto.

### 7.1.3 Entidades de transporte ODU

Las conexiones de red, las conexiones de enlace, las conexiones en cascada y los caminos se describen en [UIT-T G.805].

### 7.1.4 Componentes topológicos ODU

Las redes de capa, subredes, matrices, enlaces, enlaces de transición y grupos de acceso son los que se describen en [UIT-T G.805] y [UIT-T G.800].

La subred ODU, ODU<sub>SN</sub>, proporciona flexibilidad dentro de la capa ODU. La información característica se encamina entre los puntos de conexión de entrada (terminación) [(T)CP] y los de salida (T)CP.

NOTA – Los componentes topológicos ODU pueden dar soporte a ODU<sub>k</sub> con todos los valores de k o sólo a un subconjunto.

### 7.1.5 Multiplexación por división de tiempo ODU

Se define la multiplexación por división de tiempo (TDM) de ODU a fin de permitir el transporte de varias señales ODU<sub>j</sub> con velocidad binaria inferior por una señal ODU<sub>k</sub> con velocidad binaria superior y mantener el camino extremo a extremo para estas señales con velocidad binaria inferior.

Obsérvese que la ODU<sub>j</sub> puede ser una ODU<sub>flex</sub>. Las TS del servidor ODU<sub>k</sub> pueden asignarse a cualquier combinación de clientes ODU<sub>j</sub> hasta agotar la capacidad de la ODU<sub>k</sub>. Para las ODU<sub>k</sub> actualmente definidos se definen los intervalos afluentes según el Cuadro 7-3.

**Cuadro 7-3 – Número de TS para cada ODU<sub>k</sub>**

Capacidad TS nominal	1,25 Gbit/s	2,5 Gbit/s
ODU1	2	–
ODU2	8	4
ODU3	32	16
ODU4	80	–

### 7.1.6 OTN multidominio

El dominio A dispone de una red OTN que consta de un cliente ODU<sub>i</sub> y un servidor ODU<sub>j</sub>,  $i < j$ . La ODU<sub>j</sub> servidor puede transportarse por la red del dominio B, interconectado mediante OTU<sub>j</sub>. El dominio B puede transportar la ODU<sub>j</sub> como una ODU cliente por una ODU<sub>k</sub> servidor,  $j < k$ . En cada dominio, A y B ven dos niveles ODU jerárquicos dentro de sus respectivos dominios. La ODU<sub>j</sub> desempeña la función de ODU servidor en el dominio A y de ODU cliente en el dominio B.

Un ODUj servidor del dominio A también puede transportarse como ODUj cliente en el dominio B directamente a través de la OTUj en el dominio B utilizando TCM para gestionar los segmentos del trayecto ODUj en cada dominio.

En el Apéndice I se presentan algunos ejemplos de las aplicaciones multidominio.

### 7.1.7 Multiplexación inversa en la OTN

Se implementa la multiplexación inversa en la OTN por medio de concatenación virtual de X ( $X \geq 2$ ) señales ODU (ODU-Xv). La señal ODU-Xv puede transportar una señal de cliente (por ejemplo una ODU2-4v puede transportar una STM-256). La información característica de una red de capa ODU concatenada virtual (ODU-Xv) se transporta a través de un grupo de X conexiones de red ODU, cada una con su propio retardo de transferencia. La función de sumidero de terminación de camino ODU-Xv tiene que compensar este retardo diferencial a fin de proporcionar una cabida útil contigua en su salida.

Las técnicas de monitorización de conexión se aplican para cada tren de datos en la información característica ODU.

En conexiones ODU concatenadas virtuales que se extienden a través de varias redes se debe tener cuidado, durante el establecimiento del trayecto, de asegurar que el retardo diferencial para el caso más desfavorable (por ejemplo durante una conmutación de protección en una de las redes intermedias) no exceda la gama de compensación elegida.

La monitorización y la protección de la calidad de funcionamiento se llevan a cabo en las señales ODU individuales que componen el grupo concatenado virtual. La monitorización de la calidad de funcionamiento en el grupo como una entidad queda en estudio.

NOTA – Es posible el transporte de señales ODU de velocidad superior a través de un grupo concatenado virtual de señales ODU de velocidad inferior, pero la solución resultante no es óptima.

En la Figura 7-4 se ilustra la arquitectura funcional de una ODU-Xv.

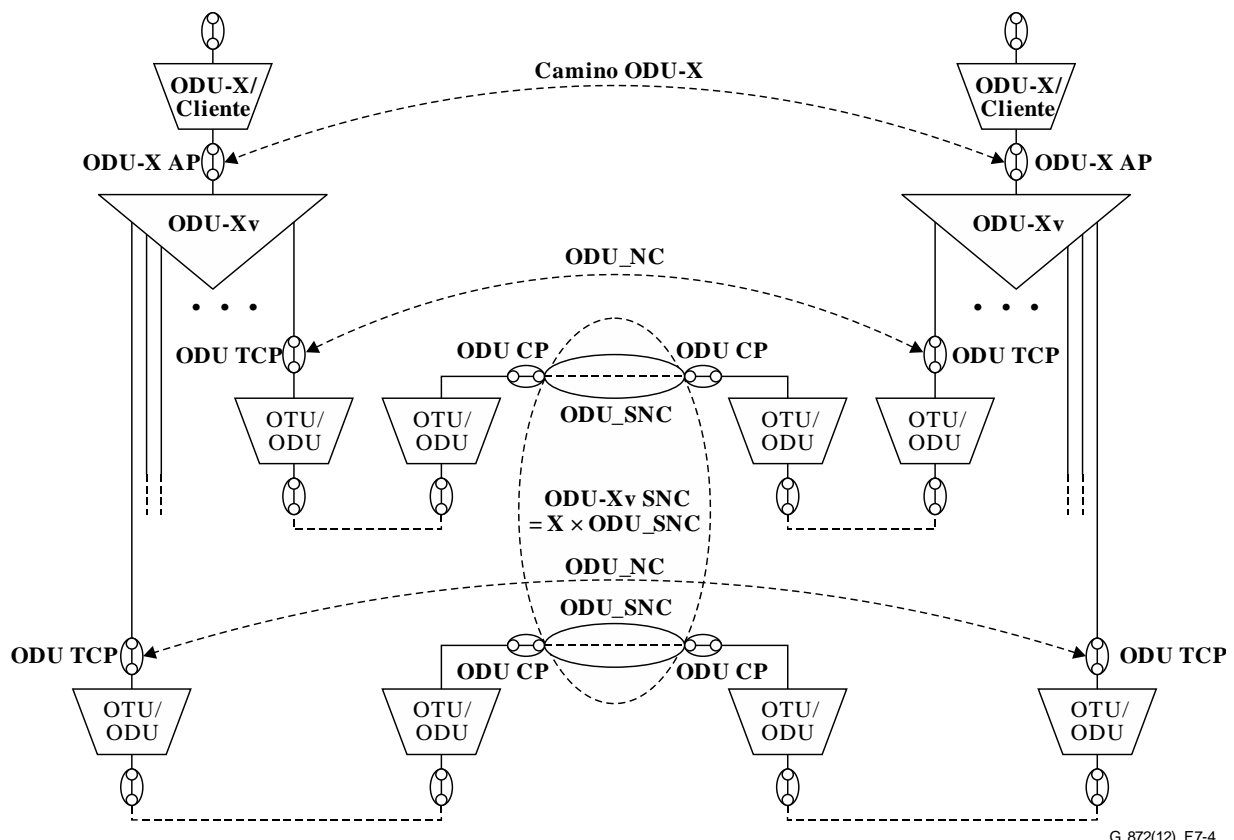
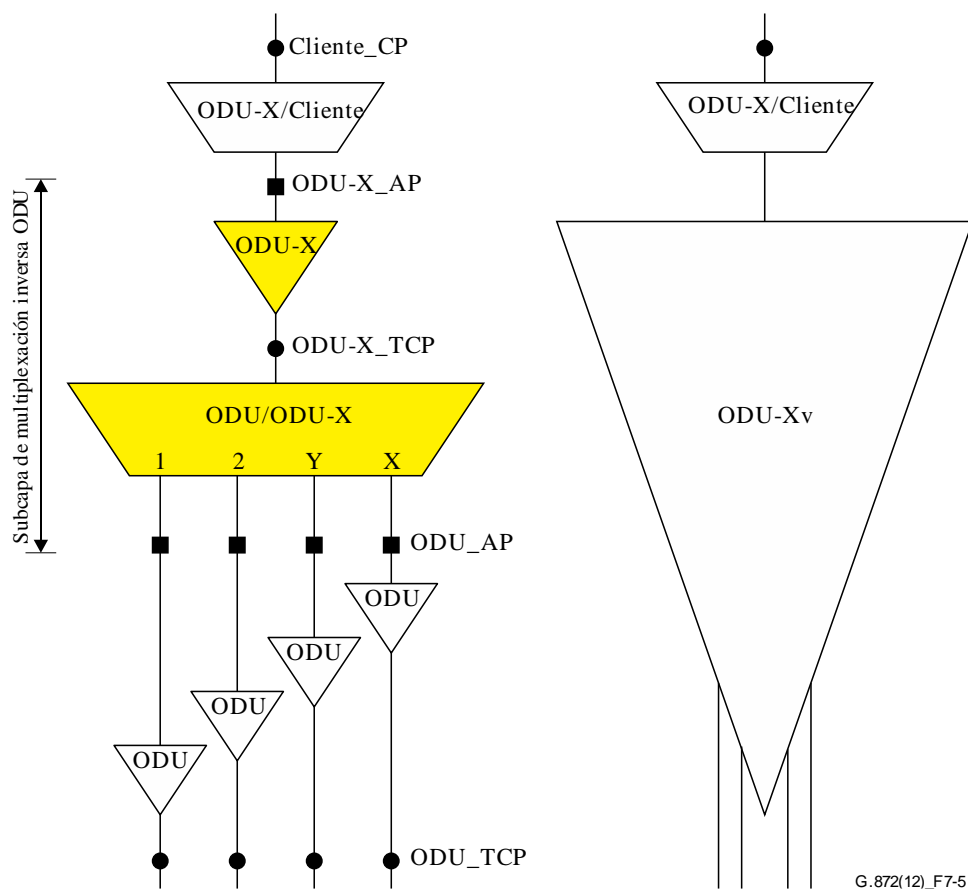


Figura 7-4 – Arquitectura funcional para la concatenación virtual de las ODU

La función compuesta ODU-Xv indicada en la Figura 7-4 se compone a su vez de funciones atómicas básicas como se ilustra en la Figura 7-5.



**Figura7-5 – Modelo de concatenación virtual**

## 7.2 Red de capas de la unidad de transporte del canal óptico (OTU)

La red de capas OTU proporciona la funcionalidad para el transporte de señales cliente ODU a través de un camino OTU entre puntos 3R de la OTN. Las capacidades de esta red de capas son las siguientes:

- procesamiento de tara OTU y acondicionamiento para el transporte por canales ópticos a fin de garantizar la integridad de la información adaptada OTU;
- funciones de operación, administración y mantenimiento OTU para permitir las funciones de operación y gestión a nivel de sección, tales como la supervivencia de la OTU.

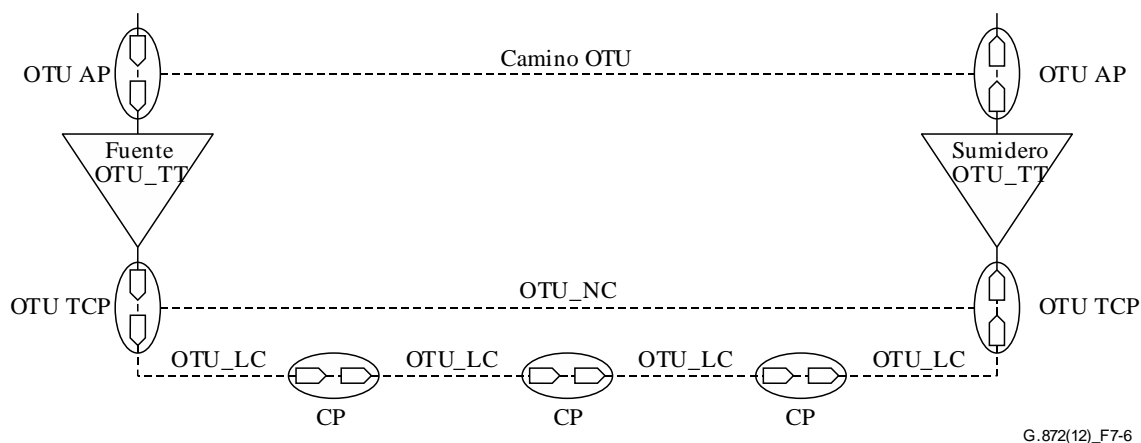
La información característica de una red de capa OTU está compuesta de:

- el sector cabida útil OTU para el transporte de la señal de cliente ODU;
- el sector tara OTU para el transporte de la tara correspondiente.

Los detalles se describen en [UIT-T G.798].

La red de capa OTU contiene las siguientes funciones y entidades de transporte (véase la Figura 7-6):

- camino OTU;
- fuente de terminación de camino OTU (OTU\_TT\_Source);
- sumidero de terminación de camino OTU (OTU\_TT\_Sink);
- conexión de red OTU (OTU\_NC);
- conexión de enlace OTU (OTU\_LC).



**Figura 7-6 – Ejemplo de red de capa OTU**

### 7.2.1 Terminación de camino OTU

Pueden asignarse los siguientes procesos genéricos a la terminación de camino OTU:

- validación de la integridad de la conectividad;
- evaluación de la calidad de la transmisión;
- detección e indicación de defectos de transmisión.

Los requisitos que deben cumplirse en estos procesos se describen detalladamente en la cláusula 10.

Hay tres tipos de terminación de camino OTU:

- terminación de camino bidireccional OTU: consta de un par de funciones de fuente y sumidero de terminación de camino OTU coubicadas;
- fuente de terminación de camino OTU: acepta información adaptada procedente de una red ODU en su entrada, inserta la tara de terminación de camino OTU como un tren de datos lógico separado y distinto, y presenta la información característica de la red de capa OTU en su salida;
- sumidero de terminación de camino OTU: acepta información característica de la red de capa OTU en su entrada, extrae el tren de datos lógico separado y distinto que contiene la tara de terminación de camino OTU y presenta la información adaptada en su salida.

### 7.2.2 Entidades de transporte OTU

Las conexiones de red, las conexiones de enlace y los caminos se describen en [UIT-T G.805].

### 7.2.3 Componentes topológicos OTU

Las redes de capa, enlaces y grupos de acceso son los que se describen en [UIT-T G.805]. Cuando una OTU es transportada por un OCh hay una correspondencia 1:1 entre los grupos de acceso y las redes de capa de OCh y OTU.

