

Unión Internacional de Telecomunicaciones

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.983.1**

(01/2005)

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

Secciones digitales y sistemas digitales de línea –  
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes  
locales

---

**Sistemas de acceso óptico de banda ancha  
basados en redes ópticas pasivas**

Recomendación UIT-T G.983.1

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 SATELITE 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	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
Generalidades	G.900–G.909
Parámetros para sistemas en cables de fibra óptica	G.910–G.919
Secciones digitales a velocidades binarias jerárquicas basadas en una velocidad de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Sistemas digitales de transmisión en línea por cable a velocidades binarias no jerárquicas	G.930–G.939
Sistemas de línea digital proporcionados por soportes de transmisión MDF	G.940–G.949
Sistemas de línea digital	G.950–G.959
Sección digital y sistemas de transmisión digital para el acceso del cliente a la RDSI	G.960–G.969
Sistemas en cables submarinos de fibra óptica	G.970–G.979
<b>Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales</b>	<b>G.980–G.989</b>
Redes de acceso	G.990–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN – 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 AL PROTOCOLO ETHERNET 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.983.1**

## **Sistemas de acceso óptico de banda ancha basados en redes ópticas pasivas**

### **Resumen**

Esta Recomendación describe una red de acceso flexible de fibra óptica que puede soportar los requisitos de ancho de banda de los servicios de banda estrecha y de banda ancha. Describe sistemas con velocidades de línea en sentido descendente de 155,52, 622,08 y 1244,16 Mbit/s, y velocidades nominales de línea en el sentido ascendente de 155,52 y 622,08 Mbit/s. Se describen tanto los sistemas simétricos como los asimétricos. La Recomendación propone los requisitos y especificaciones de capa física para la capa dependiente de los medios físicos, la capa TC y el protocolo de determinación de distancia de una red óptica pasiva de banda ancha basada en el ATM (B-PON). La presente versión revisada de G.983.1 incluye material proveniente de: G.983.1 (1998), G.983.1 corr.1 (1999), G.983.1 enmienda 1 (2001), G.983.1 corr.1 errata 1 (2002), G.983.1 enmienda 2 (2003), G.983.1 Guía del implementador (2003).

### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T G.983.1 fue aprobada el 13 de enero de 2005 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

## PREFACIO

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

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

© UIT 2005

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	Abreviaturas, siglas o acrónimos .....	3
4	Definiciones .....	4
5	Arquitectura de la red óptica de acceso .....	6
	5.1 Arquitectura de red .....	6
	5.2 Configuración de referencia .....	7
	5.3 Bloques funcionales .....	9
	5.4 Bloque funcional ONU .....	9
	5.5 Bloque funcional de terminación de línea óptica .....	10
	5.6 Bloque funcional de red de distribución óptica .....	11
6	Servicios .....	13
7	Interfaz usuario-red e interfaz de nodo de servicio .....	13
8	Requisitos de la red óptica .....	14
	8.1 Estructura de red óptica dividida en capas .....	14
	8.2 Requisitos de la capa dependiente del medio físico para la ATM-PON .....	15
	8.3 Requisitos que debe satisfacer la capa de convergencia de transmisión para la ATM-PON .....	30
	8.4 Método de determinación de distancia .....	75
9	Funcionalidad de operaciones, administración y mantenimiento (OAM) .....	99
10	Calidad de funcionamiento .....	99
11	Condiciones ambientales .....	100
12	Seguridad .....	100
	12.1 Seguridad y protección eléctricas .....	100
	12.2 Seguridad y protección ópticas .....	100
Apéndice I – Casos facultativos de ORL mínima global de la ODN a $O_{ru}$ y $O_{rd}$ , y $O_{ld}$ y $O_{lu}$ .....		101
	I.1 Introducción .....	101
	I.2 Efecto de conectores abiertos situados en el lado ONU del acoplador en estrella .....	101
	I.3 Efecto de conectores abiertos situados en el lado OLT del acoplador en estrella .....	101
	I.4 Efecto de desconectar un conector cerca de la ONU .....	102
Apéndice II – Efecto de pérdida de retorno óptica de la ODN .....		102
	II.1 Introducción .....	102
	II.2 Pérdida de retorno óptica de la ODN de 32 dB .....	103
	II.3 Otro caso de reflectancia ODN .....	107

	<b>Página</b>
Apéndice III – Diagramas de flujo de determinación de distancia.....	108
III.1    Flujo de determinación de distancia en la ONU (ejemplo).....	108
III.2    Flujo de determinación de distancia en la OLT (ejemplo).....	116
Apéndice IV – Capacidad de supervivencia de la red de acceso.....	122
IV.1    Introducción.....	122
IV.2    Posibles tipos de conmutación de protección.....	122
IV.3    Posibles características y configuraciones de la ATM-PON dúplex.....	122
IV.4    Requisitos.....	126
IV.5    Campos de información requeridos para la célula PLOAM.....	126

## Recomendación UIT-T G.983.1

### Sistemas de acceso óptico de banda ancha basados en redes ópticas pasivas

#### 1 Alcance

Esta Recomendación tiene por objeto describir redes de acceso flexibles que utilizan la tecnología de fibras ópticas. Trata principalmente una red para el soporte de servicios que requieran una anchura de banda superior a la correspondiente a la velocidad binaria básica de la RDSI, que incluiría servicios de vídeo y de distribución.

La presente Recomendación describe las características de una red óptica de acceso (OAN, *optical access network*) con capacidad para transportar diversos servicios entre la interfaz usuario-red y la interfaz de nodo de servicio.

La OAN descrita en esta Recomendación deberá permitir al operador de red introducir perfeccionamientos de la red de una manera flexible para responder a futuras exigencias de los clientes, en particular en el área de la red de distribución óptica (ODN, *optical distribution network*). La ODN que se considera se basa en una opción de árbol punto a multipunto y rama.

Esta Recomendación trata principalmente la utilización de fibras ópticas; la utilización de conductores de cobre en sistemas mixtos se describe en otros lugares, por ejemplo en la normalización de la señalización de línea de abonado digital.

La presente Recomendación trata las cuestiones entre la interfaz de nodo de servicio y la red de usuario.

Si bien esta Recomendación trata particularmente las cuestiones relativas a la transmisión en modo ATM a través de una red óptica pasiva, no se excluyen otras soluciones.

La presente Recomendación propone los requisitos de la capa física y especificaciones para la capa dependiente del medio físico, la capa TC y el protocolo de determinación de distancia de una red óptica pasiva de banda ancha (B-PON, *broadband passive optical network*) basada en ATM.

La presente Recomendación forma parte de la serie G.983.x. Los otros componentes principales de esta serie incluyen:

- G.983.2 (2002), Especificación de la interfaz de control y gestión de terminales de red óptica para redes ópticas pasivas de banda ancha.
- G.983.3 (2001), Sistema de acceso óptico de banda ancha con capacidad de servicio incrementada mediante la asignación de longitud de onda.
- G.983.4 (2001), Sistema de acceso óptico de banda ancha con asignación dinámica de anchura de banda para aumentar la capacidad de servicio.
- G.983.5 (2002), Sistema de acceso óptico de banda ancha con mayor capacidad de supervivencia.

#### 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.

- [1] Recomendación UIT-T G.652 (2003), *Características de las fibras y cables ópticos monomodo.*
- [2] Recomendación UIT-T G.671 (2005), *Características de transmisión de los componentes y subsistemas ópticos.*
- [3] Recomendación UIT-T G.783 (2004), *Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía digital síncrona.*
- [4] Recomendación UIT-T G.902 (1995), *Recomendación marco sobre redes de acceso funcional – Arquitectura y funciones, tipos de accesos, gestión y aspectos del nodo de servicio.*
- [5] Recomendación UIT-T G.957 (1999), *Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital síncrona.*
- [6] Recomendación UIT-T G.958 (1994), *Sistemas de línea digitales basados en la jerarquía digital síncrona para utilización en cables de fibra óptica.*<sup>1</sup>
- [7] Recomendación UIT-T G.982 (1996), *Redes de acceso óptico para el soporte de servicios que funcionan con velocidades binarias de hasta la velocidad primaria de la red digital de servicios integrados (RDSI) o velocidades binarias equivalentes.*
- [8] Recomendación UIT-T I.321 (1991), *Modelo de referencia de protocolo RDSI-BA y su aplicación.*
- [9] Recomendación UIT-T I.326 (2003), *Arquitectura funcional de redes de transporte basadas en el modo de transferencia asíncrono.*
- [10] Recomendación UIT-T I.356 (2000), *Calidad de funcionamiento en la transferencia de células en la capa de modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA.*
- [11] Recomendación UIT-T I.361 (1999), *Especificación de la capa modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA.*
- [12] Recomendación UIT-T I.432.1 (1999), *Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) – Especificación de la capa física: Características generales.*
- [13] Recomendación UIT-T I.610 (1999), *Principios y funciones de operaciones y mantenimiento de la RDSI-BA.*
- [14] Recomendación UIT-T I.732 (2000), *Características funcionales del equipo del modo transferencia asíncrono.*
- [15] FIPS 197 (2001), *Advanced Encryption Standard (AES), National Institute of Standards and Technology.*
- [16] Recomendación UIT-T G.983.2 (2002), *Especificación de la interfaz de control y gestión de terminales de red óptica para redes ópticas pasivas de banda ancha.*
- [17] Recomendación UIT-T G.983.3 (2001), *Sistema de acceso óptico de banda ancha con capacidad de servicio incrementada mediante la asignación de longitud de onda.*
- [18] Recomendación UIT-T G.983.4 (2001), *Sistema de acceso óptico de banda ancha con asignación dinámica de anchura de banda para aumentar la capacidad de servicio.*

---

<sup>1</sup> Reemplazada por las Recs. UIT-T G.783 y G.798.

- [19] Recomendación UIT-T G.983.5 (2002), *Sistema de acceso óptico de banda ancha con mayor capacidad de supervivencia*.

### 3 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

AES	Norma de criptación avanzada ( <i>advanced encryption standard</i> )
AF	Función de adaptación ( <i>adaptation function</i> )
APS	Conmutación automática de protección ( <i>automatic protection switching</i> )
ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
B-PON	Red óptica pasiva de banda ancha ( <i>broadband passive optical network</i> )
BER	Tasa de errores en los bits ( <i>bit error ratio</i> )
BIP	Paridad de entrelazado de bits ( <i>bit interleaved parity</i> )
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
CID	Dígito idéntico consecutivo ( <i>consecutive identical digit</i> )
CPE	Error de fase de célula ( <i>cell phase error</i> )
CRC	Verificación por redundancia cíclica ( <i>cyclic redundancy check</i> )
DSL	Línea de abonado digital ( <i>digital subscriber line</i> )
E/O	Eléctrico/óptico
FP-LD	Diodo láser Fabry-Perot ( <i>Fabry-Perot laser diode</i> )
FTTB/C	Fibra al edificio/a la acometida ( <i>fibre to the building/curb</i> )
FTTCab	Fibra al armario ( <i>fibre to the cabinet</i> )
FTTH	Fibra a la vivienda ( <i>fibre to the home</i> )
HEC	Control de error del encabezamiento ( <i>header error control</i> )
LAN	Red de área local ( <i>local area network</i> )
LCD	Pérdida de delimitación de célula ( <i>loss of cell delineation</i> )
LCF	Campo de control láser ( <i>laser control field</i> )
LSB	Bit menos significativo ( <i>least significant bit</i> )
LT	Terminal de línea ( <i>line terminal</i> )
MAC	Control de acceso a medios ( <i>media access control</i> )
MLM	Modo multilongitudinal ( <i>multi-longitudinal mode</i> )
MSB	Bit más significativo ( <i>most significant bit</i> )
NRZ	No retorno a cero ( <i>non return to zero</i> )
NT	Terminación de red ( <i>network termination</i> )
O/E	Óptico/eléctrico
OAM	Operaciones, administración y mantenimiento ( <i>operations, administration and maintenance</i> )
OAN	Red óptica de acceso ( <i>optical access network</i> )
ODF	Repartidor óptico ( <i>optical distribution frame</i> )

ODN	Red de distribución óptica ( <i>optical distribution network</i> )
OLT	Terminación de línea óptica ( <i>optical line termination</i> )
OMCC	Canal de control y gestión de la ONT ( <i>ONT management and control channel</i> )
OMCI	Interfaz de control y gestión de la ONT ( <i>ONT management and control interface</i> )
ONT	Terminación de red óptica ( <i>optical network termination</i> )
ONU	Unidad de red óptica ( <i>optical network unit</i> )
OpS	Sistema de operaciones ( <i>operations system</i> )
ORL	Pérdida de retorno óptica ( <i>optical return loss</i> )
PLOAM	OAM de capa física ( <i>physical layer OAM</i> )
PON	Red óptica pasiva ( <i>passive optical network</i> )
PRBS	Secuencia pseudoaleatoria de bits ( <i>pseudo-random bit sequence</i> )
PST	Traza de sección de PON ( <i>PON section trace</i> )
QoS	Calidad de servicio ( <i>quality of service</i> )
RAU	Unidad de acceso de petición ( <i>request access unit</i> )
RDSI	Red digital de servicios integrados
RDSI-BA	Red digital de servicios integrados de banda ancha
RMS	Valor cuadrático medio ( <i>root mean square</i> )
RTPC	Red telefónica pública conmutada
RXCF	Campo de control de receptor ( <i>receiver control field</i> )
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SLM	Modo monolongitudinal ( <i>single-longitudinal mode</i> )
SN	Número de serie ( <i>serial number</i> )
SNI	Interfaz de nodo de servicio ( <i>service node interface</i> )
TC	Convergencia de transmisión ( <i>transmission convergence</i> )
TDMA	Acceso múltiple por división en el tiempo ( <i>time division multiple access</i> )
UI	Intervalo unitario ( <i>unit interval</i> )
UNI	Interfaz usuario-red ( <i>user network interface</i> )
UPC	Control de parámetros de utilización ( <i>usage parameter control</i> )
VC	Canal virtual ( <i>virtual channel</i> )
VP	Trayecto virtual ( <i>virtual path</i> )
VPI	Identificador de trayecto virtual ( <i>virtual path identifier</i> )
WDM	Multiplexación por división en longitud de onda ( <i>wavelength division multiplexing</i> )

#### 4 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

**4.0 red óptica pasiva de banda ancha:** Término que se emplea para referirse a todo el sistema que se describe en la familia de Recomendaciones UIT-T G.983.x. Incluye una amplia gama de

servicios de banda ancha, y va más allá que el acceso ATM. Por este motivo, B-PON reemplaza el uso que se le daba a ATM-PON.

**4.1 mezclado:** Esta función puede aplicarse a los datos de usuarios transmitidos en el sentido hacia el destino de una OLT a sus ONU. El mezclado proporciona la necesaria función de pseudoaleatorización de datos y ofrece un bajo nivel de protección de la confidencialidad de los datos. Se instala en la capa TC del sistema ATM-PON y puede ser activada para conexiones hacia el destino punto a punto.

**4.2 funcionamiento dúplex:** Comunicación bidireccional que utiliza una longitud de onda diferente para cada sentido de transmisión en una misma fibra.

**4.3 funcionamiento dúplex:** Comunicación bidireccional que utiliza la misma longitud de onda para los dos sentidos de transmisión en una misma fibra.

**4.4 concesión:** La OLT controla cada transmisión en el sentido hacia el origen, desde las ONU, enviando un permiso. La concesión es un permiso para transmitir una célula de cada ONU, hacia el origen, cuando una ONU recibe una concesión para sí.

**4.5 alcance lógico:** El alcance lógico se define como la longitud máxima que puede obtenerse para un determinado sistema de transmisión independiente del presupuesto de potencia óptica.

**4.6 retardo medio de transferencia de la señal:** Los valores medios en transmisión hacia el origen y hacia el destino entre puntos de referencia "V" y "T"; un valor dado se determina midiendo el retardo de ida y retorno y dividiendo por dos el valor obtenido.

**4.7 red óptica de acceso (OAN, *optical access network*):** El conjunto de enlaces de acceso que comparten las mismas interfaces del lado red y están soportados por sistemas de transmisión de acceso óptico. La OAN puede incluir varias ODN conectadas a la misma OLT.

**4.8 red de distribución óptica (ODN, *optical distribution network*):** Una ODN proporciona el medio de transmisión óptica desde la OLT hasta los usuarios, y viceversa. Utiliza componentes ópticos pasivos.

**4.9 terminación de línea óptica (OLT, *optical line termination*):** Una OLT proporciona la interfaz lado red de la OAN, y está conectada a una o varias ODN.

**4.10 canal de control y gestión de la ONT (OMCC, *ONT management and control channel*):** Circuito de comunicación que conecta la función de control de la OLT a la de la ONT. En la Rec. UIT-T G.983.2 se define el protocolo que se emplea para lograr esto.

**4.11 interfaz de control y gestión de la ONT (OMCI, *ONT management and control interface*):** Interfaz definida en la Rec. UIT-T G.983.2 que provee un método uniforme para gestionar las fallas, configuración, rendimiento y seguridad en las terminaciones de red óptica.

**4.12 terminación de red óptica (ONT, *optical network termination*):** Una ONU utilizada para FTTH y que incluye la función de puerto de usuario. La presente Recomendación emplea el término "ONU" para hacer referencia tanto a las ONT como a las ONU. Cualquier referencia que se haga en esta Recomendación a las ONU incluye también las ONT.

**4.13 unidad de red óptica (ONU, *optical network unit*):** Una ONU proporciona (directamente o a distancia) la interfaz lado usuario de la OAN, y está conectada a la ODN. La presente Recomendación emplea el término "ONU" para hacer referencia tanto a las ONT como a las ONU. Cualquier referencia que se haga en esta Recomendación a las ONU incluye también las ONT.

**4.14 determinación de distancia; determinación de alcance:** En un sistema dado, es necesario transmitir una célula hacia el origen sin que entre en colisión con ninguna otra en este sistema. La determinación de distancia es una función que mide la distancia lógica entre cada ONU y la OLT y decide la temporización de la transmisión cuando cada ONU recibe una concesión.

**4.15 función de puerto de servicio:** La función de puerto de servicio (SPF, *service port function*) adapta los requisitos definidos para una interfaz de nodo de servicio (SNI) al tratamiento de los portadores comunes y selecciona la información pertinente que deberá ser tratada en la función de gestión de sistema de red de acceso (AN, *access network*).

**4.16 acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA, *time division multiple access*):** Técnica de transmisión mediante la cual muchos intervalos de tiempo son multiplexados para formar una misma cabida útil.

**4.17 función de puerto de usuario:** La función de puerto de usuario (UPF, *user port function*) adapta los requisitos específicos de la UNI a las funciones de núcleo y de gestión. La AN puede soportar un número de accesos e interfaces de red de usuario diferentes que requieren funciones concretas de acuerdo con la correspondiente especificación de interfaz y los requisitos de capacidad portadora de acceso, es decir, portadores para transferencia de información y protocolos.

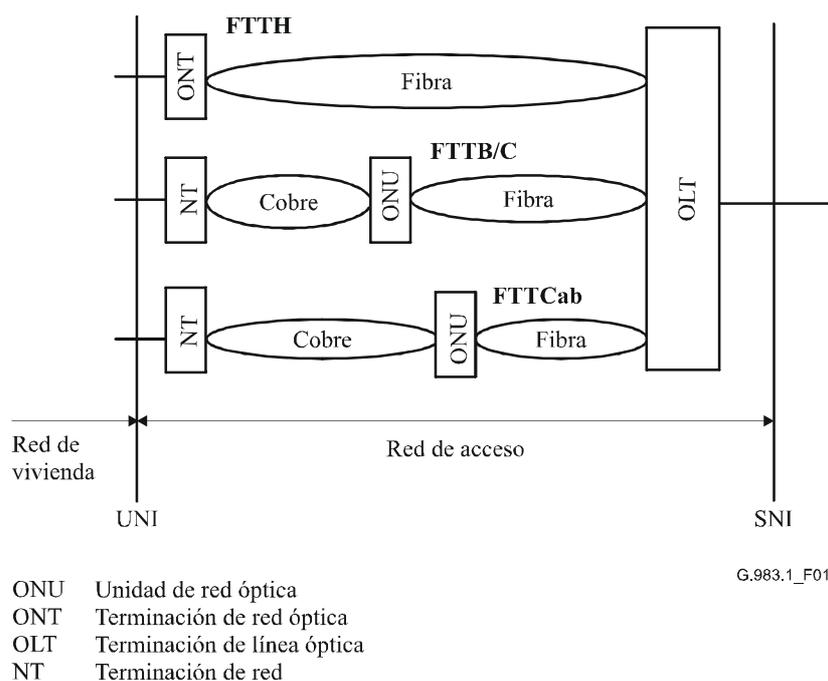
**4.18 verificación:** Un usuario malicioso podría hacerse pasar por otra ONU y utilizar la red como si el usuario supiera que la ONU no está alimentada en energía. La función de verificación se utiliza para determinar si un usuario malicioso está haciéndose pasar por una ONU conectada.

**4.19 multiplexación por división en longitud de onda (WDM, *wavelength division multiplexing*):** Multiplexación bidireccional que emplea diferentes longitudes de onda para las señales dirigidas hacia el origen o hacia el destino.

## 5 Arquitectura de la red óptica de acceso

### 5.1 Arquitectura de red

La sección óptica de un sistema de red de acceso local podría tener una arquitectura punto a punto o una arquitectura punto a multipunto pasiva o activa. La figura 1 muestra las arquitecturas consideradas, que van de la fibra a la vivienda (FTTH, *fibre to the home*), pasando por la fibra al edificio/la acometida (FTTB/C, *fibre to the building/curb*), hasta la fibra hasta el armario (FTTCab, *fibre to the cabinet*). La red óptica de acceso (OAN) es común a todas las arquitecturas presentadas en la figura 1; por tanto, el hecho de que este sistema disponga de elementos comunes tiene la virtud de generar grandes volúmenes a escala mundial.



**Figura 1/G.983.1 – Arquitectura de red**

Las opciones de red FTTB/C y FTTCab suelen diferenciarse solamente en cuanto a la implementación, y por lo tanto pueden tratarse como equivalentes en esta Recomendación.

### **5.1.1 Escenario FTTCab/C/B**

En este escenario se han considerado las siguientes categorías de servicio:

- Servicios de banda ancha asimétricos (por ejemplo, servicios de banda ancha digitales, VoD, Internet, aprendizaje a distancia, telemedicina, etc.).
- Servicios de banda ancha simétricos (por ejemplo, servicios de telecomunicación para pequeños clientes comerciales, teleconsulta, etc.).
- RTPC y RDSI. La red de acceso deberá poder proporcionar, de una manera flexible, los servicios telefónicos de banda estrecha con la temporización apropiada para la introducción.

### **5.1.2 Escenario FTTH**

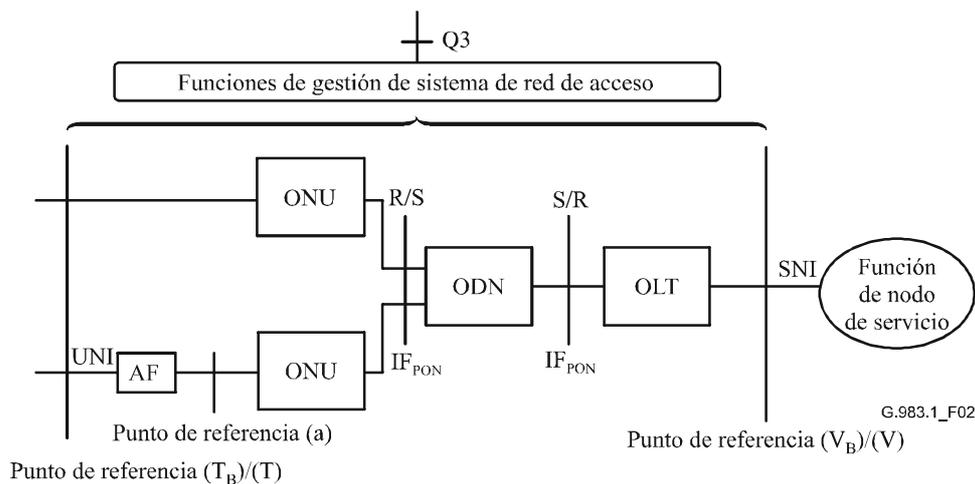
Las categorías de servicios consideradas para el escenario fibra a la vivienda (FTTH) son similares a las de los escenarios precedentes y se caracterizan por lo siguiente:

- Pueden considerarse ONU interiores, por lo que se obtienen condiciones ambientales más favorables.
- No es necesario modificar la ONU intermedia para perfeccionar las capacidades de la red de acceso con el fin de acomodar una futura evolución de servicios de banda ancha y medios.
- El mantenimiento es fácil, porque sólo se requiere para sistemas de fibra, y se considera que todos los sistemas de fibra son más fiables de los sistemas mixtos de fibra y metal.
- FTTH es un método que promueve el desarrollo de tecnologías optoelectrónicas avanzadas. El mayor volumen de producción de los módulos ópticos repercutirá en una reducción del costo.

Cuando estos factores puedan explotarse plenamente, podrán contrapesar un costo por línea algo más elevado. En tal situación, el escenario FTTH puede considerarse como económicamente viable incluso a corto plazo.

## **5.2 Configuración de referencia**

La configuración de referencia de la Rec. UIT-T G.982 se muestra en la figura 2.



- (a) Punto de referencia – Este punto de referencia se añade para diferenciar la AF, de la ONU.
- ONU Unidad de red óptica  
 ODN Red de distribución óptica  
 OLT Terminación de línea óptica  
 AF Función de adaptación  
 S Punto en la fibra óptica situado inmediatamente después del punto de conexión óptica OLT[hacia el destino]/ ONU[hacia el origen] (es decir, un conector óptico o empalme óptico)  
 R Punto en la fibra óptica situado inmediatamente antes del punto de conexión óptica ONU[hacia el destino]/ OLT[hacia el origen] (es decir, un conector óptico o empalme óptico)

**Figura 2/G.983.1 – Configuración de referencia para una PON basada en ATM**

La ODN ofrece uno o más trayectos ópticos entre una OLT y una o más ONU. Cada trayecto óptico se define entre puntos de referencia S y R en una determinada ventana de longitudes de onda. Los dos sentidos de transmisión óptica en la ODN se identifican como sigue:

- sentido hacia el destino en el caso de las señales transmitidas de la OLT a la(s) ONU;
- sentido de transmisión hacia el origen en el caso de las señales transmitidas de la(s) ONU a la OLT.

Esta cláusula describe la arquitectura de referencia para el soporte de ATM a través de una PON. El sistema consiste en una terminación de línea óptica (OLT, *optical line termination*), unidad de red óptica (ONU) y un cable de fibra que tiene una configuración de red óptica pasiva (PON, *passive optical network*) con un divisor óptico pasivo. Una fibra está dividida de forma pasiva entre múltiples ONU que comparten la capacidad de una fibra. Debido a la división pasiva, es necesario tomar medidas especiales para garantizar la confidencialidad y la seguridad. Además, en el sentido de transmisión hacia el origen se requiere un protocolo TDMA.

### 5.2.1 Interfaz de nodo de servicio

Véase la Rec. UIT-T G.902.

### 5.2.2 Interfaz en los puntos de referencia S/R y R/S

Esta interfaz en los puntos de referencia S/R y R/S se define como IF<sub>PON</sub>. Se trata de una interfaz específica de la PON que soporta todos los elementos de protocolo necesarios para permitir la transmisión entre la OLT y las ONU.

### **5.3 Bloques funcionales**

#### **5.3.1 Terminación de línea óptica**

La interfaz de terminación de línea óptica (OLT) se efectúa a través de la SNI hacia nodos de servicio, y hacia la PON. La OLT se encarga de la gestión de todos los aspectos del sistema de transporte ATM que se relacionan específicamente con la PON. La ONU y la OLT proporcionan un servicio de transporte ATM transparente entre las UNI y la SNI a través de la PON.

#### **5.3.2 Unidad de red óptica**

La unidad de red óptica (ONU) interconecta a través de la  $IF_{PON}$  con la OLT, y con la UNI. Junto con la OLT, la ONU se encarga de proporcionar un servicio de transporte ATM transparente entre la UNI y la SNI.

En esta arquitectura, los protocolos de transporte ATM en una  $IF_{PON}$  se describen como estando constituidos por una capa dependiente del medio físico, una capa de convergencia de transmisión y una capa ATM. Esta arquitectura sólo tiene por objeto tratar el transporte de ATM; para más detalles véase la Rec. UIT-T I.732.

La capa dependiente del medio físico incluye los esquemas de modulación para los canales en sentido hacia el origen y en sentido hacia el destino (pueden ser diferentes). Es posible que la especificación permita más de un tipo de capa dependiente del medio físico en un mismo sentido de transmisión.

La capa de convergencia de transmisión se encargará de la gestión del acceso distribuido al recurso PON hacia el origen a través de las múltiples ONU. Éste es un elemento de protocolo esencial e influirá directamente en la calidad de servicio ATM resultante.

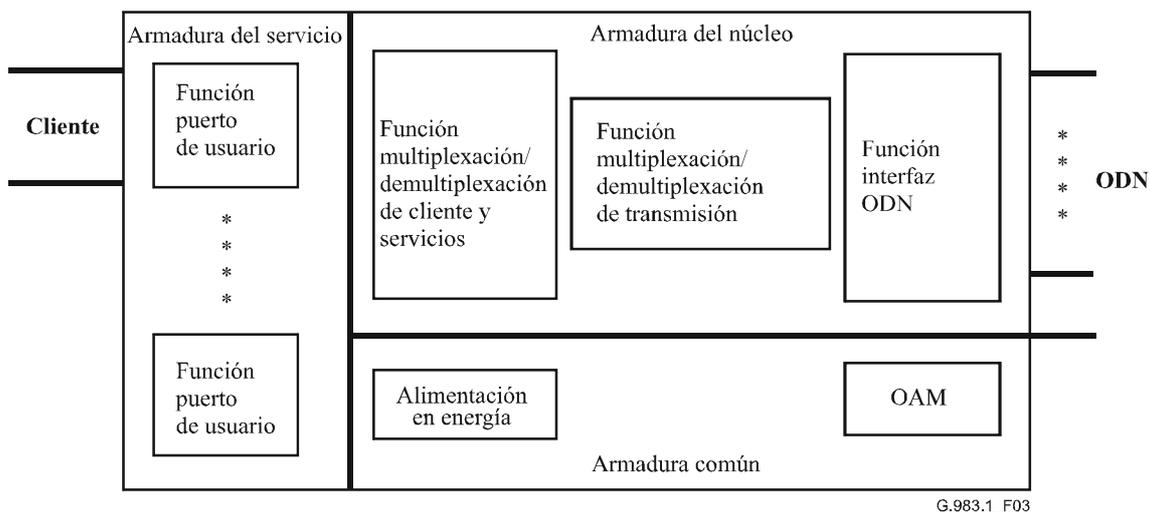
Los protocolos ATM no deberán percibir ningún cambio en la forma en que operan a través de la PON. En el interior de la OLT y de la ONU, las funciones realizadas en la capa ATM, tanto en la OLT como en la ONU, incluirían la retransmisión de célula.

#### **5.3.3 Red de distribución óptica**

La red de distribución óptica proporciona el medio de transmisión óptica desde la OLT hacia los usuarios y viceversa. Utiliza componentes ópticos pasivos.

### **5.4 Bloque funcional ONU**

Como un ejemplo, la terminación de red óptica (ONT) en la técnica de fibra a la vivienda (FTTH) está activa y desacopla el mecanismo de entrega de red de acceso, de la distribución interior. El núcleo de la ONT consiste en la interfaz ODN, puerto de usuario, servicios de transmisión y funciones de multiplexación (MUX)/demultiplexación de clientes, así como la alimentación en energía; véase la figura 3.



**Figura 3/G.983.1 – Ejemplo de bloques funcionales ONT**

### 5.4.1 Interfaz de red de distribución óptica

La interfaz ODN trata el proceso de conversión optoelectrónica. La interfaz ODN extrae células ATM de la cabida útil de PON en sentido hacia el destino e inserta células ATM en la cabida útil de PON en el sentido hacia el origen, sobre la base de la sincronización adquirida de la temporización de la trama en el sentido hacia el destino.

### 5.4.2 Multiplexación

El multiplexor (MUX, *multiplexer*) multiplexa interfaces de servicio hacia una interfaz ODN. Sólo las células ATM válidas pueden pasar a través del MUX; por tanto, muchos VP pueden compartir eficazmente la anchura de banda para la transmisión hacia el origen.

### 5.4.3 Puerto de usuario

El puerto de usuario interconecta a través de la UNI con un terminal. El puerto de usuario puede tratar la inserción de células ATM en la cabida útil hacia el origen y extraer células ATM de la cabida útil hacia el destino.

### 5.4.4 Alimentación de la ONU en energía

La alimentación de la ONU en energía puede ser independiente de la implementación.

## 5.5 Bloque funcional de terminación de línea óptica

La OLT se conecta a las redes conmutadas a través de interfaces normalizadas (VB5.x, V5.x, NNI). En el lado de distribución, presenta accesos ópticos de acuerdo con los requisitos convenidos, en términos de velocidad binaria, presupuesto de potencia, etc.

La OLT consta de tres partes: la función de puerto de servicio, la interfaz ODN y el MUX para acondicionamiento de VP (véase la figura 4). La combinación representada en esta figura no tiene por objeto excluir la función de capa de canal virtual (VC, *virtual channel*) en la OLT. La función de capa VC queda en estudio.

#### 1) *Función de puerto de servicio*

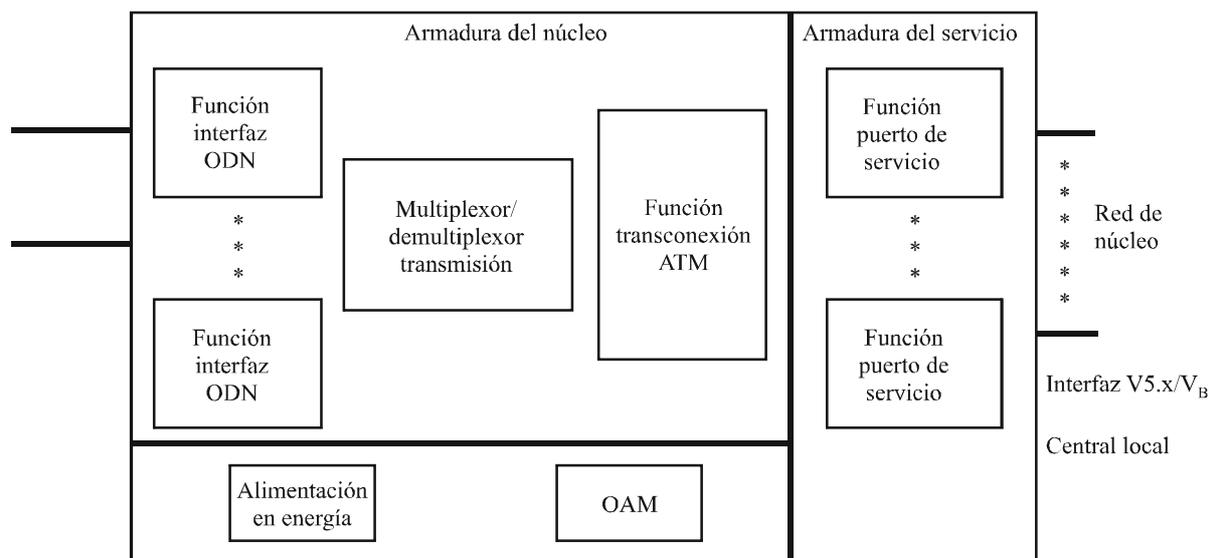
Esta función interconecta con nodos de servicio. La función de puerto de servicio puede tratar la inserción de células ATM en la cabida útil SDH hacia el origen y la extracción de células ATM de la cabida útil SDH hacia el destino. La función puede ser duplicada, por lo que puede ser necesaria la función de protección.

2) *MUX*

El multiplexor/demultiplexor (MUX) proporciona conexiones de VP entre la función de puerto de servicio y la interfaz ODN, y diferentes VP se asignan a diferentes servicios en IF<sub>PON</sub>. Diversas informaciones tales como contenidos principales, señalización y flujos OAM se intercambian utilizando VC del VP.

3) *Interfaz ODN*

El terminal de línea PON trata el proceso de conversión optoelectrónica. La interfaz ODN trata la inserción de células ATM en la cabida útil de la PON hacia el destino y la extracción de células ATM de la cabida útil de la PON hacia el origen.



**Figura 4/G.983.1 – Ejemplo de bloques funcionales OLT**

## 5.6 Bloque funcional de red de distribución óptica

En general la red de distribución óptica (ODN) proporciona el medio de transmisión óptica para la conexión física de las ONU con las OLT.

ONU individuales pueden ser combinadas y ampliadas mediante el empleo de amplificadores ópticos (véase la Rec. UIT-T G.982).

### 5.6.1 Elementos ópticos pasivos

La ODN comprende los siguientes elementos ópticos pasivos:

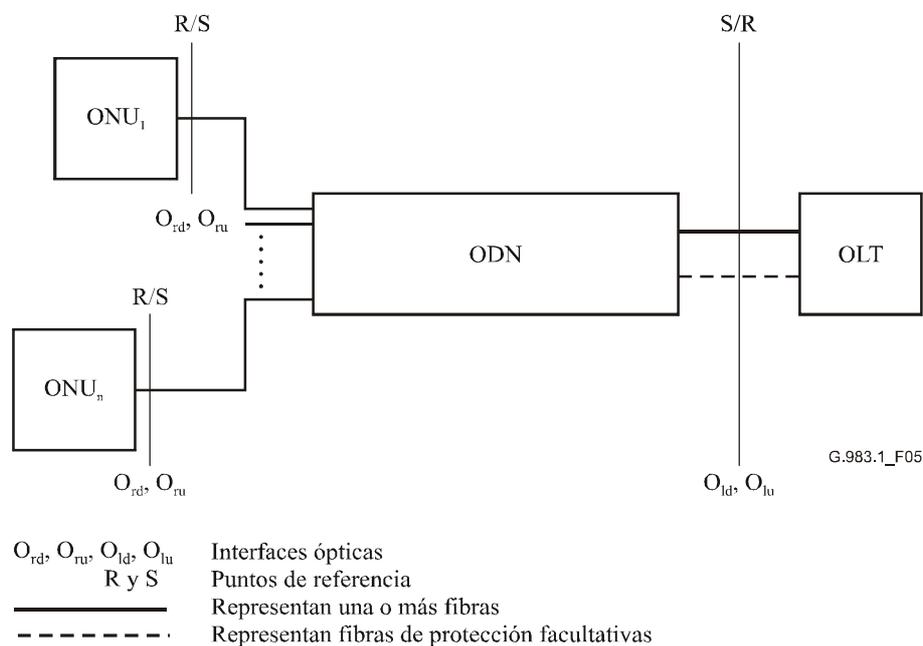
- fibras y cables ópticos monomodo;
- cintas de fibra óptica y cables de cintas de fibra óptica;
- conectores ópticos;
- bifurcadores pasivos;
- atenuadores ópticos pasivos;
- empalmes.

La información concreta requerida para describir los componentes ópticos pasivos figura en la Rec. UIT-T G.671.

La información concreta requerida para describir las fibras óptica y los cables de fibra óptica figura en la Rec. UIT-T G.652.

## 5.6.2 Interfaces ópticas

En el contexto de la configuración de referencia, la figura 5 muestra la configuración física genérica de una ODN.



**Figura 5/G.983.1 – Configuración física genérica de la red de distribución óptica**

Los dos sentidos de transmisión óptica en la ODN se identifican como sigue:

- sentido hacia el destino en el caso de señales transmitidas de la OLT a la(s) ONU,
- sentido hacia el origen en el caso de señales transmitidas de la(s) ONU a la OLT.

La transmisión en el sentido hacia el destino y la transmisión en el sentido hacia el origen pueden tener lugar en la misma fibra y en los mismos componentes (funcionamiento dúplex/díplex), o en fibras y componentes distintos (funcionamiento símplex).

Si se necesitan conectores adicionales u otros dispositivos pasivos para la reorganización de la ODN, serán situados entre S y R, y sus pérdidas se tendrán en cuenta en todo cálculo de pérdida óptica.

La ODN ofrece uno o más trayectos ópticos entre una OLT y una o más ONU. Cada trayecto óptico se define entre puntos de referencia en una determinada ventana de longitudes de onda.

En la figura 5 se definen las siguientes interfaces ópticas:

- $O_{ru}, O_{rd}$  Interfaz óptica de los puntos de referencia R/S entre la ONU y la ODN para los sentidos de transmisión hacia el origen y hacia el destino, respectivamente.
- $O_{lu}, O_{ld}$  Interfaces ópticas en los puntos de referencia S/R entre la OLT y la ODN para los sentidos de transmisión hacia el origen y hacia el destino, respectivamente.

En la capa física, las interfaces pueden requerir más de una fibra, por ejemplo para la separación de los sentidos de transmisión de señales (servicios) de tipos diferentes.

La especificación de las interfaces ópticas ( $O_{ru}, O_{rd}, O_{lu}, O_{ld}$ ) se define en la cláusula 8.

Las propiedades ópticas de la ODN deberán permitir la provisión de cualquier servicio actualmente previsible, sin tener necesidad de introducir extensas modificaciones en la propia ODN. Este requisito influye en las propiedades de los componentes ópticos pasivos que constituyen la ODN. A

continuación se identifica un conjunto de requisitos esenciales que influyen directamente en las propiedades ópticas de la ODN:

- *transparencia óptica a la longitud de onda*: los dispositivos tales como los bifurcadores ópticos, que no están previstos para realizar ninguna función, deberán ser capaces de soportar la transmisión de señales en cualquier longitud de onda en las regiones de 1310 nm y 1550 nm;
- *reciprocidad*: la inversión de los puertos de entrada y salida no producirá cambios importantes en la pérdida óptica a través de los dispositivos;
- *compatibilidad con la fibra*: todos los componentes ópticos serán compatibles con la fibra monomodo especificada en la Rec. UIT-T G.652.

#### **5.6.2.1 Cálculo de la pérdida en el modelo de red de distribución óptica**

Se describe en la Rec. UIT-T G.982.

#### **5.6.2.2 Técnica de cálculo de la pérdida en el modelo de red de distribución óptica**

Se describe en la Rec. UIT-T G.982.

## **6 Servicios**

Tal sistema de acceso de alta velocidad podría proporcionar la gama completa de todos los servicios conocidos hasta el presente, e incluso nuevos servicios que se están examinando para los abonados residenciales y comerciales. En esta materia debe tenerse en cuenta la independencia del servicio con respecto al sistema de transmisión.

Estos servicios abarcan una amplia gama de requisitos de red como son la velocidad binaria, la simetría/asimetría o el retardo, y comprenden desde la distribución de vídeo, con diversos grados de interactividad, hasta la transferencia electrónica de datos, la interconexión LAN, trayectos virtuales transparentes, etc.

Los servicios concretos que habrán de proporcionarse son percibidos de una manera más clara por algunos operadores que por otros y dependen en gran medida de las condiciones particulares de reglamentación de los mercados de los distintos operadores, así como de las posibilidades de los propios mercados. La manera de hacer llegar estos servicios a los usuarios de una manera eficaz con respecto al costo depende no solamente de condiciones de tipo jurídico, sino también de factores que incluyen la infraestructura existente de telecomunicaciones, la distribución de las viviendas y la proporción en que estén presentes los abonados residenciales y los comerciales.

Pese a esta diversidad en la estructuración de los mercados, existen algunas características que han sido percibidas como comunes por todas las partes y que pueden resumirse como sigue:

- algunos servicios requieren velocidades binarias mayores que las soportadas por la RTPC y la RDSI básica. La mejor forma de proporcionar estas velocidades a los usuarios es mediante redes de fibras ópticas o redes mixtas de fibras ópticas y conductores metálicos;
- como los servicios evolucionan y se introducen nuevos servicios, las exigencias de anchura de banda y de gestión serán mayores. Esto requiere que la red de acceso sea flexible y fácil de mejorar.

## **7 Interfaz usuario-red e interfaz de nodo de servicio**

La ubicación de las interfaces UNI y SNI se indica de manera provisional en la configuración de referencia (véase el cuadro 1).

**Cuadro 1/G.983.1 – UNI y SNI**

<b>Tipo de servicio</b>	<b>Norma de la UNI</b>	<b>Norma de la SNI</b>
Definido en la Rec. UIT-T G.982	Rec. UIT-T G.902	Rec. UIT-T G.902
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sistema de vídeo digital de banda ancha</li> <li>– Servicios multimedia</li> <li>– Línea arrendada VP</li> <li>– ATM SVC</li> </ul>	Rec. UIT-T de la serie I.432.x IEEE 802.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rec. UIT-T G.967.1</li> <li>Rec. UIT-T G.967.2</li> </ul>

## **8 Requisitos de la red óptica**

### **8.1 Estructura de red óptica dividida en capas**

La división en capas se basa en la Rec. UIT-T G.982. La ODN es la red de distribución de fibra óptica basada en divisores ópticos pasivos y bifurcadores ópticos. La OAN es el sistema entre los puntos de referencia "V" y "T" (figura 2). La ONU puede tener una función de adaptación (AF, *adaptation function*), para transmisión por línea de abonado digital (DSL, *digital subscriber line*) a través de conductores de cobre al cliente. La OAN se gestiona como un elemento, a través de una interfaz de gestión Q3.

El modelo de referencia de protocolo se divide en medio físico, capa TC, y capa de trayecto (véanse las Recs. G.902, I.326 y G.982). Como ejemplo, en el cuadro 2 se muestra una red ATM-PON. En la red ATM-PON, la capa de trayecto corresponde al trayecto virtual (VP, *virtual path*) de la capa ATM.

**Cuadro 2/G.983.1 – Estructuración en capas de la red ATM-PON**

<b>Capa de trayecto</b>		<b>Véase la Rec. UIT-T I.732</b>
Capa de medio de transmisión (Nota)	Capa TC	Véase la Rec. UIT-T I.732
	Adaptación Transmisión PON	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinación de distancia</li> <li>Atribución de intervalo de célula</li> <li>Atribución de anchura de banda</li> <li>Confidencialidad y seguridad</li> <li>Alineación de trama</li> <li>Sincronización de ráfaga</li> <li>Sincronización de bit/octeto</li> </ul>
	Capa de medio físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptación E/O</li> <li>Multiplexación por división en longitud de onda</li> <li>Conexión de fibras</li> </ul>
NOTA – La capa de medio de transmisión debe proporcionar las funciones OAM conexas.		

La capa TC se divide en subcapas de transmisión y adaptación PON que corresponden a la subcapa de convergencia de transmisión de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) en la Rec. UIT-T I.321. La subcapa de transmisión PON termina la función de transmisión requerida en la ODN. Las funciones específicas de la PON son terminadas por la subcapa de transmisión PON, y esta subcapa no es visible desde la subcapa de adaptación.

Las dos capas consideradas son la capa dependiente del medio físico y la capa TC, basadas en los principios de estructuración en capas G.958.