## 7.3 Asociaciones cliente/servidor

Una característica muy importante de las redes de transporte óptica es la posibilidad de soportar una gran diversidad de redes de capa de cliente. Véase [UIT-T G.709].

En las Figuras 7-1 y 7-2 se muestra la estructura de las redes de capa ópticas y las funciones de adaptación. A efectos de la descripción de la red de transporte óptica, para la denominación de adaptación intercapa se utiliza la relación servidor/cliente.

### 7.3.1 Adaptación ODU/cliente

Se considera que la adaptación ODU/cliente (ODU/Client\_A, *ODU/client adaptation*) consta de dos tipos de procesos: procesos específicos de cliente y procesos específicos de servidor. La descripción de los procesos específicos de cliente está fuera del alcance de esta Recomendación.

La función de adaptación ODU/cliente bidireccional (ODU/Client\_A) se lleva a cabo por un par de funciones coubicadas de adaptación ODU/cliente de fuente y de sumidero.

La fuente de adaptación ODU/cliente (ODU/Client\_A\_So, *ODU/client adaptation source*) lleva a cabo los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- Todo el procesamiento requerido para adaptar la señal de cliente al sector de cabida útil ODU. Los procesos dependen de la señal de cliente de que se trate.
- Generación y terminación de las señales de gestión/mantenimiento descritas en la cláusula 10.

El sumidero de adaptación ODU/cliente (ODU/Client\_A\_Sk, *ODU/client adaptation sink*) lleva a cabo los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- Recuperación de la señal de cliente del sector de cabida útil ODU. Los procesos dependen de la relación cliente/servidor de que se trate.
- Generación y terminación de las señales de gestión/mantenimiento descritas en la cláusula 10.

En [UIT-T G.798] figura una descripción detallada.

### 7.3.2 Adaptación ODUk/ODUj

La función de adaptación ODUk/ODUj (ODUk/ODUj\_A, *ODUk/ODUj adaptation*) bidireccional se lleva a cabo por un par de funciones coubicadas de adaptación ODUk/ODUj de fuente y de sumidero.

La fuente de adaptación ODUk/ODUj (ODUk/ODUj\_A\_So, *ODUk/ODUj adaptation source*) lleva a cabo los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- multiplexación ODUj para formar una velocidad binaria superior ODUk;
- generación y terminación de las señales de gestión/mantenimiento descritas en la cláusula 10.

El sumidero de adaptación ODUk/ODUj (ODUk/ODUj\_A\_Sk, *ODUk/ODUj adaptation sink*) lleva a cabo los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- demultiplexación ODUj;
- generación y terminación de las señales de gestión/mantenimiento descritas en la cláusula 10.

En [UIT-T G.798] figura una descripción detallada.

### 7.3.3 Adaptación OTU/ODU

La función de adaptación OTU/ODU (OTU/ODU\_A, *OTU/ODU adaptation*) bidireccional se lleva a cabo por un par de funciones de adaptación OTU/ODU de fuente y de sumidero coubicadas.

La fuente de adaptación OTU/ODU (OTU/ODU\_A\_So, *OTU/ODU adaptation source*) lleva a cabo los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

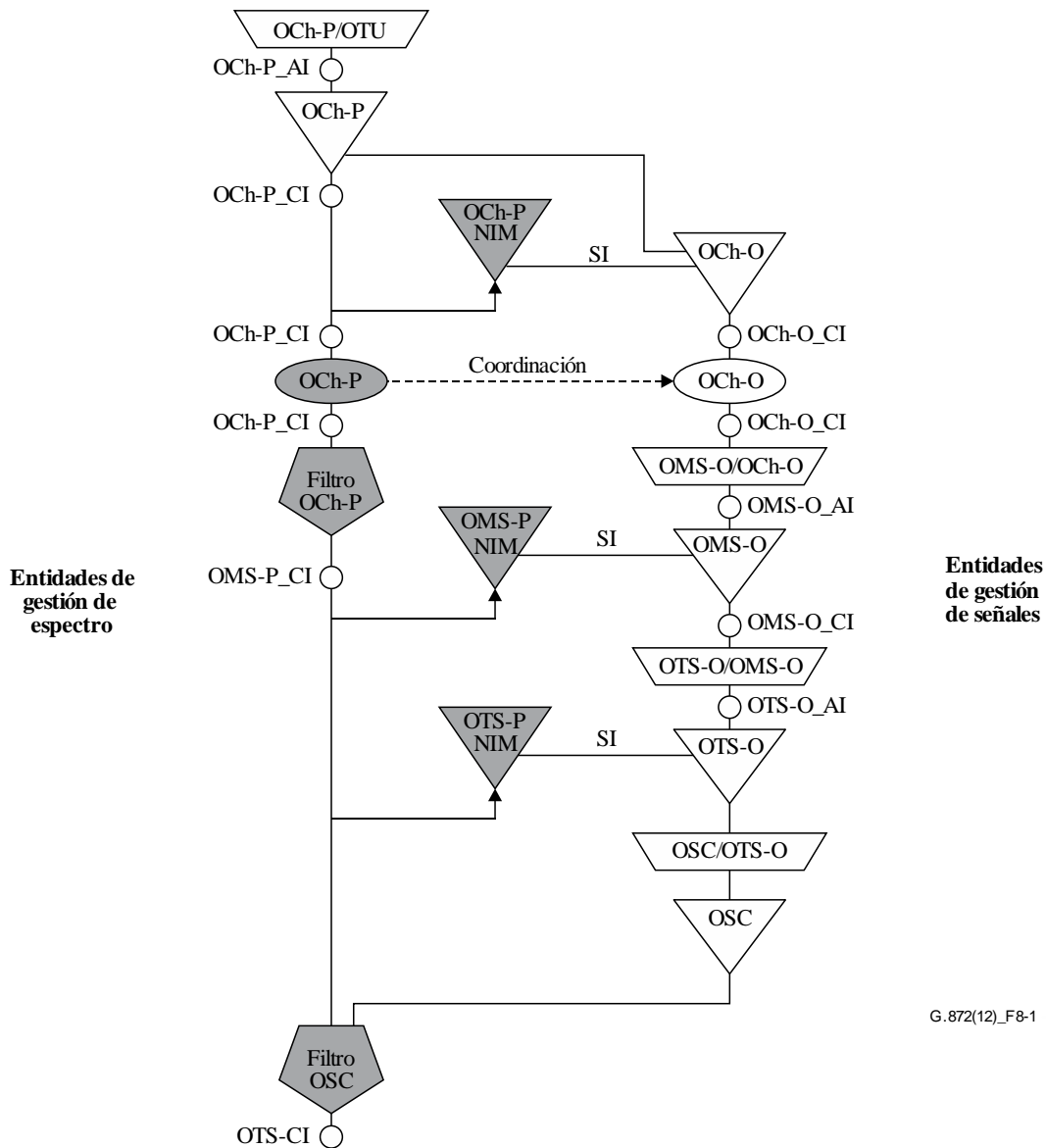
- Todo el procesamiento requerido para adaptar la señal ODU al sector de cabida útil OTU. Los procesos dependen de la implementación de la relación cliente/servidor de que se trate.

El sumidero de adaptación OTU/ODU (OTU/ODU\_A\_Sk, *OTU/ODU adaptation sink*) lleva a cabo los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- Recuperación de la señal ODU del sector de cabida útil OTU. Los procesos dependen de la implementación de la relación cliente/servidor de que se trate.

En [UIT-T G.798] figura una descripción detallada.

## 8 Entidades ópticas OTN



G.872(12)\_F8-1

**Figura 8-1 – Visión general de capa de medios OTN**

Tal como se ha señalado en la cláusula 6, las entidades asociadas a la capa de medios OTN se distinguen en función de si ofrecen gestión de recogida de las señales OCh-P que atraviesan los medios o si proporcionan configuración de los canales de medios. Las primeras se encargan de la gestión de señales a través de la estructura de tara y tara no asociada definida en [UIT-T G.709]. Las segundas proporcionan configuración de los elementos de medios.

De este modo las funciones para el procesamiento de tara no asociada se identifican por el sufijo -O, y el conjunto de elementos de medios que operan en la OCh-P (llamada cabida) se identifican por el sufijo -P. Las funciones de procesamiento de cabida utilizan procesos definidos en [UIT-T G.798] y

los formatos de marco de [UIT-T G.709]. Las funciones de procesamiento de tara no asociada utilizan los procesos definidos en [UIT-T G.798].

La anterior Figura 8-1 muestra una visión general de los elementos de la capa de medios de la OTN. El único cliente del OCh (la OTU) se presenta a la función de adaptación OCh-P/OTU. El OCh-P tiene por fuente (o sumidero) la función de terminación OCh-P, que tiene una frecuencia central especificada, desviación espectral y otros parámetros. La conexión de red OCh-P es soportada por un canal de medios de red. La sección múltiplex óptica (OMS) y la sección de transporte óptica (OTS) se describen en las cláusulas 8.2 y 8.3 respectivamente.

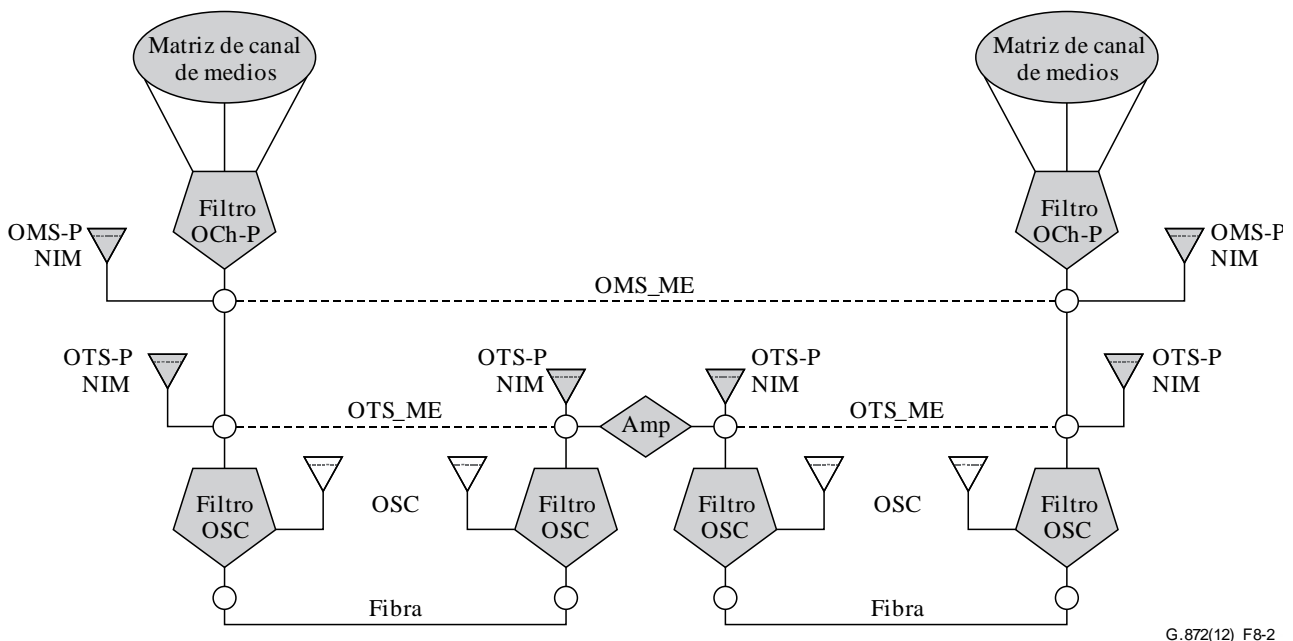
La concatenación de todos los elementos de medios entre la fuente OCh-P y el sumidero OCh-P se denomina canal de medios de red.

El espectro puede atribuirse y conmutarse en posiciones mayores que la de un canal de medios de red y, por lo tanto, puede dar soporte a más de una señal OCh-P.

La red de capa OCh se encarga del transporte de OCh-P que transmite de forma transparente información OTU entre puntos 3R de la OTN. Para ello se incorporan las siguientes capacidades en la capa de red:

- transporte de señal OCh-P;
- procesos de tara OCh-O para monitorizar la integridad de la información AI OCh; obsérvese que estos procesos pueden incluir información obtenida directamente de la función de terminación OCh-P (es decir, de la información de gestión OCh-P);
- funciones de operación, administración y mantenimiento OCh (OCh-P y OCh-O) para permitir funciones de operación y gestión a nivel de red, tales como la configuración de la conexión, el intercambio de parámetros de calidad del servicio y la supervivencia de la red;
- monitor no intrusivo OCh-P (OCh-P NIM), para monitorizar las propiedades ópticas de la señal OCh-P.

La conexión de red OCh-P es soportada por un canal de medios de red que proporciona encaminamiento de red flexible.



**Figura 8-2 – Entidades de mantenimiento OMS y OTS**

La Figura 8-2 anterior muestra la ubicación de las entidades de mantenimiento OMS y OTS.



La entidad de mantenimiento OMS (OMS\_ME) monitoriza todas las señales OCh-P en una fibra entre dos puntos de flexibilidad de intervalo de frecuencia. La entidad de mantenimiento OTS (OTS\_ME) monitoriza todas las señales OCh-P en una fibra entre dos puntos de visibilidad de gestión. Estos puntos suelen asociarse a amplificadores intermedios<sup>5</sup>.

El canal de supervisión óptica (OSC) es una señal que se inserta en la OTS\_ME. Se utiliza para transportar la tara no asociada de OCh\_ME, OMS\_ME y OTS\_ME. La realización de una red conforme con OTN debe dar soporte a OSC en sus interfaces intradominio. Si no se da soporte a OSC, tampoco se dará soporte a OMS\_ME ni a OTS\_ME. La OCh-P\_NC (ver cláusula 8.1) puede existir en ausencia de OMS\_ME y OTS\_ME, pero algunas de las capacidades de gestión de alarma, detección de averías y aislamiento de las averías para el camino OCh descritas en la cláusula 10 no estarán soportadas. El OSC no está soportado en la interfaz IrDI ya que el canal de medios entre la fuente y el sumidero OCh-P no tiene elementos de red intermedios: la red de capa OTU ofrece todas las capacidades de mantenimiento.

Entidad de mantenimiento de sección múltiple óptica (OMS\_ME): esta entidad de mantenimiento proporciona:

- monitorización bruta de la señal OMS-P mediante el monitor no intrusivo OMS-P (OMS-P NIM) (véase cláusula 8.2);
- procesos de tara OMS para asegurar la integridad de la OMS-P mediante las funciones OMS-O;
- funciones de operación, administración y mantenimiento OMS para permitir las funciones de operación y gestión a nivel de sección, tales como la supervivencia de la sección múltiple.

Estas capacidades de interconexión de redes efectuadas para señales ópticas multilongitud de onda permiten la operación y la gestión de redes ópticas.

Entidad de mantenimiento de sección de transmisión óptica (OTS\_ME): esta entidad de mantenimiento proporciona:

- monitorización bruta de la señal OTS-P (véase cláusula 8.3) mediante el monitor no intrusivo OTS-P (OTS-P NIM);
- procesos de tara OTS para asegurar la integridad de la OTS-P mediante las funciones OTS-O;
- funciones de operación, administración y mantenimiento OTS para hacer posibles operaciones y funciones de gestión a nivel de sección.

La red de capa de medios da soporte a los canales de medios de red entre terminaciones OCh-P tal como se describe en la cláusula 6. Un canal de medios de red se construye a partir de cualquier combinación de fibras y elementos de red, tal como se describe en la cláusula 8.4.3.

Las descripciones funcionales de las redes de capa ópticas figuran en las cláusulas siguientes. La descripción de las redes de capa de cliente soportadas queda fuera del alcance de esta Recomendación.

---

<sup>5</sup> La ubicación de los amplificadores ópticos distribuidos se considera el lugar donde se inserta la longitud de onda de bombeo.

## 8.1 Red de capas del canal óptico

La red de capa OCh proporciona el transporte de señales digitales OTU a través de un camino OCh entre puntos de acceso. La información característica de una red de capa OCh se compone de dos señales lógicas separadas y distintas:

- Una señal óptica definida por un conjunto de parámetros. La frecuencia central, el ancho de banda requerido y otros parámetros análogos como la relación señal/ruido asociada al canal de medios de red son particularmente interesantes. Los parámetros se capturan en un identificador de aplicación<sup>6</sup> que cubre aplicaciones normalizadas y patentadas. Los procesadores de capa [UIT-T G.800] en el trayecto pueden modificar estos parámetros según se requiera.
- Un tren de datos que constituye tara (fuera de banda) no asociada. Este tren de datos tiene su propio conjunto de funciones que procesan la tara no asociada independientemente de los procesadores de capa que afectan a la OCh-P.

La red de capa del canal óptico contiene las funciones de transporte y entidades de transporte siguientes (véase la Figura 8-3):

- camino OCh;
- fuente de terminación de camino OCh-P (OCh-P\_TT\_Source);
- sumidero de terminación de camino OCh-P (OCh-P\_TT\_Sink);
- conexión de red OCh-P (OCh-P\_NC).

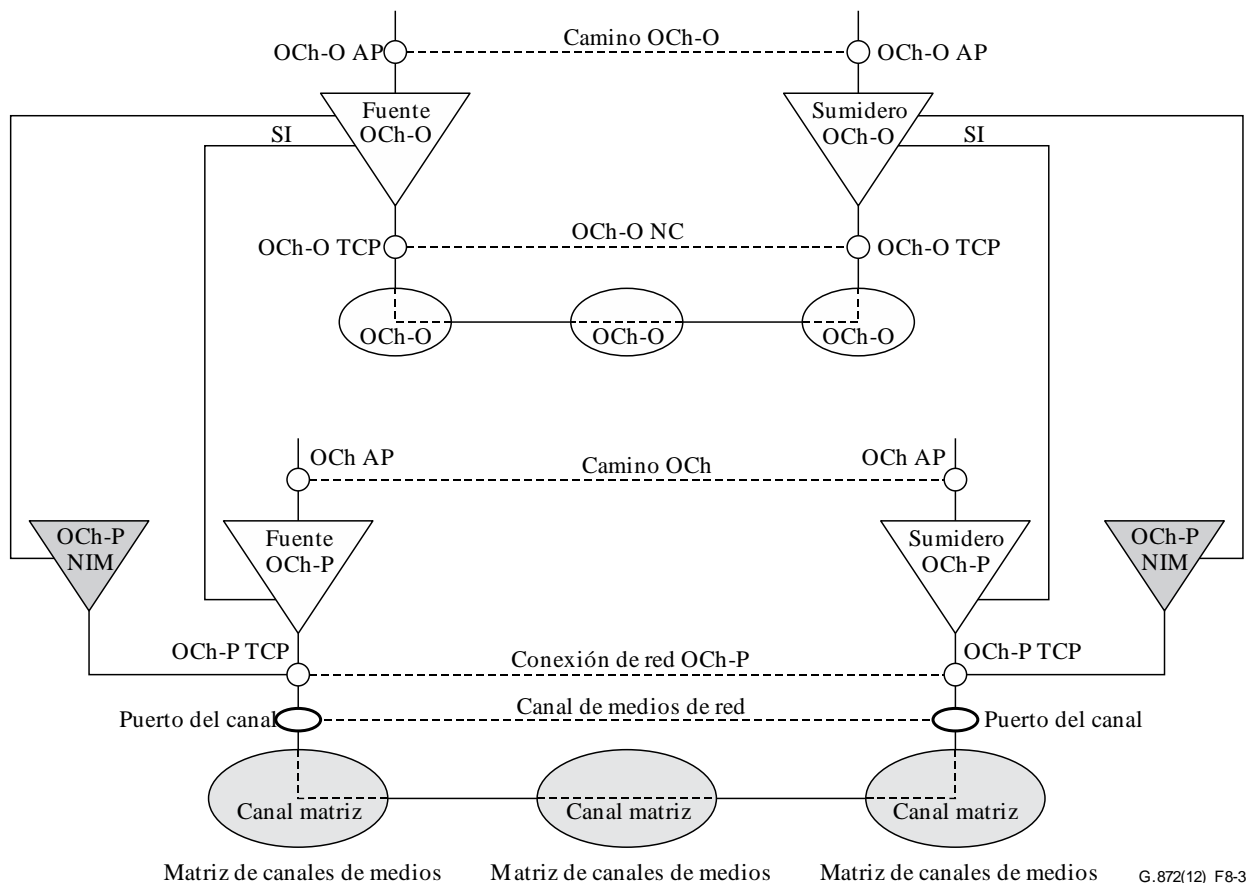
La capa OCh también contiene las siguientes funciones asociadas a la entidad de mantenimiento:

- camino OCh-O;
- fuente de terminación de camino OCh-O (OCh-O\_TT\_Source);
- sumidero de terminación de camino OCh-O (OCh-P\_TT\_Sink);
- conexión de red OCh-O (OCh-O\_NC);
- monitor no intrusivo OCh-P (OCh-P NIM).

En la cláusula 8.4 figuran los detalles de la relación entre la matriz OCh-O y la matriz de canal de medios correspondiente.

---

<sup>6</sup> Obsérvese que el identificador de aplicación se aplica a la combinación del receptor, el canal de medios de red y el transmisor. No se aplica a una sola interfaz.



**Figura 8-3 – Ejemplo de red OCh**

La señal se emite o se termina por una terminación de camino OCh-P. El tren lo puede modificar una función de procesador de capa que puede ser remota desde OCh-P\_TT. Esto permite describir regiones con frecuencias específicas e independientes de frecuencias de la red de capa OCh.

El parámetro de frecuencia central puede utilizarse para construir una topología de encaminamiento de longitud de onda específica.

La información característica OCh-P se describe formalmente como:

$$CI(oc) = AI + \{ \langle \text{frecuencia central} \rangle, \langle \text{conjunto de identificadores de la aplicación} \rangle \}$$

Obsérvese que la AI de cliente determina la velocidad binaria de cliente y, aunque esto puede describirse mediante un parámetro, dicho parámetro forma parte de la AI de cliente y no es un parámetro de capa OCh.

**Cuadro 8-1 – Parámetros OCh-P CI**

Identificador de aplicación	El parámetro de identificador de aplicación contiene el conjunto de identificadores de aplicación soportados por la función. (Nota)
Frecuencia central	La frecuencia central de la señal emitida. Se trata del punto medio nominal de la gama de frecuencia óptica sobre el que se modula la información digital de un OCh-P particular. El espectro OCh-P después del proceso de modulación queda fuera del alcance de esta Recomendación.
NOTA – Un identificador de aplicación incorpora los códigos de aplicación definidos en las Recomendaciones correspondientes de sistemas ópticos y la posibilidad de identificadores patentados. El identificador cubre todos los aspectos de la señal, incluidos el tipo de modulación, la velocidad de modulación y la corrección de errores en recepción.	

### 8.1.1 Terminación de camino del canal óptico

Pueden asignarse los siguientes procesos genéricos a la terminación de camino del canal óptico:

- detección e indicación de defectos de transmisión.

Los requisitos de estos procesos se exponen en detalle en la cláusula 10.2.

Hay tres tipos de terminación de camino del canal óptico:

- Terminación de camino bidireccional del canal óptico: consta de un par de funciones fuente y sumidero coubicadas de terminación de camino del canal óptico.
- Fuente de terminación de camino OCh: acepta a su entrada información adaptada de una red de capa OTU, inserta la tara de terminación de camino OCh como tren de datos lógicos separado y distinto, modula AI en la señal óptica y fija la frecuencia central, y presenta a su salida la información característica de la red de capa del canal óptico.
- Sumidero de terminación de camino OCh: acepta a su entrada la información característica de la red de capa OCh, demodula la señal óptica<sup>7</sup> y presenta a su salida la información adaptada, procesa el tren de datos lógicos separado y distinto que contiene la tara de terminación de camino OCh<sup>8</sup>.

Los procesos de la terminación de camino OCh están soportados por las siguientes funciones:

- OCh-P\_TT, tratamiento de la señal OCh-P;
- OCh-P NIM, monitorización de las propiedades ópticas de la señal OCh-P;
- OCh-O, tratamiento de la tara no asociada del camino.

### 8.2 Red de capa de la sección múltiplex óptica (OMS)

La información característica de una red de capa de la sección múltiplex óptica se compone de dos señales lógicas separadas y distintas:

- la señal OMS-P, que consiste en un conjunto de n señales OCh-P que, tomadas como conjunto, tienen un ancho de banda óptica agregado definida;
- un tren de datos que constituye la tara OMS no asociada (OMS-O). Este tren de datos lo procesan los componentes OMS-O (funciones de adaptación OMS-O\_TT, OMS-O/OCh-O).

El canal de medios OMS representa la asociación de medios entre los puntos extremos OMS-P, y es una concatenación de una o más fibras y ningún o varios amplificadores.

El monitor no intrusivo OMS-P (NIM) monitoriza las propiedades brutas de la señal OMS-P en el ingreso y egreso de la entidad de mantenimiento OMS (OMS\_ME) y proporciona información que es transportada por la OMS-O no asociada.

La señal OMS-P se ensambla mediante una combinación de componentes de filtro (véase cláusula 8.4). Los componentes de filtro y el OMS-P NIM están relacionados lógicamente, sin embargo pueden no estar necesariamente coubicados físicamente en el mismo elemento<sup>9</sup> con el OMS-P NIM (que monitoriza la señal) o la OMS-O (que opera en la tara). Es decir, el OMS NIM y la agregación o desagregación de señales OCh-P pueden tener lugar en diferentes ubicaciones. Esto significa que un tramo de canal de medios OMS podría ser mayor o igual que el tramo del OMS\_ME; sin embargo, no todo el tramo del canal de medios OMS está monitorizado.

---

<sup>7</sup> Obsérvese que este proceso puede basarse en información extraída de la función de adaptación OCh/OTU.

<sup>8</sup> Obsérvese que la señal óptica puede demodularse si no hay tren de datos OAM; sin embargo, el procesamiento OAM descrito en la cláusula 10 no estará disponible.

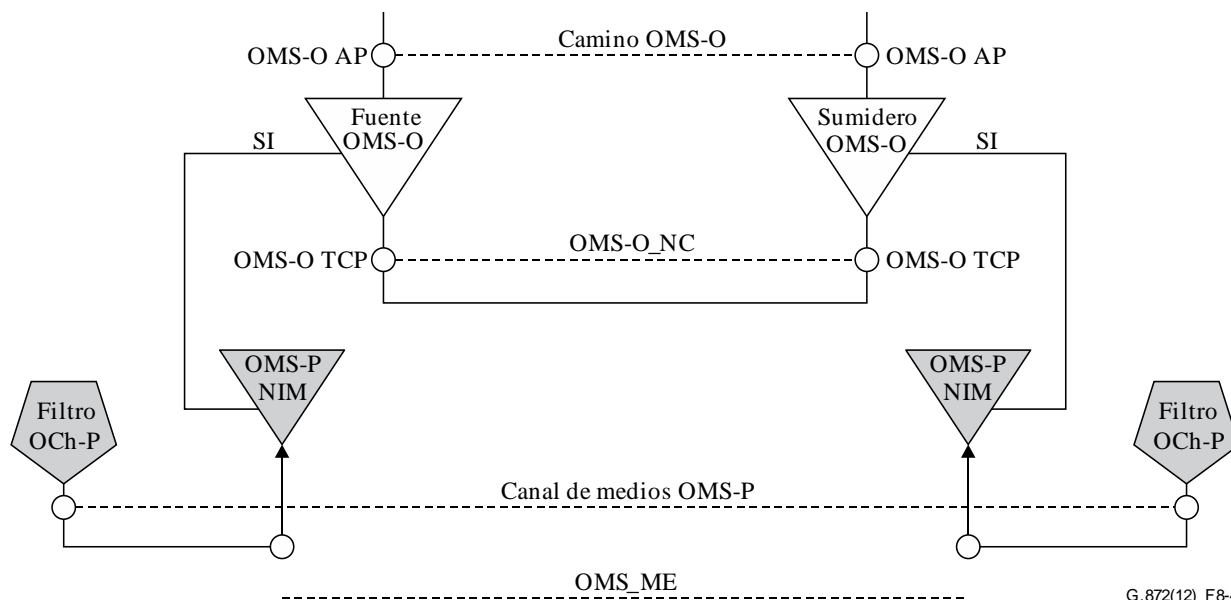
<sup>9</sup> Los componentes coubicados están en el mismo elemento de red.

La OMS es la asociación entre los puntos extremos de la OMS\_ME.

Un OCh dentro de una OMS puede estar atribuido (en servicio) o desatribuido (fuera de servicio). La señal OCh-P de un OCh en servicio puede estar presente o no.

La OMS está soportada por las siguientes funciones (ver Figura 8-4):

- fuente OMS-O (OMS\_ME\_Source), que tramita la tara no asociada de la OMS\_ME;
- sumidero OMS-O (OMS\_ME\_Sink), que tramita la tara no asociada de la OMS\_ME;
- el OMS-P NIM, que monitoriza las propiedades ópticas de la señal OMS-P.