## 8.2 Requisitos de la capa dependiente del medio físico para la ATM-PON

### 8.2.1 Velocidad binaria nominal de la señal digital

La velocidad en la línea de transmisión debe ser un múltiplo de 8 kHz. Los sistemas B-PON tendrán las siguientes velocidades de línea nominales (hacia el destino/hacia el origen):

- 155,52 Mbit/s/155,52 Mbit/s,
- 622,08 Mbit/s/155,52 Mbit/s,
- 622,08 Mbit/s/622,08 Mbit/s,
- 1244,16 Mbit/s/155,52 Mbit/s,
- 1244,16 Mbit/s/622,08 Mbit/s.

Los parámetros que habrán de definirse se dividirán en parámetros hacia el destino y parámetros hacia el origen, con las velocidades binarias nominales indicadas en el cuadro 3.

**Cuadro 3/G.983.1 – Relación entre las categorías de parámetros y los cuadros**

Sentido de transmisión	Velocidad binaria nominal	Cuadro
Hacia el destino	155,52 Mbit/s	Cuadro 4-b (hacia el destino, 155 Mbit/s)
	622,08 Mbit/s	Cuadro 4-c (hacia el destino, 622 Mbit/s)
	1244,16 Mbit/s	Cuadro 4-d (hacia el destino, 1244 Mbit/s)
Hacia el origen	155,52 Mbit/s	Cuadro 4-e (hacia el origen, 155 Mbit/s)
	622,08 Mbit/s	Cuadro 4-f (hacia el origen, 622 Mbit/s)

Todos los parámetros se especifican como sigue y serán conformes con el cuadro 4-a (ODN), el cuadro 4-b (hacia el destino, 155 Mbit/s), cuadro 4-c (hacia el destino, 622 Mbit/s), cuadro 4-d (hacia el destino, 1244 Mbit/s), cuadro 4-e (hacia el origen, 155 Mbit/s) y cuadro 4-f (hacia el origen, 622 Mbit/s). Estos cuadros se denominan en forma general cuadro 4 en esta Recomendación, sin que ello cree confusión.

Todos los valores de parámetros especificados son valores de caso más desfavorable, que se suponen satisfechos en la gama de condiciones operativas estándar (es decir, gamas de temperatura y humedad), e incluyen los efectos de envejecimiento. Los parámetros se especifican con relación a un objetivo de diseño de sección óptica con una tasa de errores en los bits (BER, *bit error ratio*) no peor que  $1 \times 10^{-10}$  para el caso extremo de condiciones de atenuación y de dispersión del trayecto óptico.

**Cuadro 4-a/G.983.1 – Parámetros de la capa dependiente del medio físico de la ODN**

Elementos	Unidad	Especificación
Tipo de fibra	–	Rec. UIT-T G.652
Gama de atenuación (Rec. UIT-T G.982)	dB	Clase A: 5-20 Clase B: 10-25 Clase C: 15-30
Pérdida de trayecto óptico diferencial	dB	15
Máxima penalización de trayecto óptico	dB	1
Máximo alcance lógico diferencial	km	20
Máxima distancia de fibra entre puntos S/R y R/S	km	20

**Cuadro 4-a/G.983.1 – Parámetros de la capa dependiente del medio físico de la ODN**

Elementos	Unidad	Especificación
Mínima relación de división soportada	–	Restringida por la pérdida del trayecto y por los límites de direccionamiento de la ONU PON con divisores pasivos (división en forma 16 o en forma 32)
Transmisión bidireccional	–	WDM con 1 fibra, o 2 fibras

**Cuadro 4-b/G.983.1 – Parámetros de la interfaz óptica a 155 Mbit/s sentido hacia el destino**

Elementos	Unidad	Fibra individual		Fibra doble	
		Transmisor OLT (interfaz óptica O <sub>ld</sub> )			
Velocidad binaria nominal	Mbit/s	155,52		155,52	
Longitud de onda operativa	nm	1480-1580		1260-1360	
Código de línea	–	NRZ pseudoaleatorizado		NRZ pseudoaleatorizado	
Máscara del diagrama de ojo del transmisor	–	Figura 6		Figura 6	
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del transmisor	dB	NA		NA	
Mínima ORL de ODN en O <sub>ld</sub> y O <sub>lu</sub> (Notas 1 y 2)	dB	mayor que 32		mayor que 32	
Clase de ODN		Clase B	Clase C	Clase B	Clase C
Potencia media inyectada MÍN	dBm	–4	–2	–4	–2
Potencia media inyectada MÁX	dBm	+2	+4	+1	+3
Potencia óptica inyectada sin entrada en el transmisor	dBm	NA		NA	
Relación de extinción	dB	mayor que 10		mayor que 10	
Tolerancia del transmisor a la potencia luminosa incidente	dB	mayor que –15		mayor que –15	
Si láser MLM – Máximo valor cuadrático medio de anchura	nm	1,8		5,8	
Si láser SLM – Máxima anchura entre puntos de 20 dB (Nota 3)	nm	1		1	
Si láser SLM – Mínima relación de supresión de modo lateral	dB	30		30	
		Receptor ONU (interfaz óptica O <sub>rd</sub> )			
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del receptor	dB	menor que –20		menor que –20	
Tasa de errores en los bits	–	menor que 10 <sup>-10</sup>		menor que 10 <sup>-10</sup>	
Clase de ODN		Clase B	Clase C	Clase B	Clase C
Sensibilidad mínima	dBm	–30	–33	–30	–33

**Cuadro 4-b/G.983.1 – Parámetros de la interfaz óptica a 155 Mbit/s  
sentido hacia el destino**

Elementos	Unidad	Fibra individual		Fibra doble	
Sobrecarga mínima	dBm	-8	-11	-9	-12
Inmunidad a dígitos idénticos consecutivos	bit	mayor que 72		mayor que 72	
Tolerancia a la fluctuación de fase	-	Figura 9		Figura 9	
Tolerancia a la potencia óptica reflejada	dB	menor que 10		menor que 10	
<p>NOTA 1 – El valor de "ORL mínima de ODN en los puntos <math>O_{ru}</math> y <math>O_{rd}</math>, y <math>O_{lu}</math> y <math>O_{ld}</math>" debe ser mayor que 20 dB en casos facultativos que se describen en el apéndice I.</p> <p>NOTA 2 – Los valores de la reflectancia del transmisor ONU en caso de que el valor de "ORL mínima de ODN en los puntos <math>O_{ru}</math> y <math>O_{rd}</math>, y <math>O_{lu}</math> y <math>O_{ld}</math>" es 20 dB se describen en el apéndice II.</p> <p>NOTA 3 – En la Rec. UIT-T G.957 se hace referencia a la máxima anchura entre los puntos de -20 dB, y relación mínima de supresión de modo lateral.</p>					

**Cuadro 4-c/G.983.1 – Parámetros de la interfaz óptica  
a 622 Mbit/s sentido hacia el destino**

Elementos	Unidad	Fibra única			Fibra doble		
		Transmisor OLT (interfaz óptica $O_{ld}$ )					
Velocidad binaria nominal	Mbit/s	622,08			622,08		
Longitud de onda operativa	nm	1480-1580			1260-1360		
Código de línea	-	NRZ seudoaleatorizado			NRZ seudoaleatorizado		
Máscara del diagrama de ojo del transmisor	-	Figura 6			Figura 6		
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del transmisor	dB	NA			NA		
Mínima ORL de ODN en $O_{ld}$ y $O_{lu}$ (Notas 1 y 2)	dB	mayor que 32			mayor que 32		
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C	Clase A	Clase B	Clase C
Potencia media inyectada MÍN	dBm	-7	-2	-2	-7	-2	-2
Potencia media inyectada MÁX	dBm	-1	+4	+4	-2	+3	+3
Potencia óptica inyectada sin entrada al transmisor	dBm	NA			NA		
Relación de extinción	dB	mayor que 10			mayor que 10		
Tolerancia del transmisor a la potencia luminosa incidente	dB	mayor que -15			mayor que -15		
Si láser MLM – Máximo valor cuadrático medio de anchura	nm	NA			1,4		
Si láser SLM – Máxima anchura entre puntos de -20 dB (Nota 3)	nm	1			1		
Si láser SLM – Mínima relación de supresión de modo lateral	dB	30			30		

**Cuadro 4-c/G.983.1 – Parámetros de la interfaz óptica  
a 622 Mbit/s sentido hacia el destino**

Elementos	Unidad	Fibra única			Fibra doble		
		Receptor ONU (interfaz óptica $O_{rd}$ )					
Máxima reflectancia de equipo medida a la longitud de onda del receptor	dB	menor que -20			menor que -20		
Tasa de errores en los bits	-	menor que $10^{-10}$			menor que $10^{-10}$		
Clase de ODN		Clase A	Clase B	Clase C	Clase A	Clase B	Clase C
Sensibilidad mínima	dBm	-28	-28	-33	-28	-28	-33
Sobrecarga mínima	dBm	-6	-6	-11	-7	-7	-12
Inmunidad a dígitos idénticos consecutivos	bit	mayor que 72			mayor que 72		
Tolerancia a la fluctuación de fase	-	Figura 9			Figura 9		
Tolerancia a la potencia óptica reflejada	dB	menor que 10			menor que 10		
<p>NOTA 1 – El valor de "ORL mínima de ODN en los puntos <math>O_{ru}</math>, <math>O_{rd}</math>, <math>O_{lu}</math> y <math>O_{ld}</math>" debe ser mayor que 20 dB en los casos opcionales descritos en el apéndice I.</p> <p>NOTA 2 – Los valores de la reflectancia del transmisor ONU en el caso de que el valor de "ORL mínima de ODN en los puntos <math>O_{ru}</math>, <math>O_{rd}</math>, <math>O_{lu}</math> y <math>O_{ld}</math>" sea 20 dB se describen en el apéndice II.</p> <p>NOTA 3 – En la Rec. UIT-T G.957 se hace referencia a la máxima anchura entre los puntos de -20 dB, y a la relación mínima de supresión en modo lateral.</p>							

**Cuadro 4-d/G.983.1 – Parámetros de la interfaz óptica  
a 1244 Mbit/s en sentido hacia el destino**

Elementos	Unidad	Fibra única			Fibra doble		
		Transmisor OLT (interfaz óptica $O_{ld}$ )					
Velocidad binaria nominal	Mbit/s	1244,16			1244,16		
Longitud de onda de funcionamiento	nm	1480-1500			1260-1360		
Código de línea	-	NRZ pseudoaleatorizado			NRZ pseudoaleatorizado		
Máscara del diafragma de ojo del transmisor	-	Figura 6			Figura 6		
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del transmisor	dB	NA			NA		
Mínima ORL de ODN en $O_{lu}$ y $O_{ld}$ (Notas 1 y 2)	dB	mayor que 32			mayor que 32		
Clase ODN		Clase A	Clase B	Clase C	Clase A	Clase B	Clase C
Potencia media inyectada MÍN	dBm	-4	+1	+5	-4	+1	+5
Potencia media inyectada MÁX	dBm	+1	+6	+9	+1	+6	+9
Potencia óptica inyectada sin entrada al transmisor	dBm	NA			NA		
Relación de extinción	dB	mayor que 10			mayor que 10		
Tolerancia del transmisor a la potencia luminosa incidente	dB	mayor que -15			mayor que -15		

**Cuadro 4-d/G.983.1 – Parámetros de la interfaz óptica a 1244 Mbit/s en sentido hacia el destino**

Elementos	Unidad	Fibra única			Fibra doble		
Si láser MLM – Máximo valor cuadrático medio de anchura	nm	NA			NA		
Si láser SLM – Máxima anchura entre puntos de –20 dB (Nota 3)	nm	1			1		
Si láser SLM – Mínima relación de supresión de modo lateral	dB	30			30		
		Receptor ONU (interfaz óptica O <sub>rd</sub> )					
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del receptor	dB	menor que –20			menor que –20		
Tasa de errores en los bit	–	menor que 10 <sup>-10</sup>			menor que 10 <sup>-10</sup>		
Clase ODN		Clase A	Clase B	Clase C	Clase A	Clase B	Clase C
Sensibilidad mínima	dBm	–25	–25	–26	–25	–25	–25
Sobrecarga mínima (Nota 4)	dBm	–4	–4	–4	–4	–4	–4
Inmunidad a dígitos idénticos consecutivos	bit	mayor que 72			mayor que 72		
Tolerancia a la fluctuación de fase	–	Figura 9			Figura 9		
Tolerancia a la potencia óptica reflejada	dB	menor que 10			menor que 10		
<p>NOTA 1 – El valor de "ORL mínima de ODN en los puntos O<sub>ru</sub> y O<sub>rd</sub> y O<sub>lu</sub> y O<sub>ld</sub>" debe ser mayor que 20 dB en los casos opcionales del apéndice I.</p> <p>NOTA 2 – Los valores de la reflectancia del transmisor ONU en caso de que el valor de "ORL mínima de ODN en los puntos O<sub>ru</sub> y O<sub>rd</sub> y O<sub>lu</sub> y O<sub>ld</sub>" sea 20 dB se describen en el apéndice II.</p> <p>NOTA 3 – En la Rec. UIT-T G.957 se hace referencia a la máxima anchura entre los puntos –20 dB y a la relación mínima de supresión en modo lateral.</p> <p>NOTA 4 – Si bien sólo es necesaria una sobrecarga de –6 dBm para soportar la clase C de ODN, se ha elegido una sobrecarga de –4 dBm para la uniformidad del receptor ONU para todas las clases de ODN.</p>							

**Cuadro 4-e/G.983.1 – Parámetros de la interfaz óptica a 155 Mbit/s sentido hacia el origen**

Elementos	Unidad	Fibra individual	Fibra doble
		Transmisor ONU (interfaz óptica O <sub>ru</sub> )	
Velocidad binaria nominal	Mbit/s	155,52	155,52
Longitud de onda operativa	nm	1260-1360	1260-1360
Código de línea	–	NRZ pseudoaleatorizado	NRZ pseudoaleatorizado
Máscara del diagrama de ojo del transmisor	–	Figura 7	Figura 7
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del transmisor	dB	menor que –6	menor que –6

**Cuadro 4-e/G.983.1 – Parámetros de la interfaz óptica a 155 Mbit/s  
sentido hacia el origen**

Elementos	Unidad	Fibra individual		Fibra doble	
		Clase B	Clase C	Clase B	Clase C
Mínima ORL de ODN en $O_{ru}$ y $O_{rd}$ (Notas 1 y 2)	dB	mayor que 32		mayor que 32	
Clase de ODN		Clase B	Clase C	Clase B	Clase C
Potencia media inyectada MÍN	dBm	-4	-2	-4	-2
Potencia media inyectada MÁX	dBm	+2	+4	+1	+3
Potencia óptica inyectada sin entrada en el transmisor	dBm	menor que la sensibilidad mín -10		menor que la sensibilidad mín -10	
Relación de extinción	dB	mayor que 10		mayor que 10	
Tolerancia del transmisor a la potencia luminosa incidente	dB	mayor que -15		mayor que -15	
Si láser MLM – Máximo valor cuadrático medio de anchura	nm	5,8		5,8	
Si láser SLM – Máxima anchura entre puntos de -20 dB (Nota 3)	nm	1		1	
Si láser SLM – Mínima relación de supresión de modo lateral	dB	30		30	
Transferencia de fluctuación de fase	-	Figura 8		Figura 8	
Generación de fluctuación de fase en anchura de banda de 0,5 kHz a 1,3 MHz	UI ptp	0,2		0,2	
		Receptor OLT (interfaz óptica $O_{lu}$ )			
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del receptor	dB	menor que -20		menor que -20	
Tasa de errores de bit	-	menor que $10^{-10}$		menor que $10^{-10}$	
Clase de ODN		Clase B	Clase C	Clase B	Clase C
Sensibilidad mínima	dBm	-30	-33	-30	-33
Sobrecarga mínima	dBm	-8	-11	-9	-12
Inmunidad a dígitos idénticos consecutivos	bit	mayor que 72		mayor que 72	
Tolerancia a la fluctuación de fase	-	NA		NA	
Tolerancia a la potencia óptica reflejada	dB	menor que 10		menor que 10	
<p>NOTA 1 – El valor de "ORL mínima de ODN en los puntos <math>O_{ru}</math> y <math>O_{rd}</math>, y <math>O_{lu}</math> y <math>O_{ld}</math>" debe ser mayor que 20 dB en casos facultativos que se describen en el apéndice I.</p> <p>NOTA 2 – Los valores de la reflectancia del transmisor ONU en caso de que el valor de "ORL mínima de ODN en los puntos <math>O_{ru}</math> y <math>O_{rd}</math>, y <math>O_{lu}</math> y <math>O_{ld}</math>" es 20 dB se describen en el apéndice II.</p> <p>NOTA 3 – En la Rec. UIT-T G.957 se hace referencia a la máxima anchura entre los puntos de -20 dB, y relación mínima de supresión de modo lateral.</p>					

**Cuadro 4-f/G.983.1 – Parámetros de la interfaz óptica a 622 Mbit/s  
en sentido hacia el origen**

Elementos	Unidad	Especificaciones		
		Transmisor ONU (interfaz óptica O <sub>ru</sub> )		
Velocidad binaria nominal	Mbit/s	622,08		
Longitud de onda operativa (Nota 3)	nm	MLM tipo 1 o SLM: 1260-1360 MLM tipo 2: 1280-1350 MLM tipo 3: 1288-1338		
Código de línea	–	NRZ pseudoaleatorizado		
Máscara del diagrama de ojo del transmisor	–	Figura 7		
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del transmisor	dB	menor que –6		
Máxima ORL de ODN en O <sub>ld</sub> y O <sub>lu</sub> (Notas 1 y 2)	dB	mayor que 32		
Clase de ODN (Nota 5)		Clase A	Clase B	Clase C
Potencia media inyectada MÍN	dBm	–6	–1	–1
Potencia media inyectada MÁX	dBm	–1	+4	+4
Potencia óptica inyectada sin entrada al transmisor	dBm	menor que la sensibilidad mín –10		
Relación de extinción	dB	mayor que 10		
Tolerancia a la potencia luminosa incidente en el transmisor	dB	mayor que –15		
Si láser MLM – Máximo valor cuadrático medio de anchura (Nota 3)	nm	MLM tipo 1: 1,4 MLM tipo 2: 2,1 MLM tipo 3: 2,7		
Si láser SLM – Máxima anchura entre puntos de –20 dB (Nota 4)	nm	1		
Si láser SLM – Mínima relación de supresión de modo lateral	dB	30		
Transferencia de fluctuación de fase	–	Figura 8		
Generación de fluctuación de fase entre 2,0 kHz y 5,0 MHz	UI p-p	0,2		
		Receptor OLT (interfaz óptica O <sub>lu</sub> )		
Máxima reflectancia de equipo, medida a la longitud de onda del receptor	dB	menor que –20		
Tasa de errores en los bits	–	menor que 10 <sup>–10</sup>		
Clase de ODN (Nota 5)		Clase A	Clase B	Clase C
Sensibilidad mínima	dBm	–27	–27	–32
Sobrecarga mínima	dBm	–6	–6	–11
Inmunidad a dígitos idénticos consecutivos	bit	mayor que 72		
Tolerancia a la fluctuación de fase	–	NA		
Tolerancia a la potencia óptica reflejada	dB	menor que 10		

## Cuadro 4-f/G.983.1 – Parámetros de la interfaz óptica a 622 Mbit/s en sentido hacia el origen

NOTA 1 – El valor de "ORL mínima de ODN en los puntos  $O_{ru}$ ,  $O_{rd}$ ,  $O_{lu}$  y  $O_{ld}$ " debe ser mayor que 20 dB en los casos opcionales del apéndice I.

NOTA 2 – Los valores de la reflectancia del transmisor ONU en caso de que el valor de "ORL mínima de ODN en los puntos  $O_{ru}$ ,  $O_{rd}$ ,  $O_{lu}$  y  $O_{ld}$ " sea 20 dB se describen en el apéndice II.

NOTA 3 – Los tipos de transmisor que cumplan especificaciones de anchura espectral más estrictas pueden disfrutar de intervalos de longitud de onda central más amplios. Los tipos de láser especificados producen menos de 1 dB de penalización en el trayecto óptico de la ODN. Se pueden utilizar láseres con parámetros ópticos diferentes con tal de que:

- 1) el intervalo total de longitudes de onda no supere los 1260 nm a 1360 nm, y
- 2) los incrementos de penalización en el trayecto óptico superiores a 1 dB se compensen con un incremento de la potencia mínima inyectada transmitida o con una disminución de la sensibilidad mínima del receptor.

Para el interfuncionamiento, se recomienda utilizar los tipos de láser especificados con una penalización del trayecto óptico inferior a 1 dB.

NOTA 4 – En la Rec. UIT-T G.957 se hace referencia a la máxima anchura entre los puntos de -20 dB y a la relación mínima de supresión en modo lateral.

NOTA 5 – Los valores propuestos para la clase C hacia el origen son simplemente estimaciones, por consiguiente podrían modificarse en el futuro.

### 8.2.2 Medio físico y método de transmisión

#### 8.2.2.1 Medio de transmisión

Esta especificación se basa en la fibra descrita en la Rec. UIT-T G.652.

#### 8.2.2.2 Sentido de transmisión

La señal se transmite en ambos sentidos, hacia el origen y hacia el destino, a través del medio de transmisión.

#### 8.2.2.3 Método de transmisión

Para la transmisión bidireccional se utiliza la técnica de multiplexación por división en longitud de onda (WDM, *wavelength division multiplexing*) con longitudes de onda en la región de 1310 nm y en la región de 1550 nm, en una sola fibra, o en dos fibras unidireccionales con longitudes de onda en la región de 1310 nm.

### 8.2.3 Velocidad binaria

#### 8.2.3.1 Transmisión hacia el destino

La velocidad binaria nominal de la señal OLT a ONU es 155,52, 622,08 ó 1244,16 Mbit/s. Cuando la OLT y el centro de conmutación de extremo están en su estado operativo normal, esta velocidad puede ser marcada por un reloj Stratum-1 (exactitud de  $1 \times 10^{-11}$ ). Cuando el centro de conmutación de extremo está en su modo de funcionamiento libre, la velocidad de la señal transmitida hacia el destino puede ser marcada por un reloj Stratum-3 (exactitud de  $4,6 \times 10^{-6}$ ). Cuando la OLT se encuentra en su modo de funcionamiento libre, la exactitud de la señal transmitida hacia el destino es la de un reloj Stratum-4 ( $3,2 \times 10^{-5}$ ).

#### 8.2.3.2 Transmisión hacia el origen

Cuando se encuentre en uno de sus estados operativos y reciba una concesión, la ONU transmitirá una señal de 155,52 Mbit/s o de 622,08 Mbit/s con una exactitud igual a la de la señal hacia el

destino recibida. La ONU no transmitirá ninguna señal cuando no se encuentre en uno de sus estados operativos, o cuando no haya recibido una concesión.

#### **8.2.4 Código de línea**

##### **8.2.4.1 Transmisión hacia el destino**

Codificación NRZ.

El método de pseudoaleatorización se define en la especificación de la capa TC.

Para el nivel lógico óptico se aplica el siguiente convenio:

- nivel alto de emisión de luz para UNO binario;
- nivel bajo de emisión de luz para CERO binario.

##### **8.2.4.2 Transmisión hacia el origen**

Codificación NRZ.

El método de pseudoaleatorización se define en la especificación de la capa TC.

Para el nivel lógico óptico se aplica el siguiente convenio:

- nivel alto de emisión de luz para UNO binario;
- nivel bajo de emisión de luz para CERO binario.

#### **8.2.5 Longitud de onda operativa**

##### **8.2.5.1 Transmisión hacia el destino**

La gama de longitudes de onda operativas para el sentido de transmisión hacia el destino en sistemas de una sola fibra será 1480-1580 nm. Obsérvese que en la Rec. UIT-T G.983.3 se describe un plan de longitudes de onda más completo que limita la gama en el sentido hacia el destino para los sistemas de una sola fibra.

La gama de longitudes de onda operativas para el sentido de transmisión hacia el destino en el sistema de dos fibras será 1260-1360 nm.

##### **8.2.5.2 Transmisión hacia el origen**

La gama de longitudes de onda operativas para el sentido de transmisión hacia el origen será 1260-1360 nm.

#### **8.2.6 Transmisor en $O_{ld}$ y $O_{ru}$**

Todos los parámetros se especifican como sigue y serán conformes con el cuadro 4.

##### **8.2.6.1 Tipo de fuente**

Según las características de atenuación/dispersión, entre los dispositivos transmisores realizables están láseres en modo multilongitudinal (MLM, *multi-longitudinal mode*) y los láseres en modo monolongitudinal (SLM, *single-longitudinal mode*). Para cada una de las aplicaciones, esta Recomendación indica un tipo de fuente nominal. Se tiene entendido que la indicación de un tipo de fuente nominal en esta especificación no es un requisito y que los dispositivos SLM pueden ser sustituidos por cualquier dispositivo que tenga MLM como tipo de fuente nominal y que no degrade la calidad de funcionamiento del sistema.

##### **8.2.6.2 Características espectrales**

Para los láseres MLM, la longitud espectral se especifica por el valor cuadrático medio de la anchura (RMS, *root mean square*) en condiciones operativas estándar. Por valor cuadrático medio de la anchura habrá de entenderse la desviación típica de la distribución espectral. El método de

medición para las anchuras de valor cuadrático medio deberá tener en cuenta todos los modos que no estén más de 20 dB por debajo del modo de cresta.

Para los láseres SLM, la longitud espectral máxima se especifica por la anchura máxima de la cresta de la longitud de onda central, medida entre los puntos cuya amplitud medida está 20 dB por debajo de la amplitud máxima para la longitud de onda central en condiciones operativas estándar. Además, para el control del ruido de partición de modo en sistemas SLM, se especifica un valor mínimo para la relación de supresión de modo en el lado láser.

### **8.2.6.3 Potencia media inyectada**

La potencia media inyectada en  $O_{ld}$  y  $O_{ru}$  es la potencia media de una secuencia datos pseudoaleatoria inyectada en la fibra por el transmisor. Se da en forma de gama para permitir algunas optimizaciones de costo y tener en cuenta todas las tolerancias para el funcionamiento en condiciones inferiores a las estándar, degradación del conector del transmisor, tolerancias de las mediciones y efectos de envejecimiento.

La cifra más baja es la potencia mínima que se suministrará en los estados O6, O7 y O8, y la más alta es la potencia que nunca será rebasada en los estados O6, O7 y O8. En el modo determinación de distancia, estado O4 (sólo para el arranque de la potencia óptica), la potencia puede bajar de la mínima potencia inyectada especificada, y no puede rebasar la máxima potencia inyectada especificada en más de 3 dB.

NOTA – Para asegurar la exactitud de la medición, se deben tomar precauciones especiales en cuanto a la forma de la salida de la señal en ráfaga de la ONU.

#### **8.2.6.3.1 Potencia óptica inyectada sin la entrada en el transmisor**

En el sentido hacia el origen, el transmisor ONU no inyectará potencia en la fibra en todos los intervalos que no hayan sido asignados a esa ONU. La ONU tampoco inyectará potencia durante el periodo de guarda de los intervalos que le han sido asignados con excepción de los dos últimos bits que pueden utilizarse para polarización previa del láser, y el bit que sigue inmediatamente a la célula asignada, durante el cual la salida cae a 0. El nivel de potencia inyectada durante la polarización previa del láser será inferior a 0,1 del nivel correspondiente al "1".

### **8.2.6.4 Mínima relación de extinción**

El convenio adoptado para los niveles lógicos ópticos es el siguiente:

- nivel alto de emisión de luz para "1" lógico,
- nivel bajo de emisión de luz para "0" lógico.

La relación de extinción (EX) se define como sigue:

$$EX = 10 \log_{10} (A/B)$$

donde  $A$  es el nivel medio de potencia óptica en el centro del "1" lógico y  $B$  es el nivel medio de potencia óptica en el centro del "0" lógico.

La relación de extinción para la señal en modo ráfaga en el sentido hacia el origen se aplica desde el primer bit del preámbulo hasta el último bit de la señal de ráfaga inclusive. Esto no es aplicable al procedimiento de establecimiento de potencia óptica (véase 8.4.4.2 "Procedimiento de determinación de distancia en la ONU").

### **8.2.6.5 Reflectancia máxima del equipo, medida a la longitud de onda del transmisor**

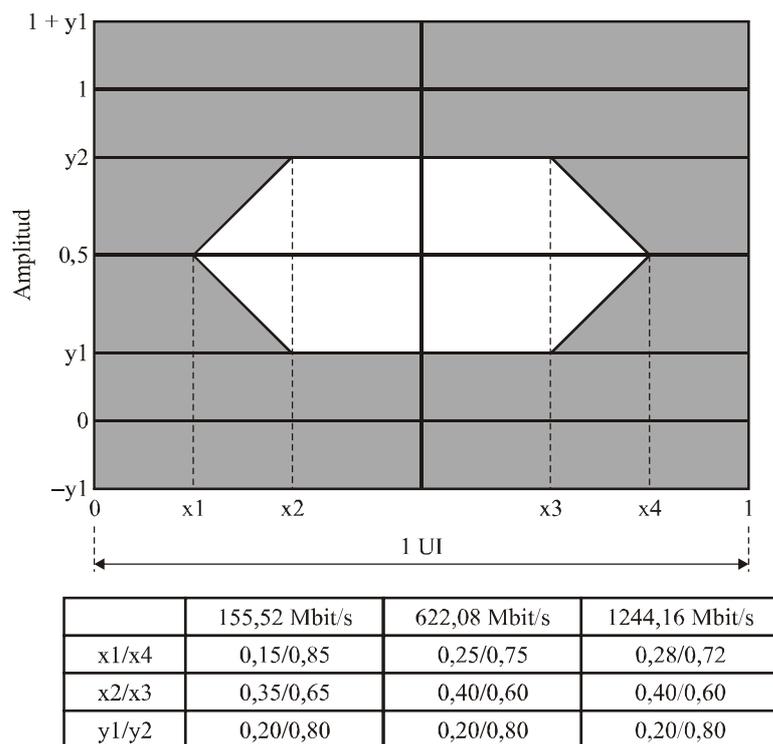
La potencia óptica que se refleja en el equipo (ONU/OLT) que retorna a la planta de cable se especifica por la reflectancia máxima admisible del equipo medida en  $O_{ld}/O_{ru}$ . Deberá ser conforme con el cuadro 4.

### 8.2.6.6 Máscara del diagrama de ojo del transmisor

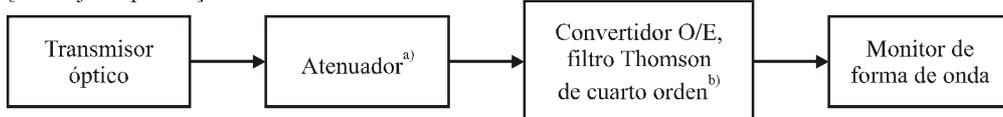
En esta Recomendación, las características generales de la forma de los impulsos del transmisor, incluido el tiempo de subida, el tiempo de caída, la sobreoscilación del impulso, la suboscilación del impulso y la señal de timbre, todo lo cual debe controlarse para evitar una degradación excesiva de la sensibilidad del receptor, se especifican en forma de una máscara del diagrama de ojo del transmisor en  $O_{td}/O_{ru}$ . Para una evaluación de la señal en transmisión, es importante considerar no solamente la apertura del diagrama de ojo, sino también las limitaciones de la sobreoscilación y la suboscilación.

#### 8.2.6.6.1 Transmisor OLT

Los parámetros que especifican la máscara del diagrama de ojo se muestran en la figura 6.



[Montaje de prueba]



G.983.1\_F06

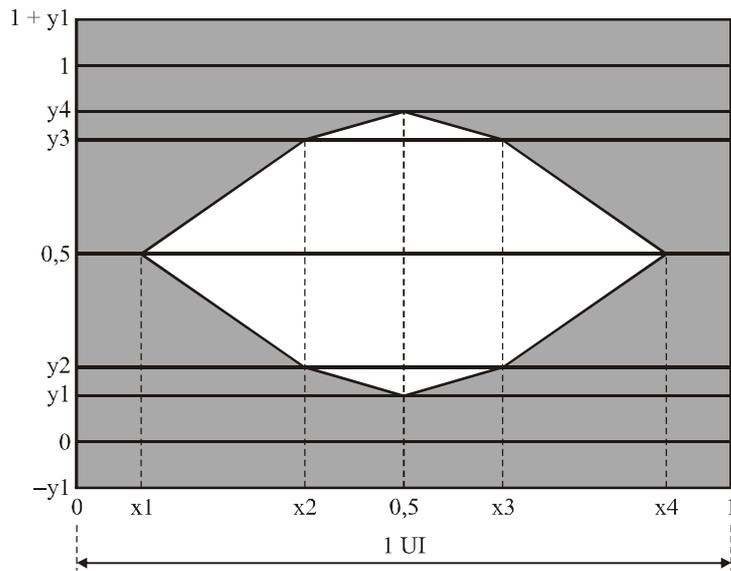
a) El atenuador se utiliza si es necesario.

b) La frecuencia de corte (frecuencia de atenuación de 3 dB) del filtro es 0,75 veces la correspondiente a la velocidad binaria nominal de salida.

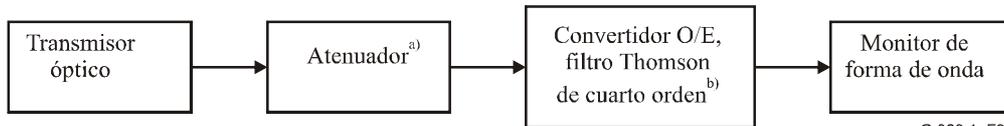
**Figura 6/G.983.1 – Máscara del diagrama de ojo para la señal en transmisión hacia el destino**

### 8.2.6.6.2 Transmisor ONU

Los parámetros que especifican la máscara del diagrama de ojo se muestran en la figura 7.



	155,52 Mbit/s	622,08 Mbit/s
x1/x4	0,10/0,90	0,20/0,80
x2/x3	0,35/0,65	0,40/0,60
y1/y4	0,13/0,87	0,15/0,85
y2/y3	0,20/0,80	0,20/0,80



G.983.1\_F07

<sup>a)</sup> El atenuador se utilizará cuando sea necesario.

<sup>b)</sup> La frecuencia de corte del filtro (frecuencia de atenuación de 3 dB) es 0,75 veces la velocidad binaria nominal de salida.

**Figura 7/G.983.1 – Máscara del diagrama de ojo para la señal en transmisión hacia el origen**

La máscara del diagrama de ojo para la señal en modo ráfaga en el sentido hacia el origen es desde el primer bit del preámbulo hasta el último bit de la señal de ráfaga inclusive. Esto no es aplicable al procedimiento de establecimiento de la potencia óptica (véase 8.4.4.2 "Procedimiento de determinación de distancia en la ONU").

### 8.2.6.7 Tolerancia a la potencia óptica reflejada

La calidad de funcionamiento especificada del transmisor debe satisfacerse en presencia, en el punto S, del nivel de reflexión óptica especificado en el cuadro 4.

### 8.2.7 Trayecto óptico entre $O_{ld}/O_{ru}$ y $O_{rd}/O_{lu}$

#### 8.2.7.1 Gama de atenuación

Se especifican tres clases de gamas de atenuación, definidas en la Rec. UIT-T G.982:

- Clase A: 5-20 dB.
- Clase B: 10-25 dB.

– Clase C: 15-30 dB.

Para las especificaciones de atenuación se han supuesto valores de caso más desfavorable, incluyendo pérdidas debidas a los empalmes, conectores, atenuadores ópticos (si se utilizan) u otros dispositivos ópticos pasivos, y todo margen adicional relativo al cable para tener en cuenta:

- 1) futuras modificaciones de la configuración del cable (empalmes adicionales, largos de cable mayores, etc.);
- 2) variaciones de la calidad de funcionamiento del cable de fibras debidas a factores ambientales; y
- 3) degradación de cualquier conector, atenuadores ópticos (si se utilizan) u otros dispositivos ópticos pasivos entre los puntos S y R, cuando se empleen.

#### **8.2.7.2 Pérdida de retorno óptica mínima de la planta de cable en los puntos R/S incluido todo conector**

La especificación de la pérdida de retorno óptica (ORL, *optical return loss*) mínima en el punto R/S, en la ODN, será mejor que 32 dB.

Facultativamente, la especificación de la ORL mínima en el punto S, en la ODN, será mejor que 20 dB. En el apéndice I se presentan casos facultativos.

NOTA – La reflectancia global en el punto S/R para un modelo de ODN está regida por los conectores ópticos en el repartidor óptico (ODF, *optical distribution frame*). La reflectancia máxima de un elemento discreto individual según la Rec. UIT-T G.982 es  $-35$  dB. La reflectancia desde los conectores ODF conduce a un valor de  $-32$  dB. Sin embargo, si se utiliza como base otro modelo de red, la reflectancia máxima puede ser peor que  $-32$  dB.

#### **8.2.7.3 Reflectancia discreta máxima entre puntos S y R**

Todas las reflectancias discretas en la ODN deberán ser mejores que  $-35$  dB, como se define en la Rec. UIT-T G.982.

#### **8.2.7.4 Dispersión**

Los sistemas que se consideran limitados por la dispersión tienen los valores máximos de dispersión (ps/nm) especificados en el cuadro 4. Estos valores son consecuentes con las máximas penalizaciones de trayecto óptico especificadas. Tienen en cuenta el tipo de transmisor especificado, y el coeficiente de dispersión de la fibra en la gama de longitudes de onda operativas.

Los sistemas que se consideran limitados por la atenuación no tienen valores de dispersión máxima especificados y se indican en el cuadro 4 con la inscripción "NA" (no aplicable).

#### **8.2.8 Receptor en $O_{rd}$ y $O_{lu}$**

Todos los parámetros se especifican de la manera siguiente y deberán ser conformes con el cuadro 4.

##### **8.2.8.1 Sensibilidad mínima**

La sensibilidad del receptor se define como el valor mínimo aceptable de la potencia media recibida en el punto R para obtener una BER de  $10^{-10}$ . Este valor tiene en cuenta las penalizaciones de potencia causadas por la utilización de un transmisor en condiciones operativas estándar con valores de caso más desfavorable para la relación de extinción, tiempos de subida y de caída de los impulsos, pérdida de retorno óptica en el punto S, degradación del conector del receptor y tolerancias de las mediciones. La sensibilidad del receptor no incluye las penalizaciones de potencia relacionadas con la dispersión, la fluctuación de fase, o las reflexiones desde el trayecto óptico; estos efectos se especifican separadamente atribuyendo una máxima penalización de trayecto óptico. Los efectos de envejecimiento no se especifican separadamente, pues constituyen, por lo general, una cuestión entre un proveedor de red y un fabricante de equipo.

### 8.2.8.2 Sobrecarga mínima

La sobrecarga del receptor es el valor máximo aceptable de la potencia media recibida en el punto R para una BER de  $10^{-10}$ . El receptor debe tener una cierta robustez contra el aumento del nivel de potencia óptica debido al arranque o a posibles colisiones durante la determinación de distancia, fase en la que no puede garantizarse una BER de  $10^{-10}$ .

### 8.2.8.3 Máxima penalización de trayecto óptico

El receptor deberá tolerar una penalización de trayecto óptico que no exceda de 1 dB para tener en cuenta la degradación total experimentada como consecuencia de reflexiones, interferencia intersímbolo, ruido de partición de modo, y silbido del láser.

### 8.2.8.4 Máxima reflectancia del equipo receptor, medida a la longitud de onda del receptor

La potencia óptica reflejada en el equipo (ONU/OLT) que retorna a la planta de cable se especifica por la reflectancia máxima admisible del equipo medida en  $O_{rd}$  y  $O_{lu}$ . Deberá ser conforme con el cuadro 4.

### 8.2.8.5 Pérdida de trayecto óptico diferencial

La pérdida de trayecto óptico diferencial representa la diferencia de pérdida de trayecto óptico entre la pérdida de trayecto óptico más alta y la más baja en la misma ODN. La máxima pérdida de trayecto óptico diferencial debe ser 15 dB.

### 8.2.8.6 Capacidad de extracción del reloj

NOTA – El reloj de la señal de transmisión hacia el origen se extrae rápidamente de varios bits alternando el código continuo (preámbulo) de la lógica positiva "1", "0". El reloj extraído del preámbulo se mantiene al menos durante la recepción de la señal procedente del delimitador a través del extremo de la célula hacia el origen, o se extrae continuamente de la señal, después del preámbulo, durante la recepción de la célula.

### 8.2.8.7 Característica de fluctuación de fase

Esta cláusula trata los requisitos que debe cumplir la fluctuación de fase en el caso de interfaces ópticas en la ATM-PON.

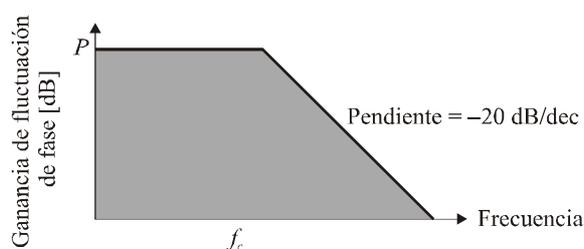
#### 8.2.8.7.1 Transferencia de la fluctuación de fase

La especificación de la transferencia de la fluctuación de fase se aplica solamente a la ONU.

La función de transferencia de la fluctuación de fase se define como sigue:

$$\text{transf. de fluct. de fase} = 20 \log_{10} \left[ \frac{\text{fluct. en señal origen UI}}{\text{fluct. en señal hacia destino UI}} \times \frac{\text{velocidad binaria hacia destino}}{\text{velocidad binaria hacia origen}} \right]$$

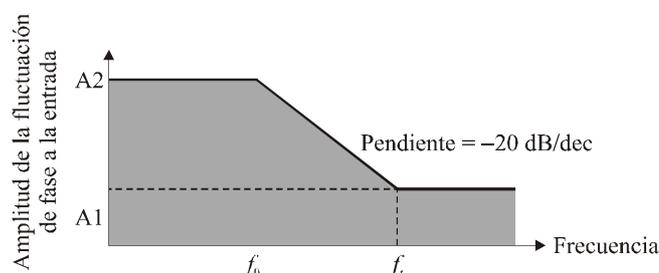
La función de transferencia de fluctuación de fase de una ONU deberá estar por debajo de la curva indicada en la figura 8, cuando se aplica una fluctuación de fase sinusoidal no superior al nivel de la máscara en la figura 9, con los parámetros especificados en esta figura para cada velocidad binaria.



	$f_c$ [kHz]	$P$ [dB]
155,52/155,52	130	0,1
155,52/622,08	500	0,1
155,52/1244,16	1000	0,1
622,08/622,08	500	0,1
622,08/1244,16	1000	0,1

G.983.1\_F08

**Figura 8/G.983.1 – Transferencia de fluctuación de fase para ONU**



	$f_i$ [kHz]	$f_0$ [kHz]	A1 [UIp-p]	A1 [UIp-p]
155,52/155,52	65	6,5	0,075	0,75
155,52/622,08	250	25	0,075	0,75
155,52/1244,16	500	50	0,075	0,75
622,08/622,08	250	25	0,075	0,75
622,08/1244,16	500	50	0,075	0,75

G.983.1\_F09

**Figura 9/G.983.1 – Máscara de la tolerancia de fluctuación de fase para ONU**

### 8.2.8.7.2 Tolerancia de la fluctuación de fase

La tolerancia de la fluctuación de fase se define como la amplitud de cresta a cresta de una fluctuación de fase sinusoidal aplicada a la señal ATM-PON de entrada que produce una penalización de potencia óptica de 1 dB en el equipo óptico. Obsérvese que se trata de una prueba de esfuerzo para asegurarse de que en las condiciones operativas no se produce ninguna penalización adicional.

La ONU deberá tolerar, como mínimo, la fluctuación de fase de entrada aplicada de acuerdo con la máscara de la figura 9, con los parámetros especificados en esta figura para cada velocidad binaria.

### 8.2.8.7.3 Generación de la fluctuación de fase

La especificación de la generación de fluctuación de fase se aplica solamente a la ONU.

Una ONU no generará una fluctuación de fase cresta a cresta con un valor superior a 0,2 UI, cuando no tenga aplicada ninguna fluctuación de fase a la entrada en el sentido hacia el destino. La medición del ancho de banda en la dirección hacia el origen a 155,52 Mbit/s se efectúa en una

banda comprendida entre 0,5 kHz y 1,3 MHz. La medición del ancho de banda en la dirección hacia el origen a 622,08 Mbit/s se efectúa en una banda comprendida entre 2,0 kHz y 5,0 MHz.

### 8.2.8.8 Inmunidad a dígitos idénticos consecutivos (CID, *consecutive identical digit*)

Los patrones de prueba concretos están constituidos por bloques consecutivos de datos de cuatro tipos:

- a) todos 1 (ausencia de contenido de temporización, alta amplitud media de la señal);
- b) datos pseudoaleatorios con una relación de densidad de marca de 1/2;
- c) todos 0 (ausencia de contenido de temporización, baja amplitud media de la señal);
- d) un bloque de datos constituido por los octetos de tara de ATM.

El patrón de prueba es una secuencia de bloques de datos constituidos por d), a), b), d), c) y b). Se hace que la duración de los periodos de ausencia de contenido de temporización a) y c) sean iguales a las secuencias más largas de elementos iguales. La inmunidad a dígitos idénticos consecutivos se define como esta duración.

### 8.2.8.9 Tolerancia a la potencia reflejada

La tolerancia a la potencia reflejada es la relación admisible de la potencia óptica media de entrada de  $O_{rd}$  y  $O_{lu}$  a la potencia óptica media reflejada cuando las múltiples potencias luminosas reflejadas se consideran como una potencia de luminosa de ruido en  $O_{rd}$  y  $O_{lu}$  respectivamente.

La tolerancia a la potencia reflejada se define a la sensibilidad mínima en recepción.

### 8.2.8.10 Calidad de transmisión y característica de error

Para diseñar una estructura de trama, deberá considerarse la robustez de los octetos de tara para una tasa de errores de bit en transmisión de aproximadamente  $10^{-6}$ , a fin de evitar los fallos y los tiempos de indisponibilidad del sistema. Las características de error de la capa dependiente del medio físico óptico en el entorno local deberá considerarse, independientemente de que se requiera o no un mecanismo de corrección de errores para los octetos de tara en el nivel de sección.

La calidad media de transmisión debe tener una tasa muy baja de errores de bit, inferior a  $10^{-9}$ , a través de todo el sistema PON. Un objetivo de tasa de error requerido para componentes locales debe ser mejor que  $10^{-10}$  en las condiciones ambientales definidas en la Rec. UIT-T G.957.

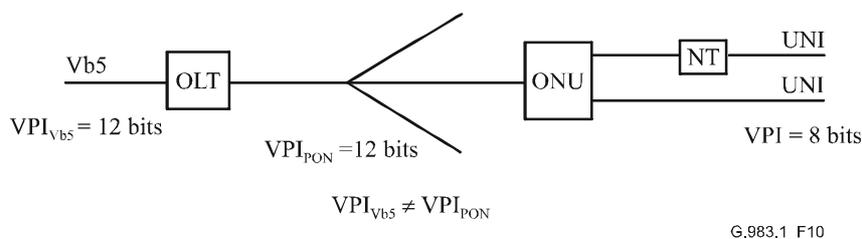
## 8.3 Requisitos que debe satisfacer la capa de convergencia de transmisión para la ATM-PON

Para una ATM-PON, la capa TC deberá cumplir los requisitos indicados en el cuadro 5.

**Cuadro 5/G.983.1 – Requisitos de la TC**

Desacoplamiento de la velocidad de célula	Rec. UIT-T I.432.1
Corrección de error en cálculo de HEC	Rec. UIT-T I.432.1
Número máximo de trayectos virtuales por cada PON	4096
Capacidad mínima de direccionamiento	64 ONU

NOTA – Para el direccionamiento de la PON se pueden utilizar los 12 bits del campo de encabezamiento de célula VP de la ATM, tal como se utiliza a través del punto de referencia VB5 (véase la figura 10). Los valores VPI en la PON no tienen que ser iguales a los valores VPI a través del punto de referencia VB5, porque la OLT tendrá una función de transconexión. El límite de hasta 4096 VP tiene por objeto evitar que sea necesario disponer de costosas tablas de direccionamiento en la ONU, y permite un uso eficiente del recurso PON.



**Figura 10/G.983.1 – Utilización de VP en la PON**

### 8.3.1 Transmisión punto a punto en la PON

La señal en el sentido hacia el destino se difunde a todas las ONU en la PON. Cada transmisión hacia el origen desde cada ONU es controlada por la OLT y es concedida por el sentido de transmisión hacia el destino, por la técnica de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA, *time division multiple access*).

### 8.3.2 Máximas capacidades de cabida útil para los sentidos hacia el destino y hacia el origen

Se debe considerar la minimización del campo de tara en la trama de transmisión para maximizar la capacidad de cabida útil para la transmisión en los sentidos hacia el destino y hacia el origen.

La capacidad de tara requerida para la calidad de funcionamiento del sistema se debe mantener de modo que satisfaga los requisitos del sistema. Sin embargo, en un orden ideal, cabe esperar que una capacidad de cabida útil equivalente a VC4 pueda ser soportada en el sentido hacia el destino del sistema ATM-PON, de ser posible.

### 8.3.3 Interfaz hacia el destino

La capacidad de transferencia de células ATM incluye células de información, células de señalización, células OAM, células no asignadas, y células utilizadas para el desacoplamiento de la velocidad de célula. Las células de tara de la capa física incluyen las células OAM de capa física (células PLOAM).

La capacidad de transferencia de la interfaz a 155,52 Mbit/s es 149,97 Mbit/s  $\left(155,52 \times \frac{54}{56}\right)$

La capacidad de transferencia de la interfaz a 622,08 Mbit/s es 599,86 Mbit/s.

La capacidad de transferencia de la interfaz a 1244,16 Mbit/s es 1199,72 Mbit/s.

### 8.3.4 Interfaz hacia el origen

La tara de capa física incluye las células PLOAM, los miniintervalos para el canal MAC y los octetos de tara que se insertan antes de cada célula ATM, célula PLOAM o miniintervalo en el sentido hacia el origen.

La capacidad de transferencia de las interfaces hacia el origen tienen los siguientes límites superiores:

- 147,2 Mbit/s  $\left(155,52 \times \frac{53}{56}\right)$  para la interfaz a 155,52 Mbit/s, y
- 588,8 Mbit/s para la interfaz a 622,08 Mbit/s. La OLT atribuye alguna anchura de banda adicional para el canal PLOAM y el canal MAC hacia el origen.

La capacidad de transferencia hacia el origen es compartida por las ONU en función de la anchura de banda hacia el origen que tienen atribuida.

## **8.3.5 Funciones TC específicas de transporte**

### **8.3.5.1 Estructura de trama**

La estructura de interfaces hacia el destino para 155,52 Mbit/s, 622,08 Mbit/s, y 1244,16 Mbit/s consiste en un tren continuo de intervalos de tiempo cada uno de los cuales contiene 53 octetos de una célula ATM o de una célula PLOAM.

Cada 28 intervalos de tiempo se inserta una célula PLOAM. Una trama en el sentido de transmisión hacia el destino contiene dos de estas células PLOAM y tiene una longitud de 56 intervalos de tiempo en el caso de la transmisión hacia el destino a 155 Mbit/s. En el caso de 622 Mbit/s, contiene ocho células PLOAM y tiene una longitud de 224 intervalos de tiempo. En el caso de 1244 Mbit/s, contiene 16 células PLOAM y tiene una longitud de 448 intervalos de tiempo.

En el sentido hacia el origen, la trama contiene 53 intervalos de tiempo de 56 octetos en el caso de 155 Mbit/s hacia el origen, y 212 intervalos de tiempo en el caso de 622,08 Mbit/s. La OLT pide a una ONU que transmita una célula ATM mediante concesiones transportadas en células PLOAM hacia el destino. A una velocidad programable, la OLT pide a una ONU que transmita una célula PLOAM o un miniintervalo. La velocidad de la PLOAM hacia el origen depende de la funcionalidad requerida en estas células PLOAM. La velocidad mínima de PLOAM por cada ONU es una PLOAM cada 100 ms. La OLT define la anchura de banda atribuida a los miniintervalos hacia el origen.

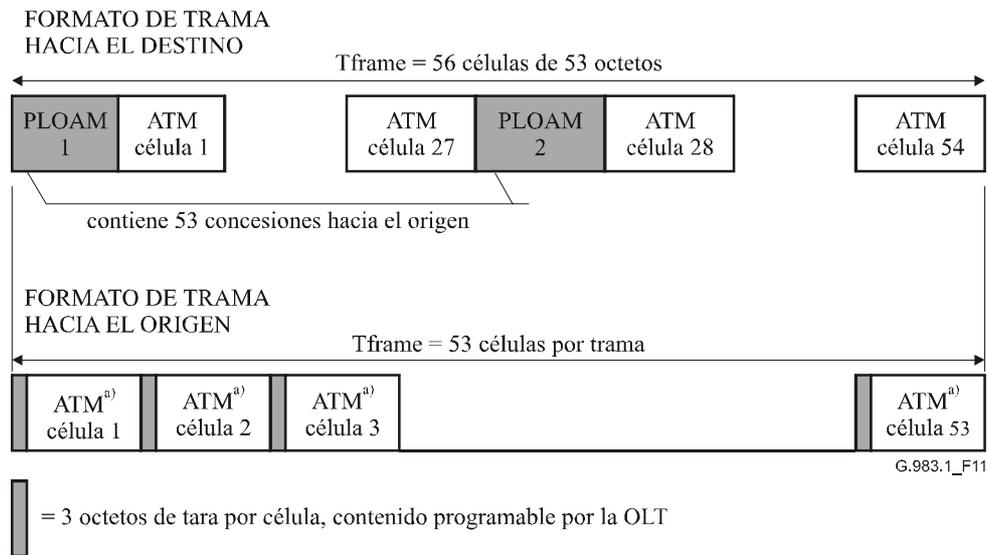
Las células PLOAM se utilizan para transportar la información OAM de capa física. Transportan además las concesiones utilizadas por las ONU para el acceso hacia el origen.

Un intervalo dividido ocupa un intervalo de tiempo completo en el sentido hacia el origen y contiene un número de miniintervalos procedentes de un conjunto de las ONU. El protocolo MAC los utiliza para comunicar a la OLT el estado de las colas de las ONU, con el fin de efectuar una atribución dinámica de anchura de banda. La utilización de estos intervalos divididos es facultativa.

Las tramas, células, octetos y bits descritos se transmiten en el orden siguiente, con referencia a su numeración: las tramas se transmiten en orden ascendente, las células dentro de una trama se transmiten en orden ascendente, los octetos dentro de una célula se transmiten en orden ascendente y, dentro de un octeto, el bit más significativo se transmite primero. El bit más significativo en un octeto es el bit número 1 y el bit menos significativo es el bit número 8; así, por ejemplo, el MSB de 0b10101010 es igual a 1.

#### **8.3.5.1.1 Estructura de trama para PON a 155/155 Mbit/s**

En la figura 11 se muestra la estructura de trama para una PON simétrica de 155/155 Mbit/s.



a) Cualquier intervalo de célula puede contener una PLOAM o intervalo dividido hacia el origen, con su velocidad controlada por la OLT.

NOTA – Las células ATM se transmiten en el orden de los números de célula ascendentes.

**Figura 11/G.983.1 – Formato de trama de PON a 155,52/155,52 Mbit/s**

Los octetos de tara hacia el origen contienen los siguientes campos, que se indican en el cuadro 6.

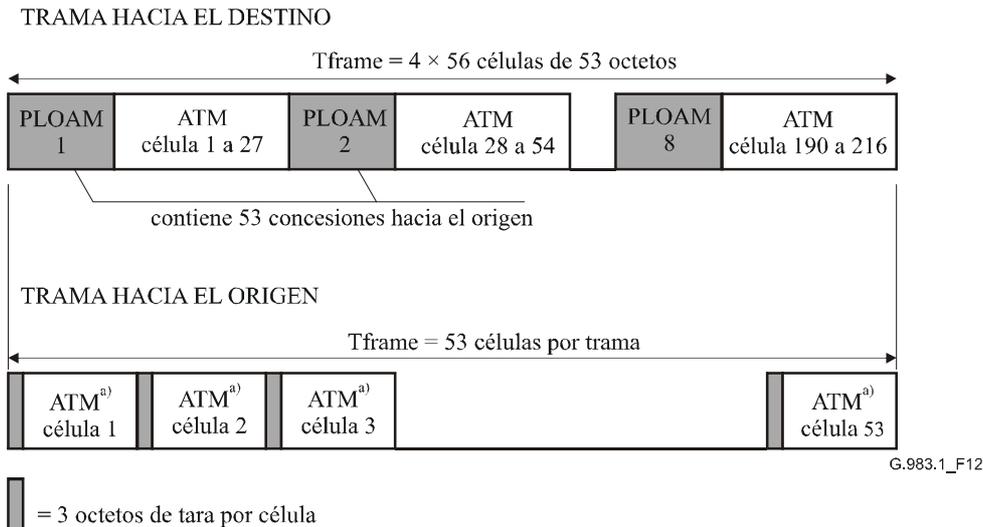
**Cuadro 6/G.983.1 – Octetos de tara hacia el origen**

Campo	Finalidad
Periodo de guarda	Proporciona una distancia suficiente entre dos células o miniintervalos consecutivos para evitar colisiones.
Preámbulo	Extrae la fase de la célula o miniintervalo entrante con relación a la temporización local de la OLT y/o efectúa la sincronización de bit y recuperación de la amplitud.
Delimitador	Patrón único que indica el comienzo de la célula ATM o miniintervalo, que puede utilizarse para efectuar la sincronización de octeto.

La longitud mínima del periodo de guarda es 4 bits. La longitud total de la tara es 24 bits. La longitud del periodo de guarda, el patrón de preámbulo y el patrón de delimitador son programables por la OLT. El contenido de estos campos se define por el mensaje Upstream\_overhead en las células PLOAM hacia el destino.

### 8.3.5.1.2 Estructura de trama para PON 622/155 Mbit/s

En este caso, la velocidad de transmisión hacia el destino es cuatro veces más alta, como se indica en la figura 12.



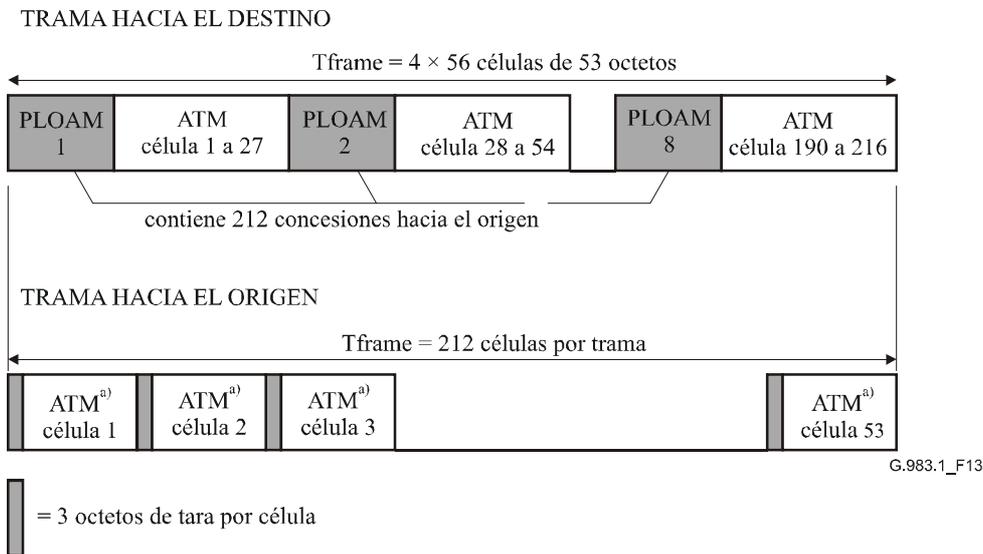
a) Cualquier intervalo de célula puede contener una PLOAM o intervalo dividido hacia el origen, con su velocidad controlada por la OLT.

NOTA – Las células ATM se transmiten en el orden de los números de célula ascendentes.

**Figura 12/G.983.1 – Formato de trama para PON a 622,08/155,52 Mbit/s**

### 8.3.5.1.3 Estructura de trama para PON a 622/622 Mbit/s

En este caso las velocidades hacia el destino y hacia el origen son exactamente cuatro veces mayores que las correspondientes al caso simétrico de 155 Mbit/s. Esto se muestra en la figura 13.



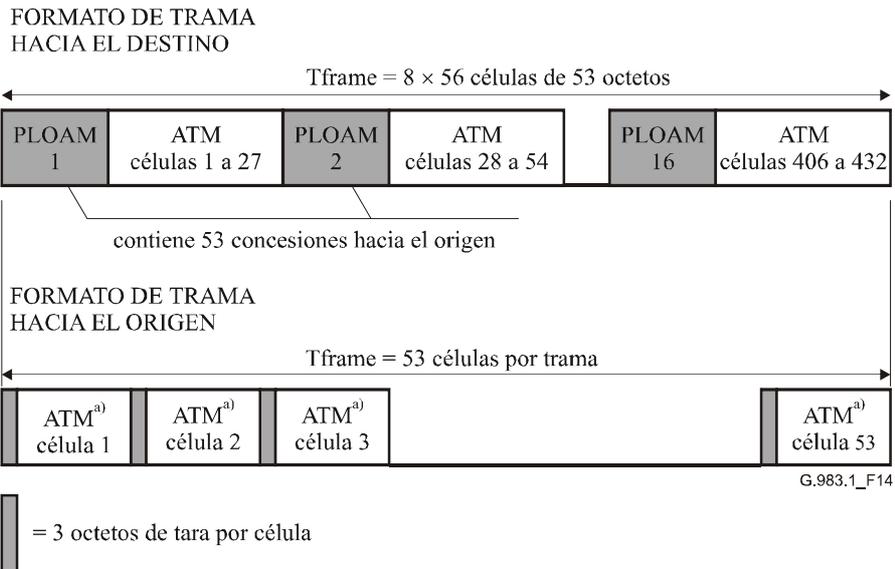
a) Cualquier intervalo de célula puede contener una PLOAM o intervalo dividido hacia el origen, velocidad controlada por la OLT.

NOTA – Las células ATM se transmiten en el orden de los números de célula ascendentes.

**Figura 13/G.983.1 – Formato de trama para PON a 622,08/622,08 Mbit/s**

### 8.3.5.1.4 Estructura de trama para PON a 1244/155 Mbit/s

En este caso, la velocidad de transmisión hacia el destino es exactamente ocho veces más alta que en el caso simétrico a 155 Mbit/s, como se indica en la figura 14.



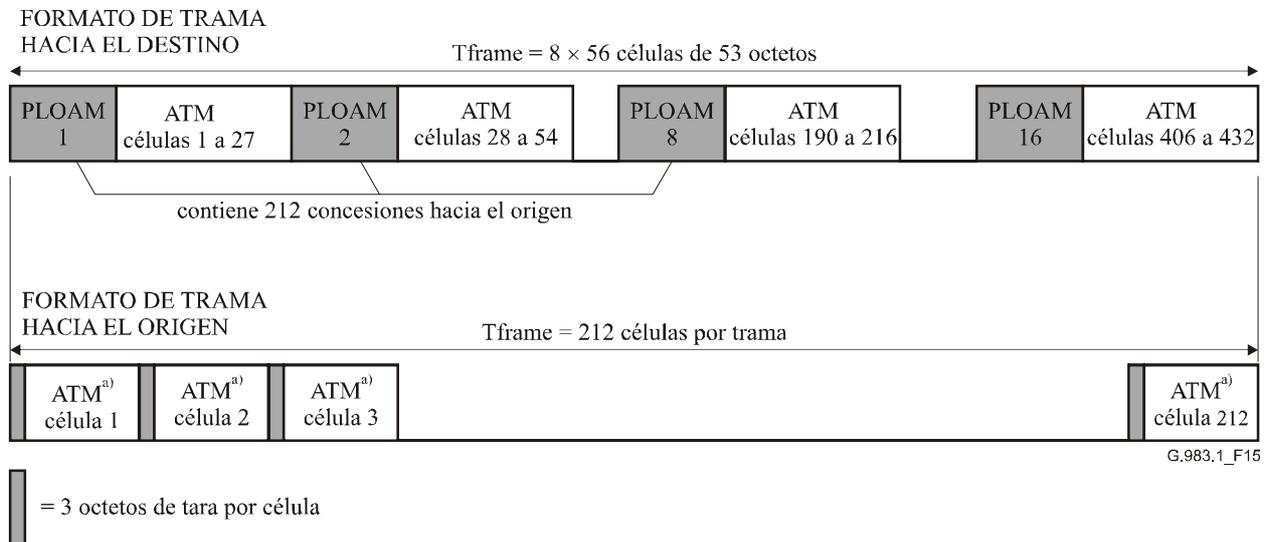
<sup>a)</sup> Cualquier intervalo de célula ATM puede contener una PLOAM o intervalo dividido hacia el origen, con su velocidad controlada por la OLT.

NOTA – Las células ATM se transmiten en el orden de los números de célula ascendentes.

**Figura 14/G.983.1 – Formato de trama para PON a 1244,16/155,52 Mbit/s**

### 8.3.5.1.5 Estructura de trama para PON a 1244/622 Mbit/s

En este caso, la velocidad de transmisión hacia el destino es exactamente dos veces superior al caso simétrico a 622 Mbit/s, como se indica en la figura 15.



<sup>a)</sup> Cualquier intervalo de célula puede contener una PLOAM o intervalo dividido hacia el origen, con su velocidad controlada por la OLT.

NOTA – Las células ATM se transmiten en el orden de los números de célula ascendentes.

**Figura 15/G.983.1 – Formato de trama para PON a 1244,16/622,08 Mbit/s**

### 8.3.5.1.6 Relación de tiempo entre las tramas hacia el destino y hacia el origen

En las figuras 11, 12, 13, 14 y 15, el comienzo de la trama hacia el destino y el comienzo de la trama hacia el origen se han representado alineados entre sí para indicar que ambas tramas tienen la misma duración. Sin embargo, dichas tramas no están necesariamente en fase; la diferencia de fase real en el punto de referencia S/T, en la OLT o la ONU, no está definida. Lo más probable es que

las dos tramas estén alineadas entre sí dentro de la OLT, en algún punto de referencia virtual. El proceso de determinación de distancia asegura que las células hacia el origen estén alineadas con la trama hacia el origen a que pertenecen.

Como se indica en las figuras 11, 12 y 14, 53 concesiones se hacen corresponder con las dos primeras células PLOAM de una trama y se numeran de 1 a 53. Como se describe en las figuras 13 y 15, se hacen corresponder 212 concesiones con 8 células PLOAM de la trama y se numeran de 1 a 212. Para garantizar un protocolo TDAM hacia el origen correcto una ONU direccionada por una concesión X introduce esta concesión en cola (X-1) periodos de célula hacia el origen antes de aplicar el retardo de ecualización definido en el protocolo de determinación de distancia.

### 8.3.5.2 Identificación de célula de la capa física

La Rec. UIT-T I.361 identifica patrones específicos para de flujos de PLOAM. El patrón siguiente se define para mantenimiento de los ATM-PON (véase el cuadro 7).

**Cuadro 7/G.983.1 – Encabezamiento de PLOAM**

	<b>Octeto 1</b>	<b>Octeto 2</b>	<b>Octeto 3</b>	<b>Octeto 4</b>	<b>Octeto 5</b>
Célula OAM de capa física de ATM-PON	0000 0000	0000 0000	0000 0000	0000 1101	HEC = código válido 0111 0110
NOTA – Ninguno de estos campos individuales tiene significado desde el punto de vista de la capa ATM, pues las células OAM de la capa física no pasan a la capa ATM.					

### 8.3.5.3 Estructura de PLOAM hacia el destino

El cuadro 8 muestra el contenido de la cabida útil de la célula PLOAM hacia el destino. Las columnas primera y tercera indican el número ordinal de los octetos de cabida útil.

**Cuadro 8/G.983.1 – Contenido de la cabida útil de la célula PLOAM hacia el destino**

1	IDENT	25	GRANT20
2	SYNC1	26	GRANT21
3	SYNC2	27	CRC
4	GRANT1	28	GRANT22
5	GRANT2	29	GRANT23
6	GRANT3	30	GRANT24
7	GRANT4	31	GRANT25
8	GRANT5	32	GRANT26
9	GRANT6	33	GRANT27
10	GRANT7	34	CRC
11	CRC	35	MESSAGE_PON_ID
12	GRANT8	36	MESSAGE_ID
13	GRANT9	37	MESSAGE_FIELD1
14	GRANT10	38	MESSAGE_FIELD2
15	GRANT11	39	MESSAGE_FIELD3
16	GRANT12	40	MESSAGE_FIELD4
17	GRANT13	41	MESSAGE_FIELD5

**Cuadro 8/G.983.1 – Contenido de la cabida útil de la célula PLOAM hacia el destino**

18	GRANT14	42	MESSAGE_FIELD6
19	CRC	43	MESSAGE_FIELD7
20	GRANT15	44	MESSAGE_FIELD8
21	GRANT16	45	MESSAGE_FIELD9
22	GRANT17	46	MESSAGE_FIELD10
23	GRANT18	47	CRC
24	GRANT19	48	BIP

### 8.3.5.3.1 Terminación de célula PLOAM

Las células PLOAM están terminadas en la capa TC específica de transporte de la ONU. La cabida útil de la célula PLOAM se procesa mientras la ONU mantenga su sincronización de trama y no detecte una OAML, FRML, LCD o LOS. Toda célula numerada "célula ATM 1" hasta "célula ATM 54" en la figura 11, o numerada "célula ATM 1" hasta "célula ATM 216" en las figuras 12 y 13, o numerada "célula ATM 1" hasta "célula ATM 432" en las figuras 14 y 15, que tenga un encabezamiento igual al encabezamiento especificado de una célula PLOAM, será descartada en la ONU, en la capa TC específica de ATM.

### 8.3.5.3.2 Identificación de PLOAM

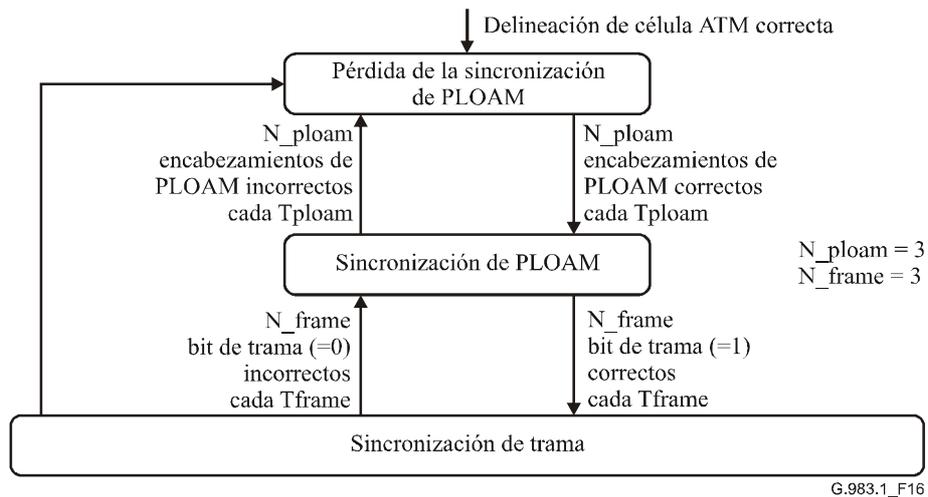
El cuadro 9 indica el contenido del octeto IDENT.

**Cuadro 9/G.983.1 – Contenido del campo IDENT**

Bits	Tipo	Codificación	
1..7	FU	todos 0	Para uso futuro.
8	Trama	X	Es "1" para la primera célula PLOAM de una trama hacia el destino y "0" para las demás.

### 8.3.5.3.3 Sincronización de trama

La ONU tiene que sincronizarse con la trama hacia el destino basándose en el bit de trama de las células PLOAM hacia el destino antes de que pueda ganar acceso al enlace hacia el origen. Una vez concluida la delineación de célula ATM hacia el destino, la ONU se sincroniza con la velocidad de la de las PLOAM detectando  $N_{ploam}$  encabezamientos de PLOAM correctos consecutivos en un intervalo  $T_{ploam}$ .  $T_{ploam}$  es el lapso entre dos células PLOAM consecutivas. Después, se sincroniza con el bit de trama detectando  $N_{frame}$  bits de trama de valor 1 consecutivos en un intervalo  $T_{frame}$ . Esto se muestra en la figura 16.



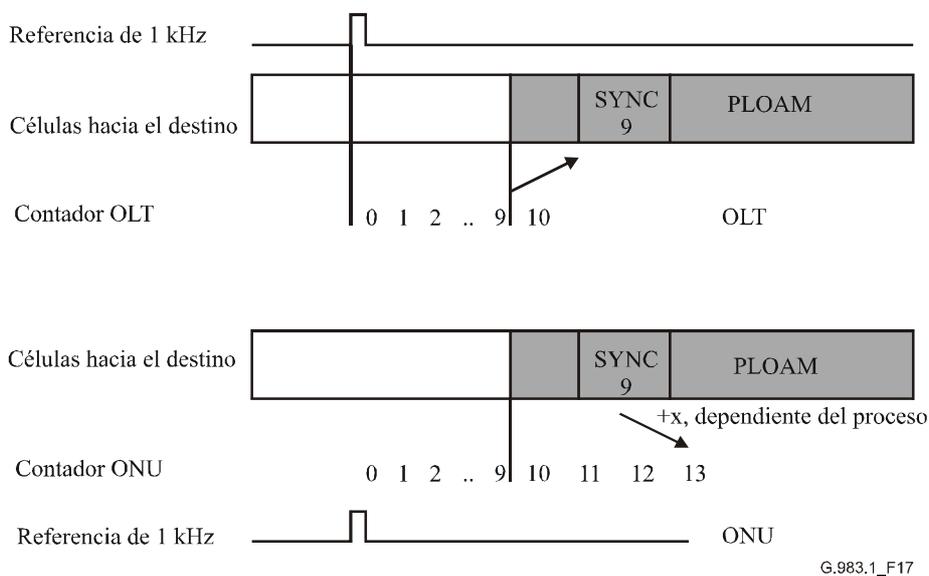
**Figura 16/G.983.1 – Flujo de la sincronización de trama**

### 8.3.5.3.4 Campo de sincronización (SYNC1-SYNC2)

Este campo tiene por finalidad transportar una señal de referencia de 1 kHz proporcionada en la OLT para las ONU. Esta función es facultativa.

Un contador en la OLT es incrementado cada vez que se transmite un octeto en el sentido hacia el destino, en el caso de la transmisión hacia el destino a 155 Mbit/s. En el caso de la transmisión hacia el destino a 622 Mbit/s, el contador es incrementado cada vez que se transmiten cuatro octetos. En el caso de la transmisión hacia el destino a 1244 Mbit/s, el contador se incrementa cada vez que se transmiten ocho octetos. Este contador se reinicia cada 1 ms para formar una señal de referencia de 1 kHz. En la OLT se toma el valor de ese contador inmediatamente antes de la transmisión de la primera célula PLOAM de una trama y los 15 bits menos significativos del contador se colocan en las posiciones de los 15 bits menos significativos del campo (SYNC1-SYNC2).

El bit más significativo del contador se coloca en la posición del bit más significativo de SYNC1. En función de la longitud del contador podrán obtenerse otras referencias de temporización. En recepción, en la ONU, este campo se utiliza para sincronizar un contador local. De esta forma, el contador en la ONU queda enganchado al contador en la OLT. Esto se ilustra en la figura 17.



**Figura 17/G.983.1 – Extracción de la referencia de 1 kHz en ONU**

### 8.3.5.3.5 Concesiones

Cada célula PLOAM se llena con 27 concesiones. Estas concesiones las utiliza la ONU para ganar acceso a la fibra hacia el origen. En los casos de 155 Mbit/s hacia el origen se necesitan 53 por trama. Las 53 concesiones activas se trasladan a las dos primeras células PLOAM de la trama hacia el destino. En los casos de 622 Mbit/s hacia el origen, se necesitan 212 por trama. Las 212 concesiones activas se trasladan a las ocho primeras células PLOAM de la trama hacia el destino. La última concesión de todas las células PLOAM de numeración par se llena con una concesión vacía. Los campos de concesión de las células PLOAM restantes, en los casos asimétricos, se llenan con concesiones en reposo, y por ello no serán utilizadas por la ONU. En el cuadro 10 se especifica el contenido de las células PLOAM de la concesión. La longitud de una concesión es 8 bits, y en el cuadro 10 se definen los siguientes tipos.

**Cuadro 10/G.983.1 – Especificación de las concesiones**

<b>Tipo</b>	<b>Codificación</b>	<b>Definición</b>
Concesión de datos	Cualquier valor excepto 1111 1101 1111 1110 1111 1111	Para indicar una concesión de datos específica de la ONU en el sentido hacia el origen. El valor de la concesión de datos se asigna a la ONU durante el protocolo de determinación de distancia por medio del mensaje <code>grant_allocation</code> . La ONU puede enviar una célula de datos o una célula en reposo si ninguna célula de datos está disponible.
Concesión de PLOAM	Cualquier valor excepto 1111 1101 1111 1110 1111 1111	Para indicar una concesión de PLOAM específica de la ONU en el sentido hacia el origen. El valor de la concesión de PLOAM se asigna a la ONU durante el protocolo de determinación de distancia por medio del mensaje <code>grant_allocation</code> . La ONU envía siempre una célula de PLOAM en respuesta a esta concesión.
Concesión de <code>divided_slot</code>	Cualquier valor excepto 1111 1101 1111 1110 1111 1111	Para indicar la concesión de un grupo de <code>divided_slot</code> específicos de la ONU en el sentido hacia el origen. La OLT atribuye la concesión a un conjunto de las ONU por medio del mensaje <code>Divided_slot_grant_configuration</code> . Cada ONU de este conjunto envía un miniintervalo. La utilización de estas concesiones se describe en la Rec. UIT-T G.983.4.
Concesiones reservadas	Cualquier valor excepto 1111 1101 1111 1110 1111 1111	En una ulterior versión de esta Recomendación se utilizarán otros tipos de concesión para concesiones de datos concretas (por ejemplo, para direccionar una determinada interfaz ONU o clase de calidad de servicio).
Concesión de determinación de distancia	1111 1101	Se utiliza para el proceso de determinación de distancia. La condición para reaccionar a este protocolo se describe en el protocolo de determinación de distancia.
Concesión no asignada	1111 1110	Para indicar un intervalo de hacia el origen no utilizado.
Concesión en reposo	1111 1111	Para desacoplar la velocidad de transmisión de PLOAM hacia el destino de la velocidad de transmisión de célula hacia el origen. La ONU no tiene en cuenta estas concesiones.

Velocidad de datos (Mbit/s)	Cantidad de concesiones en cada PLOAM				
	155/155	622/155	1244/155	622/622	1244/622
PLOAM 1	27	27	27	27	27
PLOAM 2	26	26	26	26	26
PLOAM 3	N/A	0	0	27	27
PLOAM 4	N/A	0	0	26	26
PLOAM 5	N/A	0	0	27	27
PLOAM 6	N/A	0	0	26	26
PLOAM 7	N/A	0	0	27	27
PLOAM 8	N/A	0	0	26	26
PLOAM 9-16	N/A	N/A	0	N/A	0

La OLT puede direccionar 32 ONU al mismo tiempo y, facultativamente, puede direccionar hasta 64 ONU.

### 8.3.5.3.6 Protección de las concesiones

Una verificación por redundancia cíclica (CRC, *cyclic redundancy check*) protege un grupo de siete concesiones. El polinomio generador para las concesiones es:

$$g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$$

Este polinomio generador puede proteger hasta 15 octetos y tiene una distancia Hamming de 4. Puede detectar hasta tres errores de bit. No se efectúa corrección de error. Una vez que la ONU se encuentra en sincronismo de trama y mientras no se produzca una pérdida de la delineación de célula, los grupos de concesiones son procesados sea o no correcto el encabezamiento de la célula PLOAM.

La notación utilizada para describir la CRC se basa en la propiedad de los códigos cíclicos. (Por ejemplo, vectores de código como 100101 pueden representarse por un polinomio  $P(x) = x^5 + x^2 + 1$ .) Los elementos de una palabra de código de  $n$  elementos son por tanto los coeficientes de un polinomio de orden  $n - 1$ . En esta aplicación, estos coeficientes pueden tener el valor 0 ó 1 y las operaciones polinómicas se realizan utilizando operaciones módulo 2. El polinomio que representa el contenido del grupo de siete concesiones, excluido el campo CRC, se genera utilizando el primer bit de este campo de concesión como el coeficiente del término de orden más alto.

La CRC será el residuo de la división (módulo 2), por el polinomio generador  $x^8 + x^2 + x + 1$ , del producto obtenido de la multiplicación de  $x^8$  por el polinomio con los coeficientes formados por el contenido del grupo de siete concesiones, excluido el campo CRC. El bit más significativo de la primera concesión del grupo es el coeficiente del término  $x^{55}$  de este polinomio, y el bit menos significativo de la última concesión de este grupo es el coeficiente de  $x^0$ .

En el transmisor, el contenido inicial del registro del dispositivo que calcula el residuo de la división está prefijado a todos ceros y se modifica entonces por la división del campo de concesión, excluido el campo CRC, por el polinomio generador (como se ha descrito anteriormente); el residuo resultante se transmite como la CRC de 8 bits.

Para el último grupo de seis concesiones se añade una 7a. concesión ficticia igual a 0b00000000 para calcular la CRC de este grupo.

Cuando la CRC en el receptor es incorrecta, no se tiene en cuenta la totalidad del bloque.

### 8.3.5.3.7 Campo de mensaje (MESSAGE)

Todas las alarmas relacionadas con la OAM o las alertas de traspaso de umbral activadas por eventos son transportadas mediante mensajes en células PLOAM. Además, todos los mensajes relativos a la determinación de distancia se hacen corresponder en el campo de mensaje de la célula PLOAM. El procesamiento de un mensaje recibido en la ONU relativo al procedimiento de determinación de distancia deberá realizarse en el lapso de 6 periodos de trama ( $6 * T_{frame}$ ). Esto incluye la eventual preparación de un mensaje hacia el origen que corresponde a este mensaje hacia el destino. Los mensajes son protegidos por el mismo polinomio que las concesiones. Una vez que la ONU está en sincronismo de trama, el campo de mensaje se procesa sea o no correcto el encabezamiento de célula PLOAM. No se aplica corrección de error a este campo de mensaje recibido. Si la CRC es incorrecta, se descarta el mensaje a su recepción.

La CRC será el residuo de la división (módulo 2), por el polinomio generador  $x^8 + x^2 + x + 1$ , del producto obtenido de la multiplicación de  $x^8$  por el polinomio con los coeficientes formados por el contenido del campo de mensaje, excluido el campo CRC. El bit más significativo del octeto 35 es el coeficiente del término  $x^{95}$  de este polinomio, y el bit menos significativo del octeto 46 es el coeficiente de  $x^0$ .

En el transmisor, el contenido inicial del registro del dispositivo que calcula el residuo de la división está prefijado a todos 0 y se modifica entonces por la división del campo de mensaje, excluido el campo CRC, por el polinomio generador (como se ha descrito anteriormente); el residuo resultante se transmite como la CRC de 8 bits.

El cuadro 11 indica el formato de este campo de mensaje.

**Cuadro 11/G.983.1 – Formato del mensaje PLOAM**

MESSAGE_PON_ID	Direcciona una determinada ONU. Durante el protocolo de determinación de distancia se asigna a la ONU un número, PON_ID. El PON_ID puede ser de 0 a 63; corresponde a la gama 0x00 a 0x3F. Para difusión a todas las ONU, este campo se fija a 0x40.
MESSAGE_ID	Indica el tipo del mensaje.
MESSAGE_FIELD	Contiene el mensaje.

### 8.3.5.3.8 Paridad de entrelazado de bits (BIP-8)

Se utiliza este campo para supervisar la BER en el enlace hacia el destino. Un octeto BIP-8 en cada célula PLOAM cubre  $28 \times 53 - 1$  octetos, o sea, 1483 octetos entre dos BIP consecutivos. Cada uno de los bits del octeto BIP-8 es la suma lógica exclusiva (operación lógica XOR) de todos los bits de la misma posición en todos los octetos cubiertos antes de la pseudoaleatorización. La ONU compara el BIP-8 recibido con el BIP-8 que calculó sobre el tren de octetos recibido. Se cuenta cada bit diferente. La paridad BIP es una buena estimación de la BER real cuando ésta es inferior a  $10^{-4}$ .

### 8.3.5.4 Estructura de PLOAM hacia el origen

El cuadro 12 muestra el contenido de la cabida útil de la célula PLOAM hacia el origen.

**Cuadro 12/G.983.1 – Contenido de la cabida útil de la célula PLOAM hacia el origen**

1	IDENT	25	LCF11
2	MESSAGE_PON_ID	26	LCF12
3	MESSAGE_ID	27	LCF13
4	MESSAGE_FIELD1	28	LCF14
5	MESSAGE_FIELD2	29	LCF15
6	MESSAGE_FIELD3	30	LCF16
7	MESSAGE_FIELD4	31	LCF17
8	MESSAGE_FIELD5	32	RXCF1
9	MESSAGE_FIELD6	33	RXCF2
10	MESSAGE_FIELD7	34	RXCF3
11	MESSAGE_FIELD8	35	RXCF4
12	MESSAGE_FIELD9	36	RXCF5
13	MESSAGE_FIELD10	37	RXCF6
14	CRC	38	RXCF7
15	LCF1	39	RXCF8
16	LCF2	40	RXCF9
17	LCF3	41	RXCF10
18	LCF4	42	RXCF11
19	LCF5	43	RXCF12
20	LCF6	44	RXCF13
21	LCF7	45	RXCF14
22	LCF8	46	RXCF15
23	LCF9	47	RXCF16
24	LCF10	48	BIP

#### **8.3.5.4.1 Terminación de célula PLOAM**

Las células PLOAM están terminadas en la capa TC específica de transporte de la OLT. La cabida útil de la célula PLOAM se procesa mientras el estado de ONU<sub>i</sub> no es LOS<sub>i</sub>, LCD<sub>i</sub>, CPE<sub>i</sub>, OAML<sub>i</sub>.

#### **8.3.5.4.2 Identificación de PLOAM**

El cuadro 13 indica el contenido del octeto IDENT.

**Cuadro 13/G.983.1 – Contenido del campo IDENT**

<b>Bits</b>	<b>Tipo</b>	<b>Codificación</b>	
1..8	FU	Todos 0	Para uso futuro

#### **8.3.5.4.3 Campo de mensaje (MESSAGE)**

Todas las alarmas relacionadas con la OAM o las alertas de traspaso de umbral activadas por eventos son transportadas por mensajes en células PLOAM. Además, todos los mensajes relativos a la determinación de distancia se hacen corresponder con en el campo de mensaje de la célula PLOAM. Son protegidos por la misma CRC utilizada para el campo de mensaje hacia el destino, no

se aplica corrección de errores a este campo de mensaje recibido. El mensaje se descartará cuando la CRC sea incorrecta, o cuando el encabezamiento de la célula PLOAM sea erróneo.

La CRC será el residuo de la división (módulo 2), por el polinomio generador  $x^8 + x^2 + x + 1$ , del producto obtenido de la multiplicación de  $x^8$  por el polinomio con los coeficientes formados por el contenido del campo de mensaje, excluido el campo CRC. El bit más significativo del octeto 2 es el coeficiente del término  $x^{95}$  de este polinomio, y el bit menos significativo del octeto 13 es el coeficiente de  $x^0$ .

En el transmisor, el contenido inicial del registro del dispositivo que calcula el residuo de la división está prefijado a todos 0 y se modifica entonces por la división del campo de mensaje, excluido el campo CRC, por el polinomio generador (como se ha descrito anteriormente); el residuo resultante se transmite como la CRC de 8 bits.

El cuadro 14 indica el formato de este campo de mensaje.

**Cuadro 14/G.983.1 – Formato del campo de mensaje**

MESSAGE_PON_ID	Contiene el PON_ID de la ONU originadora. Sin embargo, la OLT conoce el ONU_ID implícito, pues generó una concesión para él. Si el contenido de este campo no concuerda con los valores esperados posibles relacionados con este PON_ID, se descarta el mensaje.
MESSAGE_ID	Indica el tipo del mensaje.
MESSAGE_FIELD	Contiene el mensaje.

#### **8.3.5.4.4 Paridad de entrelazado de bits (BIP-8)**

Este campo se utiliza para supervisar la BER en el enlace hacia el origen. La ONU calcula un octeto BIP-8 en cada célula PLOAM, sobre todos los octetos procedentes de las células (¡pero no sobre los octetos de tara!) que envió entre dos octetos BIP-8 consecutivos, salvo los octetos de tara y los miniintervalos. Cada uno de los bits del octeto BIP-8 es la suma lógica exclusiva (operación lógica XOR) de todos los bits de la misma posición en todos los octetos cubiertos antes de la pseudoaleatorización. La ONU compara el BIP-8 recibido con su propio BIP-8 calculado. Se cuenta cada bit diferente. La cobertura del BIP-8 depende del número de células entre dos PLOAM consecutivas, y por consiguiente de la anchura de banda atribuida. Dado que la OLT define la velocidad de PLOAM de una determinada ONU, puede aumentar esta velocidad para tener una mayor exactitud en la BER medida.

#### **8.3.5.4.5 Campo de control láser (LCF, *laser control field*)**

Este campo se utiliza para mantener la potencia media óptica especificada a la salida y para controlar la relación de extinción cuando la ONU es autorizada a enviar una célula. Como las células hacia el origen son pseudoaleatorizadas, este patrón viene dado por el patrón óptico transmitido requerido, sumado módulo 2 con el patrón PRBS del polinomio generador del pseudoaleatorizador hacia el origen.

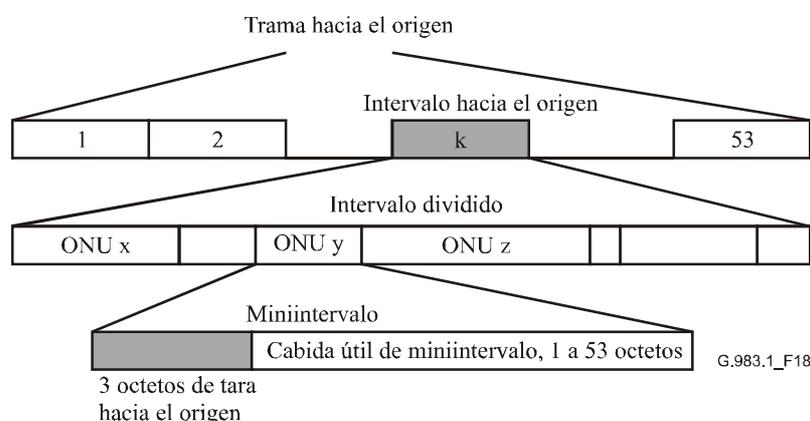
La ONU programa este campo, pues depende de la implementación concreta del excitador láser hacia el origen.

#### **8.3.5.4.6 Campo de control de receptor (RXCF, *receiver control field*)**

Este campo se utiliza en el receptor de la OLT hacia el origen para recuperar el nivel de umbral correcto para regenerar los datos a partir de la señal analógica entrante. El patrón por defecto es todos "1". La OLT programa este campo por medio del mensaje Upstream\_Rx\_control. Puesto que las células hacia el origen son pseudoaleatorizadas, este patrón viene dado por el patrón óptico transmitido requerido, sumado módulo 2 con el patrón PRBS del polinomio generador.

### 8.3.5.5 Intervalos de tiempo divididos (Divided\_slots)

Un intervalo de tiempo hacia el origen puede contener un `divided_slot`. Éste cabe en un intervalo hacia el origen y contiene un número de miniintervalos procedentes de un conjunto de las ONU. La OLT asigna una concesión de `divided_slot` a este conjunto de las ONU para el envío de su miniintervalo. El formato del `divided_slot` se muestra en la figura 18.



**Figura 18/G.983.1 – Formato de intervalo dividido**

El comienzo de un miniintervalo coincide con la demarcación de un octeto. La longitud del miniintervalo es un número entero de octetos. El final del último miniintervalo tiene que caer antes del final del intervalo hacia el origen, o coincidir con este final de intervalo. Los tres octetos de tara tienen la misma estructura definida en el cuadro 6. En la Rec. UIT-T G.983.4 se presenta una definición más detallada de la función de intervalos de tiempo divididos.

### 8.3.5.6 Mezclado

Debido a la naturaleza multidifusión de la PON, las células en el sentido de transmisión hacia el destino son mezcladas en la capa TC con una clave de mezclado enviada por la ONU en el sentido hacia el origen. El mezclado se efectúa para conexiones punto a punto hacia el destino, y sólo puede ser habilitado o inhabilitado para cada VP en su establecimiento. La velocidad de actualización de la clave de mezclado es de por lo menos 1 actualización por segundo por cada ONU. Si el mezclado no es suficiente para satisfacer la exigencia de la seguridad de un servicio prestado, deberá emplearse un mecanismo de criptación apropiado en una capa más alta que la capa TC para proporcionar una pseudoaleatorización de los datos.

#### 8.3.5.6.1 Generación de la clave de mezclado

La función mezclar utiliza una clave de 3 octetos cuando se activa este método. Esta clave de mezclado la proporciona la ONU a petición de la OLT. Esta clave se calcula aplicando el operador lógico O exclusivo a un número generado al azar formado por tres octetos y a datos en 3 octetos extraídos de los datos de usuario transmitidos en el sentido hacia el origen, para aumentar la robustez de la seguridad. Estos códigos de 3 octetos se definen como X1 ~ X8, P1 ~ P15 y P16.

#### 8.3.5.6.2 Notificación de una nueva clave de mezclado

La ONU notifica a la OLT una nueva clave de mezclado mediante el mensaje "New\_churn\_key". Los códigos de 3 octetos X1 ~ X8, P1 ~ P15 y P16 se transportan en la cabida útil de este mensaje.

#### 8.3.5.6.3 Generación de los bits K1 ~ K9 y K10 en ONU y OLT

Los bits K1 ~ K9 y K10 se utilizan para el mezclado con una clave de mezclado. Se generan sobre la base de los mencionados códigos de 3 octetos como sigue.