**Figura 8-4 – Ejemplo OMS**

### 8.2.1 Terminación de tara OMS-O

Pueden asignarse los siguientes procesos genéricos a la terminación de camino de la sección múltiplex óptica:

- evaluación de la calidad de transmisión;
- detección e indicación de defectos de transmisión.

Los requisitos de estos procesos se exponen en detalle en la cláusula 10.2<sup>10</sup>.

Hay tres tipos de terminación de camino de sección múltiplex óptica:

- Terminación bidireccional OMS-O: consta de un par de funciones fuente y sumidero coubicadas de terminación de camino de la sección múltiplex óptica.
- Fuente OMS-O\_TT: acepta a su entrada la información OMS NIM y genera la tara OMS. Esa tara se puede transportar por medios fuera de banda hacia un sumidero OMS-O\_TT.
- Sumidero OMS-O\_TT: procesa la tara OMS y la entrada del OMS NIM, y genera cualquier información de gestión OMS.

Obsérvese que la monitorización de propiedades brutas tiene lugar en el monitor no intrusivo OMS-P coubicado en el mismo elemento (NIM en las figuras).

<sup>10</sup> Obsérvese que estas funciones están ausentes si no se soportan las funciones OAM descritas en la cláusula 10.

## 8.2.2 Entidades de transporte de OMS-O

La única entidad es el camino OMS-O.

## 8.3 Sección de transmisión óptica (OTS)

La OTS consiste en una sola fibra unidireccional entre puntos de visibilidad de gestión. En general, es la fibra que une dos elementos de red, por ejemplo, dos amplificadores o un amplificador y el punto en que se agrega o desagrega la señal OMS-P. La información característica de la OTS consta de dos señales lógicas distintas y separadas:

- un tren de datos que contiene una señal OTS-P, con un determinado ancho de banda óptico agregado. La señal OTS-P es idéntica a la señal OMS-P que se transporta<sup>11</sup>;
- un tren de datos que constituye la tara de gestión/mantenimiento OTS (OTS-O). Este tren de datos se procesa en los componentes OTS-O (OTS-O\_TT, funciones de adaptación OTS/OMS-O).

El canal de medios OTS representa la asociación de medios entre los puntos extremos OTS-P.

El monitor no intrusivo OTS-P (NIM) monitoriza las propiedades brutas de la señal OTS-P en el ingreso y egreso de la entidad de mantenimiento OTS (OTS\_ME) y proporciona información que es transportada por la OMS-O no asociada. Obsérvese que, tal como se ha descrito anteriormente para la OMS, el tramo del canal de medios OTS puede ser mayor o igual que el tramo de la OTS\_ME.

La OTS es la asociación entre los puntos extremos de la OTS\_ME.

Físicamente la OTS consta de las siguientes señales:

- una señal OTS-P;
- una señal de canal de supervisión óptica (OSC) para transportar una tara no asociada OCh, OMS y OTS. El OSC se termina al final de cada fibra. Se procesa la tara OTS y se retransmite cualquier tara OMS hacia el extremo de la OMS. El OSC se añade a la señal OMS-P mediante un componente de filtro OSC.

Este conjunto de señales se llama módulo de transporte óptico de orden n (OTMn).

La OTS está soportada por las siguientes funciones (ver Figura 8-5):

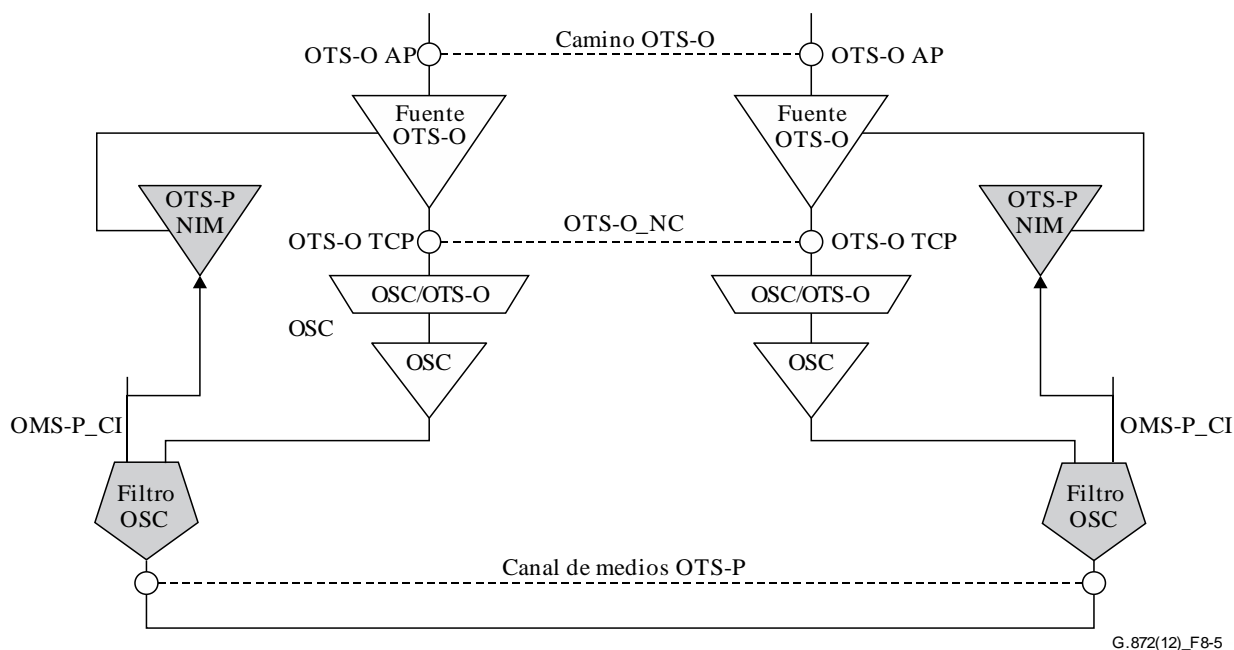
- fuente OTS-O (OTS\_ME\_Source), que tramita la tara no asociada de la OTS\_ME;
- sumidero OTS-O (OTS\_ME\_Sink), que tramita la tara no asociada de la OTS\_ME;
- el OTS-P NIM, que monitoriza las propiedades ópticas de la señal OTS-P.

Las funciones adicionales para dar soporte a una tara no asociada transportada por el OSC son:

- función de adaptación OSC/OTS-O;
- función de terminación OSC;
- filtro OSC.

---

<sup>11</sup> En esta Recomendación la potencia de señal no se considera como parte de la definición de la señal.



**Figura 8-5 – Ejemplo OTS**

### 8.3.1 Terminación de tara OTS-O

Pueden asignarse los siguientes procesos genéricos a la terminación de tara OTS-O (OTS-O\_TT):

- validación de la conectividad; obsérvese que la OTS-O\_TT debe preparar para silenciamiento<sup>12</sup> a todos los componentes de la señal OTS-P en caso de discordancia de validación;
- evaluación de la calidad de transmisión;
- detección e indicación de defectos de transmisión.

Los requisitos de estos procesos se exponen en detalle en la cláusula 10.2<sup>13</sup>.

Hay tres tipos de terminación de camino de sección de transmisión óptica:

- terminación de camino bidireccional de OTS-O: consta de un par de funciones fuente y sumidero coubicadas de terminación de camino de sección de transmisión óptica;
- fuente OTS-O: acepta entrada del OTS-P NIM y genera la tara de terminación de camino OTS;
- sumidero OTS-O: acepta a su entrada la NIM OTS-P, procesa la tara OTS contenida en el canal de supervisión óptico y presenta a su entrada información de gestión OTS.

Obsérvese que la monitorización de la propiedad bruta tiene lugar en el OTS-P NIM coubicado en el mismo elemento.

### 8.3.2 Entidades de transporte de OTS

Ninguna.

<sup>12</sup> Obsérvese que este requisito no se puede cumplir con un conmutador de bloqueo en varias ubicaciones. La ubicación del conmutador depende del diseño del equipo.

<sup>13</sup> Obsérvese que estas funciones están ausentes si no se soportan las funciones OAM descritas en la cláusula 10.

## 8.4 Entidades de medios

### 8.4.1 Componente de filtro

El componente de filtro modela la habilidad de pasar una porción definida de espectro de un puerto a otro. La relación entre los puertos en un filtro se llama canal de filtro<sup>14</sup>. El canal de filtro se especifica por los puertos que lo limitan y que limitan su intervalo de frecuencia. El intervalo de frecuencias se define por su frecuencia central nominal y el ancho del intervalo [UIT-T G.694.1]. En la presente Recomendación, un dispositivo de malla fijo se describe a partir del intervalo o intervalos de frecuencias que tendría asociados si fuera un dispositivo de malla flexible. El intervalo o intervalos de frecuencias de algunos componentes de filtro (por ejemplo, dispositivos que dan soporte a la malla DWDM flexible definida en [UIT-T G.694.1]) pueden configurarse (a través del plano de gestión). Las características de canal del filtro se ponen a disposición de un sistema de gestión. El componente filtro se representa por un símbolo de procesador de capa.

Obsérvese que el componente filtro puede utilizarse para representar una concatenación de uno o más dispositivos filtro; en ese caso el puerto físico de un dispositivo filtro se conecta directamente con un puerto físico en otro dispositivo filtro. Si se utiliza esta representación, los detalles internos de los dispositivos filtro se ocultan dentro de un único componente filtro.

El componente filtro no es necesariamente un complemento de las funciones OMS-O. Es posible tener configuración de espectro (y por tanto componentes de filtro) sin crear una entidad de mantenimiento OMS. Por el contrario una OMS\_ME puede tener una fuente (o sumidero) sin tener ningún componente correspondiente que realice la configuración de espectro en esa ubicación.

En la arquitectura los componentes filtro se denominan por la finalidad de su señal primaria. Los filtros nombrados actualmente son el filtro OCh-P (OCh-P\_F) que agrega y desagrega señales OCh-P, y el filtro OSC (OSC\_F) que agrega y desagrega las señales OSC y OTS-P.

### 8.4.2 Canales de medios

El canal de medios es un concepto topológico que representa el trayecto por los medios y el recurso (intervalo de frecuencia) que ocupa. Un canal de medios está limitado por puertos en los elementos de medios. Un canal de medios puede estar compuesto por cualquier combinación de elementos y fibras de red. Es posible que el canal de medios no soporte una señal OCh-P. El tamaño del canal de medios está especificado por su intervalo de frecuencias efectivo, descrito por su frecuencia central nominal y el ancho del intervalo [UIT-T G.694.1]. El ancho del intervalo de frecuencias efectivo de un canal de medios es la sección de los intervalos de frecuencias de los filtros en el canal de medios que es común a todos los intervalos de frecuencias del filtro. Un canal de medios puede estar dimensionado para transportar varias señales OCh-P. Asimismo es posible configurar administrativamente el ancho del intervalo efectivo de un canal de medios para que sea inferior al ancho del intervalo máximo soportado por los componentes filtro en el canal de medios. Se puede configurar un canal de medios antes de decidir qué señales OCh-P se atribuirán a él.

Una parte del intervalo de frecuencias efectivo de un canal de medios configurado puede atribuirse a otro canal de medios más estrecho que se extiende más allá del canal de medios original. Esta atribución secuencial no crea una jerarquía de los canales de medios ni de las señales OCh-P que podrán transportarse en algún momento.

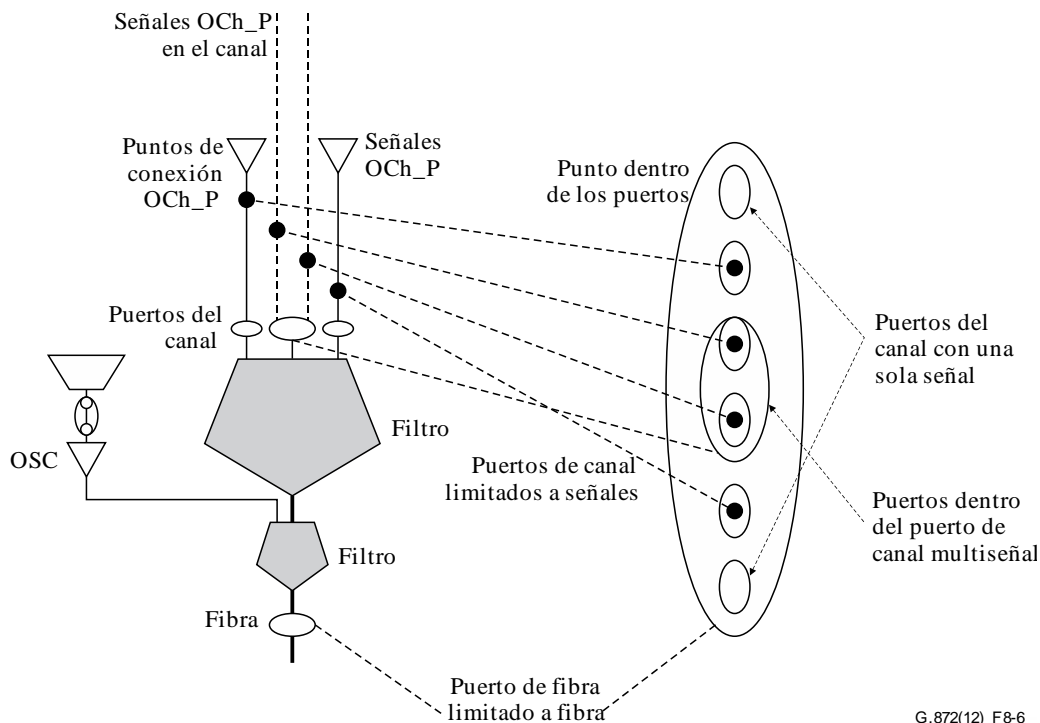
El único componente que impone el intervalo de frecuencias es el componente de filtro (cláusula 8.4.1).

---

<sup>14</sup> Un canal de filtro es un tipo específico de canal de medios que sólo existe dentro de un componente de filtro y que tiene un intervalo de frecuencias definido.



El canal de extremo a extremo atribuido al transporte de una señal OCh-P se llama canal de medios de red y da soporte a una conexión de red OCh-P. El ancho del intervalo efectivo del canal de medios de red debe ser suficiente para acomodar la desviación espectral máxima de la señal OCh-P que se pretende soportar. La frecuencia central nominal del canal de medios de red deberá ser la misma que la frecuencia central de la OCh-P que soporta. Esto permite que los puertos de canal en el canal de medios de red estén limitados a los puntos de conexión en la conexión de red OCh-P.



G.872(12) F8-6

**Figura 8-6 – Componentes de filtro, puertos y puntos**

La Figura 8-6 muestra la relación entre puntos en señales, puertos en elementos de medios y una perspectiva de gestión de las entidades en un extremo de fibra. Los puertos representan canales atribuidos por un sistema de gestión y configurados por un componente de filtro. Los puntos representan puntos de referencia en señales OCh-P transportados por los canales de medios. Obsérvese que la relación de contención aparente de los canales de medios es en realidad una dependencia de atribución. No se crea ninguna jerarquía en los canales de medios ni en las señales transportadas.

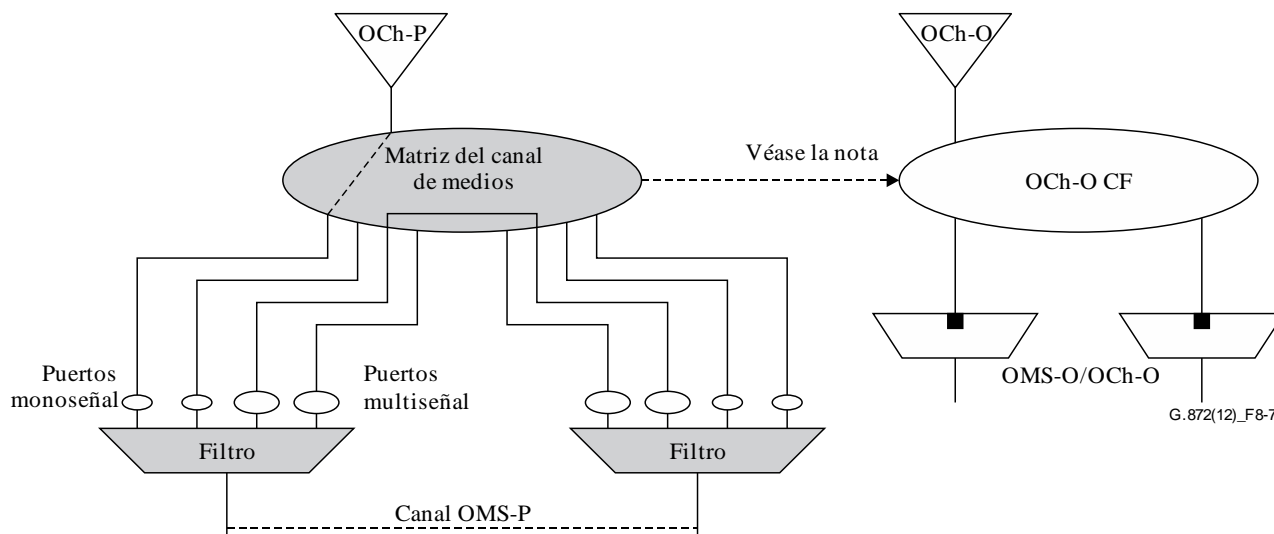
### 8.4.3 Matriz de canales de medios

La matriz de canal de medios proporciona conectividad flexible para los canales de medios. Es decir, representa un punto de flexibilidad donde pueden crearse o romperse relaciones entre los puertos de medios en el extremo de una matriz de canal de medios. La relación entre estos puertos se llama canal matriz. Obsérvese que un elemento de red puede contener muchos filtros y matrices de medios que juntos constituyen el comportamiento observable de dicho elemento de red.

Tal como se ha descrito en la cláusula 8.4.2 el intervalo de frecuencias efectivo de un canal de medios que se limita a un puerto matriz puede dar soporte a más de una señal OCh-P. Así, el canal matriz puede transportar muchas señales OCh-P y esto tiene importantes implicaciones para retransmitir información OAM.

NOTA – Aunque la matriz y el filtro dan un soporte similar a las relaciones de puerto, ninguno modela ningún dispositivo físico en particular. El filtro permite configurar el intervalo de frecuencias del canal de filtro entre puertos fijos, mientras que la matriz permite configurar las asociaciones de puerto. Es suficiente un único tipo de dispositivo físico para realizar la matriz, la función de filtro o ambas. La implementación es una decisión de diseño del diseñador del equipo.

La matriz OCh-O modela la retransmisión de información OAM transportada sobre la tara no asociada. Los puntos de conexión en la matriz OCh-O corresponden con aquellos de las señales OCh-P que atraviesan la matriz del canal de medios, y el flujo de información OAM debe seguir el del canal de matriz configurado en la matriz del canal de medios.



NOTA – La función de conexión OCh-O debe configurarse para que la conectividad OCh-O corresponda con la conectividad de la señal OCh-P que proporciona la matriz de canal de medios.

**Figura 8-7 – Matriz del canal de medios y conmutador OAM**

## 8.5 Asociaciones cliente/servidor

La estructura de la red OTN se muestra en la Figura 8-1.

### 8.5.1 Adaptación OCh/OTU

La función de adaptación bidireccional OCh/OTU (OCh/OTU\_A) se ejecuta por un par de funciones coubicadas de adaptación OCh/OTU de fuente y de sumidero.

La fuente de adaptación OCh/OTU (OCh/OTU\_A\_So) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- todo el procesamiento requerido para generar un tren de datos continuo con el que puede modularse una señal óptica. Los procesos requeridos dependen de la implementación de que se trate o de la relación cliente/servidor. La corrección de errores en recepción es una prestación facultativa.

El sumidero de adaptación OCh/OTU (OCh/OTU\_A\_Sk) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- recuperación de la señal OTU del tren de datos continuo. Los procesos reales dependen de la implementación de que se trate de la relación cliente/servidor. La corrección de errores en recepción es una prestación opcional<sup>15</sup>.

### 8.5.2 Adaptación OMS-O/OCh-O

La función de adaptación bidireccional OMS-O/OCh-O (OMS-O/OCh-O\_A) es efectuada por un par coubicado de funciones de adaptación OMS-O/OCh-O fuente y sumidero.

<sup>15</sup> Algunos de estos procesos pueden basarse en extractos de información de la señal óptica modulada por la función sumidero de terminación de camino OCh.

La fuente de adaptación OMS-O/OCh-O (OMS-O/OCh-O\_A\_So) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- generación de señales de gestión/mantenimiento como se describe en la cláusula 10.2.

El sumidero de adaptación OMS-O/OCh-O (OMS-O/OCh-O\_A\_Sk) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- terminación de señales de gestión/mantenimiento como se describe en la cláusula 10.2.

Las dos funciones de adaptación procesan la parte de la información del canal de supervisión que no es procesada por la OTS-O\_TT.

### **8.5.3 Adaptación OTS-O/OMS-O**

La función de adaptación bidireccional OTS-O/OMS-O (OTS-O/OMS-O\_A) es efectuada por un par de funciones de adaptación coubicadas OTS-O/OMS-O fuente y sumidero.

La fuente de adaptación OTS-O/OMS-O (OTS-O/OMS-O\_A\_So) ejecuta el siguiente proceso entre su entrada y su salida:

- generación de señales de gestión/mantenimiento como se describe en la cláusula 10.2.

Esta función de adaptación procesa la parte de la información del canal de supervisión que no es procesada por la OTS-O\_TT. Así ocurre también con la función de adaptación sumidero.

El sumidero de adaptación OTS-O/OMS-O (OTS-O/OMS-O\_A\_Sk) ejecuta el siguiente proceso entre su entrada y su salida:

- terminación de señales de gestión/mantenimiento como se describe en la cláusula 10.2.

### **8.5.4 Filtro OCh-P**

El filtro OCh-P bidireccional se compone de un par de filtros OCh-P coubicados de fuente y de sumidero.

La fuente de filtro OCh-P (OCh-P\_F\_So) modela:

- la agregación del canal óptico para formar un múltiplex óptico.

El sumidero de filtro OCh-P (OCh-P\_F\_Sk) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y su salida:

- disgregación del canal óptico<sup>16</sup> de acuerdo con la frecuencia central.

OCh-P\_F\_So y OCh-P\_F\_Sk se implementan cada uno mediante uno o más componentes filtro. Estos componentes filtro no están necesariamente coubicados en el mismo elemento.

### **8.5.5 Filtro OSC**

La función de filtro OSC bidireccional (OSC\_F) es efectuada por un par coubicado de filtros OSC de fuente y de sumidero.

La fuente de filtro OSC (OSC\_F\_So) ejecuta:

- la agregación de OSC y OTS-P.

El sumidero de filtro OSC (OSC\_F\_Sk) ejecuta:

- la disgregación de OSC y OTS-P.

---

<sup>16</sup> Obsérvese que esta función también la puede ofrecer un receptor coherente.

## **9 Topología OTN**

Las capas de red óptica pueden soportar conexiones punto a punto unidireccionales y bidireccionales, y conexiones punto a multipunto unidireccionales.

Las clases del componente topológico comprenden grupos de acceso, enlaces, enlaces de transición, subredes y matrices. Todas las instancias de componente se cualifican además por parámetros. Los canales de medios de todo tipo y los sumideros y fuentes del canal óptico se caracterizan principalmente por su intervalo de frecuencias. Las ODU se cualifican mediante su orden (k...). La operación de las capas digitales no es especial y no requiere mayor descripción en esta Recomendación.

La topología se expresa primero en un gráfico en el que las matrices se representan por vértices y los enlaces por bordes. Los parámetros que distinguen instancias de componente topológico se adjuntan al gráfico como semántica de borde y se forman las regiones del gráfico con semántica de bordes idéntica. Los enlaces de transición aparecen como bordes entre regiones de semántica de borde diferente y representan medios físicos de transformación entre esas regiones.

La topología de red inicial de la capa de medios comprende todos los recursos disponibles. Para derivar una instancia topológica de la topología de red inicial se asignan parámetros específicos a cada componente topológico. Del gráfico de topología inicial se elimina cualquier enlace que no dé soporte a los valores de los parámetros seleccionados. También se elimina cualquier matriz inalcanzable. La topología resultante muestra entonces los recursos conectables disponibles.

Por ejemplo, al seleccionar un intervalo de frecuencias y un identificador de aplicación para un OCh-P en particular se eliminan del gráfico de topología inicial todos los recursos que operan a frecuencias diferentes. La topología resultante muestra entonces los recursos conectables disponibles en el intervalo de frecuencias seleccionado. Está fuera del alcance de esta Recomendación determinar si un trayecto en esta topología reducida dará realmente soporte a la comunicación entre una fuente y un sumidero.

### **9.1 Conexiones unidireccionales y bidireccionales**

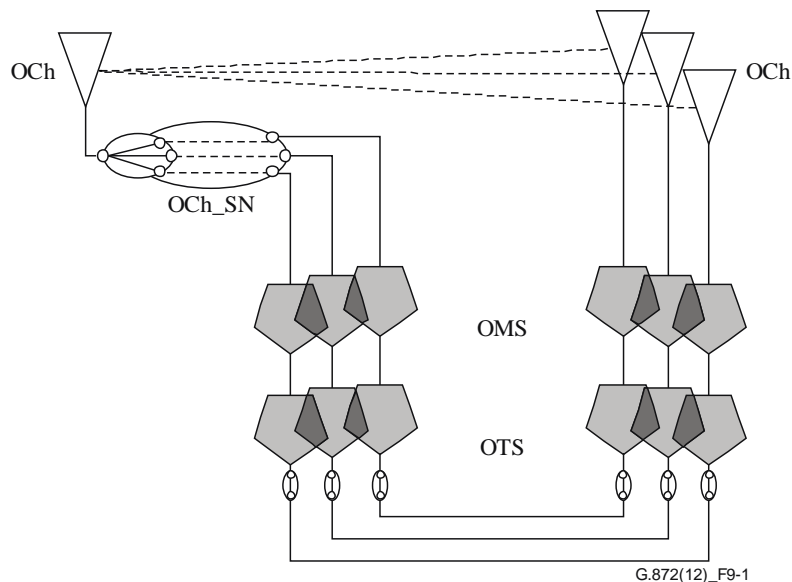
Una conexión bidireccional en una red de capa de servidor puede dar soporte a conexiones de red de capa de cliente bidireccionales o unidireccionales, pero una red de capa de servidor unidireccional sólo puede dar soporte a clientes unidireccionales.

Una conexión OCh-P bidireccional puede ser soportada por una fibra óptica en ambos sentidos (funcionamiento unifibra) o cada sentido de la conexión puede ser soportado por fibras diferentes (funcionamiento de dos fibras). En el funcionamiento unifibra la conexión bidireccional OCh-P se lleva a cabo por un par de canales de medios unidireccionales utilizando intervalos de frecuencias diferentes en la misma fibra. En el funcionamiento de dos fibras, dos canales de medios unidireccionales dan soporte a la conexión bidireccional OCh-P, uno en cada fibra que podrá utilizar los mismos intervalos de frecuencias.

La operación, administración y mantenimiento y la transferencia de tara en funcionamiento unifibra no se consideran actualmente en esta Recomendación.

### **9.2 Conexiones y caminos punto a multipunto**

Una conexión punto a multipunto unidireccional difunde el tráfico desde la fuente a cierto número de sumideros, lo cual se ilustra en la Figura 9-1, en la que una conexión punto a multipunto en la capa del canal óptico se obtiene por medio de un punto de conexión multipunto. Este es un punto de referencia que vincula un puerto a un conjunto de conexiones. Constituye la raíz de una conexión multipunto. La conexión multipunto se restringe a una conexión multipunto de difusión unidireccional en las redes de transporte ópticas. Este tipo de conexión puede aplicarse en la red de capa del canal óptico.



**Figura 9.1 – Conexión del canal óptico punto a multipunto**

## 10 Gestión de la OTN

Esta cláusula describe la gestión de red para la red de transporte óptica. En particular, describe los requisitos genéricos para la gestión de averías, de calidad de funcionamiento y de configuración.

La OTN se compone de un conjunto de capas digitales (los clientes de la capa del canal óptico) y una capa del canal óptico. La capa del canal óptico está soportada por entidades de gestión del espectro (canales de medios) y por entidades de mantenimiento (OMS y OTS).

Desde el punto de vista de la monitorización, el canal de medios es pasivo y no contiene componentes activos. Todas las capas de cliente digital contienen OAM activas que pueden informar de la salud de la capa y se pueden utilizar para inferir la salud del servidor. En la mayoría de lo que sigue los procesos digitales en la tara OTU realizan la monitorización OCh. Como la OTU está 1:1 con el OCh, esto proporciona una evaluación precisa de la propiedad OCh que se está monitorizando. Las entidades OMS y OTS proporcionan mantenimiento a los canales de medios.

Los procesos de gestión requeridos en cada una de las redes de capa se exponen en la cláusula 10.2. Esta cláusula describe también técnicas para la supervisión de la conexión.

### 10.1 Requisitos genéricos

#### 10.1.1 Gestión genérica de averías, de configuración y de calidad de funcionamiento

La OTN soportará la gestión de averías, de configuración y de calidad de funcionamiento de extremo a extremo y también dentro y entre fronteras administrativas.

Proporcionará un medio de detección y notificación en caso de conexión incorrecta.