Los bits K1 y K2 son generados por X1 ~ X8, P13 ~ P15 y P16 en ONU y OLT respectivamente. El método de generación es el siguiente:

$$K1 = (X1 * P13 * P14) + (X2 * P13 * \text{not } P14) + (X7 * \text{not } P13 * P14) + (X8 * \text{not } P13 * \text{not } P14)$$

$$K2 = (X3 * P15 * P16) + (X4 * P15 * \text{not } P16) + (X5 * \text{not } P15 * P16) + (X6 * \text{not } P15 * \text{not } P16)$$

donde:

- + OR lógico
- \* AND lógico
- not NOT lógico

Los bits K3 ~ K9 y K10 son generados por K1, K2, P9 ~ P11 y P12 en ONU y OLT. El método de generación es como sigue:

$$K3 = (K1 * P9) + (K2 * \text{not } P9)$$

$$K4 = (K1 * \text{not } P9) + (K2 * P9)$$

$$K5 = (K1 * P10) + (K2 * \text{not } P10)$$

$$K6 = (K1 * \text{not } P10) + (K2 * P10)$$

$$K7 = (K1 * P11) + (K2 * \text{not } P11)$$

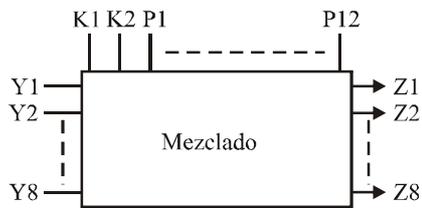
$$K8 = (K1 * \text{not } P11) + (K2 * P11)$$

$$K9 = (K1 * P12) + (K2 * \text{not } P12)$$

$$K10 = (K1 * \text{not } P12) + (K2 * P12)$$

#### **8.3.5.6.4 Función mezclar en la OLT**

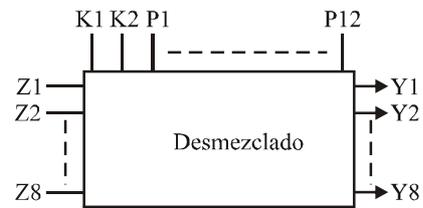
Los datos de usuario hacia el destino son mezclados sobre la base de códigos de 14 bits en la OLT. Estos códigos, K1, K2, P1 ~ P11 y P12 se utilizan para mezclado. La figura 19 muestra un ejemplo de configuración de la función mezclar en OLT. El encabezamiento ATM de la célula no se mezcla. Sólo se mezcla la cabida útil de las células. El mezclado y el desmezclado de los datos de usuario en el sentido hacia el destino se lleva a cabo octeto por octeto. En la figura 19, Y1 y Z1 son los octetos más significativos (MSB), e Y8 y Z8 son los octetos menos significativos (LSB).



Lado OLT

Y1~Y8 Datos antes del mezclado

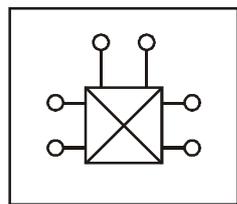
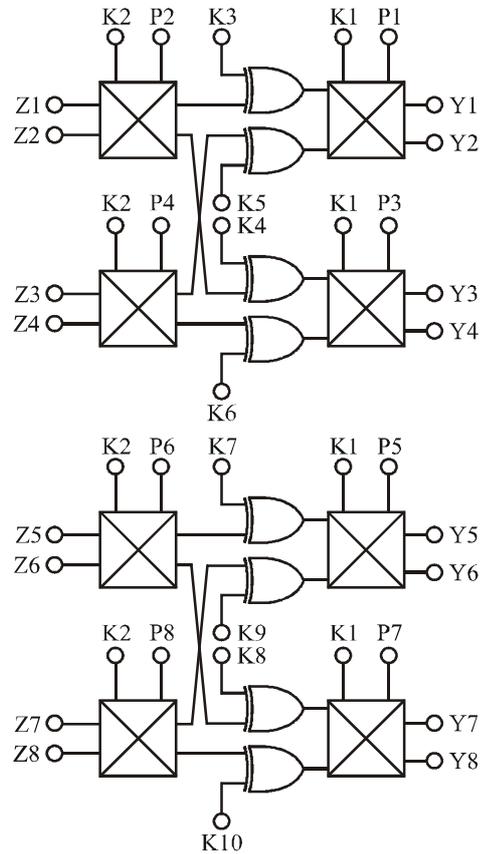
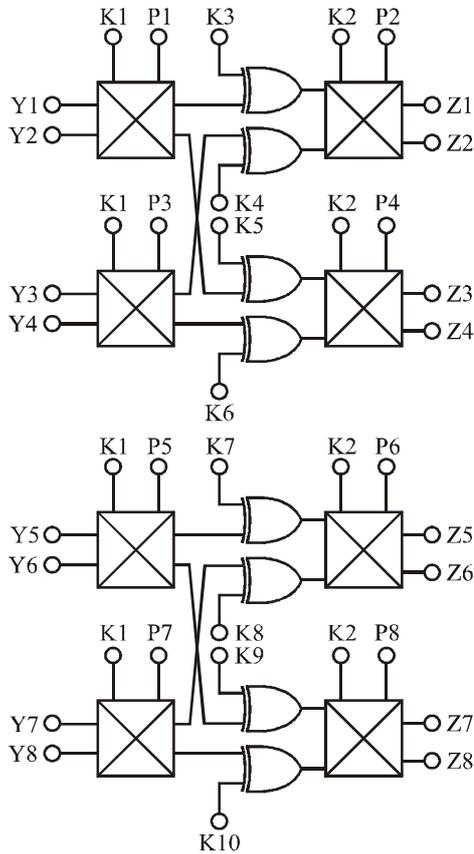
Z1~Z8 Datos después del mezclado



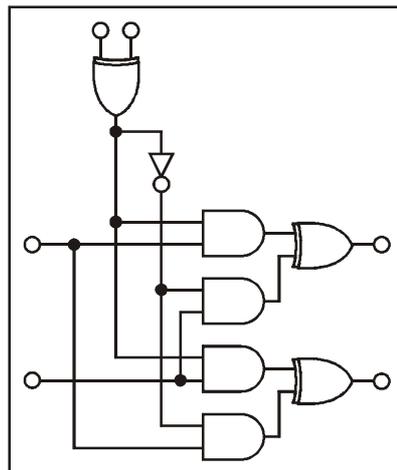
Lado ONU

Z1~Z8 Datos antes del desmezclado

Y1~Y8 Datos después del desmezclado



=



G.983.1\_F19

Figura 19/G.983.1 – Función de mezclado

### 8.3.5.6.5 Desmezclado en la ONU

Los datos de usuarios recibidos deben ser desmezclados sobre la base de códigos de 14 octetos en la ONU. Estos códigos, K1, K2, P1 ~ P11 y P12, se utilizan también para desmezclado. La figura 19 muestra también un ejemplo de configuración de la función de desmezclar en ONU.

### 8.3.5.6.6 Flujo de mensajes de mezclado

La clave de mezclado la proporciona la ONU a petición de la OLT. Los VP mezclados para ONU previamente activa(s) deben restablecerse cuando vuelven a la PON. El mezclado para una ONU de distancia determinada o redeterminada comienza tras la recepción de la primera clave procedente de esta ONU. El flujo de mensajes de mezclado se muestra en la figura 20.

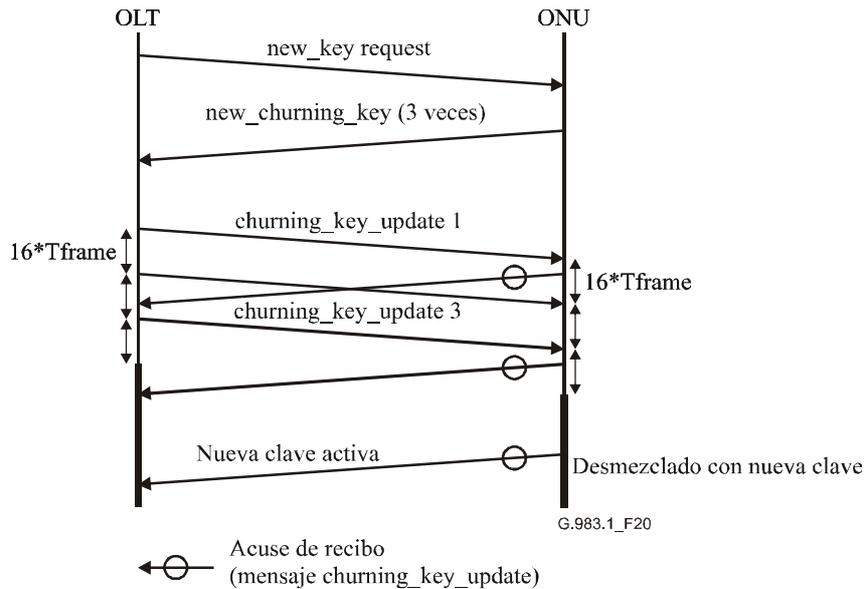


Figura 20/G.983.1 – Flujo de mensajes de mezclado

Al recibir el mensaje `new_key_request`, la ONU responde con una `new_churning_key`. La ONU envía este mensaje en tres células PLOAM consecutivas. Si la OLT recibe tres nuevas claves idénticas, envía un mensaje `churning_key_update` en tres células PLOAM con un intervalo apropiado de  $16 \cdot T_{\text{frame}}$  entre ellos para protegerlos contra la pérdida de mensajes. El número secuencial del mensaje (*i*) se incluye en estos mensajes. Si se recibe por lo menos uno de estos mensajes, la ONU sabe cuándo la nueva clave es activada en la OLT, ya que el retardo entre estos mensajes se sabe de antemano. La nueva clave entra en vigor  $16 \cdot T_{\text{frame}}$  después del tercer mensaje `churning_key_update`. La ONU envía un mensaje de acuse de recibo después de cada mensaje `churning_key_update` correctamente recibido. Si la OLT no recibe un acuse de recibo tras un periodo de temporización de 300 ms después de enviado el último mensaje `churning_key_update`, la OLT detecta el estado pérdida de acuse de recibo (LOAi, *loss of acknowledge state*) para esta ONU.

La OLT puede enviar una petición de nueva clave si no se recibe ninguna clave de mezclado en una petición anterior en un plazo de 300 ms; o puede enviar la petición de nueva clave después de activar la nueva clave y haber recibido al menos un acuse de recibo.

La OLT indica a la ONU cuáles VP están mezclados enviándole tres veces el mensaje `churned_VP`. Antes de pasar, en sentido hacia el destino, este VP a la ONU, la OLT espera la recepción de un acuse de recibo. Si no recibe un acuse de recibo dentro de los 300 ms que siguen al envío del último mensaje `churned_VP`, la OLT detecta el estado LOAi.

### 8.3.5.6.7 Seguridad avanzada

Como opción puede utilizarse la norma de criptación avanzada (AES, *advanced encryption standard*) en vez del mezclado para establecer un enlace de seguridad. Aunque existen varios modos de aplicación de la AES, en los sistemas B-PON sólo se utilizará el libro de código electrónico (ECB, *electronic code book*). El algoritmo se aplicará a la cabida útil de 48 octetos de las células. Cabe señalar que, puesto que esta cabida útil es siempre un número entero de bloques de código (3), no es necesario ningún relleno. El AES puede utilizarse para cualquier velocidad de línea de B-PON.

El formato del nuevo mensaje `big_key` figura en 8.3.8.2.2. Este mensaje es de naturaleza unidifusión y transporta tres campos de información: `Key_Index`, `Frag_Index` y `KeyBYTEs`. La estructura permite a este mensaje transportar claves de cualquier tamaño por el canal. El campo `Key_Index` se utiliza como número de secuencia para que cada conjunto de transmisiones de clave sea único. El campo `Frag_Index` se utiliza para reensamblar múltiples transmisiones clave. El campo `KeyBYTEs` transporta 8 octetos de la clave en cada fragmento.

La utilización de estos campos se ilustra con el siguiente ejemplo. Se supone que la ONU utiliza claves de criptación de 128 bits y recibe un "mensaje de petición de nueva clave de mezclado".

La secuencia de eventos en la ONU sería la siguiente:

- La ONU crea una nueva clave aleatoria: de `KeyBYTE0` a `KeyBYTE15`.
- La ONU incrementa el `Key_Index`
- La ONU envía un mensaje `Big_Key` con `Frag_Index=0`, de `KeyBYTE0` a `KeyBYTE7`
- La ONU envía un mensaje `Big_Key` con `Frag_Index=1`, de `KeyBYTE8` a `KeyBYTE15`
- La ONU envía un mensaje `Big_Key` con `Frag_Index=0`, de `KeyBYTE0` a `KeyBYTE7`
- La ONU envía un mensaje `Big_Key` con `Frag_Index=1`, de `KeyBYTE8` a `KeyBYTE15`
- La ONU envía un mensaje `Big_Key` con `Frag_Index=0`, de `KeyBYTE0` a `KeyBYTE7`
- La ONU envía un mensaje `Big_Key` con `Frag_Index=1`, de `KeyBYTE8` a `KeyBYTE15`

Cabe señalar que no se modifican los detalles del intercambio de claves, cambio de claves y alarmas asociadas con el mezclado.

### 8.3.5.7 Función de verificación

Como todos los números de serie de las ONU pueden extraerse de las células PLOAM hacia el destino mientras son transportadas durante el protocolo de determinación de distancia, un usuario malicioso puede hacerse pasar otra ONU, examinando ilegalmente las células PLOAM, y extraer todos los números de serie. Para contrarrestar esto, la OLT puede pedir la contraseña de la ONU. Esta contraseña sólo se envía en el sentido hacia el origen y no puede ser recuperada por otras ONU conectadas.

Cuando la OLT pide una contraseña, la ONU responde enviando tres veces su contraseña. Si recibe tres contraseñas idénticas, la OLT declara que esta contraseña fue verificada y a continuación intenta validarla.

Son posibles dos métodos de validación, según los requisitos que deba satisfacer el operador. Si la OLT tiene una tabla de las contraseñas válidas de las ONU conectadas, inicializada por instrucción del operador, sólo es necesario comparar la contraseña recibida con la tabla local de contraseñas válidas. Si la OLT no conoce de antemano las contraseñas, la primera que se efectúa el procedimiento de determinación de distancia para la ONU, la contraseña recibida se toma como referencia válida para el resto del ciclo de vida de la ONU.

Si la OLT recibe una contraseña no válida, informará de esta circunstancia al operador.

### **8.3.5.8 VP/VC para capa superior**

La capa TC activa/desactiva un VP/VC hacia el destino y un VP/VC hacia el origen. La OLT y la ONU utilizan estos VP/VC para comunicación en la capa ATM. Este canal se utiliza para funciones como la configuración de la función UPC en la ONU, llenado de tablas de filtrado en una ONU, configuración de interfaces en una ONU, etc.

La OLT envía tres mensajes `configure_VP/VC` a una ONU y espera un acuse de recibo dentro de 300 ms posteriormente al envío de los últimos mensajes `configure_VP/VC`. Si no se recibe un acuse de recibo, la OLT detecta el estado LOAi y desactiva la ONU.

### **8.3.5.9 Sistema PON dúplex**

En el caso de un sistema dúplex en el que una PON redundante protege a la PON activa, la conmutación de protección se activará por medio de mensajes concretos en las células PLOAM. Esta secuencia requerirá que los números de línea de la OLT sean exactamente iguales a los de la ONU. Este identificador de línea se asigna a un transmisor atendiendo al esquema de interconexión de las OLT con las ONU. El identificador de línea se envía en la OLT y en la ONU para comprobar si el identificador de línea recibido es igual a su propio identificador. Éste se define como el mensaje de traza de sección de PON (PST, *PON section trace*). Luego, cada equipo podrá verificar su conexión en continuidad con el transmisor deseado. Si el número de línea recibido es diferente del número de línea propio, el equipo genera una alarma, la alarma de discordancia de enlaces (MIS, *link mismatching*), para notificar a un operador o a un usuario.

Los mensajes PST incluyen los octetos K1, K2 tal como se especifican en la Rec. UIT-T G.783 para la conmutación automática de protección. En la Rec. UIT-T G.983.5 se presenta una descripción detallada de esto.

En el caso de un sistema simple, la alarma de discordancia de enlaces es facultativa.

### **8.3.5.10 Protocolo MAC**

El controlador MAC en la OLT adjudica la anchura de banda hacia el origen en la PON, entre las ONU, en una forma equitativa, y necesita información para realizar esta tarea. La ONU hace corresponder la información requerida en el campo de cabida útil del miniintervalo que forma parte de un `divided_slot`. Una ONU está autorizada para enviar este miniintervalo cuando haya recibido una concesión correspondiente de `divided_slot`. Esta concesión es establecida o liberada por medio del mensaje `Divided_Slot_Grant_configuration`. La longitud y la distancia del miniintervalo son transportadas en el mismo mensaje. El formato para transportar esta información y el protocolo MAC quedan en estudio.

## **8.3.6 Funciones de TC específicas de ATM**

### **8.3.6.1 Hacia el destino**

#### **8.3.6.1.1 Formato de célula ATM**

La célula ATM se define en la Rec. UIT-T I.361.

#### **8.3.6.1.2 Control de error de encabezamiento**

Se define en la Rec. UIT-T de la serie I.432.x.

#### **8.3.6.1.3 Delineación de célula**

La delineación de célula en el sentido hacia el destino se efectúa en la ONU. En la Rec. UIT-T de la serie I.432.x se define otro posible método.

### 8.3.6.1.4 Funcionamiento del pseudoaleatorizador

Se define en la Rec. UIT-T de la serie I.432.x (método de pseudoaleatorizador de células distribuido para sistemas de transporte basados en célula).

### 8.3.6.1.5 Células en reposo

Unas células en reposo, tales como las definidas en la Rec. UIT-T de la serie I.432.x, se insertan en la OLT y se descartan en la ONU, para desacoplar la velocidad de célula.

### 8.3.6.1.6 Células PLOAM

Toda célula cuyo número esté comprendido entre la "célula ATM 1" y la "célula ATM 54" en la figura 11, o entre la "célula ATM 1" y la "célula ATM 216" en las figuras 12 y 13, o entre la "célula ATM 1" y la "célula ATM 432" en las figuras 14 y 15, que tenga el encabezamiento igual al encabezamiento especificado de una célula PLOAM, se descartará en la ONU.

## 8.3.6.2 Hacia el origen

### 8.3.6.2.1 Formato de célula ATM

Se define en la Rec. UIT-T I.361.

### 8.3.6.2.2 Control de error de encabezamiento

La OLT efectúa HEC de la manera descrita en la Rec. UIT-T de la serie I.432.x.

### 8.3.6.2.3 Delineación de célula

Dado que las células hacia el origen provienen de ONU diferentes con fases diferentes, la OLT mantiene  $n$  diagramas de estados para  $n$  ONU activas. La figura 21 muestra el diagrama de estados de una ONU.

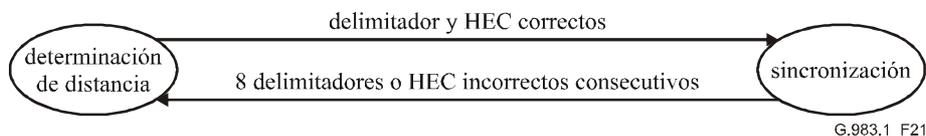
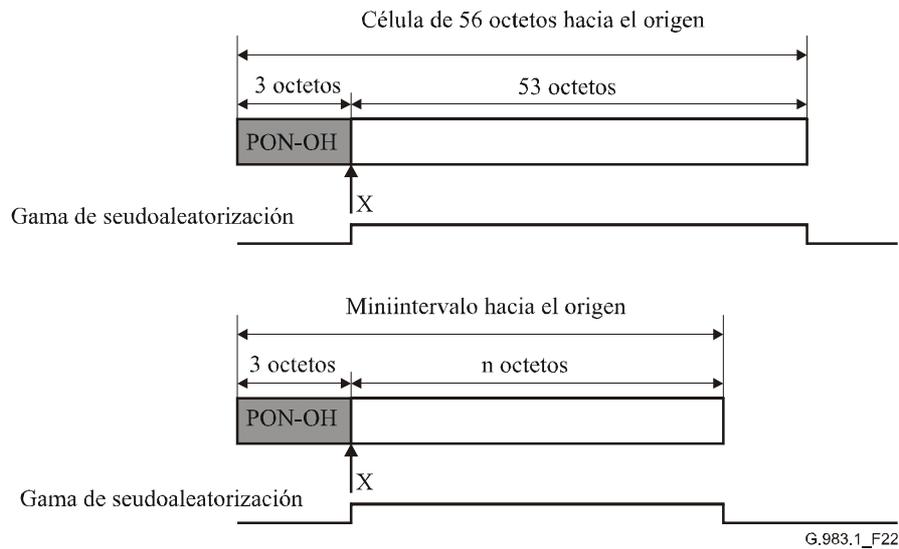


Figura 21/G.983.1 – Diagrama de estados de la delineación de célula

Inicialmente, la delineación de célula se efectúa por el método de determinación de distancia. La ONU ecualiza el tiempo de propagación de ida y retorno para hacer que su célula llegue en el instante correcto para la OLT. El proceso de determinación de distancia puede percibirse como el estado HUNT definido en la Rec. UIT-T I.432.1. Tras un delimitador y un HEC correctos, la ONU es declarada en sincronismo. En el caso de ocho delimitadores o HEC incorrectos consecutivos, la ONU es declarada fuera de sincronismo [pérdida de la delineación de célula (LCDi, *loss of cell delineation*)] y será desactivada y se volverá a determinar su distancia. Las concesiones que se encuentren aún pendientes para esta ONU serán descartadas.

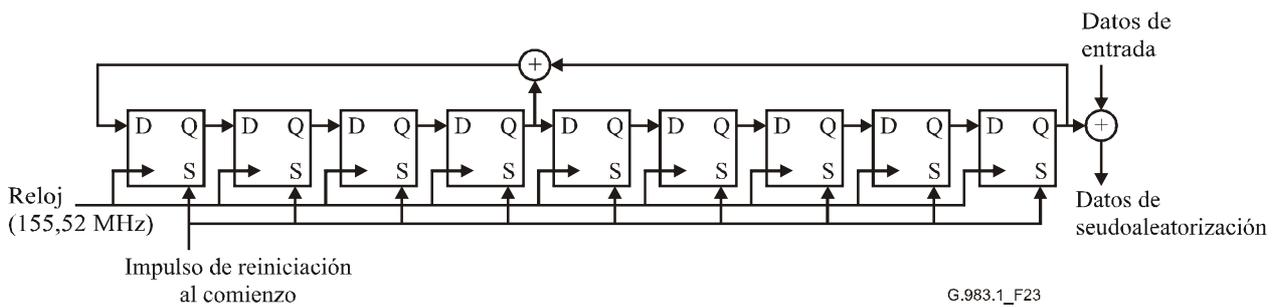
### 8.3.6.2.4 Funcionamiento del pseudoaleatorizador

Las células hacia el origen son pseudoaleatorizadas con un polinomio generador  $x^9 + x^4 + 1$ . Se fija a todos unos en el punto de referencia X indicado en la figura 22. Este patrón se suma módulo 2 con cada célula o miniintervalo hacia el origen. Los octetos de tara hacia el origen no son pseudoaleatorizados.



**Figura 22/G.983.1 – Seudoaleatorizador hacia el origen**

La implementación de este aleatorizador debe ser funcionalmente equivalente a la que se muestra en la figura 23.



**Figura 23/G.983.1 – Seudoaleatorizador hacia el origen**

El impulso de reiniciación pone todos los FF a 1.

### 8.3.6.2.5 Células en reposo

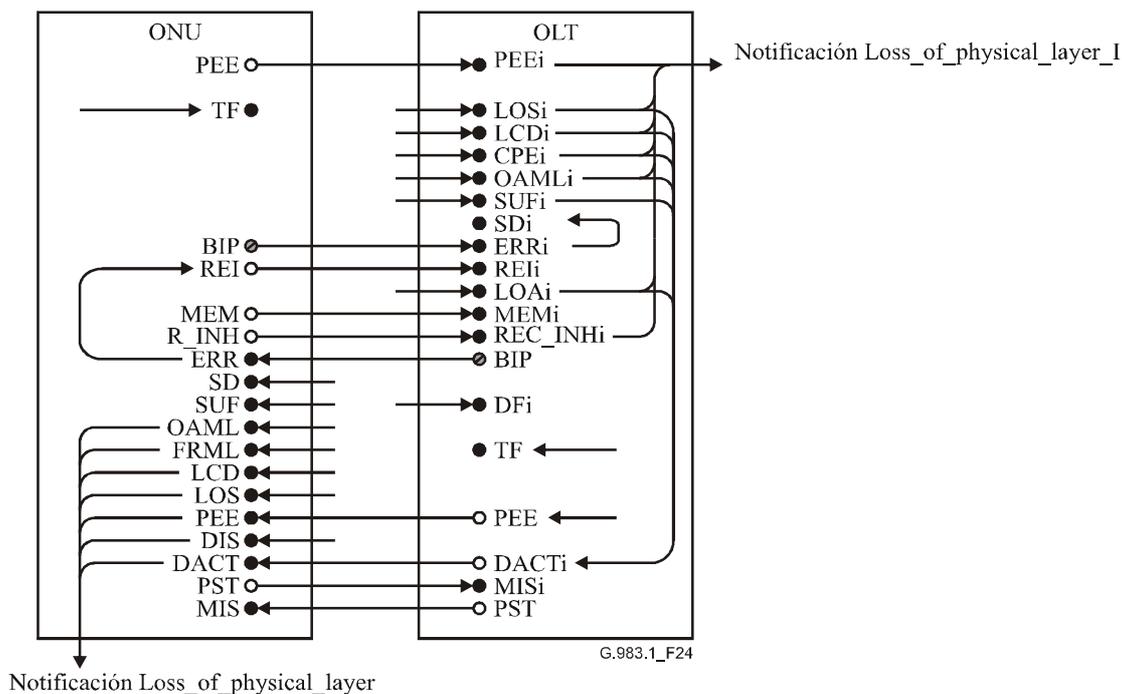
La ONU inserta una célula en reposo, tal como se define en la Rec. UIT-T de la serie I.432.x, cuando recibe una concesión de datos y no tiene células disponibles. Unas células en reposo se insertan en la ONU y se descartan en la OLT, para desacoplar la velocidad de célula.

### 8.3.6.2.6 Células PLOAM

Las células PLOAM recibidas de la capa TC específica de transporte se descartan; este es un caso excepcional.

### 8.3.7 Funciones OAM

La figura 24 muestra las funciones OAM instaladas en la ONU y la OLT. Muestra también las señales de notificación entre OLT y ONU. Estas señales se hacen corresponder en los campos de mensaje de las células PLOAM. Los principios generales definidos en la Rec. UIT-T I.610 pueden aplicarse a la PON. Sin embargo dada la naturaleza punto a multipunto del medio físico, algunas de las notificaciones de OLT a ONU son obsoletas, principalmente porque la ONU funciona en modo esclavo con respecto a la OLT y no puede valerse de dichas notificaciones.



- Punto de detección
- Punto de origen
- ⊙ Punto de cálculo y de origen

**Figura 24/G.983.1 – Funciones OAM**

### 8.3.7.1 Elementos detectados en OTL

**Cuadro 15/G.983.1 – Elementos detectados en OLT**

Tipo	Descripción	
	Condiciones de detección	Acciones
	Condiciones de cancelación	Acciones
TF	<b>Fallo del transmisor</b>	
	Se declara el transmisor OLT en fallo cuando no hay fotocorriente nominal de posfaceta o cuando las corrientes de excitación exceden del valor máximo especificado.	
SUFi	<b>Fallo de arranque de ONUi</b>	
	La determinación de distancia de ONUi ha fallado $n$ veces ( $n = 2$ ; véase 8.4.4.3.3) cuando la OLT ha recibido ráfagas ópticas de esta ONU.	Enviar tres veces mensajes deactivate_PON_ID.
	La redeterminación de distancia de la ONU se hace con éxito.	
PEEi	<b>Error de equipo físico de ONUi</b>	
	Cuando la OLT recibe un mensaje PEE de la ONU.	Generar notificación Loss_of_physical_layer_I.
	Cuando la OLT no recibe un mensaje PEE de la ONUi en tres segundos.	Detener notificación Loss_of_physical_layer_I.

**Cuadro 15/G.983.1 – Elementos detectados en OLT**

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	
<b>LCDi</b>	<b>Pérdida de delimitación de célula de ONUi</b>	
	Cuando se reciben ocho delimitadores no válidos consecutivos o HEC no válidos de ONUi.	Enviar tres veces mensajes deactivate_PON_ID. Generar notificación Loss_of_physical_layer_I.
	Cuando la delimitación de célula para ONUi se obtiene en el estado operativo.	
<b>OAMLi</b>	<b>Pérdida de célula PLOAM para ONUi</b>	
	Cuando faltan 3 células PLOAM consecutivas de ONUi.	Enviar 3 veces mensajes deactivate_PON_ID. Generar notificación Loss_of_physical_layer_I.
	Cuando la OLT recibe una célula PLOAM correspondiente a su concesión PLOAM en su estado operativo.	
<b>CPEi</b>	<b>Error de fase de célula para ONUi</b>	
	Cuando la OLT puede recibir el delimitador correcto y la fase de célula recibida sobrepasa los límites y las acciones correctivas de la OLT no resuelven el problema.	Enviar tres veces mensajes deactivate_PON_ID. Generar notificación Loss_of_physical_layer_I.
	Cuando la OLT recibe una señal óptica válida correspondiente a su concesión en el estado operativo.	
<b>LOSi</b>	<b>Pérdida de señal de ONUi</b>	
	No se recibe señal eléctrica válida en el receptor O/E para ONUi cuando se espera durante ocho células secuenciales hacia el origen.	Enviar tres veces mensajes deactivate_PON_ID. Generar notificación Loss_of_physical_layer_I.
	Cuando la OLT recibe una señal óptica válida correspondiente a su concesión en el estado operativo.	
<b>LOAi</b>	<b>Pérdida de acuse de recibo procedente de ONUi</b>	
	La OLT no recibe un acuse de recibo de ONUi tras un conjunto de mensajes hacia el destino que implica un acuse de recibo en sentido hacia el origen.	Enviar tres veces mensajes deactivate_PON_ID. Generar notificación Loss_of_physical_layer_I.
	Cuando la OLT recibe un acuse de recibo.	
<b>DFi</b>	<b>Fallo de desactivación de ONUi</b>	
	La ONU no reacciona correctamente después de tres mensajes DACT.	
	Cancelado por el operador.	

**Cuadro 15/G.983.1 – Elementos detectados en OLT**

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	
<b>ERRi</b>	<b>Detección de error de bloque de ONUi</b>	
	El octeto BIP-8 recibido hacia el origen se compara con el BIP-8 calculado en el tren recibido. Cuando hay una diferencia entre ellos, la OLT emite ERRi.	
	ERRi deberá ser despejado cuando se reciba en la OLT, proveniente de ONUi, la siguiente célula PLOAM hacia el origen, con un BIP-8 que coincida con el BIP-8 que se calculó.	
<b>SDi</b>	<b>Señal degradada de ONUi</b>	
	El número de bits diferentes se acumula en Error_I durante el intervalo Tmeasure. La BER se define como $BER = \text{Error}_i / (BW * T\text{measure})$ donde BW es la anchura de banda hacia el origen atribuida. Cuando la BER de ONUi hacia el origen deviene $\geq 10^{-5}$ , se pasa a este estado.	
	Cuando la BER de ONUi deviene $< 10^{-5}$ , se termina este estado.	
<b>REIi</b>	<b>Indicación de error a distancia de ONUi</b>	
	Cuando la OLT recibe un mensaje REI diferente de cero, emite una REIi.	
	REIi deberá ser despejada cuando se recibe en la OLT el mensaje REI informando cero errores de ONUi.	
<b>MEMi</b>	<b>Mensaje Message_Error procedente de ONUi</b>	
	Cuando la OLT recibe un mensaje desconocido de ONUi o ha recibido un mensaje message_error.	
	Cuando se informa al operador.	
<b>R-INHi</b>	<b>Recepción de inhibición de alarma de ONUi</b>	
	Cuando la OLT recibe el mensaje R-INH de ONUi, se detecta R-INHi.	No tener en cuenta las alarmas recibidas de esta ONU. Generar notificación Loss_of_physical_layer_I.
	Cuando la OLT recibe una célula PLOAM en el proceso de determinación de distancia de ONUi.	–
<b>MISi</b>	<b>Discordancia de enlace de ONUi</b>	
	La OLT detecta que la PSTi recibida y la PST transmitida son diferentes.	
	La OLT detecta que la PSTi recibida y la PST transmitida son iguales.	

### 8.3.7.2 Elementos detectados en ONU

**Cuadro 16/G.983.1 – Elementos detectados en ONU**

Tipo	Descripción	
	Condiciones de detección	Acciones
	Condiciones de cancelación	Acciones
<b>TF</b>	<b>Fallo del transmisor</b>	
	El transmisor de ONU es declarado en fallo cuando no hay fotocorriente nominal de posfaceta o cuando las corrientes de excitación exceden del máximo especificado.	
<b>LOS</b>	<b>Pérdida de señal (<i>loss of signal</i>)</b>	
	Ninguna señal óptica válida. Por ejemplo, ésta puede ser generada por la función lógica (OAML.AND.FRML.AND.LCD).	Desconectar láser. Generar notificación Loss_of_physical_layer.
	Señal óptica válida. Por ejemplo, ésta puede ser generada por la función lógica negada antes indicada.	
<b>PEE</b>	<b>Señal Physical_Equipment_error</b>	
	Cuando la ONU recibe un mensaje PEE.	Generar notificación Loss_of_physical_layer.
	Cuando la ONU no recibe un mensaje PEE en tres segundos.	
<b>SUF</b>	<b>Fallo de arranque (<i>startup failure</i>)</b>	
	La determinación de distancia de esta ONU ha fallado (para una condición precisa, véase el protocolo de determinación de distancia).	
	Cuando la determinación de distancia tiene éxito.	
<b>OAML</b>	<b>Pérdida de célula PLOAM</b>	
	Cuando tres encabezamientos PLOAM consecutivos son incorrectos.	Desconectar láser. Generar notificación Loss_of_physical_layer.
	Sincronización de OAM cuando tres encabezamientos PLOAM consecutivos son correctos.	
<b>LCD</b>	<b>Pérdida de delineación de célula (<i>loss of cell delineation</i>)</b>	
	Cuando siete células ATM consecutivas tienen un HEC no válido.	Desconectar láser. Generar notificación Loss_of_physical_layer.
	Cuando <i>N</i> células ATM consecutivas tienen un HEC correcto ( <i>N</i> = 9 ó 17).	
<b>FRML</b>	<b>Pérdida de trama hacia el destino (<i>loss of downstream frame</i>)</b>	
	Cuando el bit de trama es "0" durante tres tramas consecutivas.	Desconectar láser. Generar notificación Loss_of_physical_layer.
	Cuando el bit de trama es "1" en tres tramas consecutivas.	

**Cuadro 16/G.983.1 – Elementos detectados en ONU**

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	
<b>ERR</b>	<b>Detección de error de bloque</b>	
	<p>El octeto BIP-8 recibido en el sentido hacia el destino se compara con el BIP-8 calculado en el tren recibido. El número de bits diferentes se acumula en ERR. A intervalos regulares, el contenido se envía mediante REI a la OLT. Este intervalo es programado por la OLT con un mensaje BER_interval_timer.</p> <p>ERR es renovado cada vez que se reciba una célula PLOAM hacia el destino.</p>	REI se transmite en el ciclo de BER_interval.
<b>SD</b>	<b>Señal degradada (<i>signal degraded</i>)</b>	
	Se fija a activo cuando la BER hacia el destino es $\geq 10^{-5}$ .	
	Se fija a inactivo cuando la BER hacia el destino es $< 10^{-5}$ .	
<b>MEM</b>	<b>Mensaje Message_Error (<i>message error message</i>)</b>	
	Cuando la ONU recibe un mensaje desconocido.	Enviar el mensaje Message_error hacia el origen.
<b>DACT</b>	<b>Desactivar PON_ID (<i>deactivate PON_ID</i>)</b>	
	Recepción del mensaje Deactivate_PON_ID dirigido a esta ONU, y que solicita que la ONU se desactive a sí misma.	Desconectar el láser y pasar al estado O2. Generar notificación Loss_of_physical_layer.
	Recepción del mensaje Upstream_overhead.	Continuar con los procedimientos normales de determinación de distancia.
<b>DIS</b>	<b>ONU inhabilitada (<i>disabled ONU</i>)</b>	
	Cuando la ONU recibe un mensaje Disable_serial_number con su propio número de serie y la bandera de habilitación = 0xFF. Permanece en este estado incluso después de desconectar la alimentación.	Desconectar laser. Pasar al estado parada de emergencia O9. Generar notificación Loss_of_physical_layer.
	Cuando la ONU recibe un mensaje Disable_serial_number con habilitar bandera = 0x0F o cuando recibe un mensaje Disable_serial_number con su propio número de serie y la bandera de habilitación = 0x00.	Pasar al estado O1.
<b>MIS</b>	<b>Discordancia de enlaces (<i>link mismatching</i>)</b>	
	La ONU detecta que la PST recibida y la PST transmitida son diferentes.	
	La ONU detecta que la PST recibida y la PST transmitida son iguales.	

### **8.3.8 Mensajes en el canal PLOAM**

El tiempo de procesamiento de todos los mensajes hacia el destino está dentro de  $6 \cdot T_{frame}$ , que es el tiempo que necesita la ONU para procesar el mensaje hacia el destino y preparar cualquier acción correspondiente hacia el origen. El mensaje de actualización de clave de mezclado hacia el destino tiene prioridad sobre todos los demás mensajes hacia el destino. El nivel de prioridad se indica en la columna "función". En algunos mensajes, la ONU tiene que replicar como un mensaje hacia el origen. El nivel de prioridad de los mensajes hacia el origen se indica también en la columna "función". Si no se indica, el nivel de prioridad es 0 (0 es la prioridad más baja).

Nótese también que los mensajes especiales `Divided_Slot_Grant_configuration` y `PST` no se emplean en sistemas sin protección dúplex o DBA. Sin embargo, todos los sistemas deben estar en capacidad de recibir dichos mensajes sin que por ello incurran en error. Refiérase a las Recs. UIT-T G.983.4 y G.983.5 donde se da una mayor descripción del comportamiento detallado ante estos mensajes.

#### **8.3.8.1 Definición de mensajes**

Véase el cuadro 17.

**Cuadro 17/G.983.1 – Definición de mensajes**

	<b>Nombre de mensaje</b>	<b>Función</b>	<b>Sentido</b>	<b>Activador</b>	<b>Número de veces que se envía</b>	<b>Efecto de la recepción</b>
1	Ausencia de mensaje	No hay mensaje disponible cuando se transmite una célula PLOAM.	OLT → ONU	Cola de mensajes vacía.	–	Descartar.
2	New_churning_key_rq	Solicita de la ONU una nueva clave de mezclado.	OLT → ONU	OLT necesita una nueva clave para el mecanismo de mezclado.	1	ONU genera una nueva clave y envía la clave a la OLT con un mensaje new_churning_key.
3	Upstream_RX_control	Para indicar a la ONU el patrón que se debe llenar en la parte RXCF de la célula PLOAM transmitida hacia el origen.	OLT → ONU	Cada vez que se inicia un proceso de determinación de distancia.	3	La ONU fija el valor del campo RXCF hacia el origen de la célula PLOAM hacia el origen.
4	Upstream_overhead	Para indicar a la ONU la tara y el retardo de ecualización preasignado (Te) que debe utilizar en el sentido hacia el origen.	OLT → ONU	Cada vez que se inicia un proceso de determinación de distancia.	3	La ONU fija la tara y el retardo de ecualización preasignado (Te) en el sentido hacia el origen.
5	Serial_number_mask	Proporciona un número de serie y una máscara que enmascara una parte de este número de serie.	OLT → ONU	Para encontrar el número de serie de una ONU única.	1	Si el número de serie y la máscara concuerdan con el número de serie de la ONU, la ONU es habilitada para reaccionar a concesiones de determinación de distancia.
6	Assign_PON_ID	Vincula un número PON_ID libre con el número de serie también proporcionado en este mensaje.	OLT → ONU	Cuando la OLT ha encontrado el número de serie de una ONU única.	3	La ONU con este número de serie utiliza este PON_ID y será direccionada por este PON_ID.

**Cuadro 17/G.983.1 – Definición de mensajes**

	<b>Nombre de mensaje</b>	<b>Función</b>	<b>Sentido</b>	<b>Activador</b>	<b>Número de veces que se envía</b>	<b>Efecto de la recepción</b>
7	Ranging_time	Indica el valor, expresado en número de bits hacia el origen que una ONU con PON_ID tiene que inscribir en su registro de retardo de ecualización (Td).	OLT → ONU	Para el caso de que la OLT decide que el retardo (Td) deba ser actualizado, véase el protocolo de determinación de distancia.	3	La ONU inscribe este valor en el registro de retardo de ecualización (Td).
8	Deactivate_PON_ID	Ordena a una ONU con este PON_ID que detenga el envío de tráfico hacia el origen y se reinicie a sí misma. Puede ser también un mensaje de multidifusión.	OLT → ONU	Cuando se detecta LOS <sub>i</sub> , LCD <sub>i</sub> , OAML <sub>i</sub> , LOA <sub>i</sub> , SUF <sub>i</sub> o CPE <sub>i</sub> .	3	La ONU con este PON_ID desconecta el láser y se descarta el PON_ID. Deberá ser activado cuando la MPU se deteriora.
9	Disable_serial_number	Para inhabilitar a una ONU con este número de serie.	OLT → ONU	Por instrucción del OpS.	3 o hasta que se detecte la ausencia de ráfaga.	Hace pasar la ONU al estado de parada de emergencia. La ONU no puede responder a concesiones.
10	Churning_key_update	Para indicar a la ONU cuándo la nueva clave de mezclado deviene válida. El nivel de prioridad es 1.	OLT → ONU	Cuando la OLT está lista para mezclar datos para la ONU con PON_ID.	3	La ONU conmuta a la nueva clave de mezclado 48*Tframe después del primer mensaje de actualización. Enviar un acuse de recibo después de cada mensaje correctamente recibido.

**Cuadro 17/G.983.1 – Definición de mensajes**

	<b>Nombre de mensaje</b>	<b>Función</b>	<b>Sentido</b>	<b>Activador</b>	<b>Número de veces que se envía</b>	<b>Efecto de la recepción</b>
11	Mensaje Grant_allocation	Para atribuir una concesión de datos y una concesión de PLOAM a una ONU.	OLT → ONU	Después de que se atribuye un PON_ID a la ONU, necesita una concesión de datos y una concesión de PLOAM para enviar las células de datos y PLOAM en el sentido hacia el origen.	3	La ONU almacena los dos tipos de concesión.
12	Mensaje Divided_Slot_Grant_configuration	Para atribuir o desatribuir una Divided_slot_grant a una ONU e identificar la longitud de miniintervalo y la posición de separación.	OLT → ONU	La OLT necesita/ya no necesita el servicio proporcionado por el miniintervalo.	3	La ONU envía el miniintervalo después de recibir esta divided_slot_grant. Si es desatribuida, la ONU dejará de reaccionar a esta Divided_Slot_grant.
13	Configure_VP/VC	Este mensaje activa o desactiva un VP/VC hacia el destino y hacia el origen para comunicación en la capa ATM.	OLT → ONU	Cuando la OLT desea establecer o suprimir una conexión con la ONU, por ejemplo, para la configuración de la función UPC, llenado de tablas de filtrado o configuración de las interfaces de la ONU.	3	La ONU activa/desactiva estos VP/VC para el canal de comunicación. Enviar un acuse de recibo después de cada mensaje correctamente recibido.

**Cuadro 17/G.983.1 – Definición de mensajes**

	<b>Nombre de mensaje</b>	<b>Función</b>	<b>Sentido</b>	<b>Activador</b>	<b>Número de veces que se envía</b>	<b>Efecto de la recepción</b>
14	BER_interval	Define el intervalo de acumulación para cada ONU expresado en número de tramas en sentido hacia el destino para la ONU, contando el número de errores de bit en dicho sentido de transmisión. Mismo plazo que para Configure_VP/VC.	OLT → ONU	El OpS define este intervalo y puede ocuparse en particular de una ONU.	3	La ONU pone en marcha un temporizador de intervalo BER y acumula los errores de bit en el sentido hacia el destino. Enviar un acuse de recibo después de cada mensaje correctamente recibido.  Se reinicia el número secuencial en el mensaje REI.
15	Mensaje PST	Para comprobar la conectividad OLT-ONU en una configuración redundante y para efectuar APS.	OLT → ONU	Enviarlo a cierta velocidad.	1 vez/segundo	La ONU coteja el número de enlace con su propio número de enlace y genera un MIS de discordancia de enlace, si son diferentes.
16	Mensaje Physical_equipment_error (PEE)	Para indicar a las ONU que la OLT no puede enviar células ATM y células OMCC en el sentido de la capa ATM a la capa TC.	OLT → ONU	Cuando la OLT lo detecta, no puede enviar células ATM y células OMCC en el sentido de capa ATM a capa TC.	1 vez/segundo	Depende del sistema.
17	Churned_VP	Para indicar a las ONU cuáles VP/VC están mezclados y cuáles no lo están.	OLT → ONU	Cuando un nuevo VP deba ser mezclado o no.	3	Marca o desmarca este VP. Enviar un acuse de recibo después de cada mensaje correctamente recibido.

**Cuadro 17/G.983.1 – Definición de mensajes**

	<b>Nombre de mensaje</b>	<b>Función</b>	<b>Sentido</b>	<b>Activador</b>	<b>Número de veces que se envía</b>	<b>Efecto de la recepción</b>
18	Mensaje Request_password	Para solicitar la contraseña de una ONU con el fin de verificarla. La OLT tiene una tabla local de contraseñas de las ONU conectadas. Si, tras la nueva determinación de distancia, la contraseña ha cambiado, no activará la ONU.	OLT → ONU	Después de que se ha determinado la distancia para una ONU. Es facultativo.	1	Envía el mensaje de contraseña tres veces.
19	Mensaje POPUP	La OLT puede pedir a todas las ONU conectadas que restablezcan los valores de sus parámetros, salvo el del retardo de ecualización y obligarlas a pasar del estado POPUP al estado operativo de reserva 3 (O7).	OLT → ONU	Para acelerar la nueva determinación de distancia de un subconjunto de todas las ONU conectadas.	3	La ONU restablece los parámetros que estaba utilizando en el estado operativo existente antes de detectar un LOS, LCD, OAML o FRML, salvo el retardo de ecualización que se fija al retardo de ecualización preasignado.
20	Mensaje Vendor_specific	Un número de Message_IDs están reservados para mensajes específicos del vendedor.	OLT → ONU	Específico del vendedor.	Específico del vendedor.	Específico del vendedor.
21	Ausencia de mensaje	No hay mensaje disponible cuando se transmite una célula PLOAM.	OLT ← ONU	Cola de mensajes vacía.		Descartar.

**Cuadro 17/G.983.1 – Definición de mensajes**

	<b>Nombre de mensaje</b>	<b>Función</b>	<b>Sentido</b>	<b>Activador</b>	<b>Número de veces que se envía</b>	<b>Efecto de la recepción</b>
22	New_churning_key	Contiene una nueva clave que habrá de utilizarse en las células mezcladas en el sentido hacia el destino, para esta ONU. El nivel de prioridad es 1.	OLT ← ONU	Tras la petición de la OLT, la ONU toma una nueva clave y la envía a la OLT.	3 veces	La OLT inicializa la máquina de mezclado con esta nueva clave si recibe tres claves idénticas consecutivas y conmuta a la nueva clave 48*Tframe después del primer mensaje churning_key_update.
23	Acuse de recibo	Es utilizado por la ONU para indicar la recepción de un mensaje hacia el destino. Configure_VP/VC, Churning_key_update, Churned_VP o BER_interval. La prioridad es 1 para el acuse de recibo en el mensaje Churning_key_update. El nivel de prioridad es 0 para los demás. El plazo para el acuse de recibo es 300 ms.	OLT ← ONU	Tras cada recepción correcta de un mensaje en sentido hacia el destino.	1 vez	La OLT es informada de la correcta recepción del mensaje hacia el destino que está enviando y ejecuta las acciones correspondientes.
24	Serial_number_ONU	Contiene el número de serie de una ONU.	OLT ← ONU	La ONU envía este mensaje cuando está en el modo determinación de distancia y cuando recibe una concesión de determinación de distancia o una concesión PLOAM.	X (se puede enviar varias veces durante el protocolo de determinación de distancia).	La OLT extrae el número de serie y puede asignar un PON_ID libre a esta ONU.

**Cuadro 17/G.983.1 – Definición de mensajes**

	<b>Nombre de mensaje</b>	<b>Función</b>	<b>Sentido</b>	<b>Activador</b>	<b>Número de veces que se envía</b>	<b>Efecto de la recepción</b>
25	Mensaje Message_error	Indica que la ONU no puede cumplimentar un mensaje de la OLT.	OLT ← ONU	Cuando la ONU no puede cumplimentar un mensaje contenido en una célula PLOAM en el sentido hacia el destino.	3	Informar al operador.
26	Indicación de error a distancia (REI, <i>remote error indication</i> )	Contiene el número de discordancias de BIP hacia el destino (una cuenta por discordancia de bits) contados durante el BER_interval.	OLT ← ONU	Cuando haya expirado el BER_interval.	1 vez/BER_interval	La OLT puede mostrar la BER media en función del tiempo, para una ONU.
27	R-INH	Para informar a la OLT que la ONU suprimirá la alimentación de energía para el funcionamiento normal. Con esto se evita que la OLT emita informes de alarma innecesarios. El nivel de prioridad es 2.	OLT ← ONU	La ONU genera este mensaje cuando se activa la desconexión de energía (como es la supresión de alimentación o la extracción de un cordón de energía sin respaldo de batería) en una operación normal.	Al menos 3 veces	Descartar toda alarma siguiente procedente de esta ONU. Informar al OpS.
28	Mensaje PST	Para comprobar la conectividad OLT-ONU en una configuración redundante y para efectuar APS.	OLT ← ONU	Enviarlo a cierta velocidad.	1 vez/segundo	La OLT coteja el número de enlace con su propio número de enlace y genera un Link Mismatch MISi si es diferente.
29	Physical_equipment_error	Para indicar a la OLT que la ONU no puede enviar células ATM y células OMCC en el sentido de capa ATM a capa TC.	OLT ← ONU	Cuando la ONU detecta que no puede enviar células ATM y células OMCC en el sentido de capa ATM a capa TC.	1 vez/segundo	Depende del sistema.

**Cuadro 17/G.983.1 – Definición de mensajes**

	<b>Nombre de mensaje</b>	<b>Función</b>	<b>Sentido</b>	<b>Activador</b>	<b>Número de veces que se envía</b>	<b>Efecto de la recepción</b>
30	Contraseña	Para verificar la identidad de una ONU en base a su contraseña.	OLT ← ONU	Cuando la OLT solicita la contraseña mediante el mensaje request_password.	3	Si la OLT recibe tres contraseñas idénticas, se declarará válida. El procesamiento ulterior dependerá del sistema.
31	Mensaje Vendor_specific	Un número de Message_Ids están reservados para mensajes específicos del vendedor.	OLT ← ONU	Específico del vendedor.	Específico del vendedor.	Específico del vendedor.
32	Mensaje Big_Key (optativo)	Transporta una clave grande para su uso en la criptación de datos Su nivel de prioridad es 1	OLT ← ONU	Tras la petición de la OLT, la ONU toma una nueva clave y la envía al OLT	3 veces por fragmento	La OLT inicializa la criptación lógica con esta nueva clave si recibe tres claves idénticas consecutivas y cambia a la nueva clave 48*Tframe después de recibir el primer mensaje churning_key_update

### 8.3.8.2 Formatos de mensajes

Esta cláusula define el contenido de los mensajes indicados en la subcláusula precedente.

#### 8.3.8.2.1 Formatos de los mensajes en el sentido hacia el destino

Ausencia de mensaje		
Octeto	Contenido	Descripción
35	0100 0000	Mensaje difundido a todas las ONU
36	0000 0000	Identificación de mensaje "ausencia de mensaje"
37..46	No especificado	

Mensaje Upstream_Rx_Control		
Octeto	Contenido	Descripción
35	0100 0000	Mensaje difundido a todas las ONU
36	0000 0001	Identificación de mensaje "Upstream_Rx_control"
37	Cuenta de submensajes <i>n</i>	<i>n</i> puede 0x00 o 0x01. Indica qué parte del campo RXCF está indicado en los octetos restantes de este mensaje
38	dddd dddd	RXCF1 para <i>n</i> = 0x00 y RXCF10 para <i>n</i> = 0x01
39	dddd dddd	RXCF2 para <i>n</i> = 0x00 y RXCF11 para <i>n</i> = 0x01
40	dddd dddd	RXCF3 para <i>n</i> = 0x00 y RXCF12 para <i>n</i> = 0x01
41	dddd dddd	RXCF4 para <i>n</i> = 0x00 y RXCF13 para <i>n</i> = 0x01
42	dddd dddd	RXCF5 para <i>n</i> = 0x00 y RXCF14 para <i>n</i> = 0x01
43	dddd dddd	RXCF6 para <i>n</i> = 0x00 y RXCF15 para <i>n</i> = 0x01
44	dddd dddd	RXCF7 para <i>n</i> = 0x00 y RXCF16 para <i>n</i> = 0x01
45	dddd dddd	RXCF8 para <i>n</i> = 0x00 y no especificado para <i>n</i> = 0x01
46	dddd dddd	RXCF9 para <i>n</i> = 0x00 y no especificado para <i>n</i> = 0x01

Mensaje Upstream_overhead		
Octeto	Contenido	Descripción
35	0100 0000	Mensaje difundido a todas las ONU
36	0000 0010	Identificación de mensaje "Upstream_overhead"
37	gggg gggg	Número de bits de guarda de la tara hacia el origen, comenzando la cuenta por el primer bit de los octetos de tara hacia el origen ( $4 \leq \text{gggggggg} \leq 24$ ). La ONU no tendrá en cuenta el valor de los primeros gggg gggg bits de datos de tara en los octetos 38-40.
38	bbbb bbbb	Datos a programar en el octeto de tara 1
39	bbbb bbbb	Datos a programar en el octeto de tara 2
40	bbbb bbbb	Datos a programar en el octeto de tara 3
41	No especificado	

<b>Mensaje Upstream_overhead (fin)</b>		
42	No especificado	
43	xxxx xxxp	Identificación de mensaje "preassigned equalization delay (Te)" p = "0" indica Te = 0 p = "1" indica que Te está definido por los octetos 44-46
44	dddd dddd	MSB de retardo de ecualización preasignado (Te)
45	dddd dddd	
46	dddd dddd	LSB de retardo de ecualización preasignado (Te)

<b>Mensaje Ranging_time</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	PON_ID	Mensaje dirigido a una ONU
36	0000 0011	Identificación de mensaje "Ranging_time"
37	dddd dddd	MSB de retardo de ecualización (Td)
38	dddd dddd	
39	dddd dddd	LSB de retardo de ecualización (Td)
40..46	No especificado	

<b>Mensaje Serial_number_mask</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	0100 0000	Mensaje difundido a todas las ONU
36	0000 0100	Identificación de mensaje "Serial_number_mask"
37	nnnn nnnn	Número de bits válidos (nnnnnnnn ≤ 64), comenzando la cuenta desde el LSB del octeto 45 y contando hasta el MSB del octeto 38
38	abcd efgh	Octeto 1 del número de serie
...	...	
45	stuv wxyz	Octeto 8 del número de serie
46	No especificado	

<b>Mensaje Assign_PON_ID</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	0100 0000	Mensaje difundido a todas las ONU
36	0000 0101	Identificación de mensaje "Assign_PON_ID"
37	pppp pppp	PON_ID (pppppppp ≤ 63)
38	abcd efgh	Octeto 1 del número de serie
...	...	
45	stuv wxyz	Octeto 8 del número de serie
46	No especificado	

<b>Mensaje Deactivate_PON_ID</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	PON_ID	Mensaje dirigido a una ONU o a todas las ONU. Como una difusión a todas las ONU, PON_ID = 0x40
36	0000 0110	Identificación de mensaje "Deactivate_PON_ID"
37..46	No especificado	

<b>Mensaje Disable_serial_number</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	0100 0000	Mensaje difundido a todas las ONU
36	0000 0111	Identificación de mensaje "Disable_serial_number"
37	Habilitar	0xFF: A la ONU que tenga este número de serie se le deniega el acceso hacia el origen. 0x0F: Todas las ONU a que se les negó el acceso hacia el origen pueden participar en un proceso de determinación de distancia. El contenido de los octetos 38~45 es intrascendente. 0x00: La ONU con este número de serie puede participar en el proceso de determinación de distancia.
38	abcd efgh	Octeto 1 del número de serie
...	...	
45	stuv wxyz	Octeto 8 del número de serie
46	No especificado	

<b>Mensaje New_churning_key_request</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	PON_ID	Mensaje dirigido a una ONU
36	0000 1000	Identificación de mensaje "New_churning_key_request"
37..46	No especificado	

<b>Mensaje Churning_key_update</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	PON_ID	Mensaje dirigido a una ONU
36	0000 1001	Identificación de mensaje "Churning_key_update"
37	COUNT	de 1 a 3
38..46	No especificado	

<b>Mensaje Grant_allocation</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	PON_ID	Mensaje dirigido a una ONU
36	0000 1010	Identificación de mensaje "Grant_allocation"
37	dddd dddd	Concesión de datos atribuida a la ONU con este PON_ID
38	0000 000a	a:1 = Activar concesión de datos para esta ONU a:0 = Desactivar concesión de datos para esta ONU
39	pppp pppp	Concesión de PLOAM atribuida a la ONU con este PON_ID
40	0000 000a	a:1 = Activar concesión de PLOAM para esta ONU a:0 = Desactivar concesión de PLOAM para esta ONU
41..46	No especificado	

<b>Mensaje Divided_Slot_Grant_configuration</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	PON_ID	Mensaje dirigido a una ONU
36	0000 1011	Identificación de mensaje "Divided_Slot_Grant_configuration"
37	0000 000a	a:1 = Activar concesión para esta ONU a:0 = Desactivar concesión para esta ONU
38	DS_GR	Define el valor de concesión atribuido a esta ONU para el envío un miniintervalo
39	LENGTH	Define la longitud de la cabida útil del miniintervalo en número de octetos. Dentro de la gama [1 .. (53 – OFFSET)]
40	OFFSET	Define el desplazamiento comienzo del miniintervalo en número de octetos a partir del comienzo de un intervalo de célula hacia el origen. OFFSET = 0 significa que el miniintervalo comienza en el primer octeto del intervalo hacia el origen.
41	Service_ID	Define el servicio que se hará corresponder en el miniintervalo. 0000 0000 se utiliza para el protocolo MAC. Los demás valores quedan reservados para una futura utilización.
42..46	No especificado	

<b>Mensaje Configure VP/VC</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	PON_ID	Mensaje dirigido a una ONU
36	0000 1100	Identificación de mensaje "Configure VP/VC"
37	0000 000a	Los octetos 38-41 definen VP/VC hacia el destino y VP/VC hacia el origen a:1 activa este VP/VC a:0 desactiva este VP/VC
38	HEADER1	Octeto 1 de encabezamiento ATM (MSB)
39	HEADER2	Octeto 2 de encabezamiento ATM

<b>Mensaje Configure VP/VC</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
40	HEADER3	Octeto 3 de encabezamiento ATM
41	HEADER4	Octeto 4 de encabezamiento ATM (LSB). Los 4 bits menos significativos (PTI y CLP) son transparentes para la capa TC.
42	MASK1	Todos los bits de MASK fijados a 1 definen los bits correspondientes en HEADER que deben utilizarse para terminación o generación de células en la capa ATM
43	MASK2	
44	MASK3	
45	MASK4	Sólo se utilizan los 4 bits más significativos
46	No especificado	

<b>Mensaje Physical_equipment_error</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	0100 0000	Mensaje difundido a todas las ONU
36	0000 1101	Identificación de mensaje "Physical_equipment_error"
37..46	No especificado	

<b>Mensaje Request_Password</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	PON_ID	Mensaje dirigido a una ONU
36	0000 1110	Identificación de mensaje "Request_Password"
37..46	No especificado	

<b>Mensaje Churned_VP</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	PON_ID	Mensaje dirigido a una ONU
36	0000 1111	Identificación de mensaje "Churned_VP"
37	xxxx xxxa	a = 1 mezclado a = 0 no mezclado
38	abcd efgh	abcdefgh = VPI[11..4]
39	ijkl 0000	ijkl = VPI[3..0]
40..46	No especificado	

<b>Mensaje POPUP</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	0100 0000	Mensaje difundido a todas las ONU
36	0001 0000	Identificación de mensaje "POPUP"
37..46	No especificado	

<b>Mensaje Vendor_specific</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	xxxx xxxx	Mensaje dirigido a una ONU o difundido
36	0111 1zzz	Identificación de mensaje "Vendor_specific"
37..46	yyyy yyyy	Específico de vendedor. Estos mensajes pueden ser utilizados con carácter privado por diferentes vendedores y nunca serán normalizados

<b>Mensaje PST</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	0100 0000	Mensaje difundido a todas las ONU
36	1000 0000	Identificación de mensaje "PST"
37	Número de serie	Puede ser 0 ó 1
38	Control	Éste es el octeto K1 especificado en la Rec. UIT-T G.783
39	Control	Éste es el octeto K2 especificado en la Rec. UIT-T G.783
40..46	No especificado	

<b>Mensaje BER_interval</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
35	PON_ID	Mensaje dirigido a una ONU
36	1000 0001	Identificación de mensaje "BER_interval"
37	Interval1	Intervalo de 32 bits, MSB
38	Interval2	
39	Interval3	
40	Interval4	Intervalo de 32 bits, LSB, intervalo en número de tramas
41..46	No especificado	

### 8.3.8.2.2 Formatos de los mensajes en el sentido hacia el origen

<b>Ausencia de mensaje</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	PON_ID	Indica la ONU que origina este mensaje
3	0000 0000	Identificación de mensaje "no message"
4..13	No especificado	

<b>New_churning_key message</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	PON_ID	Indica la ONU que origina este mensaje
3	0000 0001	Identificación de mensaje "New_churning_key"
4	Churning_key1	(MSB) X1, X2, ..., X8 (LSB)
5	Churning_key2	(MSB) P1, P2, ..., P8
6	Churning_key3	P9, P10, ..., P16 (LSB)
7..13	No especificado	

<b>Mensaje Acknowledge</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	PON_ID	Indica la ONU que origina este mensaje
3	0000 0010	Identificación de mensaje "Acknowledge"
4	DM_ID	Identificación de mensaje hacia el destino
5	DMBYTE37	Octeto 37 de mensaje hacia el destino
6	DMBYTE38	Octeto 38 de mensaje hacia el destino
7	DMBYTE39	Octeto 39 de mensaje hacia el destino
8	DMBYTE40	Octeto 40 de mensaje hacia el destino
9	DMBYTE41	Octeto 41 de mensaje hacia el destino
10	DMBYTE42	Octeto 42 de mensaje hacia el destino
11	DMBYTE43	Octeto 43 de mensaje hacia el destino
12	DMBYTE44	Octeto 44 de mensaje hacia el destino
13	DMBYTE45	Octeto 45 de mensaje hacia el destino

<b>Serial_number_ONU</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	0100 0000 PON_ID	Estado 2 de reserva activa operativa Estado 3 de reserva activa operativa
3	0000 0011	Identificación de mensaje "Serial_number_ONU"
4	0000 0000	Los octetos del 5 al 12 forman el número de serie completo de la ONU
5	VID1	Vendor_ID byte 1
6	VID2	Vendor_ID byte 2
7	VID3	Vendor_ID byte 3
8	VID4	Vendor_ID byte 4
9	VSSN1	Vendor specific Serial number octeto 1
10	VSSN2	Vendor specific Serial number octeto 2
11	VSSN3	Vendor specific Serial number octeto 3
12	VSSN4	Vendor specific Serial number octeto 4
13	No especificado	

El conjunto de códigos para el Vendor\_ID se especifica en ANSI T1.220. Los 4 caracteres se hacen corresponder en el campo de 4 octetos tomando cada código de carácter ASCII/ANSI y concatenándolos.

Ejemplo: Vendor\_ID = ABCD      ⇒ VID1 = 0x41, VID2 = 0x42, VID3 = 0x43, VID4 = 0x44.

<b>Mensaje Password</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	PON_ID	Indica la ONU que origina este mensaje
3	0000 0100	Identificación de mensaje "Password"
4	pppp pppp	Password1
...	...	...
13	pppp pppp	Password10

<b>Mensaje Physical_equipment_error</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	PON_ID	Indica la ONU que origina este mensaje
3	0000 0101	Identificación de mensaje "Physical_equipment_error"
4..13	No especificado	

<b>Mensaje Vendor_specific</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	xxxx xxxx	Indica la ONU que origina este mensaje
3	0111 1zzz	Identificación de mensaje "Vendor_specific"
4..13	yyyy yyyy	Específico de vendedor. Estos mensajes pueden ser utilizados con carácter privado por diferentes vendedores y nunca serán normalizados

<b>Mensaje REI</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	PON_ID	Indica la ONU que origina este mensaje
3	1000 0000	Identificación de mensaje "REI message"
4	Error_count1	Contador de errores 32 bits, MSB
5	Error_count2	Contador de errores 32 bits
6	Error_count3	Contador de errores 32 bits
7	Error_count4	Contador de errores 32 bits, LSB
8	0000 SSSS	Número secuencial. Los 4 bits LSB, SSSS, se incrementan cada vez que se envía este mensaje
9..13	No especificado	

<b>Mensaje R-INH</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	PON_ID	Indica la ONU que origina este mensaje
3	1000 0001	Identificación de mensaje "R-INH"
4..13	No especificado	

<b>Mensaje PST</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	PON_ID	Indica la ONU que origina este mensaje
3	1000 0010	Identificación de mensaje "PST"
4	Linenumbr	Puede ser 0 ó 1
5	Control	Este es el octeto K1 especificado en la Rec. UIT-T G.783
6	Control	Este es el octeto K2 especificado en la Rec. UIT-T G.783
7..13	No especificado	

<b>Mensaje Message_error</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	PON_ID	Indica la ONU que origina este mensaje
3	1000 0011	Identificación de mensaje "Message_error"
4	Message_id	Indica message_id hacia el destino no reconocido
5..13	No especificado	

<b>Mensaje Big_Key (optativo)</b>		
<b>Octeto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Descripción</b>
2	PON_ID	Indica que la ONU es el origen de este mensaje
3	0000 0110	Identificación de mensaje "Big Churning Key message"
4	Key_Index	Índice que indica qué clave de la ONU transporta este mensaje
5	Frag_Index	Índice que indica qué parte de la clave transporta este mensaje
6	KeyBYTE0	Octeto 0 del fragmento (Frag_Index) de la clave (Key_Index)
7	KeyBYTE1	Octeto 1 del fragmento (Frag_Index) de la clave (Key_Index)
8	KeyBYTE2	Octeto 2 del fragmento (Frag_Index) de la clave (Key_Index)
9	KeyBYTE3	Octeto 3 del fragmento (Frag_Index) de la clave (Key_Index)
10	KeyBYTE4	Octeto 4 del fragmento (Frag_Index) de la clave (Key_Index)
11	KeyBYTE5	Octeto 5 del fragmento (Frag_Index) de la clave (Key_Index)
12	KeyBYTE6	Octeto 6 del fragmento (Frag_Index) de la clave (Key_Index)
13	KeyBYTE7	Octeto 7 del fragmento (Frag_Index) de la clave (Key_Index)

### 8.3.9 Conmutación automática de protección

La conmutación automática de protección (APS, *automatic protection switching*) en la capa TC de la PON puede proporcionarse como una función facultativa. La utilización de la APS depende del

número de usuarios y de la fiabilidad del servicio. Para aplicaciones comerciales deben considerarse configuraciones redundantes con doble ODN o doble ONU. Algunos bits de control para el protocolo de protección podrían reservarse en la trama de tara del campo de mensaje PST definido en 8.3.8.2.1 y 8.3.8.2.2. En la Rec. UIT-T G.983.5 figura una descripción completa de la función APS. Para más detalles véase el anexo D.

El tiempo requerido para la APS, incluido el tiempo de determinación de distancia para 32 ONU, deberá considerarse para el soporte de servicios POTS y/o RDSI; las conexiones en curso no deberán desconectarse cuando se esté efectuando la APS.

## **8.4 Método de determinación de distancia**

### **8.4.1 Alcance del método de determinación de distancia aplicado**

El sistema PON debe utilizar un método de determinación de distancia totalmente digital, dentro de banda, para medir las distancias de alcance lógico entre cada ONU y la OLT. El alcance máximo de la PON es 20 km. Deberá ser posible medir el retardo de transmisión para cada ONU estando la PON en servicio, sin que se perturbe el servicio ofrecido a otras ONU.

El tamaño de la ventana para la señal de medición del retardo puede minimizarse utilizando alguna información sobre la posición de la ONU. El operador de red puede proporcionar a la PON, previamente, una distancia OLT-ONU mínima, y otra máxima (si no se hace esto, el mínimo será 0 km y el máximo 20 km). Las distancias mínima y máxima pueden ser proporcionadas con una granularidad definida por el operador de red. Para las ONU cuyas distancias no han sido previamente determinadas, el comienzo y el final de la ventana de determinación de distancia se halla a partir de estas distancias mínima y máxima proporcionadas.

El protocolo de determinación de distancia se especifica y utiliza para varios tipos de métodos de instalación de las ONU y varios tipos de procesos de determinación de distancia, con funciones adicionales o facultativas, si es necesario.

#### **8.4.1.1 Método de instalación de las ONU**

Existen dos posibles ejemplos de métodos para instalar las ONU:

Método A: El sistema OpS registra el número de serie de la ONU en la OLT.

Método B: El sistema OpS no registra el número de serie de la ONU en la OLT. Este método requiere un mecanismo automático de detección del número de serie (o de un número único codificado en forma modificable) de la ONU.

Tanto en el método A como en el método B, la determinación de la distancia de una ONU puede iniciarse de dos maneras:

- 1) el operador de red autoriza el comienzo del proceso cuando se sabe que la nueva ONU ha sido conectada. Después de concluido con éxito el proceso de determinación de distancia (o transcurrido un periodo de temporización), el proceso de determinación de distancia se detiene automáticamente;
- 2) la OLT inicia periódica y automáticamente el proceso de determinación de distancia, y comprueba por un procedimiento de interrogación si se ha conectado alguna nueva ONU. La frecuencia de la interrogación es programable de modo que se pueda abrir una ventana de determinación de distancia cada milisegundo o cada segundo por instrucción del sistema OpS.

#### **8.4.1.2 Tipo de proceso de determinación de distancia**

Son posibles diferentes situaciones en las que puede aplicarse el proceso de determinación de distancia; estas situaciones se describen a continuación. Existen cuatro categorías de procesos de determinación de distancia.

#### 8.4.1.2.1 PON fría, ONU fría

Esta situación se presenta cuando no hay tráfico hacia el origen en curso en la PON y las ONU aún no han recibido PON-IDs de la OLT.

#### 8.4.1.2.2 PON caliente, ONU fría

Esta situación se presenta cuando se añade una o más ONU cuyas distancias no han sido previamente determinadas o cuando se añade una o más ONU que habían estado activas y a las que se les ha restablecido la alimentación de energía y retornan a la PON habiendo en ésta tráfico en curso.

#### 8.4.1.2.3 PON caliente, ONU caliente

Esta situación se presenta cuando una ONU que estaba activa se mantiene energizada y conectada a una PON activa pero en el estado POPUP descrito en 8.4.4.2.1. Además, esta situación incluye una ONU activa conectada a una PON activa con tráfico en curso.

#### 8.4.1.2.4 Cambio por conmutación de un recurso a otro recurso

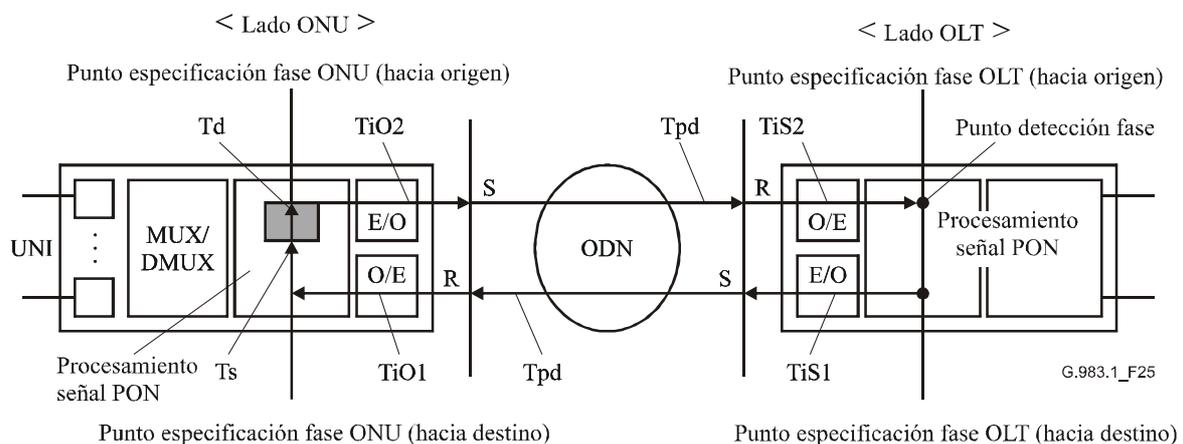
Pueden ser posibles varios tipos de configuraciones ATM-PON, a saber duplexadas y/o parcialmente duplexadas. El protocolo de determinación de distancia debe ser aplicable en estos casos.

### 8.4.2 Especificación de la relación de fase entre la transmisión hacia el destino y hacia el origen

La relación de fase entre la transmisión hacia el destino y la transmisión hacia el origen deberá definirse para el proceso de determinación de distancia.

#### 8.4.2.1 Definición de los puntos de especificación de fase

La configuración de los puntos de especificación de fase que se describen a continuación se muestra en la figura 25.



$$T_{const} = TiS1 + Tpd + TiO1 + Ts + Td + TiO2 + Tpd + TiS2$$

$$T_{response}(ONU) = TiO1 + Ts + Td + TiO2 \text{ (para } Td = 0)$$

$$= TiO1 + Ts + TiO2$$

$$0 \leq Td \text{ (Equalization\_delay)} \leq \text{Max}$$

**Figura 25/G.983.1 – Configuración de los puntos de especificación**

#### **8.4.2.1.1 Puntos de especificación de fase de la ONU y la OLT**

El punto de especificación de fase de la ONU se define por razones de conveniencia para especificar la fase de la transmisión de célula. Está virtualmente ubicado en el lado ONU del punto de referencia S/R. El punto de identificación de fase de la OLT se define también para especificar la fase de la transmisión de célula. Está virtualmente ubicado en el lado OLT del punto de referencia R/S.

#### **8.4.2.1.2 Retardo básico de transmisión de célula (Ts)**

El retardo básico de transmisión de célula (Ts) se define como la fase de la célula hacia el origen, que corresponde a la primera concesión de la primera célula PLOAM de la trama hacia el destino, a su trama hacia el destino en el punto de especificación de fase de la ONU cuando el retardo de ecualización (Td) es 0. El retardo de transmisión (Ts) lo introduce la PON, en la ONU, cuando es atravesada por la señal.

#### **8.4.2.1.3 Retardo de transmisión de célula en la ONU**

El retardo de transmisión de célula en la ONU se define como la fase de célula hacia el origen, que corresponde a la primera concesión de la primera célula PLOAM de la trama hacia el destino, a su trama hacia el destino en el punto de especificación de fase de la ONU. El retardo de transmisión de célula en la ONU es la suma del retardo de transmisión de célula básico (Ts) y el retardo de ecualización (Td) en el procedimiento de determinación de distancia.

#### **8.4.2.1.4 Fase en los puntos de especificación de interfaz S/R y R/S**

Las células en la transmisión hacia el destino en el punto de referencia R de la ONU alcanzan el punto de especificación de fase de la ONU después de cierto retardo TiO1. Las células en la transmisión hacia el origen en el punto de especificación de fase de la ONU alcanzan el punto de referencia S de la ONU tras un lapso TiO2.

Además, las células en la transmisión hacia el destino en el punto de especificación de fase de la OLT alcanzan el punto de referencia S de la OLT después de cierto lapso TiS1. Las células en la transmisión hacia el origen en el punto de referencia R de la OLT alcanzan el punto de especificación de fase de la OLT después de un lapso TiS2.

Los retardos TiO1, TiO2, TiS1 y TiS2 se deben a las conversiones optoelectricas y electroópticas en la ONU y la OLT (véase la figura 25).

#### **8.4.2.2 Especificación del tiempo de respuesta en la ONU**

El tiempo de respuesta en la ONU, Tresponse(ONU), en el punto de referencia S/R, se especificará de modo que asegure la conectividad de la ONU más lejana en los entornos multivendedores.

El tiempo de respuesta Tresponse(ONU) se define como sigue:

$$\begin{aligned} T_{\text{response}}(\text{ONU}) &= T_{iO1} + T_s + T_d + T_{iO2} \quad (\text{a } T_d = 0) \\ &= T_{iO1} + T_s + T_{iO2} \end{aligned}$$

El valor de Tresponse(ONU) estará comprendido entre 3136 y 4032 bits (a 155,52 Mbit/s), que es equivalente a otro valor comprendido entre 7 y 9 células (células de 56 octetos). Se considera que éste es un tiempo de procesamiento de señal suficiente en la ONU.

$$3136 \text{ bits} \leq T_{\text{response}}(\text{ONU}) \leq 4032 \text{ bits (a 155,52 Mbit/s)}$$

$$6272 \text{ bits} \leq T_{\text{response}}(\text{ONU}) \leq 8064 \text{ bits (a 622,08 Mbit/s)}$$

NOTA – La variación del retardo debida a Tresponse(ONU) se considera como una inexactitud en la ubicación de la ONU que, en distancia, equivale aproximadamente a 600 m y 300 m para las velocidades hacia el origen de 155 y 622 Mbit/s, respectivamente.

### 8.4.2.3 Relación de fase en el estado de funcionamiento normal

Las relaciones entre las fases de las células hacia el destino y hacia el origen en el punto de referencia S/R de la ONU, el punto de especificación de fase de la ONU, el punto R/S de referencia de la OLT, y el punto de especificación de fase de la OLT se muestran en la figura 26.  $T_{pd}$  representa el tiempo de propagación en la fibra óptica desde la OLT hasta la ONU (o viceversa).

El intervalo de tiempo de célula hacia el origen, de la célula #1, corresponde al primer campo de concesión de la primera célula PLOAM hacia el destino de la trama hacia el destino. El retardo entre la célula PLOAM con la primera concesión y la correspondiente célula hacia el origen se define como el retardo de ida y retorno ecualizado ( $T_{eqd}$ ).

Este retardo de ida y retorno ecualizado ( $T_{eqd}$ ) se define en el punto de especificación de fase de la OLT (como se ha indicado anteriormente).

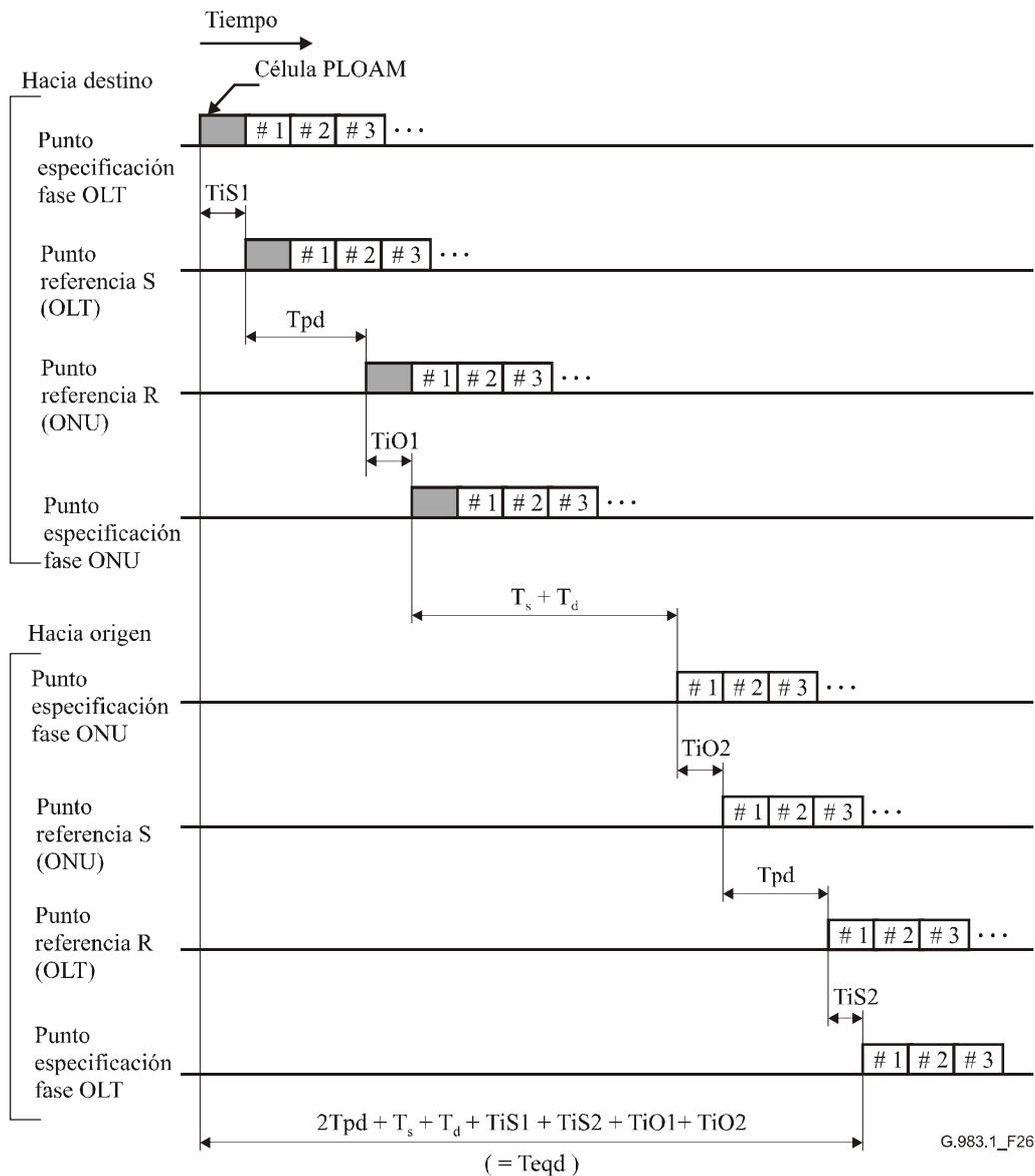
$$\begin{aligned} T_{eqd} &= 2 * T_{pd} + T_s + T_d + T_{iO1} + T_{iO2} + T_{iS1} + T_{iS2} \\ &= 2 * T_{pd} + T_{response}(ONU) + T_d + T_{iS1} + T_{iS2} \end{aligned}$$

En el estado operativo normal,  $T_{eqd}$  es constante para todas las ONU. Teniendo en cuenta la variación de  $T_{pd}$  y  $T_{response}(ONU)$ , el retardo de ecualización ( $T_d$ ) se especifica como sigue:

el valor máximo de  $T_d \geq 32\ 000$  bits (a 155,52 Mbit/s)

el valor máximo de  $T_d \geq 128\ 000$  bits (a 622,08 Mbit/s)

El retardo máximo de ida y retorno de aproximadamente de 200  $\mu$ s (que corresponde a una fibra óptica de 20 km) es igual a 69 células (células de 56 octetos) más 192 bits, y el  $T_{response}(ONU)$  máximo es 9 células con una variación de 2 células, por lo que el retardo de ecualización abarca la variación del retardo de 0 a 32 000 bits (a 155,52 Mbit/s).



**Figura 26/G.983.1 – Relaciones de fase entre los sentidos hacia el destino y hacia el origen**

#### 8.4.2.4 Granularidad del retardo de ecualización

El retardo de ecualización ( $T_d$ ) deberá definirse con una granularidad de 1 bit para todas las velocidades.

#### 8.4.2.5 Apertura de la ventana de determinación de distancia en el procedimiento de determinación de distancia

NOTA – En el siguiente texto se presentan ejemplos en los que se utiliza una velocidad hacia el origen de 155,52 Mbit/s. Dado que los valores correspondientes a  $T_{response}$  y  $T_d$  dependen de la velocidad hacia el origen, estos valores no son aplicables al caso de 622 Mbit/s. Véanse las especificaciones anteriores correspondientes a dichos valores.

##### 8.4.2.5.1 Procedimiento normal

Antes de iniciar el proceso de determinación de distancia, la OLT envía un mensaje `Upstream_overhead` para indicar a las nuevas ONU la tara que tienen que utilizar. Seguidamente, la OLT inicia el proceso de determinación de distancia. Las concesiones de datos hacia el origen se ponen en cola.

La OLT genera una cadena de concesiones de la siguiente forma:

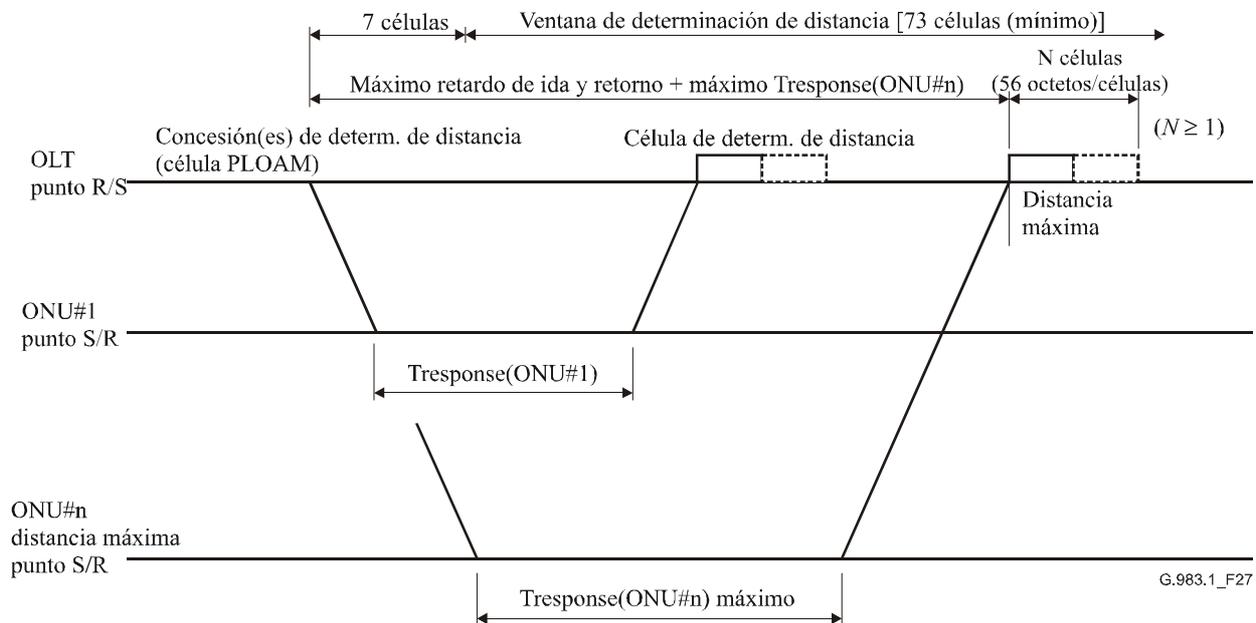
- concesiones no asignadas para abrir la ventana, y
- una concesión de determinación de distancia (o una concesión de PLOAM), y
- concesiones adicionales de determinación de distancia o de PLOAM, si es necesario.

Estas concesiones se hacen corresponder con las células PLOAM hacia el destino. Con esto se asegura que, después de que la concesión de determinación de distancia haya salido de la OLT, se abra una ventana hacia el origen para recibir una célula PLOAM de determinación de distancia. Las concesiones adicionales de determinación de distancia o de PLOAM permiten el establecimiento de la potencia óptica de la ONU y/o el control de umbral o la determinación de la amplitud en la OLT. El número de concesiones para el establecimiento de la potencia óptica de la ONU debe ser uno, y el número de las correspondientes al receptor OLT deberá determinarlo la OLT, si es necesario.

Cuando se requieran más concesiones para efectuar el establecimiento de la potencia óptica de la ONU, el establecimiento de la potencia óptica podrá realizarse permitiendo varios fallos durante el proceso de determinación de distancia y repeticiones de la determinación de distancia. En caso de que se aplique el procedimiento para la adquisición del número de serie (mecanismo de árbol binario indicado en 8.4.4.1), la ONU puede utilizar concesiones para el establecimiento de la potencia óptica de la ONU. Además, si la OLT inicia periódicamente el proceso de determinación de distancia para verificar las ONU recientemente conectadas, esto es conveniente para tal finalidad.

Algunas de las concesiones no asignadas utilizadas para abrir la ventana pueden sustituirse por concesiones de datos y/o concesiones de PLOAM, con el fin de minimizar el tamaño de la ventana.

Este esquema de apertura de la ventana de determinación de distancia se muestra en la figura 27 para el caso en que la concesión de determinación de distancia está ubicada en el primer campo de concesión de la primera célula PLOAM de la trama hacia el destino.



NOTA – Si la ONU recibe la concesión de determinación de distancia, envía inmediatamente una o más células de determinación de distancia.

La célula de determinación de distancia se recibe tras  $T_{response}(ONU) +$  retardo de ida y retorno, en cuyo caso corresponde a la primera concesión de la primera célula PLOAM en la trama hacia el destino.

El tamaño de la ventana de determinación de distancia deberá hallarse tomando en consideración concesiones adicionales.

**Figura 27/G.983.1 – Ventana de determinación de distancia y relación de fase**

Cada ONU a la que se permite el envío de una o más células deberá enviar una o más células PLOAM de determinación de distancia inmediatamente después de que reciba la concesión de determinación de distancia.

NOTA – En este contexto, la palabra "inmediatamente" significa que cada ONU envía una célula PLOAM en el instante designado, que corresponde a la ubicación de la concesión de determinación de distancia en una célula PLOAM hacia el destino.

El retardo de ecualización (Td) puede medirse como se indica en el ejemplo de la figura 27.

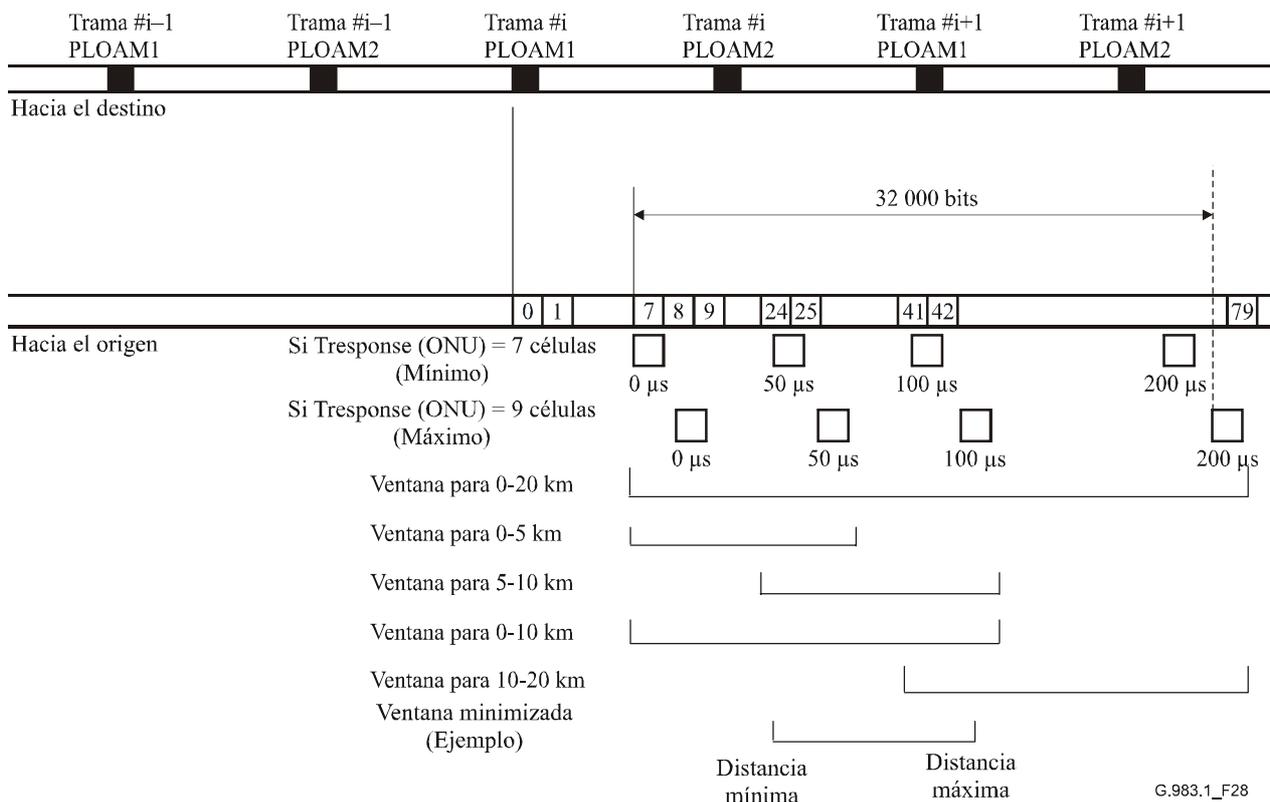
$$T_d = T_{eqd} - (T_2 - T_1)$$

T1 = tiempo de transmisión de la célula PLOAM hacia el destino que contiene una concesión de determinación de distancia, en el punto de especificación de fase de la OLT.

T2 = tiempo de llegada de la célula de determinación de distancia hacia el origen en el punto de especificación de fase de la OLT.

T<sub>eqd</sub> = 79 células (a título de ejemplo).