La OTN proporcionará facilidades para:

- garantizar la conexión de entidades de red de transporte que tengan información adaptada o característica compatible;
- detectar averías, aislar averías e iniciar acciones de restablecimiento cuando sea factible. La red de transporte óptica proporcionará facilidades para mantenimiento desde un solo extremo.

En caso de que se interrumpa una señal dentro de la capa de servidor, se notificará a las entidades de red en sentido ascendente y descendente en la capa de servidor.

La OTN deberá poder detectar degradaciones de calidad de funcionamiento para evitar fallos y verificar la calidad de servicio.

### **10.1.2 Comunicaciones de gestión genérica**

La OTN soportará comunicaciones:

- entre personal en ubicaciones distantes;
- entre sistemas operativos y NE distantes;
- terminales embarcados y NE locales o distantes.

Estas formas de comunicación pueden también ser soportadas exteriormente a la red de transporte óptica.

### **10.1.3 Gestión genérica de interacción cliente/servidor**

La OTN detectará e indicará cuando una señal no está presente en una capa de cliente.

A fin de evitar acciones de supervivencia innecesarias, ineficaces o contrapuestas (por ejemplo, introducción de tiempos de espera y métodos de supresión de alarmas) se requieren estrategias de escalada:

- dentro de una capa;
- entre la capa servidor y la capa cliente.

## **10.2 Requisitos de gestión de red OTN**

En esta cláusula se identifican los requisitos de capacidades de gestión con respecto a ODU, OTU, OCh, OMS y OTS.

### **10.2.1 Supervisión de la conexión**

Proporcionar supervisión de la integridad de las conexiones de red que soportan los caminos en cualquier red de capa es un requisito de gestión. Una conexión de enlace soportada por una capa de red de servidor es supervisada mediante supervisión de continuidad. Las conexiones de subred que resultan de la asociación flexible de los puntos de conexión a través de la subred se supervisan mediante supervisión de conectividad. En el caso particular de que no exista posibilidad de reorganizar las conexiones de red entre un grupo de terminaciones de camino fuente de OCh y sumidero de OCh, no se requiere supervisión de conectividad.

#### **Supervisión de la continuidad**

La supervisión de continuidad designa el conjunto de procesos para monitorizar la integridad de la continuidad de un camino.

Se identifica el siguiente proceso para la supervisión de continuidad:

- detección de pérdida de continuidad (LOC).

En general, el fallo de una conexión de enlace en una capa de servidor será indicado a una capa de cliente mediante alguna forma de indicación de fallo de señal de servidor. Como los canales de medios supervisados por la entidad de mantenimiento OTS son pasivos, el sumidero de terminación de camino de OTS-O no recibirá indicaciones de fallo de servidor. La terminación de camino OTS-O se basa en OTS-P NIM para detectar fallos en la capa de medios físicos ópticos.

Entre los fallos de la red óptica se hallan las interrupciones de la fibra y los fallos del equipo. Los fallos del equipo en sí serán detectados y comunicados por capacidades de monitorización de equipo.

El caso de interrupción de fibra es el caso de fallo más importante a considerar desde el punto de vista de una red. Tras la interrupción de fibra, puede observarse pérdida de la señal conjunta en el primer OTS-P NIM descendente y lo notificará el sumidero de terminación de camino OTS-O. La señal conjunta consta de OTS-P agregados y la señal OSC. La pérdida de la señal conjunta produce por tanto una pérdida de continuidad de OTS-P. Posteriormente, la detección de la pérdida de la señal OTS-P se indicará hacia la capa de cliente. Obsérvese que la pérdida de continuidad del OSC no iniciará por sí misma acciones consiguientes en la señal de cliente. En general, debe adoptarse la misma filosofía en cualquier red de capa, en la que la cabida útil y la tara tengan mecanismos de fallo independientes.

En el OTS\_ME, el fallo de un componente óptico puede producir la pérdida de señales OCh-P, pero no puede conducir a la pérdida del canal de supervisión óptico. Esto generará una indicación al OMS\_ME de fallo de señal de servidor y una indicación de defecto hacia adelante dentro de la capa de OTS\_ME, las mismas acciones consiguientes que en el caso de la interrupción de fibra.

El fallo de una señal de servidor detectado por el sumidero de terminación de camino OMS-O producirá a su vez el fallo de una señal de servidor hacia la capa de OCh-O. En la fuente de adaptación de OMS-O, el fallo de la señal de servidor producirá una indicación de defecto hacia adelante de las señales OCh-P afectadas. Es presumible que el OMS NIM detectará una pérdida de continuidad de la señal de OMS-P sin que la función de terminación de camino OTS-O informe del fallo de señal del servidor. Las acciones consiguientes son las mismas que en el caso de fallo de la señal de servidor.

El fallo de una señal de servidor detectado por el sumidero de terminación de camino OCh-O producirá a su vez el fallo de una señal de servidor hacia la capa de cliente. El procesamiento en la fuente de adaptación de OCh del fallo de la señal de servidor es específico del cliente. Es presumible que el sumidero de terminación de camino de OCh-P detectará una pérdida de continuidad del camino de OCh-P sin que se detecte una pérdida de continuidad en el camino OTS-O u OMS-O. Las acciones consiguientes son las mismas que en el caso de fallo de señal de servidor.

Obsérvese que las condiciones de fallo dentro de las conexiones de OTN y/o las conexiones de capa OTS-O no utilizadas (no encendidas) pueden producir pérdida de cabida útil óptica para caminos de capa de servidor descendentes (por ejemplo, la interrupción de fibra a la entrada de un amplificador óptico produce la pérdida de canales a la salida del amplificador de línea óptica). Esto no producirá pérdida de continuidad en ese camino (por ejemplo, pérdida de canales en las terminaciones de camino de OTS-O siguientes en el ejemplo anterior). Se utilizará señalización de mantenimiento apropiada para evitarlo.

### **Supervisión de la conectividad**

La supervisión de conectividad designa el conjunto de procesos para monitorizar la integridad del encaminamiento de la conexión entre las terminaciones de camino fuente y sumidero.

La supervisión de conectividad es necesaria para confirmar el adecuado encaminamiento de una conexión entre la fuente y el sumidero de terminación de camino durante el proceso de establecimiento de la conexión. Además, la supervisión de conectividad es necesaria para asegurar que la conectividad se mantenga mientras la conexión esté activa.

Se identifica el siguiente proceso para la supervisión de conectividad:

- Identificación de traza de camino (TTI)

La identificación de traza de camino es necesaria para asegurar que la señal recibida por un sumidero de terminación de camino procede de la fuente de terminación de camino deseada. Se identifican los siguientes requisitos:

- la TTI es necesaria en el OTS\_ME para garantizar una conexión de cable adecuada;

- la TTI no es necesaria en el OMS\_ME porque existe una relación biunívoca entre el OTS\_ME y el OMS\_ME, es decir la conectividad en el OMS\_ME es fija; por tanto, el canal OMS-P ya está cubierto por la TTI de OTS-O. No está prevista la conectividad flexible en la capa de OMS-P. La TTI en la capa de OCh-P no es necesaria porque existe una relación biunívoca entre el camino OCh-P y el camino OTU;
- la TTI es necesaria en la capa OTU para garantizar conexiones OCh adecuadas;
- la TTI es necesaria en la capa ODU para garantizar conexiones de capa ODU adecuadas.

La detección de defectos de conectividad producirá las mismas acciones que las antes descritas para la detección de pérdida de continuidad de la información característica.

### **Información de mantenimiento**

La información de mantenimiento designa el conjunto de procesos para indicar defectos en una conexión, que forma parte de un camino. Las indicaciones de defecto se dan en los sentidos descendente y ascendente de un camino bidireccional.

Se identifican tres procesos de información de mantenimiento:

- indicación de defecto en el sentido de ida (FDI) y señal de indicación de alarma (AIS);
- indicación de defecto hacia atrás (BDI);
- indicación de error hacia atrás (BEI);
- indicación de conexión abierta (OCI).

Estos procesos hacen posible la localización de defectos y el mantenimiento desde un solo extremo.

FDI/AIS se utiliza para indicar en sentido descendente que se ha detectado una condición de defecto en sentido ascendente. Esto permite la supresión de informes de fallo superfluos debidos al defecto.

BDI y BEI señalan hacia atrás el estado del camino en el enlace de terminación de camino al sumidero de terminación de camino distante. Además, BDI y BEI soportan los requisitos en tiempo real de la monitorización de calidad de funcionamiento bidireccional.

FDI/AIS son aplicables a ODU, OTU, OCh y OMS.

BDI es aplicable a las capas de ODU, OTU, OMS y OTS.

BEI es aplicable a las capas de ODU y OTU.

La OCI se puede aplicar a la capa ODU.

#### **10.2.2 Supervisión de la calidad de la señal**

La supervisión de calidad de la señal designa el conjunto de procesos para monitorizar la calidad de funcionamiento de una conexión, que está soportando un camino.

La supervisión de la calidad de la señal es necesaria para determinar la calidad de funcionamiento de las conexiones. Entre los procesos genéricos se hallan la medición, recogida, filtrado y procesamiento de parámetros. En términos de gestión a nivel de red, se necesita supervisión de calidad de la señal para gestionar canales y canales multiplexados.

La supervisión de la calidad de la señal mediante BIP-8 es aplicable a las capas ODU y OTU.

#### **10.2.3 Gestión de la adaptación**

La gestión de la adaptación designa el conjunto de procesos para gestionar la adaptación de la red de capa de cliente a/de red de capa de servidor.

Se identifica el siguiente proceso para la gestión de adaptación en la OTN:

- Identificación de tipo de cabida útil (PTI).



Este proceso es necesario para asegurar que la capa de cliente se asigne al establecerse la conexión a las adaptaciones ODU/cliente fuente y sumidero apropiadas. Una discordancia en el identificador de tipo de cabida útil detectada en las adaptaciones fuente o sumidero indicaría una adaptación de capa de servidor cliente-ODU incorrectamente configurada o alterada. La adaptación ODU/cliente puede contener procesos de supervisión específicos del cliente. La definición de estos procesos está fuera del alcance de esta Recomendación.

El proceso del PTI sólo es aplicable a la capa de ODU.

#### **10.2.4 Control de la protección**

El control de la protección designa la información y el conjunto de procesos para proporcionar control de la conmutación de protección para un camino o conexión de subred. La conmutación de protección es controlada con arreglo a criterios locales generados por la supervisión de camino o de conexión de subred y por la RGT o el sistema operativo. Además, es posible el control desde el elemento de red distante utilizando un protocolo de conmutación de protección automática (APS) según la arquitectura de conmutación de protección.

Los procesos de protección se pueden aplicar a ODU, OCh y OMS (tal como se describe en [UIT-T G.798] y en la serie de Recomendaciones UIT-T G.873.x). Obsérvese que la protección OMS se refiere a la conmutación del canal OMS-P como resultado de las indicaciones recibidas por una terminación de camino OMS-O.

#### **10.2.5 Supervisión de la conexión de subred/en cascada/no utilizada**

La supervisión de las conexiones de subred, en cascada y no utilizadas es obligatoria para la capa ODU. Las técnicas y las aplicaciones de supervisión de conexión se indican en las cláusulas 10.3 y 10.4.

#### **10.2.6 Comunicaciones de gestión**

Las comunicaciones de gestión general que no están asociadas a una capa OTN particular se transportan a través de una red de comunicaciones de datos, como se especifica en [UIT-T G.7712].

### **10.3 Técnicas de supervisión de la conexión**

La supervisión de la conexión es el proceso de monitorizar la integridad de una determinada conexión en las capas digitales de la OTN. La integridad puede verificarse mediante la detección y la comunicación de defectos de conectividad y de calidad de transmisión para una conexión determinada. En [UIT-T G.805] se definen cuatro tipos de técnicas de monitorización para las conexiones:

- monitorización inherente;
- monitorización no intrusiva;
- monitorización intrusiva;
- monitorización de subcapa.

La monitorización no intrusiva de las conexiones OCh-P se proporciona mediante la monitorización de la información OTU digital.

### **10.4 Aplicaciones de la supervisión de la conexión**

#### **10.4.1 Monitorización de conexiones no utilizadas**

No existen mecanismos para monitorizar un canal de medios no utilizado por lo que cualquier información de este tipo debe provenir de procesos administrativos en el elemento de red. Para detectar la apertura involuntaria de una matriz de canal de medios, la tara OMS-O debe presentar una indicación de si el intervalo está o no ocupado (identificador de estructura multiplex OMS

(MSI)). Esto permite que un elemento de red en sentido descendente active una alarma si ocurre un cambio inesperado y persistente en el estado de atribución de intervalos.

La misma situación se produce en la capa ODU y se necesita una indicación de tara ODU sobre si está o no ocupado un afluente ODU (ODU MSI). Véase [UIT-T G.798] para obtener más información.

#### **10.4.2 Monitorización de la conexión**

El objetivo previsto de la monitorización de la conexión es representar la porción de una conexión que requiere monitorización independiente de otras partes de la conexión del canal óptico.

La monitorización de la conexión OCh-P se puede aplicar a:

- la conexión de red, que establece el camino de la red de capa, esta monitorización se realiza mediante OCh-P y OTU;
- cualquier conexión de subred (por monitorización no intrusiva de OCh-P/OTU).

La monitorización de conexión ODU se puede aplicar a:

- la conexión de red, al establecer el camino de la red de capa;
- cualquier conexión de subred, al establecer una conexión en cascada en el dominio administrativo del operador sirviente;
- cualquier conexión de enlace en cascada o conexión de enlace, al establecer un servicio que solicite una conexión en cascada en el dominio administrativo o una conexión en cascada en el dominio protegido;
- cualquier conexión de enlace (mediante la OTU) para detección de avería y degradación de la calidad de funcionamiento, para propósitos de mantenimiento de red.

La monitorización de la conexión ODU puede establecerse para un cierto número de conexiones anidadas, hasta el nivel máximo definido por Recomendaciones específicas de la implementación (por ejemplo, [UIT-T G.709]). El número de niveles de monitorización de conexión que puede utilizar cada operador/usuario que interviene en una conexión ODU debe establecerse de común acuerdo entre estos operadores y usuarios.

## **11 Técnicas de supervivencia OTN**

Las técnicas de supervivencia se describen en las Recomendaciones UIT-T de la serie G.873.x.

### **11.1 Técnicas de protección**

Una aplicación de protección utiliza la capacidad preasignada entre nodos. La arquitectura más sencilla tiene una capacidad de 1 en funcionamiento y 1 de protección (1+1), y la arquitectura más compleja tiene capacidades de n en funcionamiento y m de protección (m:n).

La protección unidireccional se define como un método de conmutación de protección que conmuta sólo el sentido de tráfico afectado en caso de fallo unidireccional. La protección bidireccional conmuta ambos sentidos de tráfico en caso de fallo unidireccional.