Valiéndose del conocimiento que se tiene de la distancia entre la ONU y la OLT, el tamaño de la ventana puede ser programado por medio de asignaciones apropiadas de concesiones no asignadas, como muestra la figura 28.

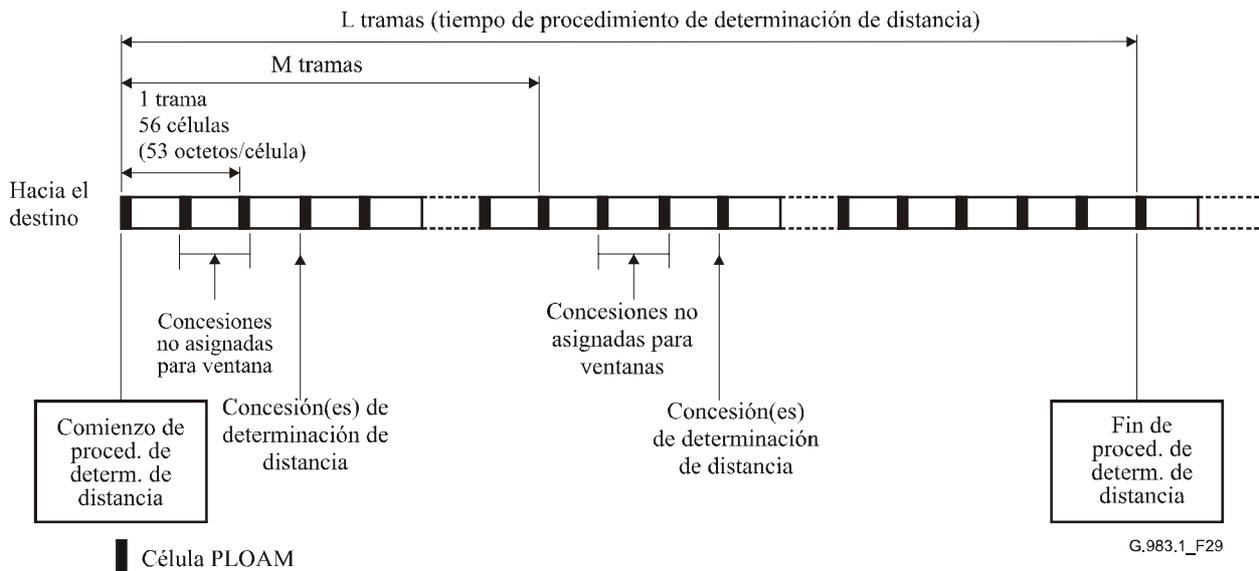


NOTA – Suponiendo que la primera concesión de Trama #i es una trama de determinación de distancia.

**Figura 28/G.983.1 – Ventana programable de determinación de distancia (ejemplo)**

Si se requiere que una ventana de determinación de distancia de longitud reducida se abra en un lugar fijo de la trama hacia el origen, podrá utilizarse un retardo de ecualización preasignado.

Durante el proceso de determinación de distancia podrán abrirse más ventanas hacia el origen, si es necesario. En la figura 29 se muestra un ejemplo.



**Figura 29/G.983.1 – Apertura repetida de la ventana de determinación de distancia**

El valor "M" en la figura 29 indica el intervalo entre las ventanas que se abren. Este valor "M" deberá determinarse teniendo en cuenta que se debe evitar una degradación de la calidad de servicio.

El valor "L" indica el tiempo transcurrido para aplicar el procedimiento de determinación de distancia.

#### 8.4.2.5.2 Ventana de ubicación fija con algún conocimiento de ubicaciones de las ONU

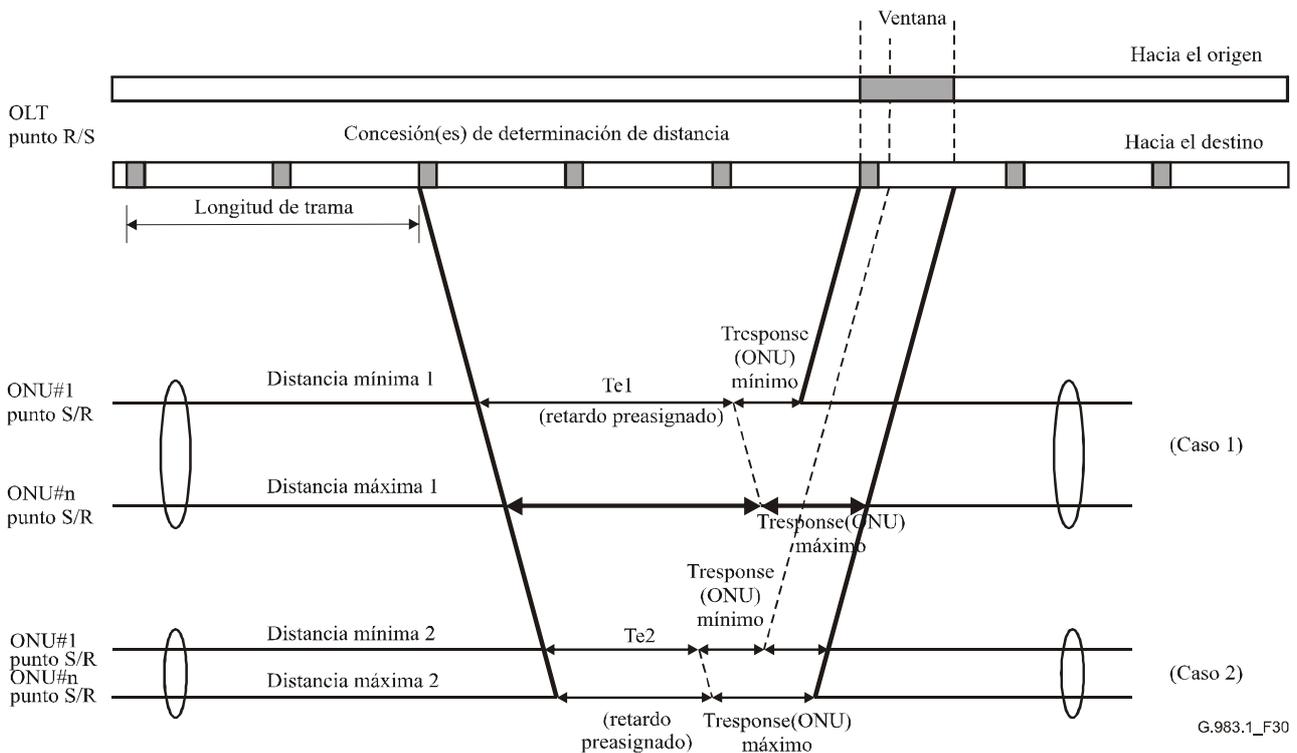
Cuando se tiene alguna información sobre la posición de la ONU, la OLT puede transmitir un retardo de ecualización preasignado ( $T_e$ ) a la ONU, siendo  $T_e$  equivalente al retardo de ecualización ( $T_d$ ) aproximado. El retardo de ecualización preasignado ( $T_e$ ) puede transmitirse en el mensaje `Upstream_overhead` desde la OLT a cada una ONU. El valor por defecto de  $T_e$  es 0.

La OLT transmitirá concesiones no asignadas para abrir una ventana de determinación de distancia, cuyo tamaño se reduce a partir del máximo en función de la confianza con la que se conoce la distancia OLT-ONU. La OLT enviará entonces una concesión de determinación de distancia a la ONU.

Cuando la ONU recibe la concesión de determinación de distancia, responde con una célula de determinación de distancia tras un lapso igual al retardo de ecualización preasignado ( $T_e$ ) más  $T_{response}(ONU)$ . Con esto se asegura que la célula de determinación de distancia llega dentro de la ventana abierta que está en una posición fija en la trama hacia el origen.

En la figura 30 se muestra un ejemplo. En este caso, el retardo de ecualización ( $T_d$ ) puede medirse como sigue:

$$T_d = T_{eqd} - (T_2 - T_1) + T_e$$



**Figura 30/G.983.1 – Ventana de ubicación fija con algún conocimiento sobre ubicaciones de ONU**

### 8.4.3 Definición de mensajes utilizados en el protocolo de determinación de distancia

Los mensajes utilizados en el protocolo de determinación de distancia se definen en la sección sobre la especificación de la capa TC.

Las relaciones de temporización entre mensajes y concesiones transmitidas hacia el destino en el procedimiento de determinación de distancia deben interpretarse como sigue:

- Si una célula PLOAM hacia el destino contiene concesiones y un mensaje, se deberá, por definición, actuar primeramente sobre las concesiones y después sobre el mensaje. El procesamiento de mensajes recibidos en la ONU relativos al procedimiento de determinación de distancia deberá ser ejecutado dentro de seis periodos de trama ( $6 \cdot T_{frame}$ ).
- Al recibirse el mensaje `Ranging_time`, se deberá también actualizar  $T_d$  dentro del periodo de  $6 \cdot T_{frame}$ . Esto significa que la OLT no debe enviar una concesión de PLOAM ni una concesión de datos a la ONU designada hasta que haya transcurrido un lapso de  $6 \cdot T_{frame}$  después del envío del primero de los tres mensajes `Ranging_time` a esa ONU en el procedimiento de determinación de distancia, ya que se deben evitar las colisiones de células durante el procesamiento de mensaje en la ONU.

Las relaciones de temporización entre las células PLOAM hacia el destino y los intervalos hacia el origen no son afectadas por la definición antes mencionada.

### 8.4.4 Procedimiento de determinación de distancia

#### 8.4.4.1 Procedimiento de determinación de distancia global

La determinación de distancia se realiza bajo el control de la OLT. La OLT envía mensajes y la ONU responde a los mensajes enviados por la OLT.

A continuación se da una breve descripción del procedimiento de determinación de distancia:

- la OLT mide la fase de llegada de la célula hacia el origen, procedente de la ONU;
- la OLT notifica a la ONU el retardo de ecualización; y
- la ONU ajusta la fase de transmisión al valor notificado.

Este procedimiento se efectúa por el intercambio de datos digitales dentro de banda transportados por células hacia el origen y hacia el destino.

El procedimiento de determinación de distancia se efectúa utilizando algún tipo de concesiones y mensajes.

En el estado operativo normal, todas las células pueden utilizarse para supervisar la fase de la célula que llega. La información de fase de célula obtenida por la supervisión se utiliza para actualizar el retardo de ecualización.

En la determinación de distancia mediante el método de instalación B puede presentarse un problema cuando la OLT está tratando de determinar la distancia de las ONU, y más de una ONU aparecen conectadas instantáneamente, al mismo tiempo. El número de serie de las ONU no se conoce y por esa razón se ha emitido una concesión de determinación de distancia dirigida a todas las ONU en el estado de reserva activa. Esto puede provocar que más de una ONU responda y que sus señales se superpongan en la OLT, con la consiguiente colisión en la OLT. Para resolver este problema se utiliza el mecanismo de árbol binario.

NOTA – Mecanismo de árbol binario: Después de haberse detectado una colisión de células de determinación de distancia en la OLT, la OLT envía un mensaje `Serial_number_mask` seguido de una concesión de determinación de distancia para permitir que cualquier ONU cuyo número de serie concuerde con la máscara transmita una célula de determinación de distancia. El tamaño de la `Serial_number_mask` se aumenta en un bit cada vez hasta que una ONU, y sólo una, esté transmitiendo una célula de determinación de distancia. Esto permite que la determinación de distancia para esa ONU se efectúe individualmente. Después de esto podrá emitirse de nuevo la concesión general de determinación de distancia lo que permitirá a otras ONU cuyas distancias aún no se han determinado, transmitir células de determinación de distancia. Si, a pesar de esto, se producen colisiones, se repite el mecanismo.

Este mecanismo de árbol binario puede también aplicarse convenientemente para evitar la sobrecarga de la entrada óptica del receptor OLT durante el establecimiento de la potencia de la ONU.

#### **8.4.4.2 Procedimiento de determinación de distancia en la ONU**

El procedimiento de determinación de distancia se especifica por el comportamiento funcional en los estados definidos virtualmente y en la transición entre dos estados, como se muestra más adelante.

En III.1 se presenta un ejemplo de flujo de determinación de distancia en la ONU.

##### **8.4.4.2.1 Estados de la ONU**

Para la descripción del comportamiento de determinación de distancia se utilizan diez estados.

a) *Estado inicial (O1)*

Estado en el que LOS, LCD, OAML, o FRML siguen siendo todavía detectados después de que la ONU ha sido energizada.

b) *Estado 1 de reserva activa para determinación de distancia (O2)*

Estado de preparación para la determinación de distancia; no obstante, se pueden detectar los mensajes hacia el destino. Se recibe el mensaje `Upstream_overhead`. En este estado se detecta también el retardo de ecualización preasignado, transportado por este mensaje `Upstream_overhead`.

- c) *Estado 2 de reserva activa para determinación de distancia (O3)*  
 Se ejecuta el procedimiento de establecimiento de la potencia óptica de la ONU, si es necesario. Se puede aplicar el mecanismo de árbol binario para el establecimiento de la potencia óptica de la ONU.  
 No se podrá transmitir ninguna célula PLOAM en respuesta a una concesión de determinación de distancia.
- d) *Estado 3 de reserva activa para determinación de distancia (O4)*  
 Se ejecuta el procedimiento de establecimiento de la potencia óptica de la ONU, si es necesario. El mecanismo de árbol binario puede aplicarse para el establecimiento de la potencia óptica de la ONU.  
 Se puede transmitir una célula PLOAM en respuesta a una concesión de determinación de distancia.
- e) *Estado operativo de reserva activa 1 (O5)*  
 Estado de adquisición del PON\_ID. El mecanismo de árbol binario es aplicable para la adquisición del número de serie.  
 No se puede transmitir una célula PLOAM en respuesta a una concesión de determinación de distancia.
- f) *Estado operativo de reserva activa 2 (O6)*  
 Estado de adquisición del PON\_ID. El mecanismo de árbol binario es aplicable a la adquisición del número de serie.  
 Se transmitirá una célula PLOAM con el mensaje Serial\_number\_ONU en respuesta a una concesión de determinación de distancia.
- g) *Estado operativo de reserva activa 3 (O7)*  
 Estado de medición de retardo ejecutada.  
 Se transmitirá una célula PLOAM con el mensaje Serial\_number\_ONU en respuesta a una concesión de PLOAM.
- h) *Estado operativo (O8)*  
 El retardo de ecualización es actualizado por la recepción del mensaje Ranging\_time.
- i) *Estado de parada de emergencia (O9)*  
 Estado de parada de emergencia tras la recepción del mensaje Disable\_serial\_number con un Serial\_number concordante y el campo de habilitación fijado a FFh.  
 No se puede transmitir una célula PLOAM en respuesta a una concesión de determinación de distancia. Una vez que la ONU pasa a este estado, deberá permanecer en él sin que deba abandonarlo por la aparición de cualquier otro de los eventos indicados en el cuadro 18, tales como un mensaje Deactivate\_PON\_ID, o LOS, etc. y/o el corte de la alimentación de energía de la ONU.  
 Sólo cuando se reciba el mensaje Disable\_serial\_number con un Serial\_number concordante y el campo de habilitación fijado a 00h o cuando el campo de habilitación está fijado a 0Fh, cualquiera que sea el Serial\_number, se producirá la transición al estado O1.
- j) *Estado POPUP (O10)*  
 La ONU pasa a este estado tras la detección de LOS, LCD, OAML, o FRML en el estado operativo (O8). Cuando se recibe un mensaje POPUP, la ONU restablece los valores de ajuste del láser, los campos Upstream\_overhead, LCF y RXCF, el retardo de preecualización Te, PON\_ID, y Grant\_allocations. Se produce una transición al estado O7 después de que el temporizador TO1 se fija a comienzo.

#### **8.4.4.2.2 Especificación del comportamiento en la ONU**

Se utiliza el diagrama de estados del cuadro 18 para la descripción del comportamiento funcional en la ONU. La primera columna del cuadro 18 indica los eventos generados, incluida la recepción de mensaje, y la primera fila indica los estados de la ONU.

**Cuadro 18/G.983.1 – Diagrama de estados de la ONU**

	<b>Estado inicial (O1)</b>	<b>Estado 1 de reserva activa de determinación de distancia (O2)</b>	<b>Estado 2 de reserva activa de determinación de distancia (O3)</b>	<b>Estado 3 de reserva activa de determinación de distancia (O4)</b>	<b>Estado 1 de reserva activa operativa (O5)</b>
Mensaje Upstream_overhead	-	Extraer tara Fijar retardo preasignado Te ⇒ O3	-	-	-
Establecimiento de potencia óptica completado	-	-	- Arrancar temporizador TO1 ⇒ O5	- Arrancar temporizador TO1 ⇒ O5	-
Mensaje Serial_number_mask	-	-	¿Concordancia de SN (bits válidos)? ⇒ O4	¿Discordancia de SN (bits válidos)? ⇒ O3	¿Concordancia de SN (bits válidos)? ⇒ O6
Mensaje Assign_PON_ID	-	-	-	-	¿Concordancia de SN? - Asignar PON_ID
Mensaje Grant_allocation	-	-	-	-	¿Concordancia PON_ID? - Atribuir concesión datos/PLOAM ⇒ O7
Mensaje POPUP	-	-	-	-	-
Expiración temporizador TO2	-	-	-	-	-
Expiración temporizador TO1	-	-	-	-	⇒ O3 (alarma SUF)
Mensaje Ranging_time	-	-	-	-	-
Concesión de datos	-	-	-	-	-
Concesión de PLOAM	-	-	-	-	-
Concesión det. de distancia	-	-	-	Enviar célula PLOAM	-
Mensaje Deactivate_PON_ID <sup>a)</sup>	-	-	¿Concordancia PON_ID? ⇒ O2	¿Concordancia PON_ID? ⇒ O2	¿Concordancia PON_ID? - Detener temporizador TO1 ⇒ O2

**Cuadro 18/G.983.1 – Diagrama de estados de la ONU**

	<b>Estado inicial (O1)</b>	<b>Estado 1 de reserva activa de determinación de distancia (O2)</b>	<b>Estado 2 de reserva activa de determinación de distancia (O3)</b>	<b>Estado 3 de reserva activa de determinación de distancia (O4)</b>	<b>Estado 1 de reserva activa operativa (O5)</b>
Mensaje Disable_serial_number	-	¿Concordancia SN y enable = FFh? ⇒ O9	¿Concordancia SN y enable = FFh? ⇒ O9	¿Concordancia SN y enable = FFh? ⇒ O9	¿Concordancia SN y enable = FFh? - Detener temporizador TO1 ⇒ O9
Detectar LOS o LCD o OAML o FRML	-	⇒ O1	⇒ O1	⇒ O1	Detener temporizador TO1 ⇒ O1
Liberar LOS y LCD y OAML y FRML	⇒ O2	-	-	-	-

**Cuadro 18/G.983.1 – Diagrama de estados de la ONU**

	<b>Estado 2 de reserva activa operativa (O6)</b>	<b>Estado 3 de reserva activa operativa (O7)</b>	<b>Estado operativo (O8)</b>	<b>Estado 1 de parada de emergencia (O9)</b>	<b>Estado POPUP (O10)</b>
Mensaje Upstream_overhead	-	-	-	-	-
Establecimiento de potencia óptica completado	-	-	-	-	-
Mensaje Serial_number_mask	¿Discordancia de SN (bits válidos)? ⇒ O5	-	-	-	-
Mensaje Assign_PON_ID	¿Concordancia de SN? - Asignar PON_ID	-	-	-	-

**Cuadro 18/G.983.1 – Diagrama de estados de la ONU**

	<b>Estado 2 de reserva activa operativa (O6)</b>	<b>Estado 3 de reserva activa operativa (O7)</b>	<b>Estado operativo (O8)</b>	<b>Estado 1 de parada de emergencia (O9)</b>	<b>Estado POPUP (O10)</b>
Mensaje Grant_allocation	¿Concordancia PON_ID? – Atribuir concesión de datos/PLOAM ⇒ O7	–	–	–	–
Mensaje POPUP	–	–	–	–	Restablecer ajustes del láser, campos Upstream_overhead, LCF y RXCF, Te, PON_ID, y atribución de concesión, arrancar temporizador TO1 ⇒ O7
Expiración temporizador TO2	–	–	–	–	⇒ O1
Expiración temporizador TO1	⇒ O3 (alarma SUF)	⇒ O3 (alarma SUF)	–	–	–
Mensaje Ranging_time	–	¿Concuerta PON_ID? – Detener temporizador TO1 – Fijar retardo de equalización ⇒ O8	¿Concuerta PON_ID? – Actualizar retardo de equalización	–	–
Concesión de datos	–	–	Enviar célula ATM	–	–
Concesión de PLOAM	–	Enviar célula PLOAM	Enviar célula PLOAM	–	–
Concesión det. de distancia	Enviar célula PLOAM	–	–	–	–
Mensaje Deactivate_PON_ID <sup>a)</sup>	¿Concuerta PON_ID? – Detener temporizador TO1 ⇒ O2	¿Concuerta PON_ID? – Detener temporizador TO1 ⇒ O2	¿Concuerta PON_ID? ⇒ O2	–	–

**Cuadro 18/G.983.1 – Diagrama de estados de la ONU**

	<b>Estado 2 de reserva activa operativa (O6)</b>	<b>Estado 3 de reserva activa operativa (O7)</b>	<b>Estado operativo (O8)</b>	<b>Estado 1 de parada de emergencia (O9)</b>	<b>Estado POPUP (O10)</b>
Mensaje Disable_serial_number	Concuerda SN y enable = FFh? – Detener temporizador TO1 ⇒ O9	Concuerda SN y enable = FFh? – Detener temporizador TO1 ⇒ O9	Concuerda SN y enable = FFh? ⇒ O9	Concuerda SN y enable = 00h? o enable = 0Fh y SN intrascendente ⇒ O1	–
Detectar LOS o LCD u OAML o FRML	Detener temporizador TO1 ⇒ O1	Detener temporizador TO1 ⇒ O1	Arrancar temporizador TO2 ⇒ O10	–	⇒ O10
Liberar LOS y LCD y OAML y FRML	–	–	–	–	–
<p>– Una ONU abandonará el estado operativo si se produce un fallo o se corta la alimentación en energía de la ONU. En este diagrama sólo se consideran señales de mantenimiento de LOS, LCD, OAML y FRML.</p> <p>– "-" significa que no hay acción para el evento correspondiente.</p> <p>– La célula PLOAM en el estado O6 u O7 debe transmitirse con su mensaje Serial_Number_ONU con el retardo preasignado Te y la célula PLOAM en el estado O4 debe transmitirse en el retardo preasignado Te.</p> <p>– PON_ID y la atribución de concesión deberán liberarse o descartarse cuando se producen transiciones a los estados O1, O2, O3 y O9, y el retardo preasignado Te debe liberarse en las transiciones a O1 y O2.</p> <p><sup>a)</sup> Se supone también el evento de recepción de un mensaje Deactivate_PON_ID difundido (el octeto 35 de PON_ID = 40h).</p>					

#### 8.4.4.2.2.1 Recepción de mensajes

Los mensajes transportados en las células PLOAM procedentes de la OLT deberán estar protegidos por la CRC, y el mensaje de evento de recepción deberá ser generado cuando la verificación CRC sea correcta. En los casos a), c), d), y e) indicados a continuación, estos mensajes se envían tres veces para asegurar una recepción correcta en la ONU. En estos casos, el mensaje de evento de recepción se genera después de que el mensaje haya sido recibido correctamente por lo menos una vez.

a) *El evento de recepción del mensaje Upstream\_overhead*

Este evento se produce solamente en el estado 1 de reserva activa de determinación de distancia. Tras la recepción correcta del mensaje Upstream\_overhead se produce la transición del estado de la ONU al estado 2 de reserva activa de determinación de distancia.

b) *El evento de recepción del mensaje Serial\_number\_mask*

Este evento se procesa en el estado 2 de reserva activa de determinación de distancia, estado 3 de reserva activa de determinación de distancia, estado 1 de reserva activa operativa, y estado 2 de reserva activa operativa.

En el estado 2 de reserva activa de determinación de distancia y en el estado 3 de reserva activa de determinación de distancia:

Cuando el número de serie válido concuerda con el número de serie propio, el estado de la ONU pasa al estado 3 de reserva activa de determinación de distancia. Si el número de serie válido no concuerda con su número de serie propio, pasa al estado 2 de reserva activa de determinación de distancia.

Estado 1 de reserva operativa y en el estado 2 de reserva activa operativa:

Cuando el número de serie válido concuerda con el número de serie propio, la ONU conmuta su estado pasando al estado 2 de reserva activa operativa. Si el número de serie válido no concuerda con el número de serie propio, pasa al estado 1 de reserva activa operativa.

c) *El evento de recepción del mensaje Assign\_PON\_ID*

Este evento sólo se procesa en el estado 1 de reserva activa operativa y en el estado 2 de reserva activa operativa.

Cuando el número de serie en el mensaje Assign\_PON\_ID concuerda con el número de serie propio, el PON\_ID ha sido adquirido.

d) *El evento de recepción del mensaje Grant\_allocation*

Cuando el PON\_ID en el mensaje Grant\_allocation concuerda con su propio PON\_ID, se asigna una concesión de datos y una concesión de PLOAM para esta ONU, después de lo cual el estado de la ONU pasa al estado 3 de reserva activa operativa.

e) *El evento de recepción del mensaje Ranging\_time*

Este evento sólo se procesa en el estado 3 de reserva activa operativa y en el estado operativo cuando el PON\_ID concuerda con su propio PON\_ID.

El retardo de ecualización se recibe en el mensaje Ranging\_time y se utiliza como el retardo de ecualización de Td definido en 8.4.2.3.

(En el estado 3 de reserva activa operativa)

Se fija el retardo de ecualización, y el estado de la ONU pasa al estado operativo.

(En el estado operativo)

Se actualiza el retardo de ecualización.

- f) *El evento de recepción del mensaje Deactivate\_PON\_ID*  
Cuando el PON\_ID concuerda con su propio PON\_ID, el estado de la ONU pasa al estado 1 de reserva activa de determinación de distancia. Se aplica también un mensaje Deactivate\_PON\_ID difundido.
- g) *El evento de recepción del mensaje Disable\_serial\_number*  
Cuando el número de serie (64 bits) concuerda con su propio número de serie y el octeto 37 de Habilitar en este mensaje es igual a FFh, el estado de la ONU conmuta al estado de parada de emergencia.  
Cuando el número de serie (64 bits) concuerda con su propio número de serie y el octeto 37 de Habilitar en este mensaje es igual a 00h, o cuando el campo Habilitar es igual a 0Fh independientemente del valor del número de serie, el estado de la ONU conmuta al estado inicial (O1) desde el estado de parada de emergencia.
- h) *El evento de recepción del mensaje POPUP*  
Este evento sólo aparece en el estado POPUP (O10). Cuando se recibe un mensaje POPUP, la ONU restablece los valores de ajuste del láser, los campos Upstream\_overhead, LCF y RXCF, el retardo de la preecualización Te, PON\_ID, y Grant\_allocation. Se arranca el temporizador TO1 y se produce una transición a O7.

#### **8.4.4.2.2 Recepción de concesión**

La concesión de datos se procesa únicamente en el estado operativo, después de lo cual se transmite una célula ATM a la OLT. Se transmite una célula PLOAM a la OLT en respuesta a una concesión de PLOAM en el estado 3 de reserva activa operativa y en el estado operativo. La célula PLOAM transmitida en el estado 3 de reserva activa operativa no debe incluir el mensaje Serial\_number\_ONU, para confirmar la célula de determinación de distancia en respuesta a la concesión de PLOAM.

La concesión de determinación de distancia sólo es válida en el estado 3 de reserva activa de determinación de distancia y el estado 2 de reserva activa operativa. En el estado 3 de reserva activa de determinación de distancia, la ONU envía una célula PLOAM de acuerdo con la recepción de la concesión de determinación de distancia. Esta célula PLOAM no podrá ser transmitida correctamente por la ONU durante el establecimiento del láser. En el estado 2 de reserva activa operativa, la ONU envía una célula PLOAM en el tiempo designado correspondiente a las concesiones de determinación de distancia. Esta célula PLOAM deberá transmitirse con el mensaje Serial\_number\_ONU para la adquisición del número de serie por la OLT.

#### **8.4.4.2.3 Otros eventos**

- a) *Establecimiento de potencia óptica completado*  
Este evento se genera en el estado 2 de reserva activa de determinación de distancia y en el estado 3 de reserva activa de determinación de distancia, solamente cuando haya sido concluido el establecimiento de la potencia óptica de la ONU. Este evento provoca una transición al estado 1 de reserva activa operativa después de que el temporizador TO1 ha sido fijado a comienzo. Las células PLOAM enviadas en el estado 3 de reserva activa de determinación de distancia sólo se utilizan para el establecimiento de potencia óptica de la ONU correspondiente a la recepción de concesiones de determinación de distancia, si es necesario. Cuando no se requiera el establecimiento de potencia óptica, la ONU en el estado 1 de reserva activa de determinación de distancia (O2) extraerá la tara y el valor de retardo preasignado del mensaje Upstream\_overhead, pasará al estado 2 de reserva activa de determinación de distancia (O3) e inmediatamente generará el evento de establecimiento de potencia óptica completado y conmutará al estado 1 de reserva activa operativa (O5).

b) *Expiración del temporizador TO1*

Este evento se genera cuando el procedimiento no ha sido concluido dentro de cierto periodo de tiempo. Provoca una transición al estado 2 de reserva activa de determinación de distancia.

El valor de TO1 es 10 segundos.

c) *Detección de LOS, LCD, OAML, o FRML*

Este evento hace que la ONU conmute su estado y pase al estado inicial (O1), salvo si se encuentra en el estado operativo (O8).

En el estado operativo (O8), hace que la ONU pase al estado (O10) después de que el temporizador TO2 se fije a comienzo.

d) *Liberación de LOS, LCD, OAML, y FRML*

Este evento hace que la ONU pase del estado inicial al estado 1 reserva activa de determinación de distancia.

e) *Expiración del temporizador TO2*

Este evento se genera cuando, encontrándose la ONU en el estado POPUP, no se recibe el mensaje POPUP dentro de cierto periodo de tiempo. Provoca una transición al estado inicial (O1).

El valor de TO2 es 100 milisegundos.

#### **8.4.4.3 Procedimiento de la determinación de distancia en la OLT**

El procedimiento de determinación de distancia se especifica por el comportamiento funcional en los estados definidos virtualmente y la transición de estados como se muestra a continuación.

En III.2 se presenta un ejemplo de flujo de determinación de distancia en la OLT.

##### **8.4.4.3.1 Estados de la OLT**

Las funciones de la OLT para el procedimiento de determinación de distancias pueden dividirse en una parte común y una parte(n) que trata las ONU individuales. La parte común trata una función común en una interfaz de línea y la parte(n) que se ocupa de las ONU individuales trata cada ONU soportada en una interfaz de línea. Más adelante se describe cada estado de ambas partes con sus respectivos comportamientos.

##### **8.4.4.3.2 Especificación del comportamiento en la OLT**

###### **8.4.4.3.2.1 Comportamiento de la parte común**

El diagrama de estados utilizados para la descripción del comportamiento funcional en la parte común se muestra el cuadro 19. La primera columna del cuadro 19 indica los eventos generados y la primera fila indica los estados de la parte común.

**Cuadro 19/G.983.1 – Diagrama de estados para la parte común en la OLT**

	<b>Estado de reserva activa/ejecución de medición de retardo (OLT-COM1)</b>	<b>Estado de adquisición de número de serie (SN) (OLT-COM2)</b>
Petición de adquisición de SN	⇒ OLT-COM2	–
Recibir PLOAM válida en la ventana	(Nota)	Extraer SN atribuir n PON-ID libres
Fin de búsqueda en árbol binario	–	⇒ OLT-COM1
No [Condición de medición de retardo completada(n)]	Actualizar n	–
Condición de medición de retardo completada(n)	Ordenar comienzo de medición de retardo(n)	–
NOTA – La medición de retardo (Measure Td) puede realizarse en la parte común de la OLT o en la parte que trata cada una de las ONU. Por tanto, este diagrama no describe esta función explícitamente.		

Los estados se definen como sigue:

- Estado de reserva activa/ejecución de medición de retardo (OLT-COM1).
- Estado de adquisición del número de serie (SN) (OLT-COM2).

Los eventos se definen como sigue:

- a) Recepción de PLOAM válida en la ventana.
- b) Fin de búsqueda de árbol binario.
- c) Condición de medición de retardo completada(n).

Se genera este evento cuando la parte(n) que se ocupa de la n-ésima ONU individual está lista para su medición del retardo.

- d) No [condición de retardo completada(n)].  
Notificación de fin de medición de retardo(n).

Este evento se genera por razones de conveniencia cuando la parte n que se ocupa de la n-ésima ONU individual ha concluido su medición del retardo con éxito, o sin éxito. Este evento definido es útil para la determinación de distancia en forma secuencial como el activador de la actualización del número "n" de ONU, pero no puede utilizarse para determinación de distancia en paralelo como el activador de actualización. Por tanto, este evento no está definido explícitamente en el diagrama de estados.

- e) Petición de adquisición de SN.

#### **8.4.4.3.2 Comportamiento de la parte que se ocupa de las ONU individuales**

El diagrama de estados utilizado para la descripción del comportamiento funcional en la parte(n) que se ocupa de las ONU individuales se muestra en el cuadro 20. La primera columna indica los eventos generados y la primera fila indica los estados en la parte(n) que se ocupa de la ONU individual.

**Cuadro 20/G.983.1 – Diagrama de estados para la parte(n)  
que se ocupa de las ONU individuales en la OLT**

	<b>Estado inicial (OLT-IDV1)</b>	<b>Estado medición de retardo (OLT-IDV2)</b>	<b>Estado operativo (OLT-IDV3)</b>
Orden de comienzo de medición del retardo(n)	⇒ OLT-IDV2	–	–
Medición de retardo completada(n)	–	Enviar tres veces mensaje Ranging_time. Notificación de terminación de medición del retardo(n). ⇒ OLT-IDV3	–
Parada anormal de medición de retardo(n)	–	Enviar tres veces mensaje Deactivate_PON_ID. Notificación de terminación de medición del retardo(n). ⇒ OLT-IDV1	–
Detección de LOSi(n), CPEi(n), LCDi(n), OAMLi(n), LOAi(n) o R_INHi(n)	–	–	⇒ OLT-IDV1
NOTA – La notificación de la terminación de la medición del retardo(n) se describe explícitamente, pero sólo por razones de conveniencia. Por consiguiente, debe considerarse que este evento sólo tiene carácter informativo.			

Los estados se definen como sigue:

- Estado inicial (OLT-IDV1).
- En este estado se espera la orden de comienzo de la medición del retardo.
- Estado medición del retardo (OLT-IDV2).
- Estado operativo (OLT-IDV3).

Los eventos se definen como sigue:

a) *Orden de comienzo de medición del retardo(n)*

Este evento se genera cuando se recibe la instrucción de la parte común.

b) *Medición de retardo completada(n)*

Este evento se genera cuando la medición del retardo se ha realizado con éxito.

Después de haberse enviado tres veces a la ONU designada el mensaje Ranging\_time que contiene el retardo de ecualización, se envía una notificación de terminación de medición de retardo(n), por razones de conveniencia, a la parte común OLT, después de lo cual se pasa al estado operativo (OLT-IDV3).

c) *Parada anormal de la medición del retardo(n)*

Este evento se genera cuando la medición del retardo ha fracasado.

Después de haberse enviado tres veces el mensaje Deactivate\_PON\_ID a la ONU designada, se envía una notificación de terminación de la medición de retardo(n), por razones de conveniencia, a la parte común OLT, después de lo cual se pasa al estado inicial (OLT-IDV1).

d) *Detección de LOSi(n), CPEi(n), LCDi(n), OAMLi(n), LOAi(n) o R-INHi(n)*

Este evento provoca la transición al estado inicial (OLT-IDV1).

#### 8.4.4.3.3 Procedimiento para el retardo de ecualización

El retardo de ecualización ( $T_d$ ) se definirá como se describe en 8.4.2.3. Los octetos especificados en el campo del mensaje `Ranging_time` en la célula PLOAM hacia el destino se fijan a este valor de `equalization_delay`, que se transmite a la ONU.

Se indica que una medición del retardo de ecualización se ha efectuado con éxito si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- 1) Se detecta una célula PLOAM válida en la ventana de determinación de distancia.
- 2) El mensaje `Serial_number_ONU` en la célula PLOAM concuerda con la ONU direccionada.
- 3) El  $T_d$  medido es menor o igual que cierto valor (por ejemplo, 79 células).
- 4) La fase de adquisición de la ONU está situada en un intervalo inferior o igual a  $\pm 2$  bits, en comparación con la fase de la célula de referencia.

NOTA – La célula de referencia se define como sigue:

- La primera fase de adquisición no tiene célula de referencia; por esta razón, la medición del retardo de ecualización se considera iniciada correctamente si la primera célula PLOAM satisface todas las condiciones (1-3) antes mencionadas. Esta primera fase de adquisición se considera como la fase de referencia para la siguiente célula PLOAM recibida. La célula de referencia se actualiza cada vez que la OLT recibe una nueva célula PLOAM válida que satisfaga las mencionadas condiciones (1-3), independientemente que se satisfaga o no la condición 4).

El procedimiento de medición de retardo se compone de una serie de mediciones y se considera completado si se han obtenido dos mediciones efectuadas correctamente o dos mediciones fallidas. Si esta operación se realiza  $S(=2)$  veces, se considerará que la medición del retardo de ecualización se ha efectuado correctamente, lo que generará elemento de medición de retardo completada.

Por el contrario,  $F(=2)$  veces indica fallo de la medición del retardo de ecualización; esto significa que las condiciones para una medición exitosa del retardo de ecualización no se han cumplido, y se genera el evento de parada anormal de medición de retardo. Los tiempos de fallo pueden excluir los relativos a los ajustes de umbral en el receptor OLT, si es necesario.

Para el cálculo y el transporte del retardo de ecualización se emplea el método siguiente:

Cuando se produce el evento de medición de retardo completada, el último valor de retardo de ecualización exitoso y el valor de retardo de ecualización de su referencia se promedian, y no se tienen en cuenta las fracciones de un bit. Este valor promediado se transmite a la ONU como el retardo de ecualización.

#### 8.4.4.3.4 Supervisión de fase y actualización del retardo de ecualización

Mientras la ONU está activa, la fase de la célula recibida en la OLT se comprueba continuamente con el fin de evitar colisiones con células vecinas. La fluctuación de fase generada por reloj de la OLT es absorbida por el método de alineación de fase del reloj. La fluctuación lenta de fase causada por la variación de la temperatura hace que la célula de una ONU, transmitida en el sentido hacia el origen, derive hacia la que le precede o le sigue.

Las fases de las células que llegan a la OLT se promedian en un determinado periodo de tiempo con una tasa apropiada de muestreo de las células para cada ONU, y el retardo de ecualización actualizado se envía mediante el mensaje `Ranging_time` a la ONU en cuestión, que ajustará su retardo de ecualización. Este mensaje `Ranging_time` se transmitirá al menos una vez en un determinado periodo de tiempo.

Si la OLT detecta que la ONU no ha ajustado su retardo de ecualización en un determinado periodo de temporización, o, si la OLT detecta un error de fase de célula en cierto periodo de tiempo, envía varias veces el retardo de ecualización actualizado. Si la OLT continúa sin tener éxito (CPEi), envía el mensaje `Deactivate_PON_ID` tres veces. Si la ONU no reacciona a este mensaje, se informará al operador de esta anomalía. Si la ONU ha sido silenciada, se suspende la recepción de concesión

para esta ONU. Se informará al operador de esta acción. El operador podrá decidir poner esta ONU fuera de servicio o repetir íntegramente el procedimiento de determinación de distancia.

#### 8.4.5 Requisitos del tiempo de determinación de distancia

El tiempo de determinación de distancia debe satisfacer los siguientes requisitos, como en el cuadro 21.

**Cuadro 21/G.983.1 – Requisitos del tiempo de determinación de distancia**

Elemento	Condición de PON (Nota 1)	Condición de ONU (Nota 1)	Método	Número de las ONU	Requisito
1	frío	frío	A	cada ONU	2 s
2	frío	frío	B	cada ONU	10 s
3	caliente	frío	A	1	1 s
4	caliente	frío	B	1	3 s
5	caliente	frío	A/B	31	93 s
6 (Nota 2)	caliente	caliente	A	16	100 ms
7 (Nota 3)	cambio	caliente	Véase 8.3.9		

NOTA 1 – Para la explicación de las condiciones de PON y de ONU, véase 8.4.1.2.

NOTA 2 – El elemento 6 debe ser facultativo, pero deberá preverse su capacidad.

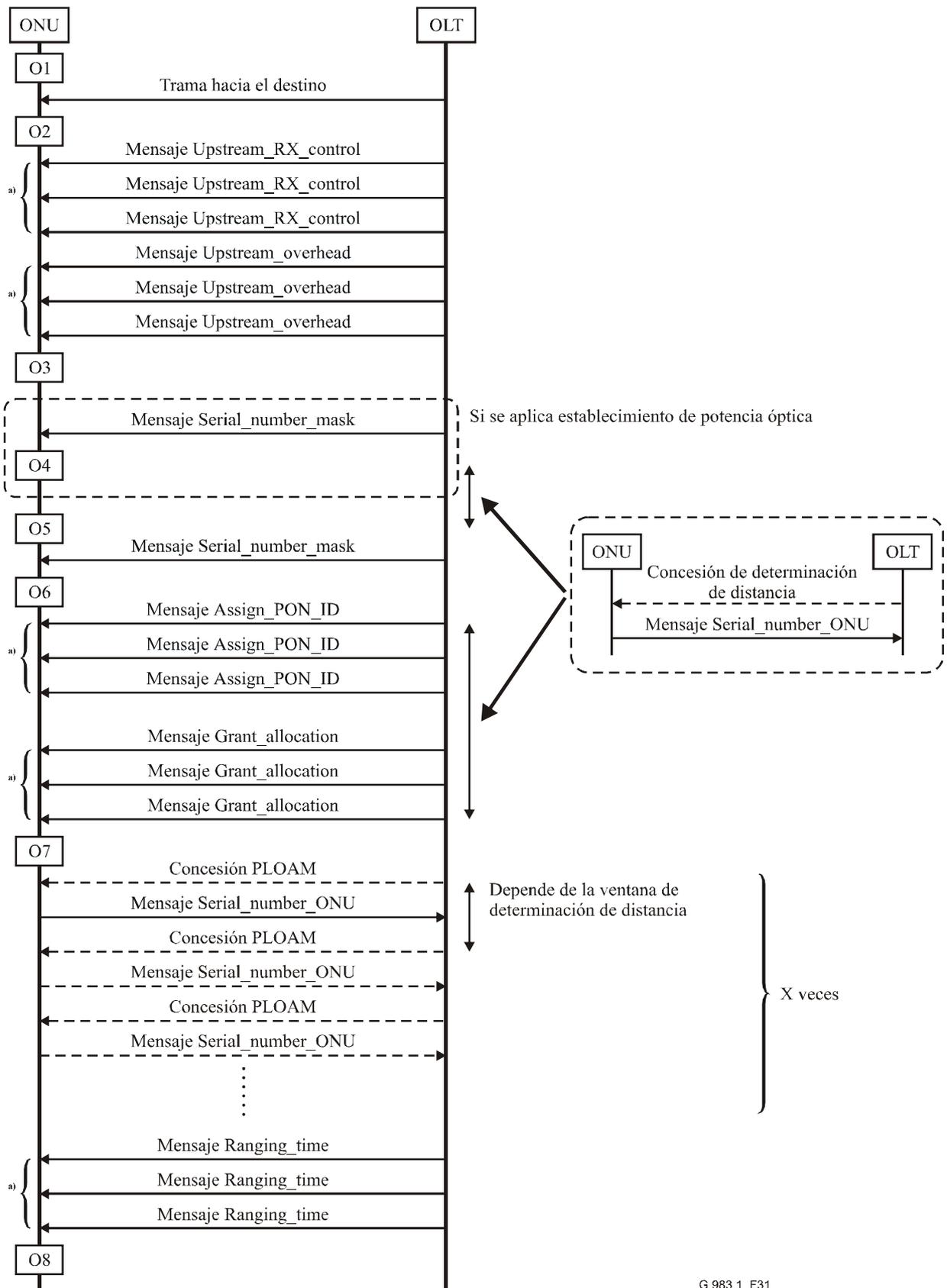
La capacidad de abrir ventanas con frecuencia programable, por ejemplo cada milisegundo, como se indica en 8.4.1.1, podría venir en soporte de este requisito. Esto puede causar alguna degradación de la QOS del tráfico.

NOTA 3 – Los requisitos de tiempo de determinación de distancia en condiciones de cambio a un elemento de reserva no se definen en este lugar.

El proceso completo de conmutación a un elemento de reserva debe realizarse dentro del tiempo indicado en 8.3.9.

#### 8.4.6 Secuencia convencional de determinación de distancia

El diagrama que se muestra en la figura 31 ilustra el intercambio normal de mensajes entre el OLT y la ONU durante el proceso de determinación de distancia.



G.983.1\_F31

**Figura 31/G.983.1 – Secuencia de mensajes para la determinación de distancia**

### Notas a la figura 31

NOTA 1 – Se especifica que el tiempo de procesamiento de cada mensaje PLOAM en la ONU es menor que 6 T tramas ( $6 * T_{frame}$ ). La ONU puede recibir mensajes PLOAM desde la OLT en cualquier intervalo.

NOTA 2 – Hay dos maneras de completar el establecimiento de potencia óptica. Una de ellas es que la ONU en O3 finalice por sí misma el establecimiento de la potencia óptica, y la otra es que la ONU en O4 reciba algunas concesiones de determinación de distancia y envíe algunas células PLOAM hacia el origen. En el segundo caso la OLT debe conocer de antemano la cantidad de veces y la temporización del envío de concesiones de determinación de distancia. Estos valores están relacionados con el tiempo de determinación de distancia y la cantidad de ventanas de determinación de distancia. Por lo tanto los operadores deben elegir la forma de completar el establecimiento de potencia óptica de acuerdo con las necesidades de servicio.

NOTA 3 – En O4 y O6, si la OLT entrega concesiones de determinación de distancia a la ONU, la ONU debe enviar el mensaje `Serial_number_ONU` a la OLT.

NOTA 4 – La ONU puede pasar a la siguiente acción una vez reciba un cierto mensaje en por lo menos tres mensajes consecutivos, indicado mediante <sup>(a)</sup>. A continuación se muestra la operación detallada:

- La ONU puede pasar de O3 a O2 una vez reciba por lo menos un mensaje `Upstream_overhead`.
- La ONU puede recibir mensajes `Grant_allocation` una vez reciba por lo menos un mensaje `Assigned_PON_ID`.
- La ONU puede pasar de O7 a O6 una vez reciba por lo menos un mensaje `Grant_allocation`.
- La ONU puede pasar de O8 a O7 una vez reciba por lo menos un mensaje `Ranging_time`.

NOTA 5 – Si una OLT va a emplear el campo de control RX, la OLT enviará el mensaje `Upstream_RX_control` antes de tratar de emplear dicha prestación.