Se consideran tres tipos de arquitectura de protección: protección de camino, protección de conexión de subred (SNC), y anillo de protección compartida (SRP).

- Protección OMS-P ME, véase [UIT-T G.798]. Obsérvese que la protección OMS\_ME incorpora la protección de la señal OMS-P y la tara OMS-O.
- Protección OCh SNC, véase [UIT-T G.798]. Obsérvese que el camino OCh incorpora la señal OCh-P y la tara OCh-O. Ambas señales deben estar protegidas a lo largo de OCh SNC.

- Protección ODU SNC, véase [UIT-T G.873.1].
- ODU SRP, véase [UIT-T G.873.2].

## **11.2 Restablecimiento de red**

El restablecimiento de red de transporte óptico puede restablecer conexiones OCh-P u ODU. En general, los algoritmos utilizados para el restablecimiento implican reencaminamiento. Las estrategias para el reencaminamiento no son específicas de la tecnología y, por lo tanto, están fuera del alcance de esta Recomendación. Véase también [UIT-T G.8080].

## **12 Subdivisión de la red de transporte óptica**

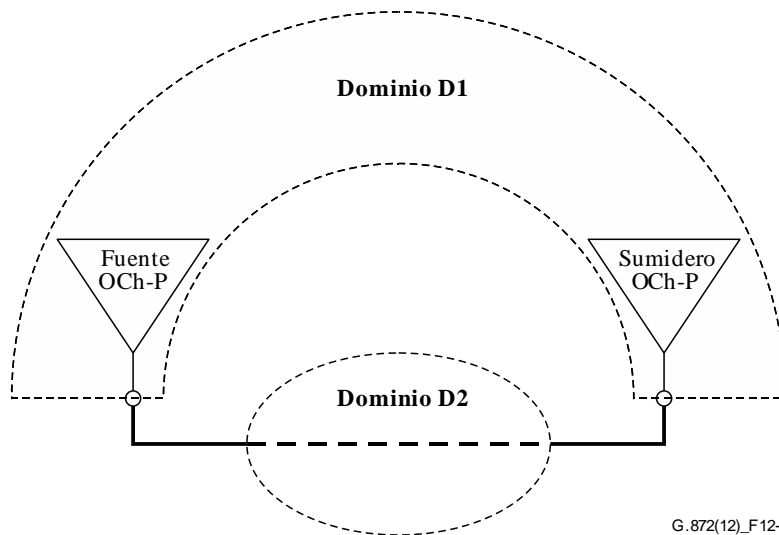
La OTN se subdivide en dominios administrativos, y puede subdividirse en dominios de vendedor, etc. Un dominio puede a su vez subdividirse en porciones más pequeñas.

### **12.1 Dominios que utilizan el método de enlace negro**

El método de enlace negro se describe en [UIT-T G.698.1] y [UIT-T G.698.2]. El método de especificación utilizado en esta Recomendación es el llamado "enlace negro", lo que significa que se especifican parámetros de interfaz óptica solamente para señales afluentes ópticas (monocanal). Se proporcionan otras especificaciones para los parámetros del enlace negro, tales como dispersión cromática residual, rizado y dispersión por modo de polarización. Este enfoque hace posible la compatibilidad transversal en el punto monocanal utilizando una configuración de multiplexación en longitud de onda directa, pero no permite la compatibilidad transversal en los puntos multicanal. La compatibilidad del trayecto de medios, el transmisor y el receptor se define mediante un conjunto de códigos de aplicación.

El método de enlace negro puede utilizarse para proporcionar una conexión de red OCh entre un par fuente/sumidero OCh. La conexión de red OCh está soportada por un canal de medios de red terminado por una fuente OCh-P y un sumidero OCh-P, pudiendo proceder cada uno de los componentes de fabricantes distintos, pero donde todos deben estar dentro del dominio de un único operador de red. El método de enlace negro se utiliza para controlar degradaciones ópticas; no está directamente relacionado con la subdivisión de la red OTN.

El método de enlace negro proporciona un trayecto de medios que está precertificado para un particular OCh, y su único cliente es un OCh intradominio. El enlace negro se termina con una terminación OCh-P (lo que lo convierte en el camino que transporta una conexión de red OCh) y no tiene estructura interna visible desde ninguna terminación. Las terminaciones pueden controlarse desde un dominio de mantenimiento diferente al que controla el trayecto a través de la red. Véase la Figura 12-1.



**Figura 12-1 – Enlace negro**

Las operaciones OAM de los dominios se realizan por separado (es decir, sus sistemas de soporte a operaciones no cooperan). Los puntos extremos del grupo de entidad de mantenimiento OMS en el borde del dominio D2 pueden proporcionar OAM para el proveedor de canal de medios de red pero las conexiones entre D1 y D2 no están cubiertas. Obsérvese además que el dominio D1 no tiene visibilidad en la estructura del canal de medios de red y no puede construir canales de medios de red nuevos utilizando el método de enlace negro para controlar las degradaciones ópticas. Las interfaces entre los dominios D1 y D2 no cumplen con OTN. No están especificados en [UIT-T G.709], y las capacidades de gestión de alarma, detección de averías y aislamiento de las averías para el camino OCh descritas en la cláusula 10 no están soportadas.

En el Apéndice III figura un ejemplo de red del método de enlace negro.

## Apéndice I

### Ejemplos de aplicaciones OTN multidominio

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

Este Apéndice presenta ejemplos de aplicaciones OTN multidominio

En la Figura I.1 se muestra la interconexión de dos dominios separados (dominio A) a través de otro dominio (dominio B). El dominio A ha solicitado un servicio ODU<sub>i</sub> del dominio B. Desde la perspectiva de A, este servicio ODU<sub>i</sub> es un HO ODU<sub>i</sub> que transporta múltiples señales LO ODU<sub>k</sub>. Desde la perspectiva de B, este mismo servicio ODU<sub>i</sub> es un LO ODU<sub>i</sub> cuyos puntos extremos están fuera del dominio de B. Dentro de la red del dominio B, LO ODU<sub>i</sub> es transportado por un HO ODU<sub>j</sub>.

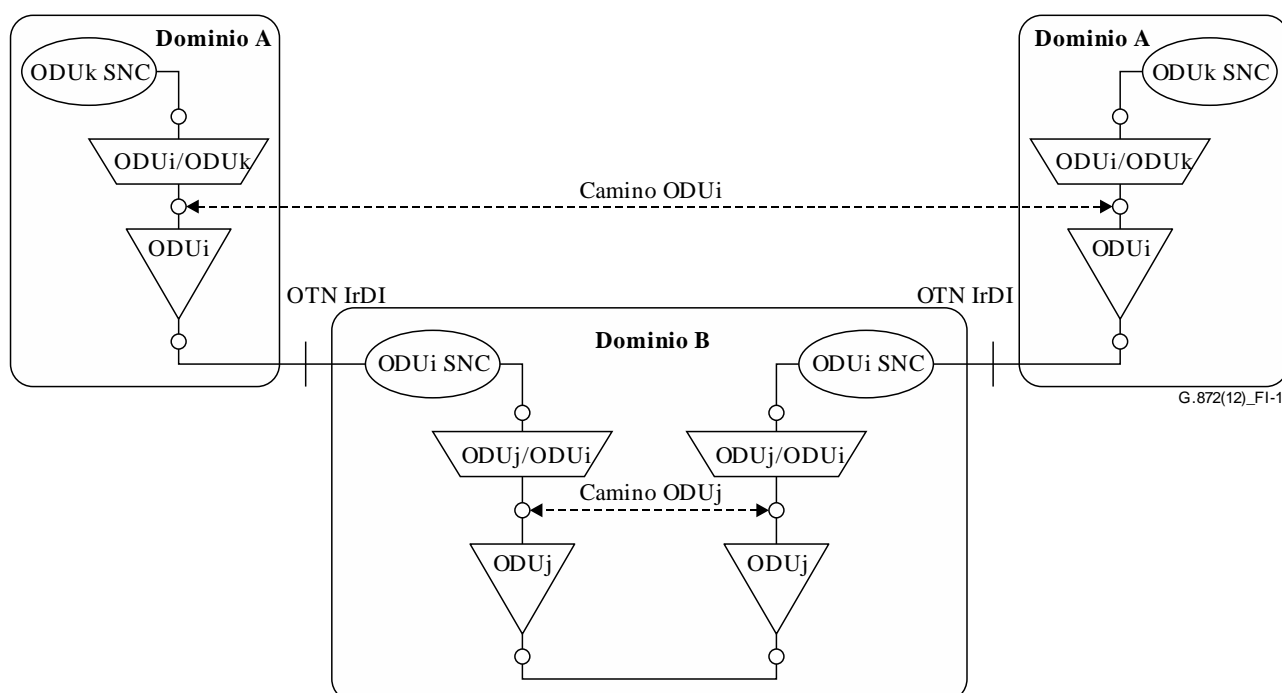
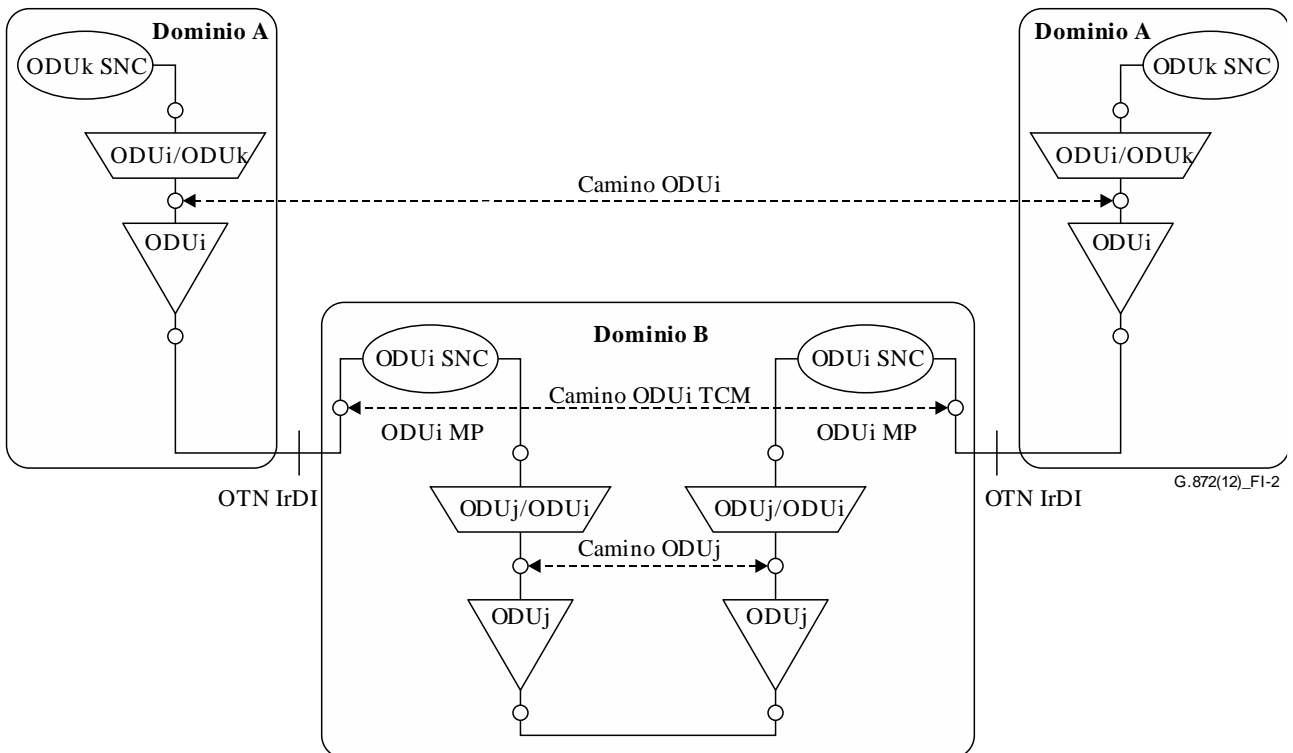


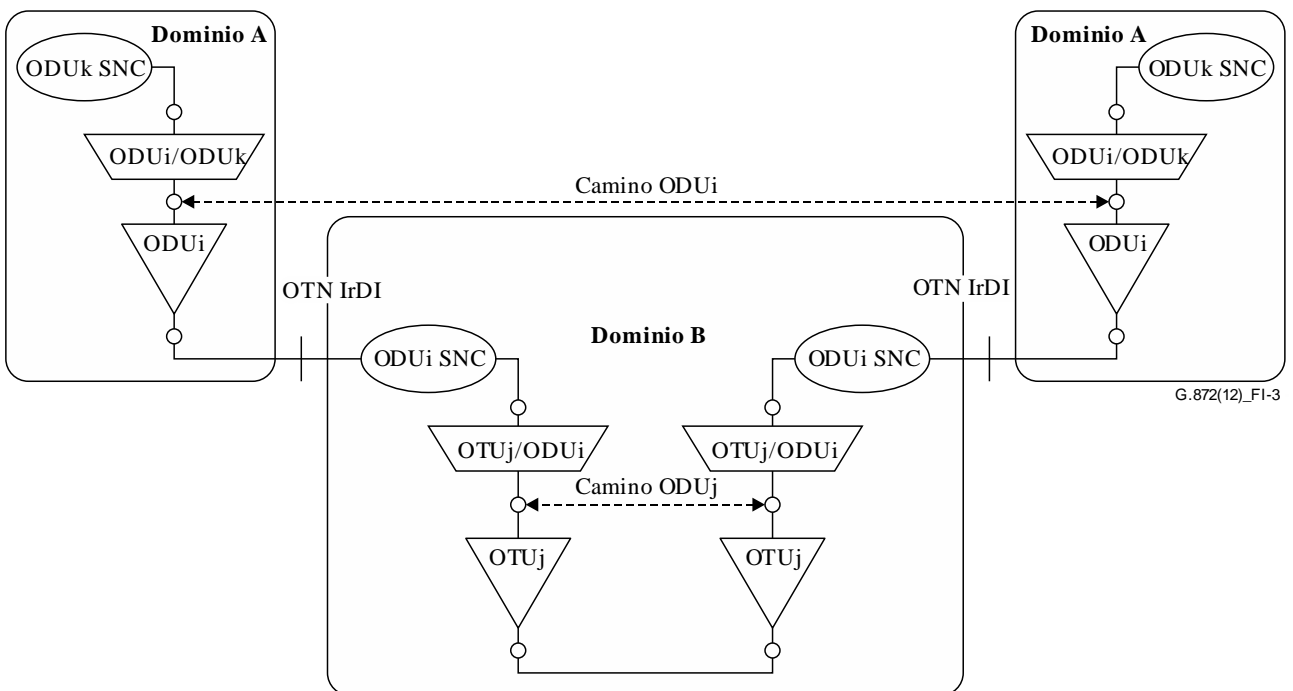
Figura I.1 – Caso 1 de OTN multidominio

La Figura I.2 ilustra el caso anterior con la función TCM adicional.