NOTA 6 – Los mensajes `Serial_number_ONU` se envían desde la ONU de acuerdo con las concesiones PLOAM de O7. Un número *X* de veces. *X* se especifica en la implementación de la OLT.

## 9 Funcionalidad de operaciones, administración y mantenimiento (OAM)

Se ha utilizado un marco constituido por dos ejes a lo largo de los cuales pueden ser clasificadas las funciones OAM. El primer eje consiste en el subsistema funcional de la OAN con el que está relacionada la función OAM. El segundo eje es la categoría funcional OAM.

Los siguientes subsistemas funcionales cumplen los requisitos de la OAM:

- 1) equipo (recinto y potencia);
- 2) transmisión;
- 3) subsistema óptico;
- 4) subsistema de servicio.

Los requisitos de OAM por categoría funcional pueden definirse por las cinco categorías conformes a la Rec. UIT-T M.3010:

- a) gestión de configuración;
- b) gestión de calidad de funcionamiento;
- c) gestión de averías;
- d) gestión de seguridad;
- e) gestión de contabilidad: no está en el ámbito de la presente Recomendación.

Para más información, véase el apéndice III/G.982.

## 10 Calidad de funcionamiento

El retardo medio de la transferencia de la señal entre T-V (o a V) debe ser inferior a 1,5 ms como se define en la Rec. UIT-T G.982. El valor de 1,5 milisegundos es una directriz para el servicio de telefonía.

La variación del retardo de célula ATM en la capa ATM se define en la Rec. UIT-T I.356 sobre la calidad de funcionamiento de la ATM.

## 11 Condiciones ambientales

Se recomienda respetar las condiciones de CEI 60721-3-3.

Se recomienda respetar las condiciones de la norma CEI 61000-4-2 sobre la compatibilidad electromagnética.

En el cuadro 22 se presentan ejemplos de condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa para OLT y ONU. Las demás condiciones ambientales como los agentes contaminantes ambientales y los agentes químicos quedan en estudio.

**Cuadro 22/G.983.1 – Ejemplos de condiciones ambientales**

Ejemplo aplicado	Temperatura (C)		Humedad relativa (%)		Observaciones
	Normal	Corto plazo	Normal	Corto plazo	
OLT	5 a 40	0 a 50 (Nota)	5 a 85	5 a 90 (Nota)	CEI 60721-3-3 clase 3k3
ONU interior	-5 a 45	-	5 a 95	-	CEI 60721-3-3 clase 3k5
ONU exterior	-	-	-	-	En estudio

NOTA – Opción 1: por "corto plazo" se entiende un periodo de no más de 72 horas consecutivas y un total de no más de 15 días en un año.  
Opción 2: por "corto plazo" se entiende un periodo de no más de 12 horas consecutivas y un total de no más de cuatro días en un año.

## 12 Seguridad

### 12.1 Seguridad y protección eléctricas

Los aspectos de seguridad eléctrica del equipo ATM-PON quedan en estudio.

### 12.2 Seguridad y protección ópticas

Los niveles de potencia óptica del transmisor de la ONU no serán superiores a los de la clase 1, definida en CEI 60825-1 (2001).

NOTA – Un cierre óptico de la ONU por razones de seguridad no es necesario. Una ruptura del enlace hacia el origen causada por la extracción de un conector óptico o por una condición de avería puede que no conduzca a un cierre del láser. Sin embargo, un cierre del transmisor de la ONU puede ser el resultado de acciones de la capa TC.

## Apéndice I

### Casos facultativos de ORL mínima global de la ODN a $O_{ru}$ y $O_{rd}$ , y $O_{ld}$ y $O_{lu}$

#### I.1 Introducción

En 8.2.7.2, la ORL mínima de la ODN en  $O_{ru}$  y  $O_{rd}$ , y en  $O_{ld}$  y  $O_{lu}$ , se especifica como mejor que 32 dB. Este apéndice describe ejemplos de casos en que la ORL toma valores inferiores a 32 dB.

#### I.2 Efecto de conectores abiertos situados en el lado ONU del acoplador en estrella

En el caso de que todos los puertos del acoplador en estrella están terminados, la ORL mínima en la ODN será mejor que 32 dB, pero en el caso de que todos los puertos del acoplador en estrella no están terminados, la ORL mínima en la ODN no será mejor que 32 dB. Como se muestra en la figura I.1, cuando la fibra óptica está protegida entre la OLT y el acoplador en estrella y un puerto no está terminado en el acoplador en estrella de dos ramas, a condición de que la reflectancia en el puerto es de  $-14$  dB y la pérdida óptica de ida y retorno en el acoplador en estrella es de  $-6$  dB, la ORL de la ODN vista desde la OLT es  $-(-14 -6) = 20$  dB.

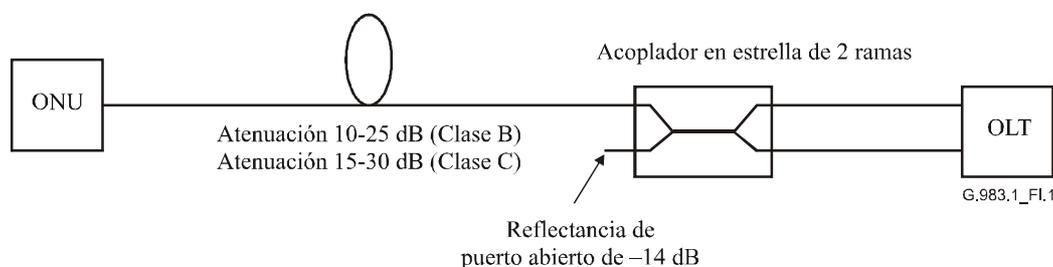


Figura I.1/G.983.1 – Efecto de conectores abiertos situados en el lado ONU del acoplador en estrella

#### I.3 Efecto de conectores abiertos situados en el lado OLT del acoplador en estrella

Como se muestra en la figura I.2, cuando un puerto no está terminado en el acoplador en estrella de 2 ramas, a condición de que la reflectancia del puerto sea de  $-14$  dB y la pérdida óptica de ida y retorno en el acoplador en estrella sea de  $-6$  dB, la ORL de la ODN vista desde la ONU es  $-(-14 -6) = 20$  dB.

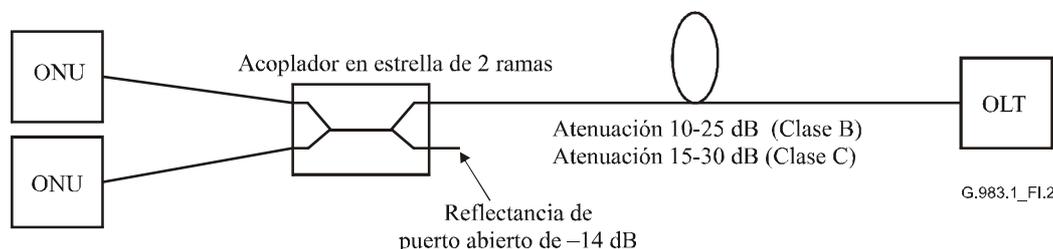


Figura I.2/G.983.1 – Efecto de conectores abiertos situados en el lado OLT del acoplador en estrella

Especialmente en el caso de FTTH, muchos conectores están situados cerca de la ONU. En este caso, este valor de 20 dB corresponde a una reflexión de 4 conectores PC cuya reflectancia es  $-25$  dB para cada conector.

#### I.4 Efecto de desconectar un conector cerca de la ONU

NOTA – En la figura I.3, un conector C es desconectado con la ONU-A viva situada cerca de la OLT y aparece un intervalo libre muy estrecho. En este caso, la señal óptica procedente de la ONU-A se refleja en el conector C, estando todavía sin desconectar las señales ópticas de transmisión hacia el origen y hacia el destino. La luz reflejada retorna hacia la ONU-A y se vuelve a reflejar en la ONU-A. Esta señal "doblemente reflejada" puede superponerse a una señal en ráfaga procedente de la ONU-B. La figura I.4 muestra la superposición de las señales.

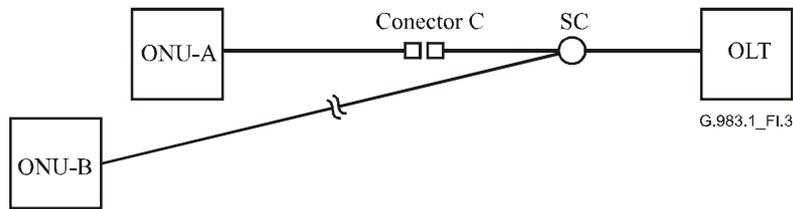
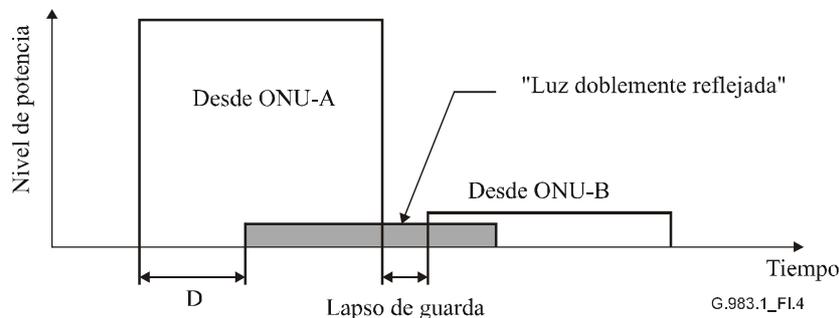


Figura I.3/G.983.1 – Efecto de desconectar un conector cerca de ONU



D Tiempo de ida y retorno entre ONU-A y conector C

Figura I.4/G.983.1 – Superposición de la señal en ráfaga y la luz reflejada

## Apéndice II

### Efecto de pérdida de retorno óptica de la ODN

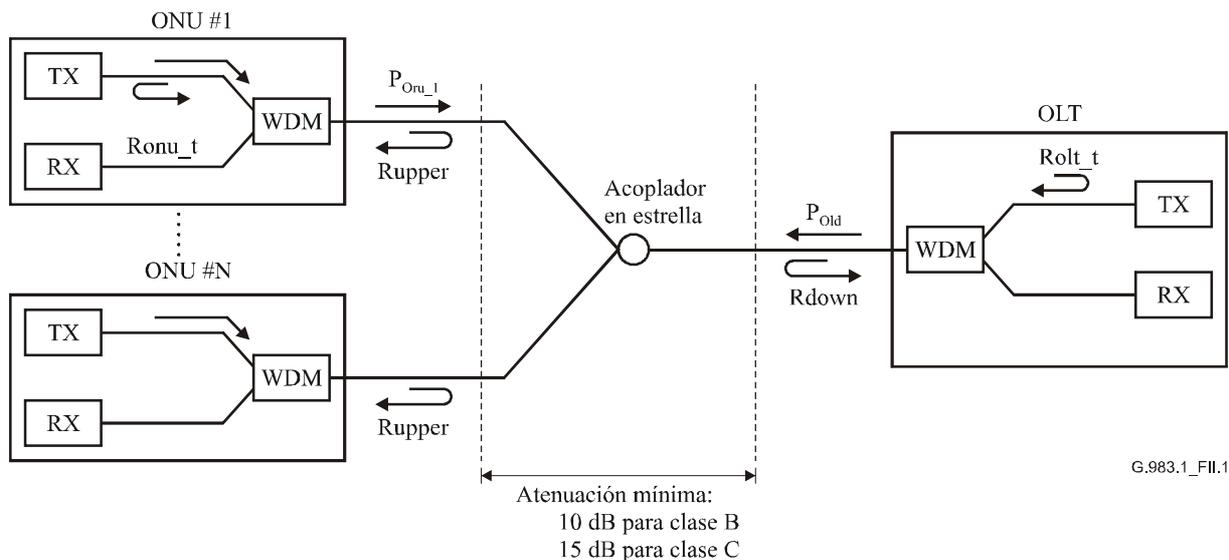
#### II.1 Introducción

Cada modelo de red tiene su propia pérdida de retorno óptica (ORL) de ODN y la PON es sensible a la ORL de ODN. Este apéndice describe las relaciones entre algunos tipos de reflectancia que deben considerarse, aislamiento WDM de la ONU y la OLT y la reflectancia del equipo ONU para transmisor y receptor en cada caso de que la ORL de ODN sea 32 dB y 20 dB.

En el cálculo de los parámetros ópticos se supone que la reflectancia del equipo ONU para receptor es  $-20$  dB y que la reflectancia de equipo OLT para receptor es  $-20$  dB. Se describen las ecuaciones que representan condiciones y los resultados de los cálculos para la reflectancia que restringen los parámetros.

## II.2 Pérdida de retorno óptica de la ODN de 32 dB

### II.2.1 Modelo de reflectancia que deberá considerarse



**Figura II.1/G.983.1 – Modelo de reflectancia que deberá considerarse**

En este apéndice se emplea la siguiente notación:

$P_{Oru\_n}$	Potencia de salida óptica de transmisor ONU #n en $O_{ru}$
$P_{Old}$	Potencia de salida óptica de transmisor OLT en $O_{ld}$
$R_{onu\_t}$	Reflectancia de equipo transmisor ONU
$R_{olt\_t}$	Reflectancia de equipo transmisor OLT
$R_{upper}$	ORL de ODN en $O_{ru}$ y $O_{rd}$
$R_{down}$	ORL de ODN en $O_{ld}$ y $O_{lu}$
$I_{olt\_t}$	Aislamiento WDM para transmisor OLT
$I_{olt\_r}$	Aislamiento WDM para receptor OLT
$I_{onu\_r}$	Aislamiento WDM para receptor ONU

Todos estos valores se tratan como positivos en este apéndice.

### II.2.2 Influencia de la reflectancia en receptor ONU

La figura II.2 muestra el trayecto de señal reflejada que deberá considerarse. Deberá cumplirse la ecuación A:

$$P_{Oru\_1} - R_{upper} - I_{onu\_r} < (\text{potencia óptica interferente admisible}) \quad (\text{Ecuación A})$$

En la figura II.2, señales transmitidas desde las otras ONU (#2 – #N) se introducen en ONU #1. Como sus tiempos de transmisión son diferentes del tiempo de transmisión de la ONU #1, no se suman.

En lo que respecta a la clase B, suponiendo que la potencia óptica interferente admisible es igual a (sensibilidad mínima –10 dB), la potencia óptica interferente admisible = –30 dBm – 10 dB = –40 dBm.

Entonces:

$$+2 - 32 - I_{onu\_r} < -40 \quad (\text{II-1})$$

Se obtiene:

$$I_{onu\_r} > 10 \text{ dB} \quad (\text{II-2})$$

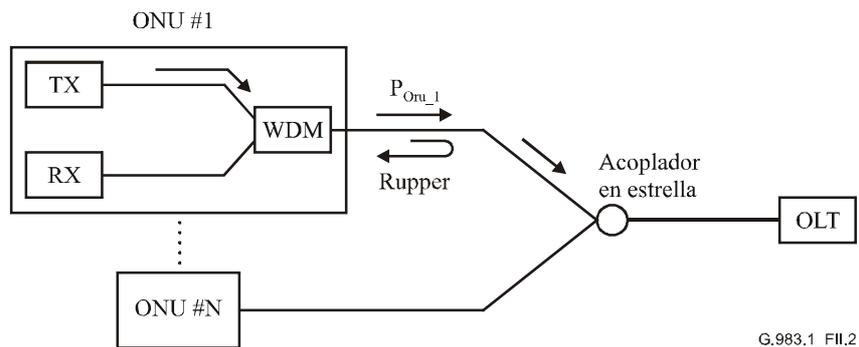
En lo que respecta a la clase C, suponiendo que la potencia óptica interferente admisible es igual a (sensibilidad mínima  $-10 \text{ dB}$ ), la potencia óptica interferente admisible  $= -33 \text{ dBm} - 10 \text{ dB} = -43 \text{ dBm}$ .

Entonces:

$$+4 - 32 - I_{onu\_r} < -43 \quad (\text{II-3})$$

Se obtiene:

$$I_{onu\_r} > 15 \text{ dB} \quad (\text{II-4})$$



**Figura II.2/G.983.1 – Modelo para incidencia en receptor ONU**

### II.2.3 Influencia de la reflectancia en receptor OLT (en la región de la señal)

La influencia de la reflectancia en receptor OLT se analiza en dos condiciones; una es que la señal reflejada se superponga con la región de la señal en ráfaga hacia el origen, y la otra es que la señal reflejada esté en la ventana de medición del retardo donde no haya señal.

En la región de la señal deberán considerarse los siguientes casos.

#### II.2.3.1 Caso 1

La figura II.3 muestra el trayecto de señales de reflectancia. Deberá cumplirse la ecuación B:

$$\frac{\text{(diferencial máximo de niveles ópticos de la señal en ráfaga)}}{\text{(relación de potencia óptica interferente admisible)}} - R_{upper} - Ronu\_t < \quad (\text{Ecuación B})$$

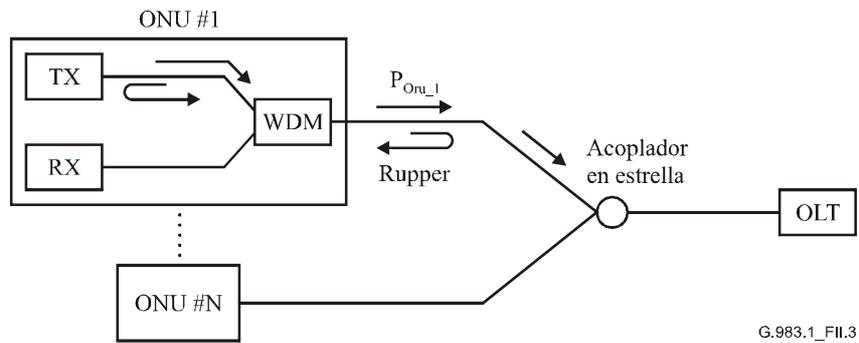
Suponiendo que la relación de potencia óptica interferente admisible es  $-10 \text{ dB}$ , se obtiene:

$$(15 + 6) - 32 - Ronu\_t < -10 \quad (\text{II-5})$$

entonces:

$$Ronu\_t > -1 \text{ dB} \quad (\text{II-6})$$

Por tanto, el requisito que debe satisfacer  $R_{onu\_t}$  no es necesario en este caso.



**Figura II.3/G.983.1 – Modelo 1 para incidencia en receptor OLT**

### II.2.3.2 Caso 2

La figura II.4 muestra el trayecto de señales de reflectancia. Deberá cumplirse la ecuación C:

$$(\text{diferencial máximo de niveles ópticos de la señal en ráfaga}) - R_{olt\_t} - R_{down} - I_{olt\_t} \times 2 < (\text{potencia óptica interferente admisible}) \quad (\text{Ecuación C})$$

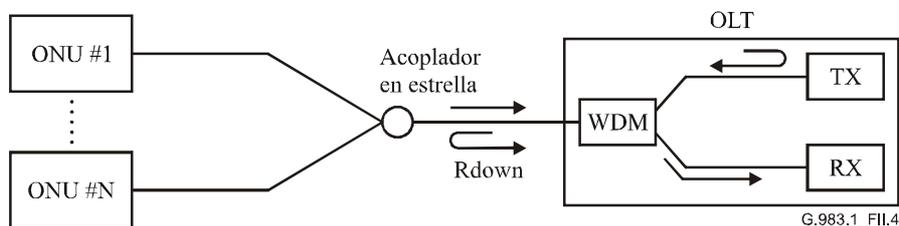
Suponiendo que la potencia óptica interferente admisible es igual a  $-10$  dB, se obtiene:

$$(15 + 6) - R_{olt\_t} - 32 - I_{olt\_t} \times 2 < -10 \quad (\text{II-7})$$

entonces:

$$R_{olt\_t} + I_{olt\_t} \times 2 > -1\text{dB} \quad (\text{II-8})$$

$R_{olt\_t}$  y  $I_{olt\_t}$  son números positivos, por lo que el requisito que debe satisfacer  $R_{olt\_t}$  y  $I_{olt\_t}$  no es necesario en este caso.



**Figura II.4/G.983.1 – Modelo 2 para incidencia en receptor OLT**

### II.2.3.3 Caso 3

La figura II.5 muestra el trayecto de señales de reflectancia. Deberá cumplirse la ecuación D:

$$P_{old} - R_{down} - I_{olt\_r} < (\text{potencia óptica interferente admisible}) \quad (\text{Ecuación D})$$

Con respecto a la clase B, suponiendo que la potencia óptica interferente admisible es igual a la sensibilidad mínima  $-10$  dB, la potencia óptica interferente admisible =  $-30$  dBm  $- 10$  dB =  $-40$  dBm.

Entonces:

$$+2 - 32 - I_{olt\_r} < -40 \quad (\text{II-9})$$

Se obtiene:

$$I_{olt\_r} > 10\text{dB} \quad (\text{II-10})$$

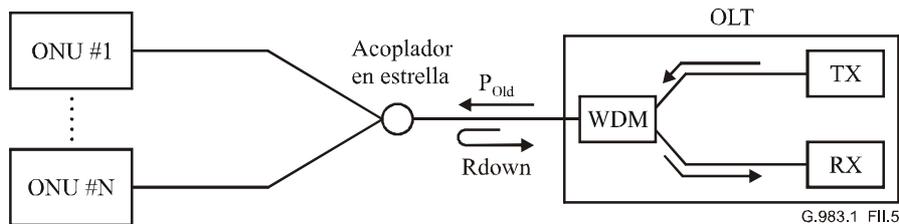
Con respecto a la clase C, suponiendo que la potencia óptica interferente admisible es igual a la sensibilidad mínima  $-10$  dB, la potencia óptica interferente admisible =  $-33$  dBm  $- 10$  dB =  $-43$  dBm.

Entonces:

$$+ 4 - 32 - I_{olt\_r} < -43 \quad (II-11)$$

Se obtiene:

$$I_{olt\_r} > 15 \text{ dB} \quad (II-12)$$



**Figura II.5/G.983.1 – Modelo 3 para incidencia en receptor OLT**

## II.2.4 Influencia de la reflectancia en receptor OLT (en la región de ausencia de señal)

En la región de ausencia de señal, los principales casos de reflectancia que deben considerarse son los dos siguientes.

### II.2.4.1 Caso 1

La figura II.3 muestra el trayecto de señales de reflectancia. Se debe cumplir la ecuación E:

$$P_{oru\_1} - R_{upper} - Ronu\_t - (\text{mínima atenuación de trayecto óptico}) < (\text{nivel de determinación como ausencia de señal}) \quad (\text{Ecuación E})$$

Con respecto a la clase B, suponiendo que el nivel de determinación como ausencia de señal es igual a la sensibilidad mínima  $-10$  dB, el nivel de determinación como ausencia de señal =  $-30$  dBm  $- 10$  dB =  $-40$  dBm.

Entonces:

$$+ 2 - 32 - Ronu\_t - 10 < -40 \quad (II-13)$$

Se obtiene:

$$Ronu\_t > 0 \text{ dB} \quad (II-14)$$

Por tanto, el requisito que debe satisfacer  $Ronu\_t$  no es necesario en este caso.

Con respecto a la clase C, suponiendo que el nivel de determinación como ausencia de señal es igual a la sensibilidad mínima  $-10$  dB, el nivel de determinación como ausencia de señal =  $-33$  dBm  $- 10$  dB =  $-43$  dBm.

Entonces:

$$+ 4 - 32 - Ronu\_t - 15 < -43 \quad (II-15)$$

Se obtiene:

$$Ronu\_t > 0 \text{ dB} \quad (II-16)$$

Por tanto, el requisito que debe satisfacer  $Ronu\_t$  no es necesario en este caso.

### II.2.4.2 Caso 2

La figura II.5 muestra el trayecto de señales de reflectancia. Se debe cumplir la siguiente ecuación F:

$$P_{Old} - R_{down} - I_{olt\_r} < (\text{nivel de determinación como ausencia de señal}) \quad (\text{Ecuación F})$$

Con respecto a la clase B, suponiendo que el nivel de determinación como ausencia de señal es igual a la sensibilidad mínima  $-10$  dB, el nivel de determinación como ausencia de señal  $= -30$  dBm  $- 10$  dB  $= -40$  dBm.

Entonces:

$$+2 - 32 - I_{olt\_r} < -40 \quad (\text{II-17})$$

Se obtiene:

$$I_{olt\_r} > 10 \text{ dB} \quad (\text{II-18})$$

Con respecto a la clase C, suponiendo que el nivel de determinación como ausencia de señal es igual a la sensibilidad mínima  $-10$  dB, el nivel de determinación como ausencia de señal  $= -33$  dBm  $- 10$  dB  $= -43$  dBm.

Entonces:

$$+4 - 32 - I_{olt\_r} < -43 \quad (\text{II-19})$$

Se obtiene:

$$I_{olt\_r} > 15 \text{ dB} \quad (\text{II-20})$$

### II.3 Otro caso de reflectancia ODN

El método de cálculo antes mencionado es aplicable al caso en que la reflectancia ODN es de  $-20$  dB. El cuadro II.1 indica las características que deben satisfacer los parámetros ópticos cuando la ORL mínima de la ODN es 32 dB y 20 dB.

El parámetro aislamiento WDM depende de la implementación, y los valores indicados en el cuadro II.1 para los parámetros de aislamiento WDM sólo tienen carácter informativo. Este apéndice incluye la reflectancia de equipos ONU y OLT. Considerando la característica de la WDM,  $R_{onu\_t}$  es igual a la reflectancia de ONU medida a la longitud de onda del transmisor.

Cuando la ORL de ODN es de 32 dB, la reflectancia de equipo transmisor ONU tiene que ser inferior a la potencia óptica incidente. Por consiguiente, deberá ser de 6 dB, la que puede obtenerse en un módulo FP-LD ordinario.

Cuando la ORL de ODN es 20 dB, la reflectancia de equipo transmisor ONU tiene que ser inferior a 12 dB.

Como se ha dicho antes, la máxima reflectancia de equipo transmisor ONU es sensible al valor de ORL de ODN, que depende de la red construida por la empresa común de telecomunicaciones. Cuando la ORL de ODN es 32 dB y 20 dB, son aplicables los valores de reflectancia de equipo para transmisor ONU indicados en el cuadro II.1. En todo otro caso, el valor apropiado se obtiene por el método de cálculo antes mencionado.

**Cuadro II.1/G.983.1 – Valores de la reflectancia de equipo para transmisor ONU**

Mín ORL de ODN	Clase	Parámetros ópticos	Características requeridas						
			A <sup>a)</sup>	B <sup>a)</sup>	C <sup>a)</sup>	D <sup>a)</sup>	E <sup>a)</sup>	F <sup>a)</sup>	
32 dB	B	Aislamiento WDM para receptor ONU	10 dB						
		Aislamiento WDM para transmisor ONU							
		Aislamiento WDM para receptor OLT				10 dB		10 dB	
		Aislamiento WDM para transmisor OLT			NA				
		Reflectancia de equipo para transmisor ONU		NA			NA		
	C	Aislamiento WDM para receptor ONU	15 dB						
		Aislamiento WDM para transmisor ONU							
		Aislamiento WDM para receptor OLT				15 dB		15 dB	
		Aislamiento WDM para transmisor OLT			NA				
		Reflectancia de equipo para transmisor ONU		NA			NA		
20 dB	B	Aislamiento WDM para receptor ONU	22 dB						
		Aislamiento WDM para transmisor ONU							
		Aislamiento WDM para receptor OLT				22 dB		22 dB	
		Aislamiento WDM para transmisor OLT			2,5 dB				
		Reflectancia de equipo para transmisor ONU		11 dB			12 dB		
	C	Aislamiento WDM para receptor ONU	27 dB						
		Aislamiento WDM para transmisor ONU							
		Aislamiento WDM receptor OLT				27 dB		27 dB	
		Aislamiento WDM transmisor OLT			2,5 dB				
		Reflectancia de equipo transmisor ONU		11 dB			12 dB		
<sup>a)</sup> A, B, C, D, E y F representan ecuación A, ecuación B, ecuación C, ecuación D, ecuación E y ecuación F, respectivamente.									

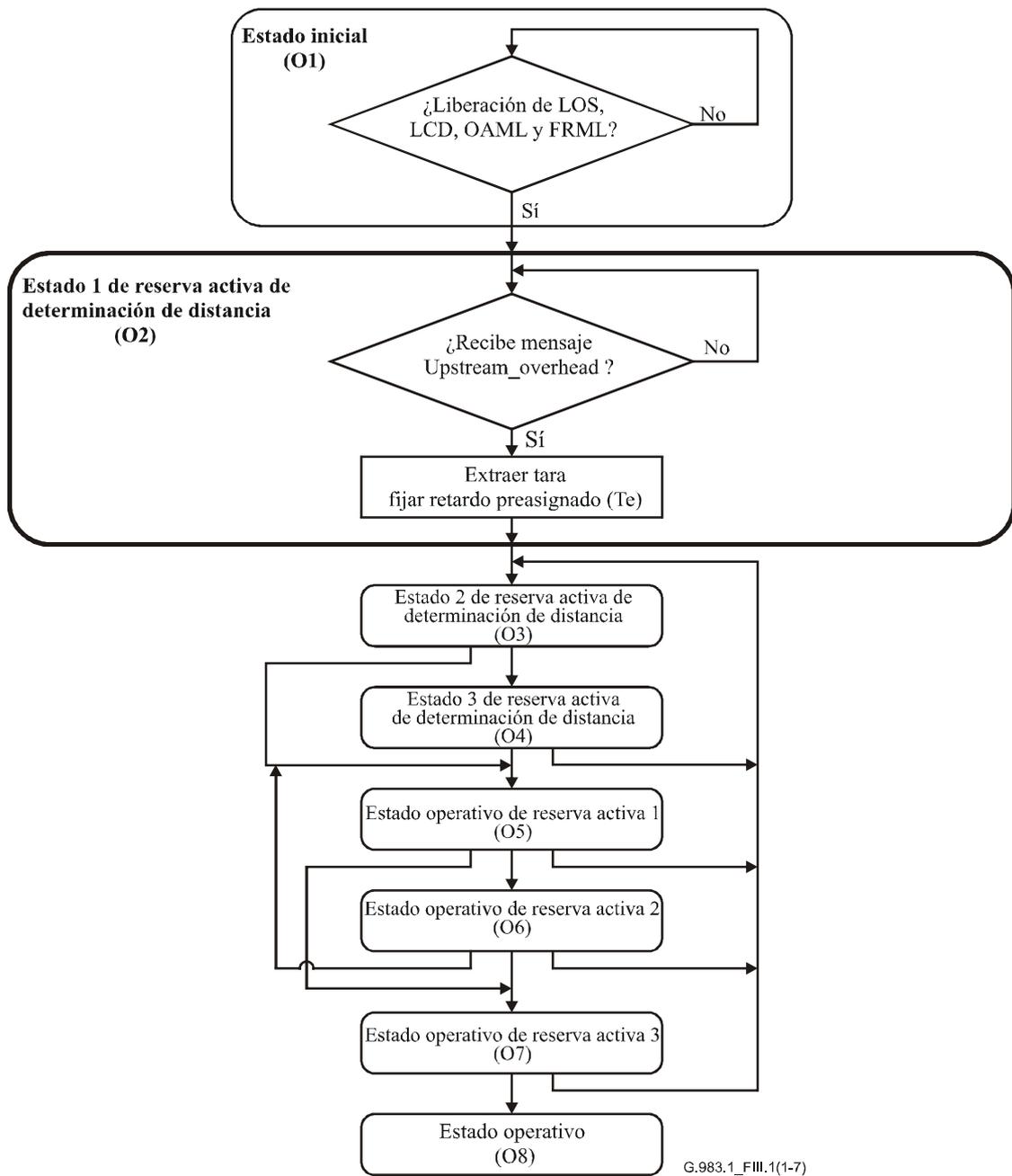
## Apéndice III

### Diagramas de flujo de determinación de distancia

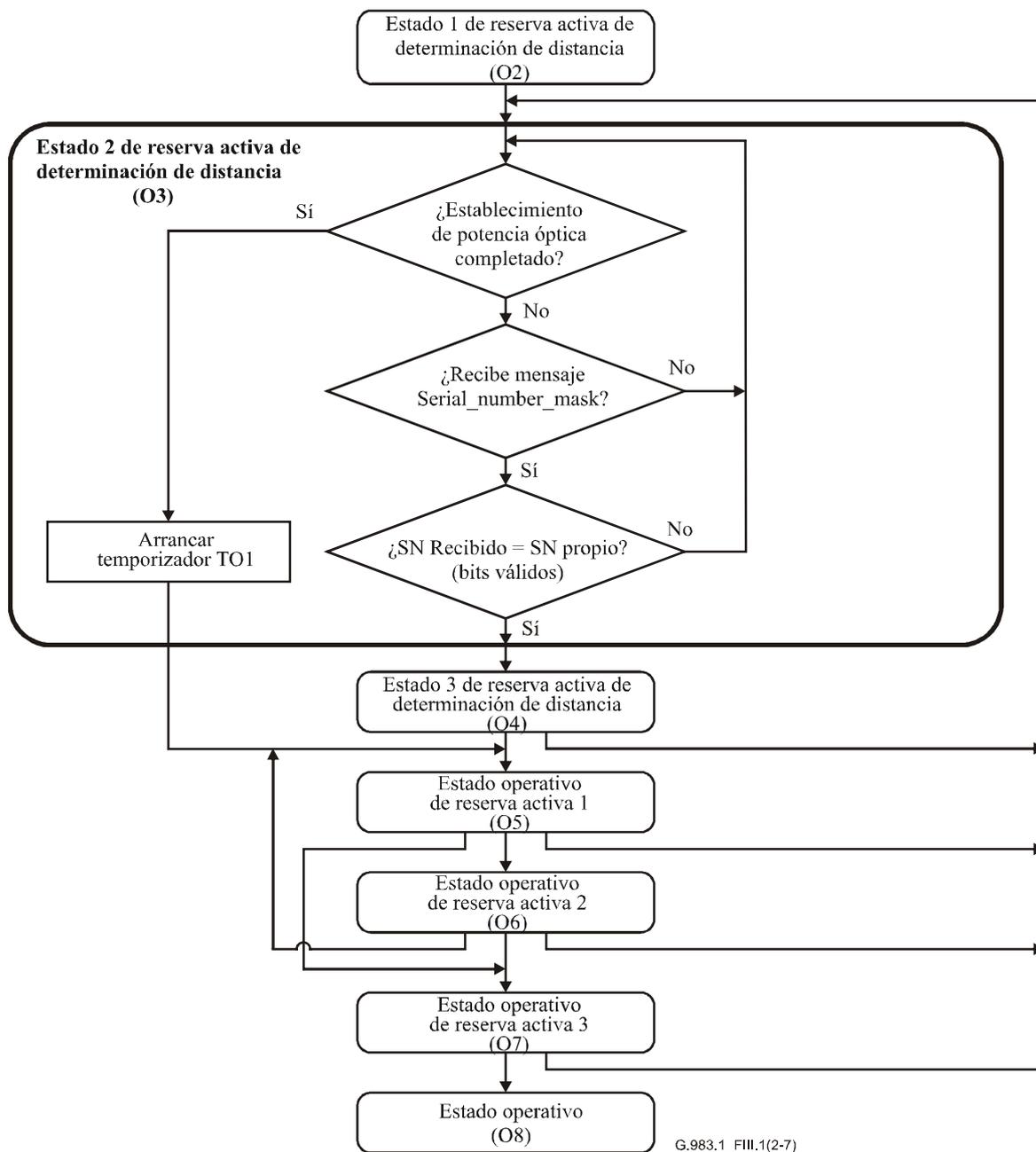
Los diagramas de flujo de determinación de distancia aquí presentados son ejemplos del desarrollo normal del procedimiento de determinación de distancia. Para simplificar los diagramas no se muestran los efectos de las alarmas (tales como LOS, LCD, OAML y FRML). Tampoco se muestran los ejemplos de determinados mensajes (tales como Disable\_serial\_number y Deactivate\_PON\_ID).

#### III.1 Flujo de determinación de distancia en la ONU (ejemplo)

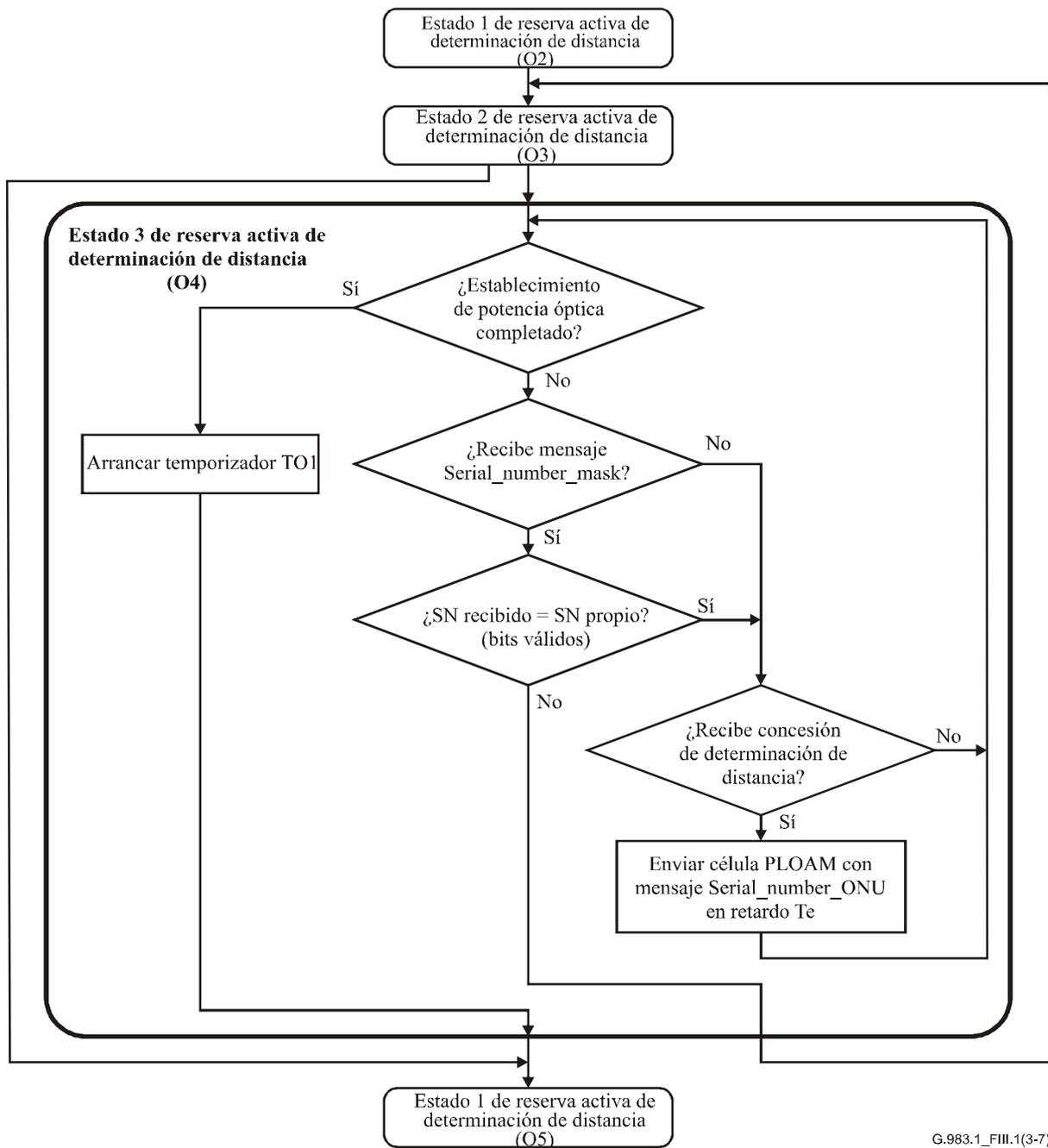
La figura III.1 (hojas 1 a 7 de 7) presenta un ejemplo de flujo de determinación de distancia en la ONU. No tiene por objeto especificar el procedimiento de determinación de distancia y sólo tiene carácter informativo.



**Figura III.1/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [ONU] (ejemplo)**  
*(hoja 1 de 7)*

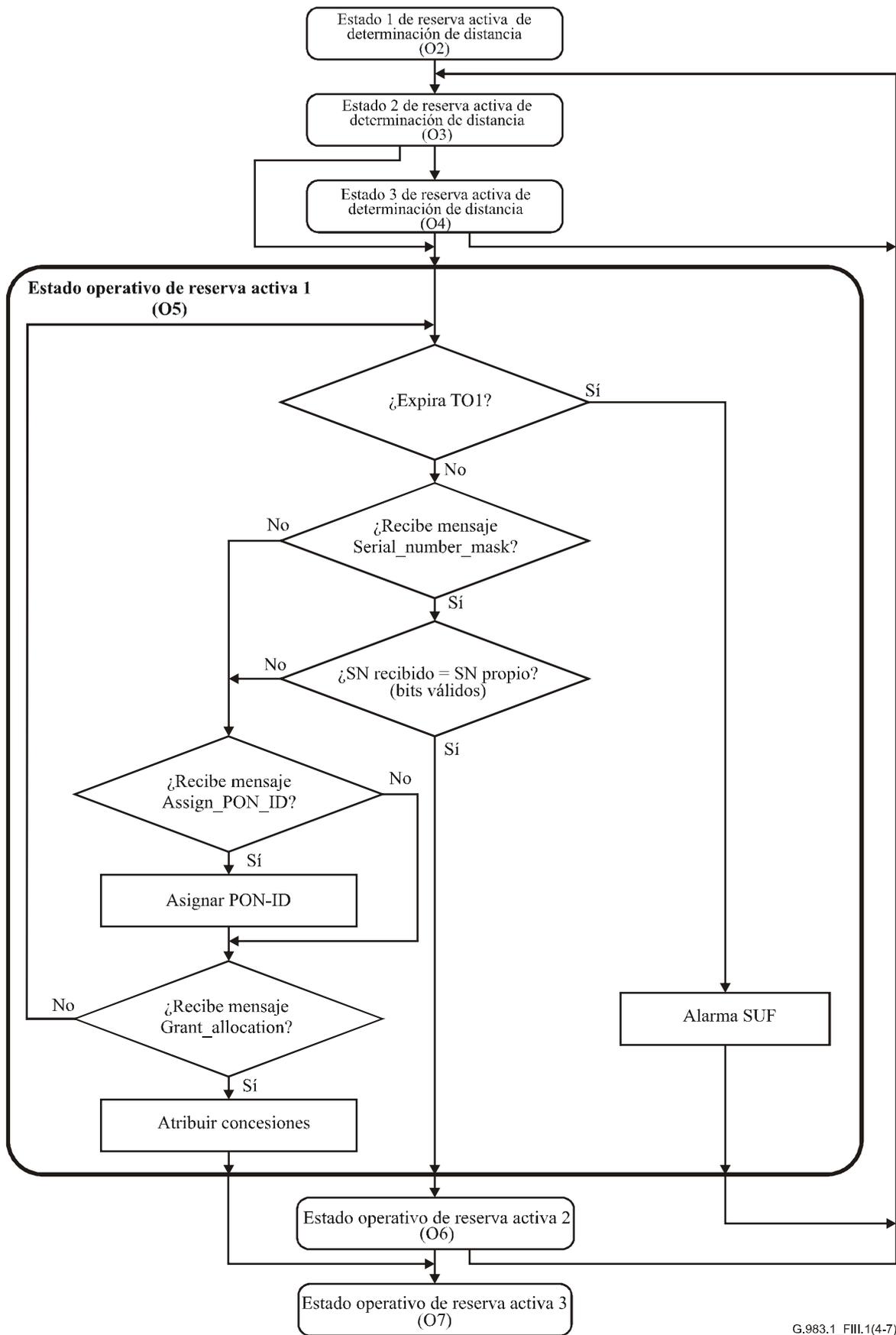


**Figura III.1/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [ONU] (ejemplo)**  
*(hoja 2 de 7)*



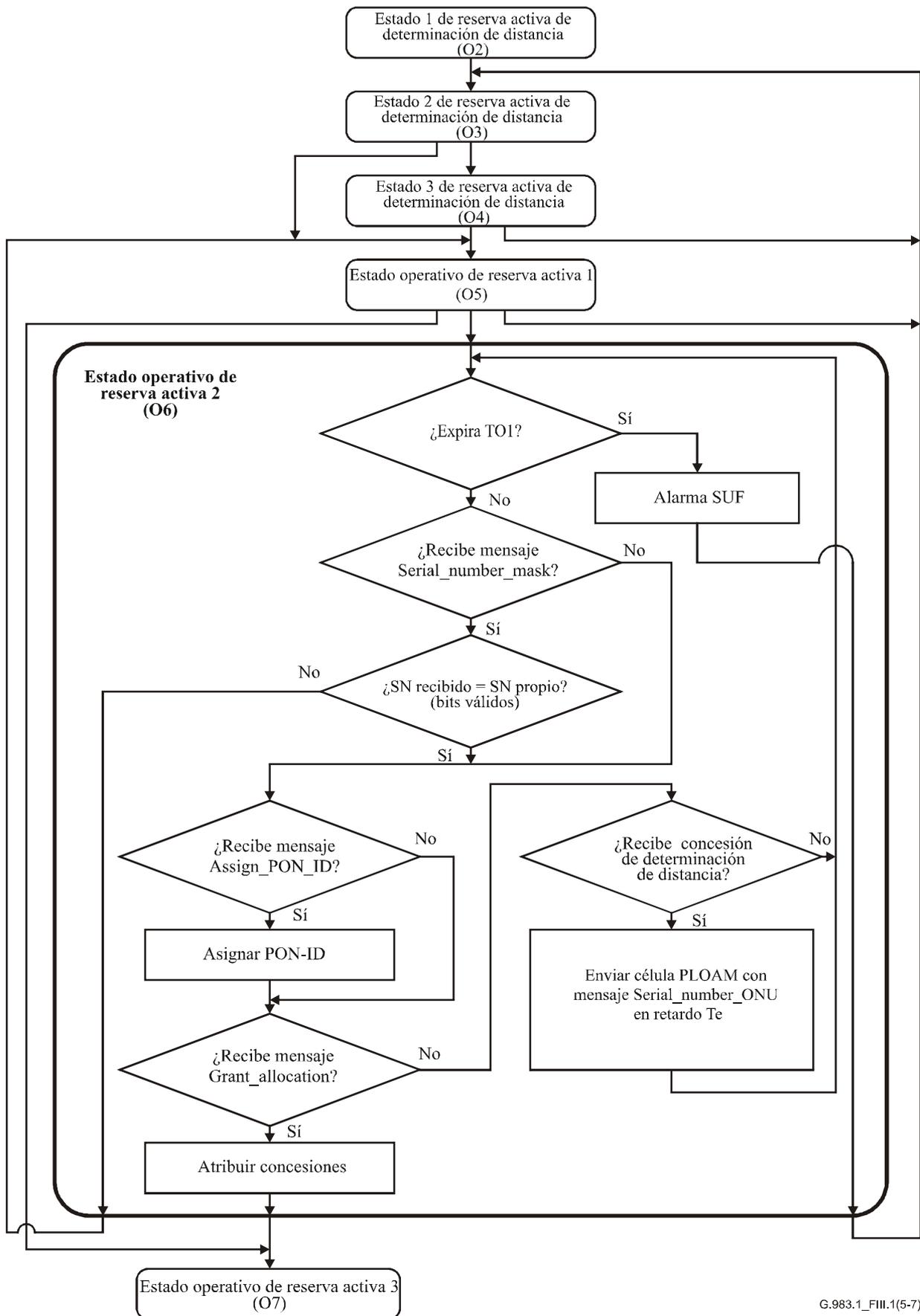
G.983.1\_FIII.1(3-7)

**Figura III.1/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [ONU] (ejemplo)**  
*(hoja 3 de 7)*



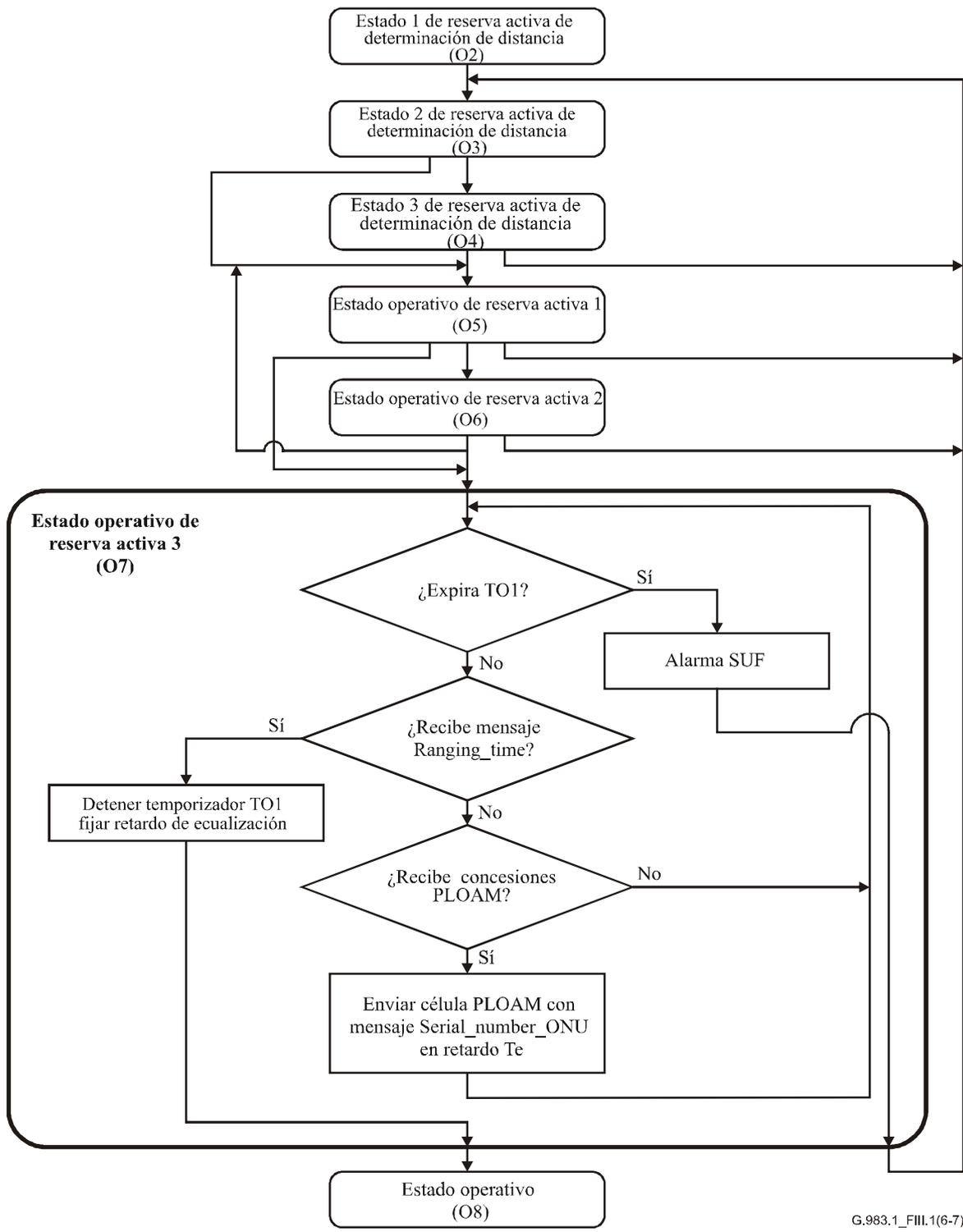
G.983.1\_FIII.1(4-7)

**Figura III.1/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [ONU] (ejemplo)**  
*(hoja 4 de 7)*



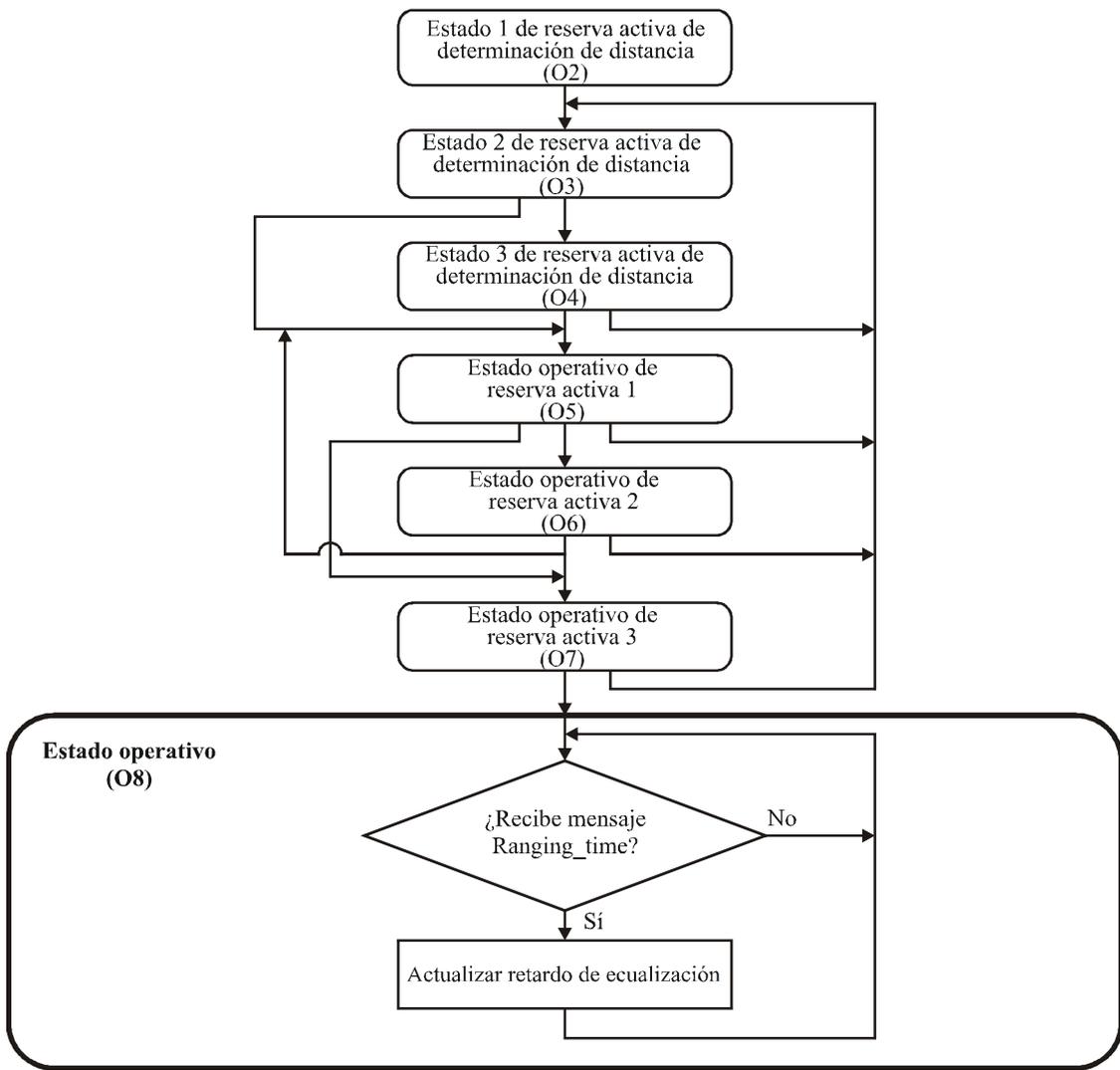
G.983.1\_FIII.1(5-7)

**Figura III.1/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [ONU] (ejemplo)**  
*(hoja 5 de 7)*



G.983.1\_FIII.1(6-7)

**Figura III.1/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [ONU] (ejemplo)**  
*(hoja 6 de 7)*

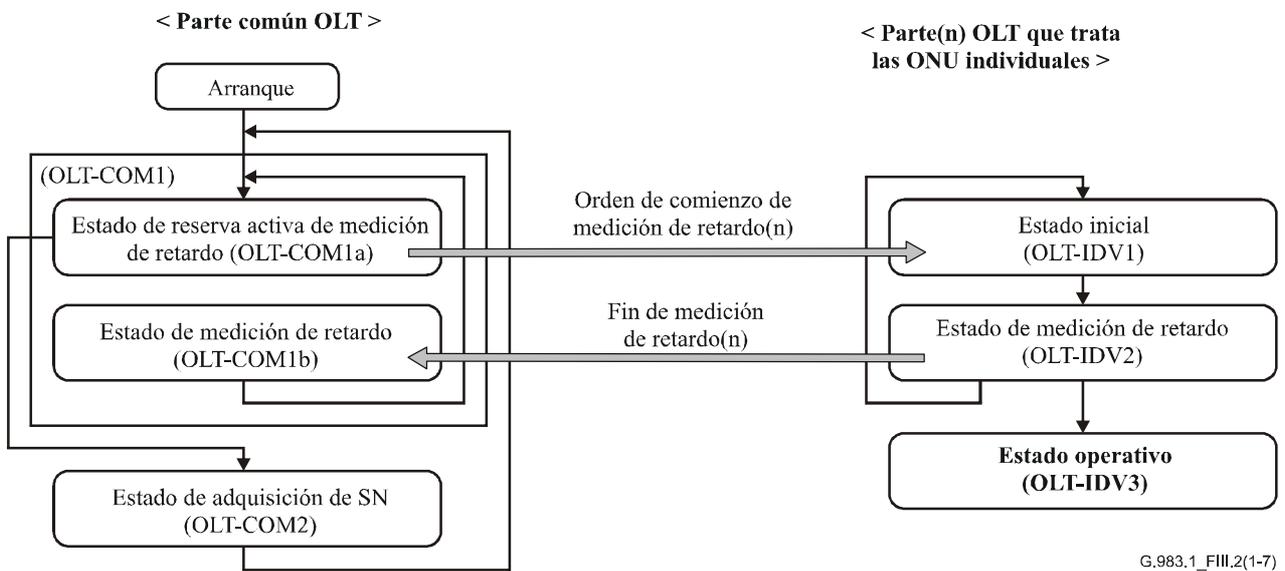


G.983.1\_FIII.1(7-7)

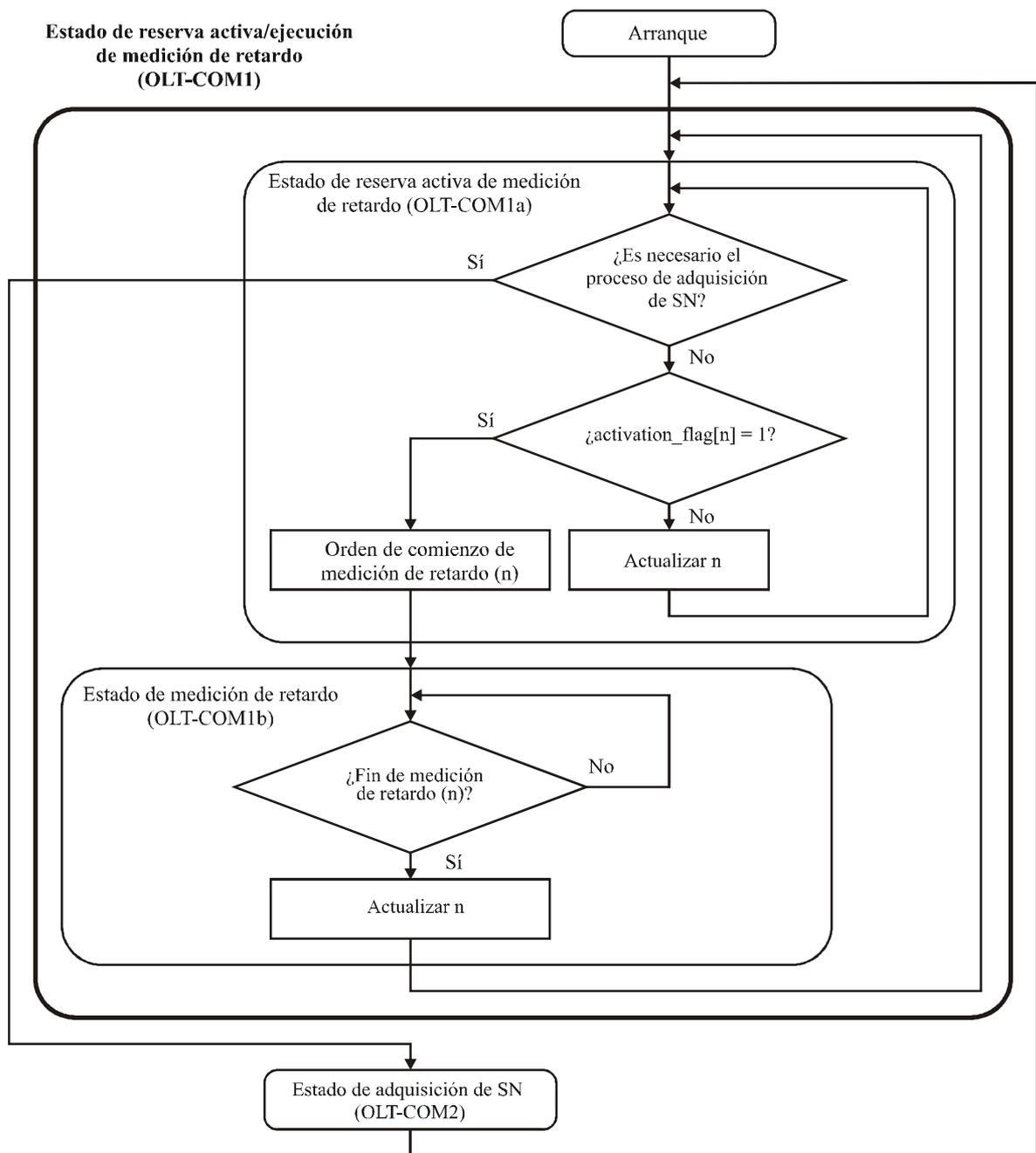
**Figura III.1/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [ONU] (ejemplo)**  
*(hoja 7 de 7)*

### III.2 Flujo de determinación de distancia en la OLT (ejemplo)

La figura III.2 (hojas 1 a 7 de 7) presenta un ejemplo de flujo de determinación de distancia en la OLT. No tiene por objeto especificar el procedimiento de determinación de distancia y sólo tiene carácter informativo.



**Figura III.2/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [OLT] (ejemplo)**  
(hoja 1 de 7)



**Figura III.2/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [OLT] (ejemplo)**  
*(hoja 2 de 7)*

Estado de reserva activa/ejecución  
de medición de retardo  
(OLT-COM1)

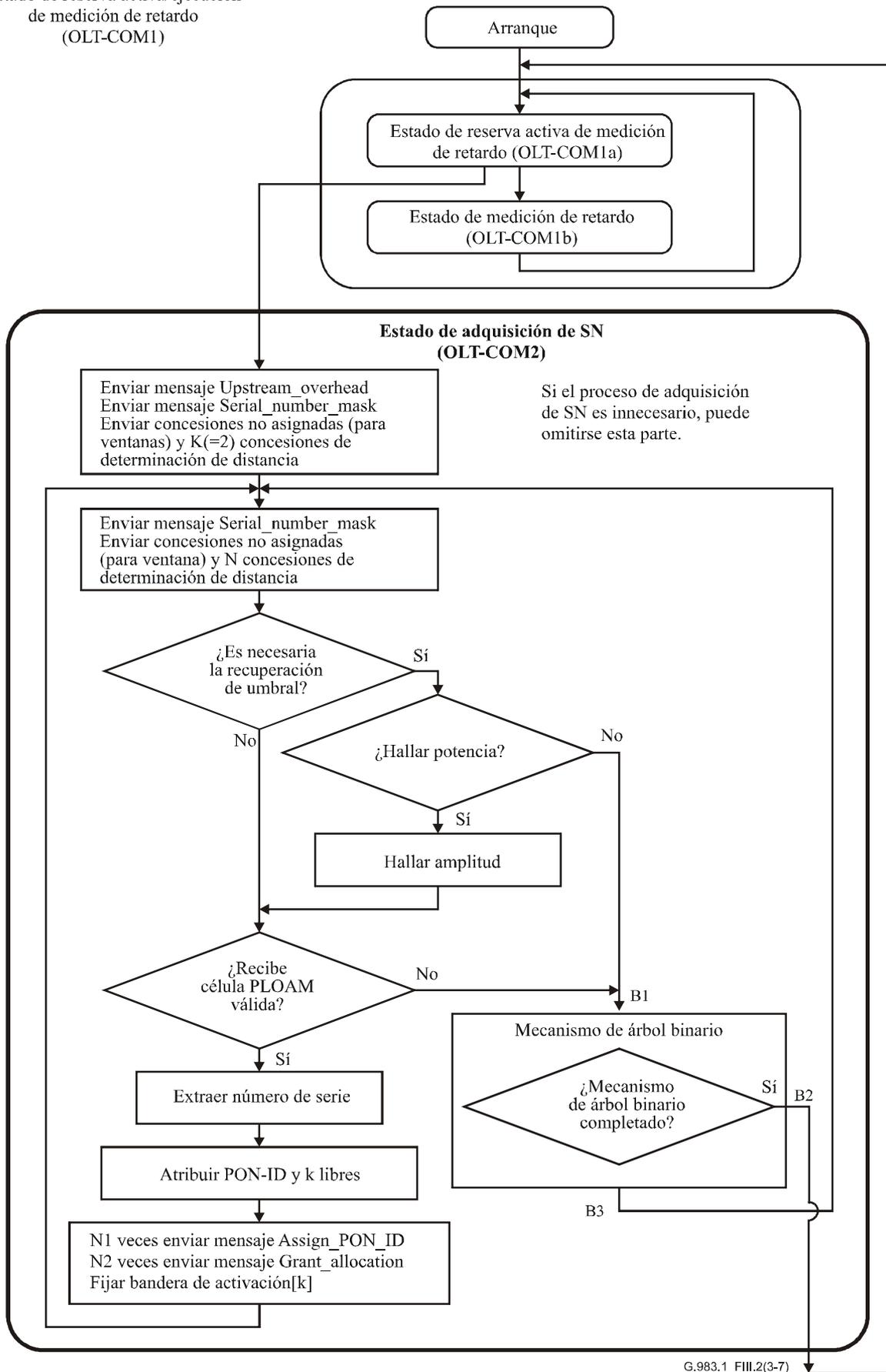
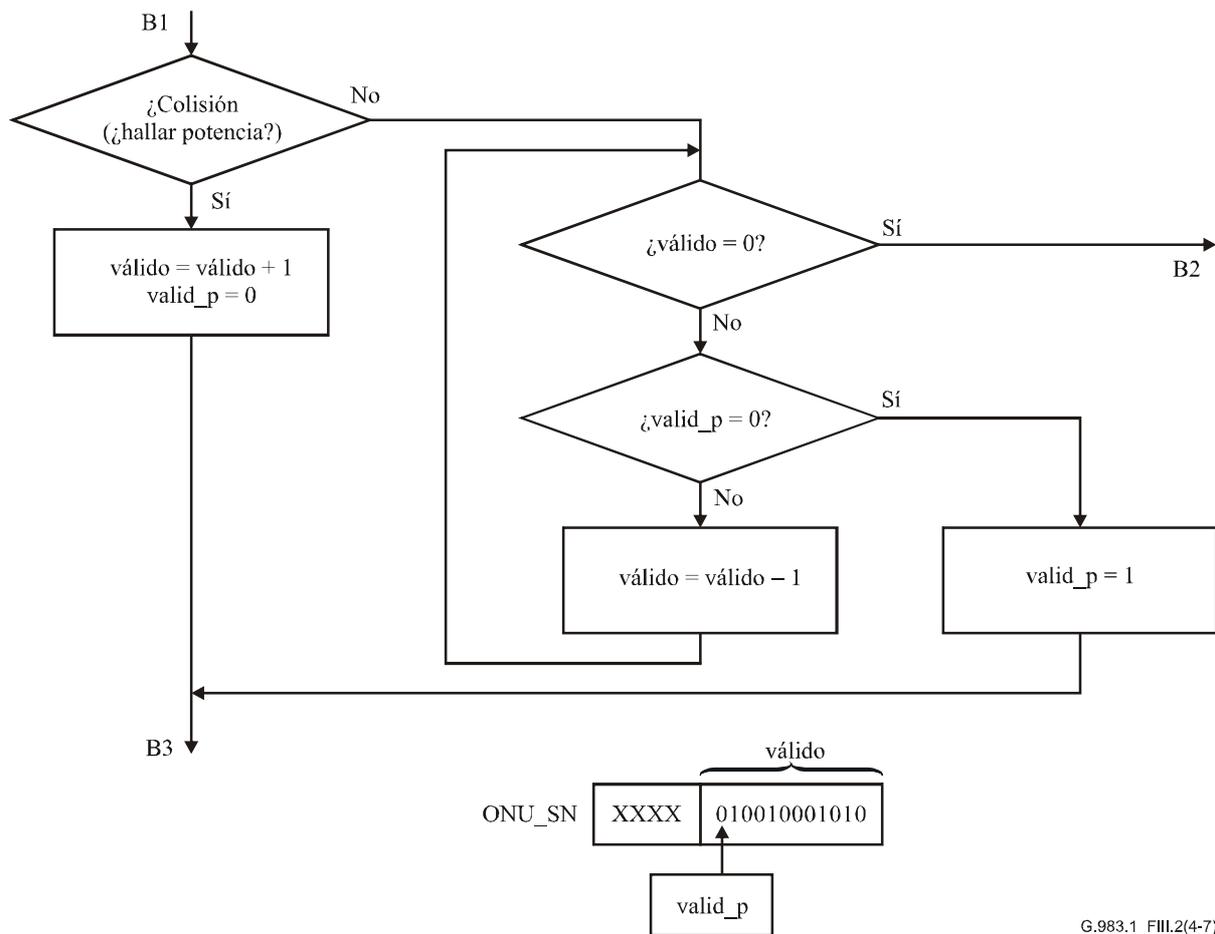
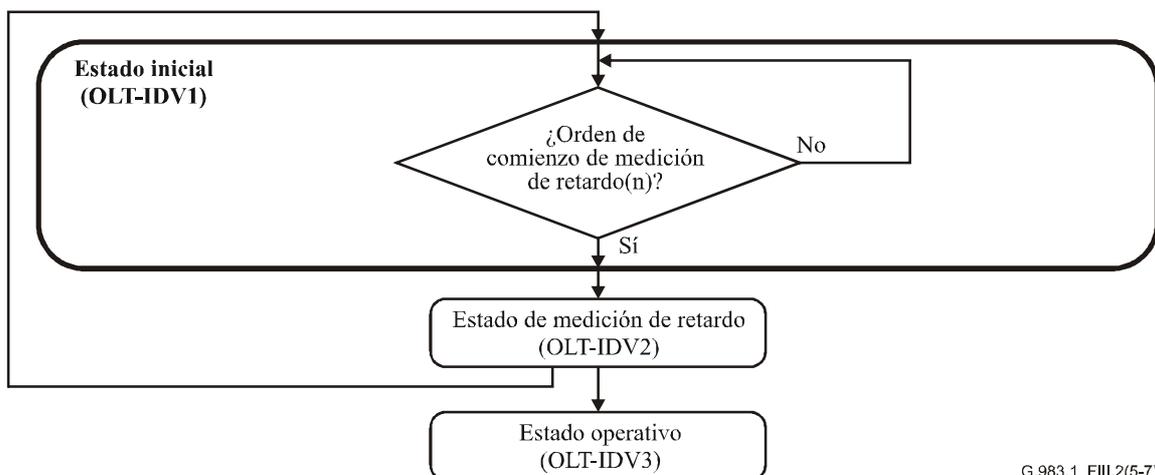


Figura III.2/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [OLT] (ejemplo) (hoja 3 de 7)

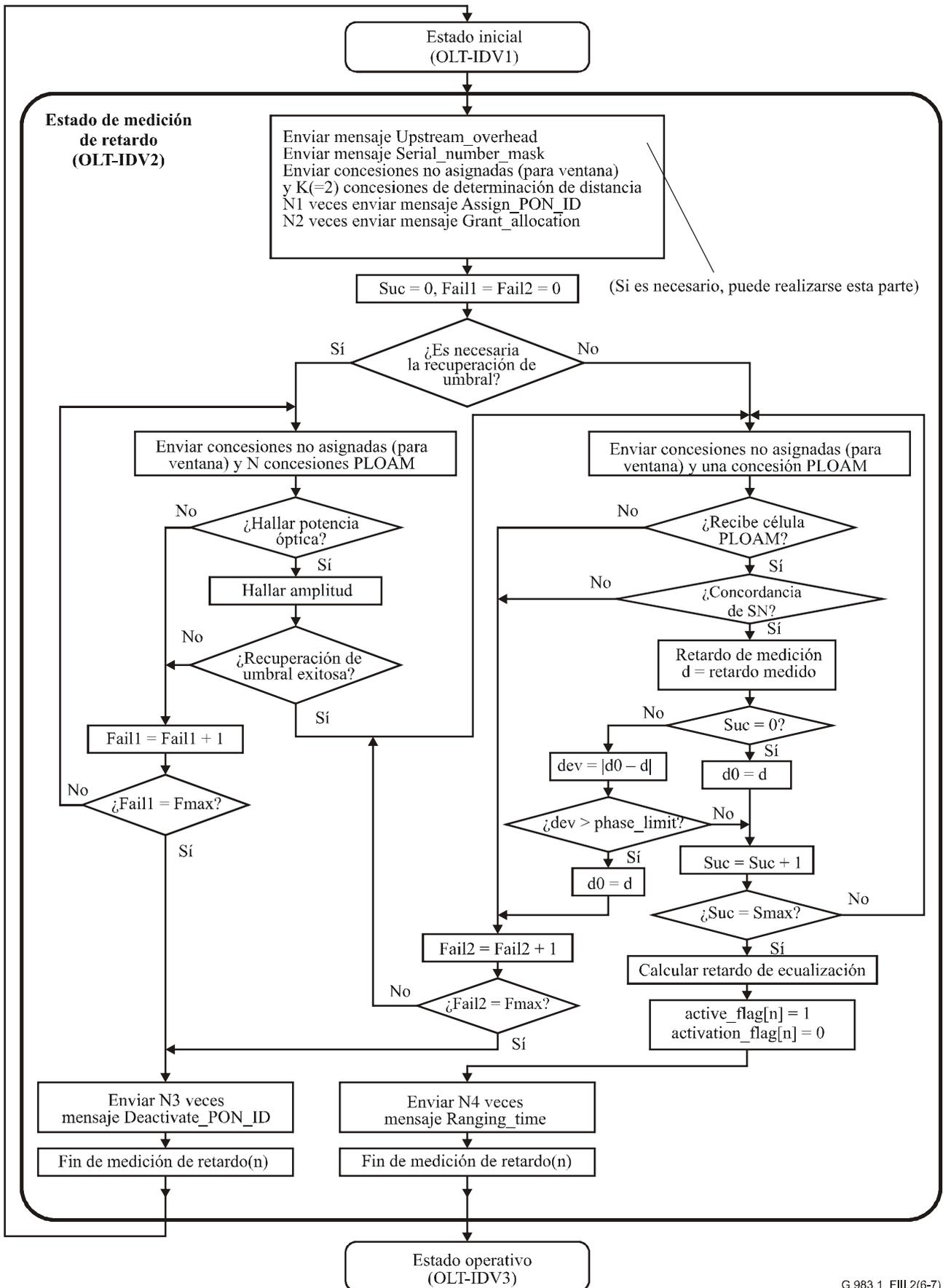


NOTA – Los puntos de B1, B2 y B3 corresponden a los puntos de B1, B2 y B3 de la figura III.2 respectivamente.  
 "válido" significa el número de bits válidos del número de serie ONU.  
 "valid\_p" indica el bit más significativo de los bits válidos.

**Figura III.2/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [OLT] (ejemplo)**  
*(hoja 4 de 7)*

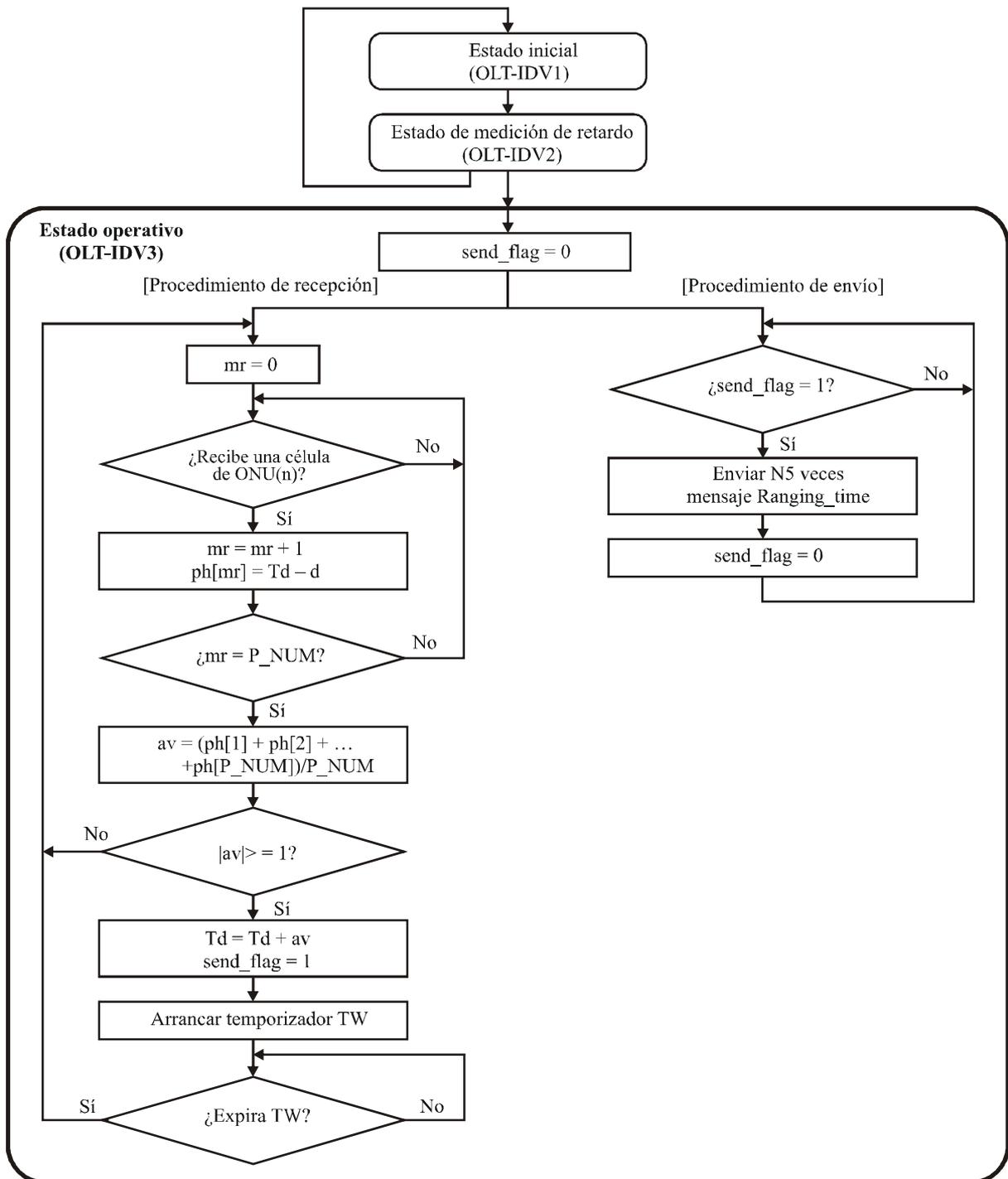


**Figura III.2/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [OLT] (ejemplo)**  
*(hoja 5 de 7)*



G.983.1\_FIII.2(6-7)

**Figura III.2/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [OLT] (ejemplo)**  
(hoja 6 de 7)



G.983.1\_FIII.2(7-7)

- mr Contador de células recibidas de ONU(n)
- ph[j] Valor de desviación de diferencia de fase
- P\_NUM Número de medición de fase
- av Media de ph[1], ph[2], ..., ph[P\_NUM]
- Td Equalization\_delay actualmente utilizado
- d Equalization\_delay recientemente medido
- TW Temporizador para la medición de diferencia de fase
- send\_flag Bandera de requisito de transmisión del mensaje Ranging\_time

**Figura III.2/G.983.1 – Flujo de determinación de distancia [OLT] (ejemplo)**  
(hoja 7 de 7)

## Apéndice IV

### Capacidad de supervivencia de la red de acceso

#### IV.1 Introducción

Desde el punto de vista de la administración de la red de acceso, se considera que la arquitectura de protección de la ATM-PON mejora la fiabilidad de las redes de acceso. Sin embargo, la protección debe considerarse como un mecanismo facultativo, que es apropiado para este apéndice, porque su implementación depende de la realización del sistema económico.

Este apéndice presenta algunas configuraciones dúplex posibles y los requisitos correspondientes como ejemplos de ATM-PON para incitar a ulteriores análisis. Además, se menciona el mensaje OAM requerido para la protección. En la Rec. UIT-T G.983.5 se profundiza en este tema.

#### IV.2 Posibles tipos de conmutación de protección

Al igual que en el sistema de la jerarquía digital síncrona (SDH), hay dos tipos de conmutación de protección:

- i) la conmutación automática; y
- ii) la conmutación forzada.

La primera es activada por la detección de una avería, por ejemplo pérdida de la señal, pérdida de trama, degradación de la señal (la BER empeora hasta rebasar cierto umbral), etc. La segunda es activada por eventos administrativos, tales como reencaminamiento por otra fibra, reemplazo de fibra, etc. Ambos tipos deberán ser posibles en el sistema ATM-PON, si es necesario, aunque sean funciones facultativas. El mecanismo de conmutación generalmente lo realiza la función OAM, por lo que el campo de información OAM requerido deberá reservarse en las células PLOAM.

La figura IV.1 muestra el modelo de sistema dúplex para la red de acceso. La parte que interviene en la protección, en el sistema ATM-PON, debe formar parte de la protección entre la interfaz de la ODN en la OLT y la interfaz de la ODN en la ONU, a través de la ODN, excluyendo la redundancia de SNI en la OLT.

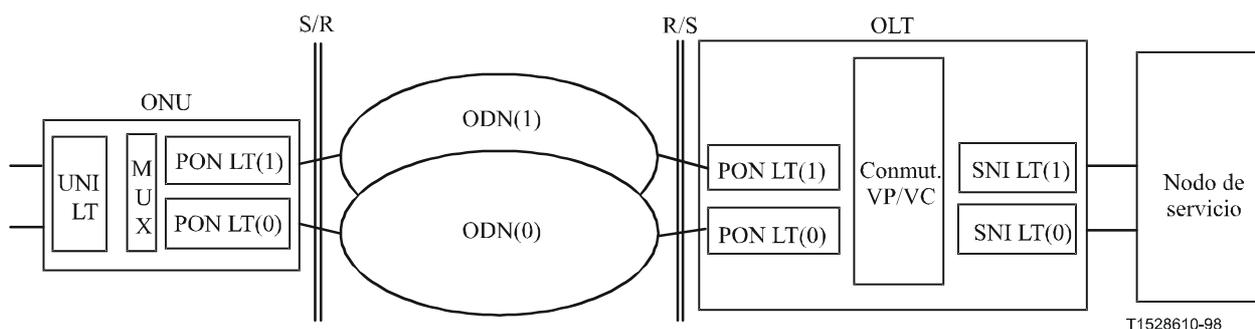


Figura IV.1/G.983.1 – Modelo de sistema dúplex

#### IV.3 Posibles características y configuraciones de la ATM-PON dúplex

Como muestra la figura IV.2 a) a d), puede haber varios tipos de sistema ATM-PON dúplex. Los protocolos de control de cada configuración deben especificarse independientemente unos de otros.

Por ejemplo, no se requiere protocolo de conmutación para OLT/ONU en la figura IV.2 a), pues la conmutación sólo se aplica a las fibras ópticas. De la misma forma, tampoco se requiere protocolo de conmutación en la figura IV.2 b), pues la conmutación sólo se efectúa en la OLT.

### IV.3.1 Ejemplos de configuración

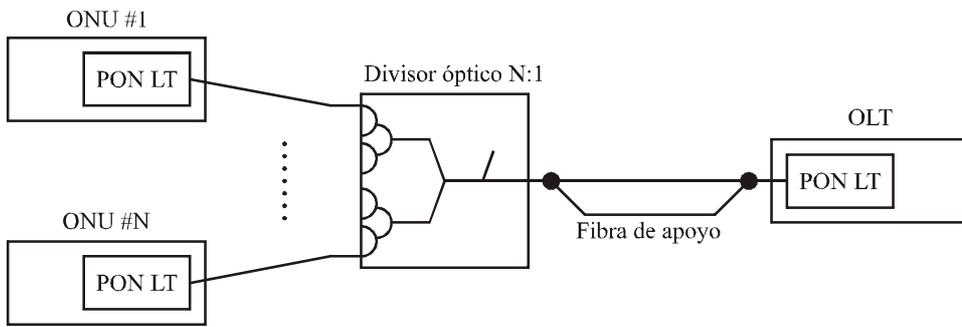
Tipo A: La primera configuración duplica solamente las fibras ópticas, como se muestra en la figura IV.2 a). En este caso, las ONU y las OLT son singulares.

Tipo B: La segunda configuración [figura IV.2 b)] duplica las OLT y las fibras ópticas entre las OLT y el divisor óptico, y el divisor óptico tiene dos puertos de entrada/salida en el lado OLT. Esta configuración reduce el costo de duplexación de las ONU, aunque sólo puede ser recuperado el lado OLT.

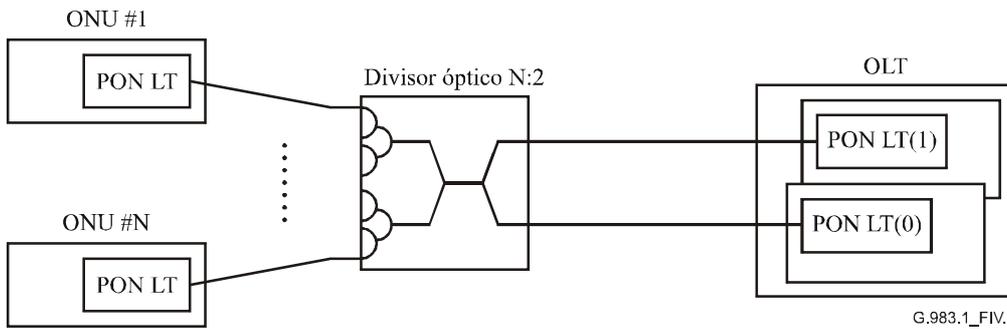
Tipo C: La tercera configuración [figura IV.2 c)] duplica no solamente los dispositivos del lado OLT, sino también los del lado ONU. En esta configuración, un fallo en cualquier punto puede ser subsanado conmutando a los dispositivos de reserva. Por tanto, el costo del modo dúplex completo (es decir, en ambos lados) se refleja en una elevada fiabilidad.

Tipo D: Cuando las ONU están instaladas en los edificios del cliente, el cableado interior al edificio podrá o no ser duplicado. Además, si cada ONU es propiedad de un usuario diferente, el requisito de la fiabilidad depende de cada usuario y sólo un número limitado de las ONU podrá tener la configuración dúplex. Teniendo esto en cuenta, la configuración últimamente mencionada [figura IV.2 d)] permite una duplexación parcial en el lado ONU. En el ejemplo presentado en esta figura hay ONU#1 dúplex y ONU#N simple. Los principios esenciales de esta configuración son los siguientes:

- 1) se utilizan divisores ópticos N:2 dobles para conectar PON LT(0) en la ONU#1 al divisor N(0), y PON LT(1) en la ONU#1 al divisor N(1);
- 2) se conecta PON LT en la ONU#N a cualquiera de los dos divisores ópticos, porque aquélla es simple;
- 3) se utilizan divisores ópticos 2:1 dobles para conectar PON LT(0) en la OLT al divisor (0), y PON LT(1) en la OLT al divisor (1);
- 4) se conectan divisores ópticos N:2 dobles y divisores ópticos 2:1 dobles, de tal modo que un puerto del divisor (1) esté conectado al divisor N(0) y que un puerto del divisor (0) esté conectado al divisor N(1);
- 5) se utiliza el método de reserva activa fría tanto en la OLT como en las ONU para evitar la colisión entre las señales ópticas procedentes de PON LT(0) y PON LT(1) en la OLT, o PON LT(0) y PON LT(1) en la ONU#1.

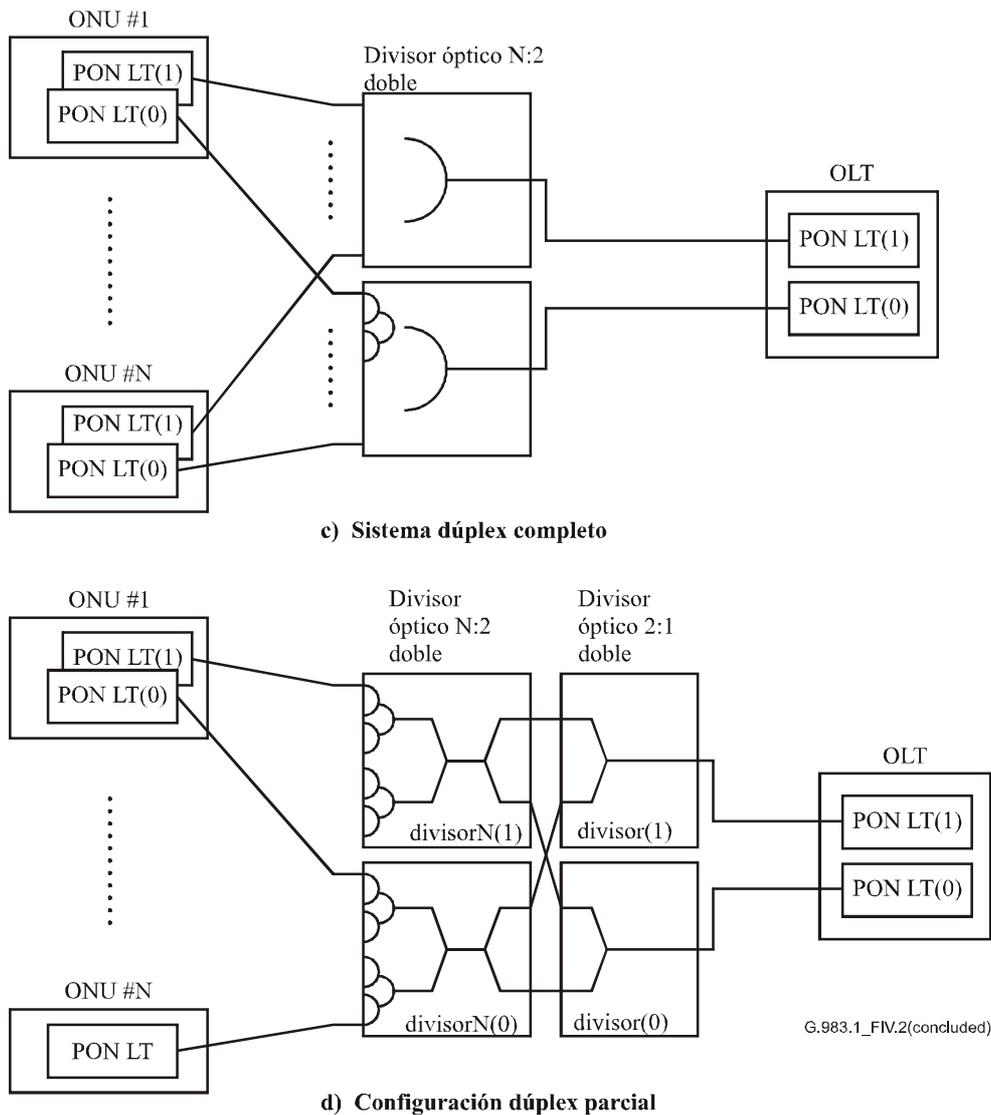


a) Sistema dúplex en cuanto a la fibra



b) Sistema dúplex en cuanto a la OLT solamente

**Figura IV.2/G.983.1 – Sistema ATM-PON dúplex**



**Figura IV.2/G.983.1 – Sistema ATM-PON dúplex (fin)**

### IV.3.2 Características

Tipo A: En este caso, la pérdida de señal o incluso la pérdida de célula es inevitable en el periodo de conmutación. Sin embargo, todas las conexiones entre el nodo de servicio y el equipo terminal deben conservarse después de esta conmutación de fibra.

Tipo B: Esta configuración requiere que en el circuito de apoyo en el lado OLT esté en reserva activa fría. En este caso, la pérdida de señal, o incluso la pérdida de célula es, en general, inevitable en el periodo de conmutación. Sin embargo, todas las conexiones soportadas entre el nodo de servicio y el equipo terminal deberán conservarse después de esta conmutación.

Tipo C: En este caso, la reserva activa caliente de los circuitos de apoyo del receptor es posible tanto en el lado de la ONU como en el de la OLT. Además, en esta configuración es también posible la conmutación sin pérdida de célula.

Tipo D: Las características de este tipo son las mismas que las del tipo B.

#### **IV.4 Requisitos**

- i) La función de conmutación de protección debe ser facultativa.
- ii) Tanto la conmutación de protección automática como la forzada son posibles en el sistema ATM-PON, si se necesitan, aunque dichas funciones son facultativas.
- iii) Todos los ejemplos de configuración de IV.3 son posibles, aunque las funciones son facultativas.
- iv) El mecanismo de conmutación lo realiza generalmente la función OAM, por lo que el campo de información OAM requerido tendrá que estar reservado en las células PLOAM.
- v) Todas las conexiones soportadas entre el nodo de servicio y el equipo terminal deberán conservarse después de esta conmutación.

En lo que respecta al último requisito, una implementación del nodo (central) de servicio POTS requiere que el periodo de pérdida de célula sea inferior a 120 ms. Si el periodo de pérdida de célula rebasa este valor, el nodo de servicio desconecta la llamada y será necesario efectuar un nuevo establecimiento de comunicación tras la conmutación de protección. Dado que la ATM-PON soporta la emulación de los servicios convencionales, como POTS y RDSI, debe tomarse en consideración este valor.

#### **IV.5 Campos de información requeridos para la célula PLOAM**

Por la analogía con el sistema SDH, la conmutación de protección requiere el empleo de menos de 10 códigos para las transmisiones hacia el origen y hacia el destino, que serán realizados por el campo de la célula PLOAM. Será necesario definir la correspondencia de campos de la célula PLOAM para la protección.



## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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