**Figura I.2 – Caso 2 de OTN multidominio**

La Figura I.3 ilustra el caso del servidor ODUi del dominio A transportado como un cliente ODUj en el dominio B directamente a través de OTUj en el dominio B.



**Figura I.3 – Caso 3 de OTN multidominio**

## Apéndice II

### Construcción de conexiones del canal óptico

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

En este Apéndice se describe el orden de construcción de las entidades de topología que culmina en el establecimiento de un canal de medios de red. La descripción se centra principalmente en las entidades de configuración del espectro y no aborda el establecimiento de todas las entidades de mantenimiento necesarias.

La topología inicial es un conjunto de matrices de canal de medios interconectados por fibras. Los canales de medios disponibles vienen determinados por la granularidad de los filtros alrededor de la matriz. En algunos casos la granularidad puede configurarse.

Las conexiones de la matriz del canal de medios se configuran para establecer una nueva topología de canales de medios que interconectan un subconjunto de matrices. Se elimina administrativamente la capacidad del espectro atribuido al nuevo canal de medios de la capacidad de fibra total. Si se configura más el filtro, la capacidad del canal de medios podrá atribuirse administrativamente después a canales de medios más pequeños.

El siguiente paso es establecer un canal de medios de red a lo largo de la topología construida previamente. Cuando una petición de canal de matriz de medios atraviesa una matriz en un canal de matriz de medios previamente establecido no es necesario hacer nada para configurar la matriz; sin embargo, la solicitud debe verificarse con respecto al canal de matriz de medios ya existente. Cuando la nueva solicitud de canal atraviesa una matriz no configurada, debe configurarse el canal de matriz de medios. En ambos casos debe configurarse una relación de retransmisión OCh-O OAM en el elemento de red para poder retransmitir correctamente una tara no asociada OCh-O. Mientras que la configuración de la conmutación y retransmisión OAM del canal de medios de red puede ocurrir en diferentes momentos, es más probable que una única solicitud de configuración realice las operaciones de matriz de medios y OAM al mismo tiempo.

Una vez que existe un canal de medios de red en la red, puede lanzarse una señal OCh-P y cualquier tara no asociada se retransmitirá al sumidero OCh-O.

Obsérvese que esta descripción se refiere a la información que se necesita para gestionar el uso de los recursos en la red. Esto no implica nada sobre el lugar en el que reside esta información en la red.

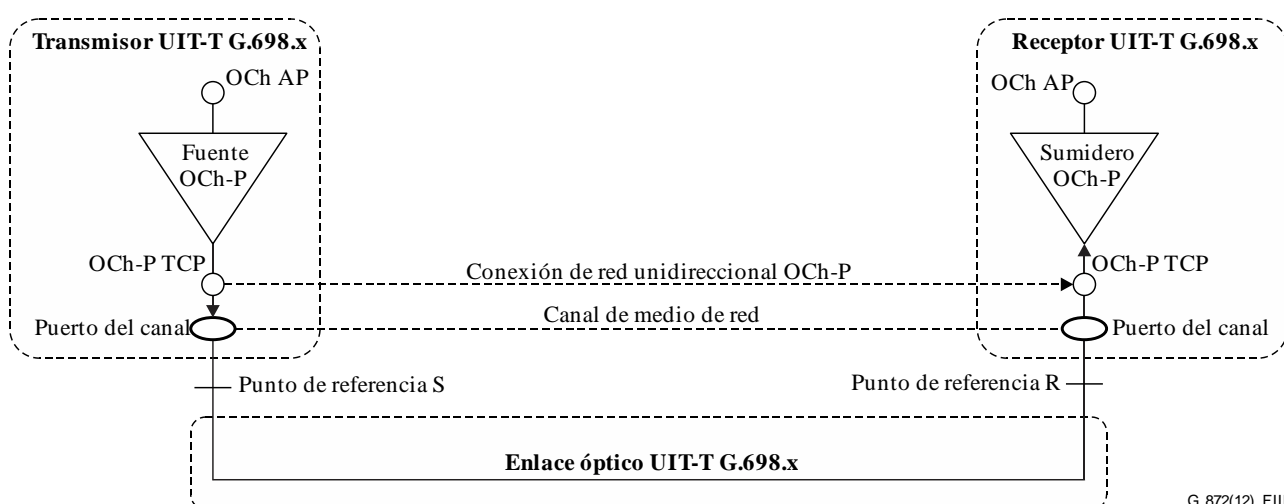
## Un ejemplo del uso del método de enlace negro

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

El método de enlace negro para la especificación de la compatibilidad de transmisores, receptores y enlaces ópticos se describe en [UIT-T G.698.1] y [UIT-T G.698.2].

El método de "enlace negro" proporciona especificaciones de interfaz óptica unicanal para las señales ópticas DWDM. Se proporcionan otras especificaciones para los parámetros del enlace negro, tales como dispersión cromática residual, rizado y dispersión por modo de polarización. Este enfoque hace posible la compatibilidad transversal en el punto monocanal utilizando una configuración de multiplexación en longitud de onda directa, pero no permite la compatibilidad transversal en los puntos multicanal. El uso del método de enlace negro para definir la compatibilidad transversal requiere que el transmisor (fuente OCh-P\_TT), receptor (sumidero OCh-P\_TT) y enlace óptico (canal de medios de red) estén configurados para dar soporte al mismo código de aplicación<sup>17</sup>.

En la Figura III.1 se muestra un ejemplo de conexión de red OCh-P unidireccional que utiliza el método de enlace negro.



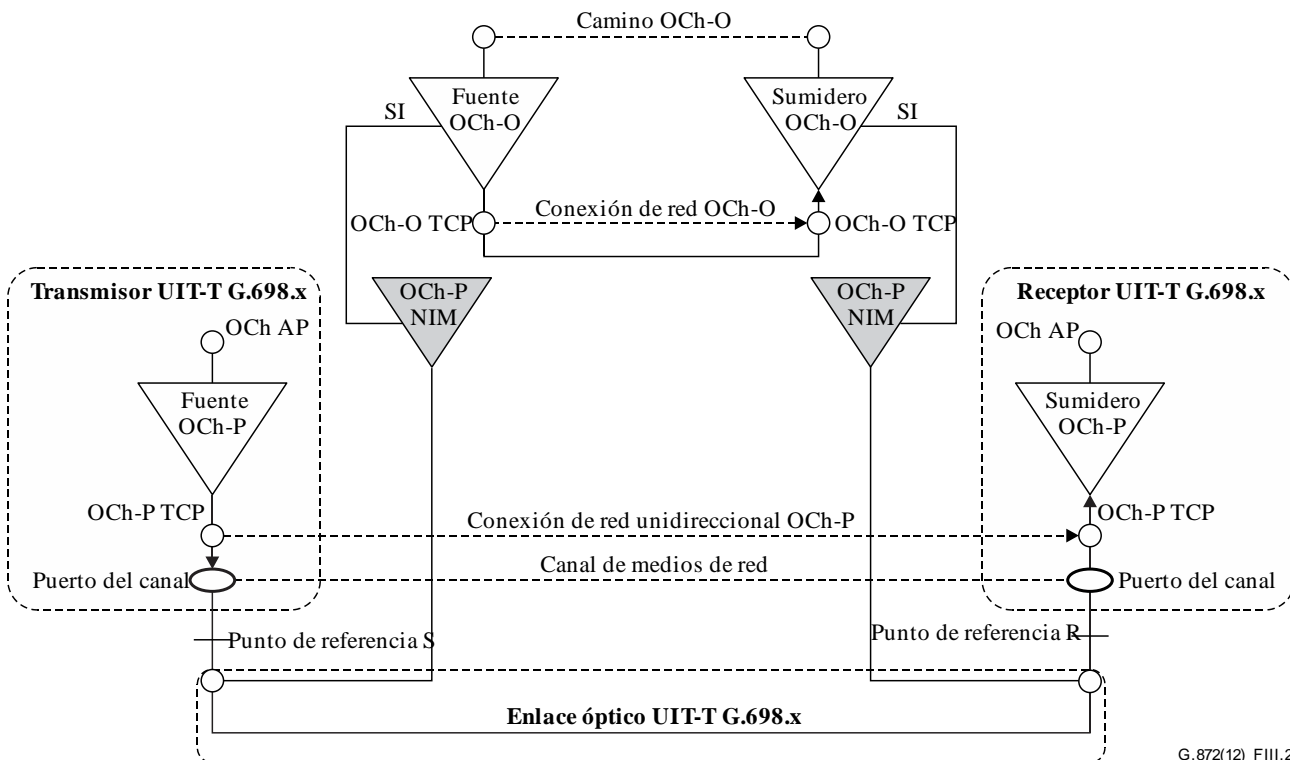
G.872(12)\_FIII.

**Figura III.1 – Conexión de red OCh unidireccional que utiliza el método de enlace negro**

Es posible utilizar un OCh-P NIM para monitorizar la señal OCh-P en la frontera del enlace óptico, como se ilustra en la Figura III.2. Si los OCh-P NIM, OMS\_ME y OTS\_ME se instancian para el enlace óptico, podrá darse soporte a la monitorización de las degradaciones de rendimiento (véase cláusula 10). Con los puntos de referencia S y R definidos en [UIT-T G.698.1] y [UIT-T G.698.2] se definen los parámetros de la OCh-P. No se proporciona especificación de interfaz para la OCh-O. La gestión de alarma, detección de averías y aislamiento de las averías para el camino OCh descrito en la cláusula 10 no están soportados porque, tal como se ilustra en la Figura III.2, la información requerida no está disponible.

<sup>17</sup> Los códigos de aplicación están definidos en [UIT-T G.698.1] y [UIT-T G.698.2].





G.872(12) FIII.2

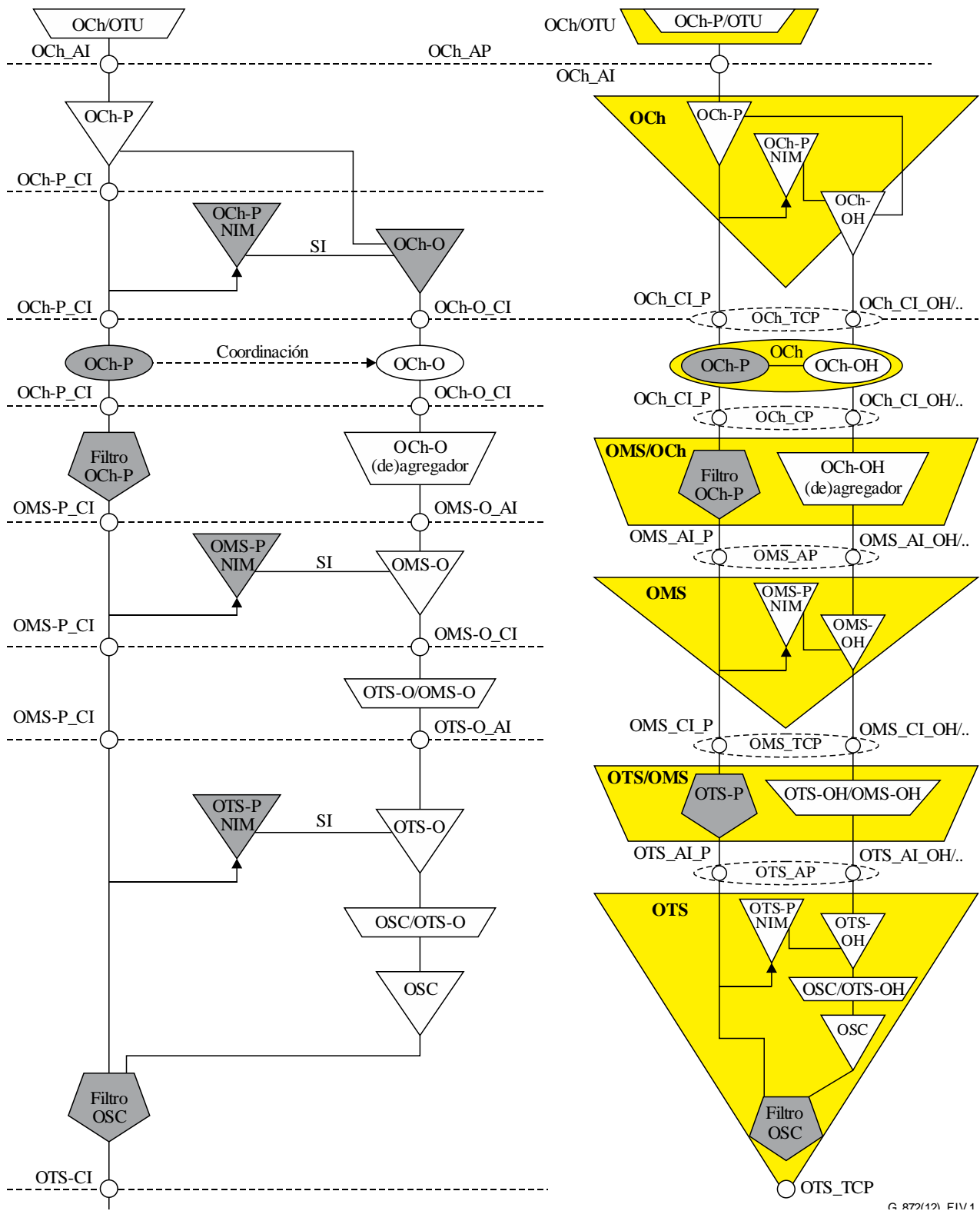
**Figura III.2 – Conexión de red OCh unidireccional que utiliza el método de enlace negro con un enlace óptico monitorizado**

## **Apéndice IV**

### **Relación entre Recomendaciones UIT-T G.872 y UIT-T G.798**

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

En este apéndice se describe la relación entre el modelo presentado en la presente Recomendación y las funciones y procesos existentes y descritos en [UIT-T G.798]. En la Figura IV.1 puede verse que las adiciones a esta Recomendación que dan soporte a elementos de medios configurables, así como la capacidad de gestionar los medios a una granularidad superior a una única OCh-P, no afectan a los procesos definidos en [UIT-T G.798].



**Figura IV.1 – Relación entre Recomendaciones UIT-T G.872 y UIT-T G.798**

Obsérvese que los puntos de referencia en la columna de la derecha (UIT-T G.798) son referencias en la señal y los trayectos OAM. El punto de referencia UIT-T G.798 se muestra con una línea de puntos que engloba los dos componentes.





## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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