

# **ARQUITECTURAS Y CARACTERÍSTICAS DE REDES FTTD Y GPON**

*ING. JUAN CARLOS PARADISO*

**09/11/2020**

# CARACTERÍSTICAS DE GPON SEGÚN ITU-T

## ITU-T G.984.1

- Características generales de una red GPON

## ITU-T G.984.2

- Especificaciones de parámetros de la ODN
- Especificaciones de puertos ópticos a 2.488 Gbps
- Especificaciones de puertos ópticos a 1.244 Gbps
- Overhead allocation at physical layer

Proveen un desarrollo completo de servicios orientado a la compatibilidad

ITU-T G-984.1/2/3/4

## ITU-T G.984.3

- Especificaciones de la capa TC de GPON
- Arquitectura de multiplexación GTC y protocolos
- Definición de Trama GTC
- Registración y Activación de las ONT
- Especificaciones de DBA
- Alarmas y Rendimiento

## ITU-T G.984.4

- Formato de mensaje OMCI
- Trama de Administración de dispositivos OMCI
- Principio de funcionamiento de OMCI

# RECOMENDACIONES Y TECHNICAL REPORTS



- **Serie G.984.x GPON**

- G.984.2 Nivel físico
- G.984.3 Transmisión
- G.984.4 OMCI
- G.984.5 Ampliación de bandas WDM
- G.984.6 y G.984.7 GPON de largo alcance

- **Serie G.987.x XG-PON**

- G.987.2 Nivel físico
- G.987.3 Transmisión
- G.987.4 Extensión de alcance

- **G.988 OMCI aplicable a XG-PON**

- **TR-069** Gestión en banda de equipo de usuario (CPE)

- **TR-156** Modelo de referencia de etiquetado y agregación de tráfico

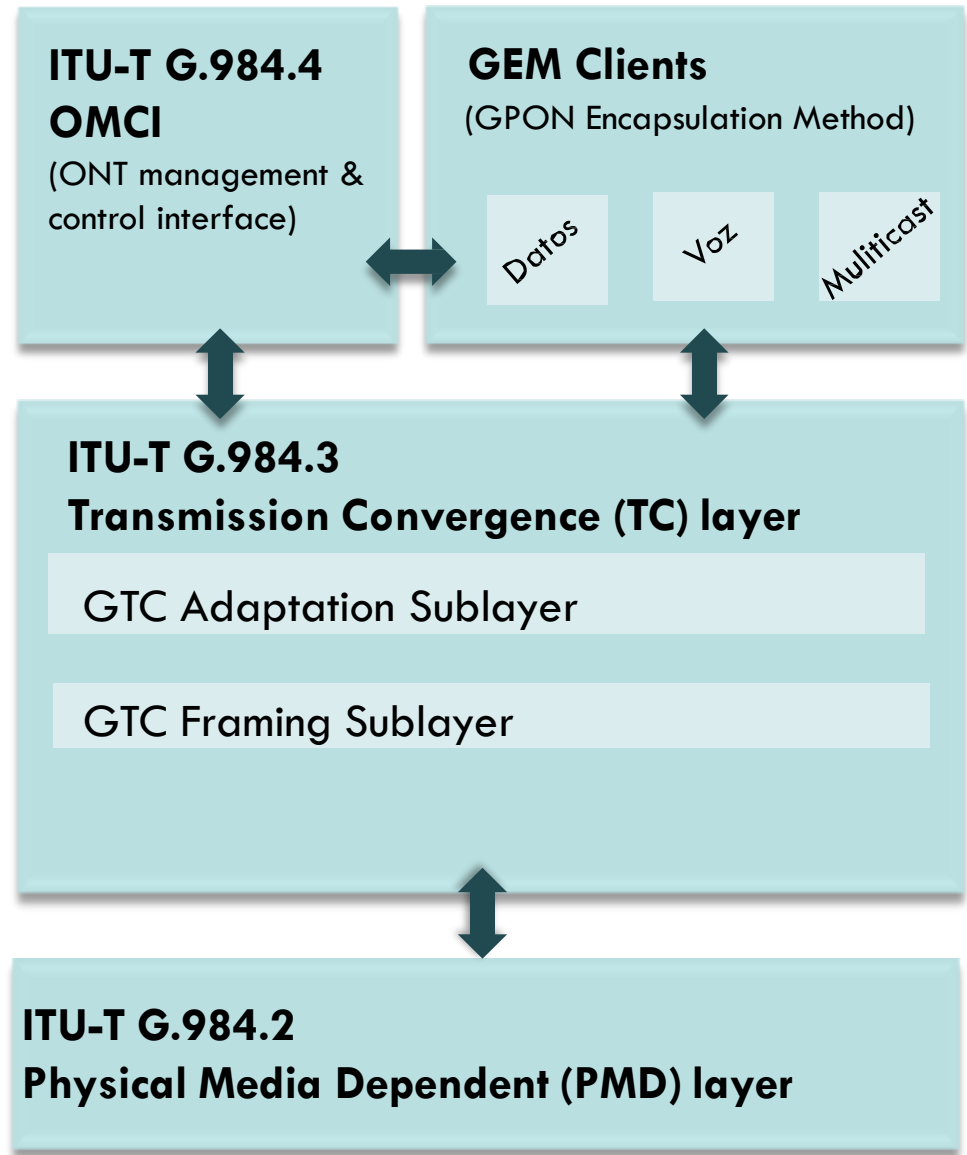
- **TR-167** Arquitectura servicios para nodos de acceso Ethernet con interfaz GPON

- **TR-247** Test de conformidad de ONT

- **TR-255** Interoperabilidad GPON

# DISTRIBUCIÓN GRAL DE CAPAS DE GPON

- MIB (Management Information Base) definidas como entidades OMCI
- Gestión ONT
- Configuración y gestión de servicios
- Configuración y gestión del subnivel adaptación GTC
- Definición y multiplexación de tramas GTC
- Asignación de ancho de banda
- Acceso al medio en canal UL
- FEC
- Seguridad
- Activación de la ONT
- PLOAM (Physical layer OAM messaging channel)
- Velocidades de transmisión
- Sensibilidad y potencia óptica
- Codificación NRZ
- Longitudes de onda up y down



# ASPECTOS DIFERENCIALES DE GPON

## Ancho de banda y distancia.

El medio óptico permite superar los límites de ancho de banda y distancia existentes en tecnologías xDSL

## Economía.

xPON reduce el CAPEX en FO (1FO para muchos usuarios) y OLT (1 puerto en la OLT para muchos usuarios). Además, es posible suprimir la red de par telefónico y cable coaxial

## Calidad de servicio.

GPON dispone de un modelo de QoS que garantiza el ancho de banda necesario para cada servicio y usuario

## Seguridad.

La información en la FO viaja cifrada en AES

## OAM.

GPON cuenta con un modelo de gestión que facilita al operador la administración remota de ONT. Menos OPEX

## Escalabilidad.

Hoy es GPON (2,5 Gbps para 64 usuarios), mañana se podrá evolucionar a XG-PON y WDM PON y seguir usando la misma infraestructura de FO

# ¿ QUÉ HAY DE NUEVO EN GPON ? (I)

- El acceso a un medio compartido común (la FO) requiere de un mecanismo determinista que evite colisiones entre las ONT/ONUs y que garantice el ancho de banda a cada usuario:

a) Todos **los elementos de la red GPON están sincronizados a una referencia temporal común**. De esta forma es posible asignar períodos estrictos y exclusivos de acceso al medio:  
**TDMA (Time Division Multiple Access)**

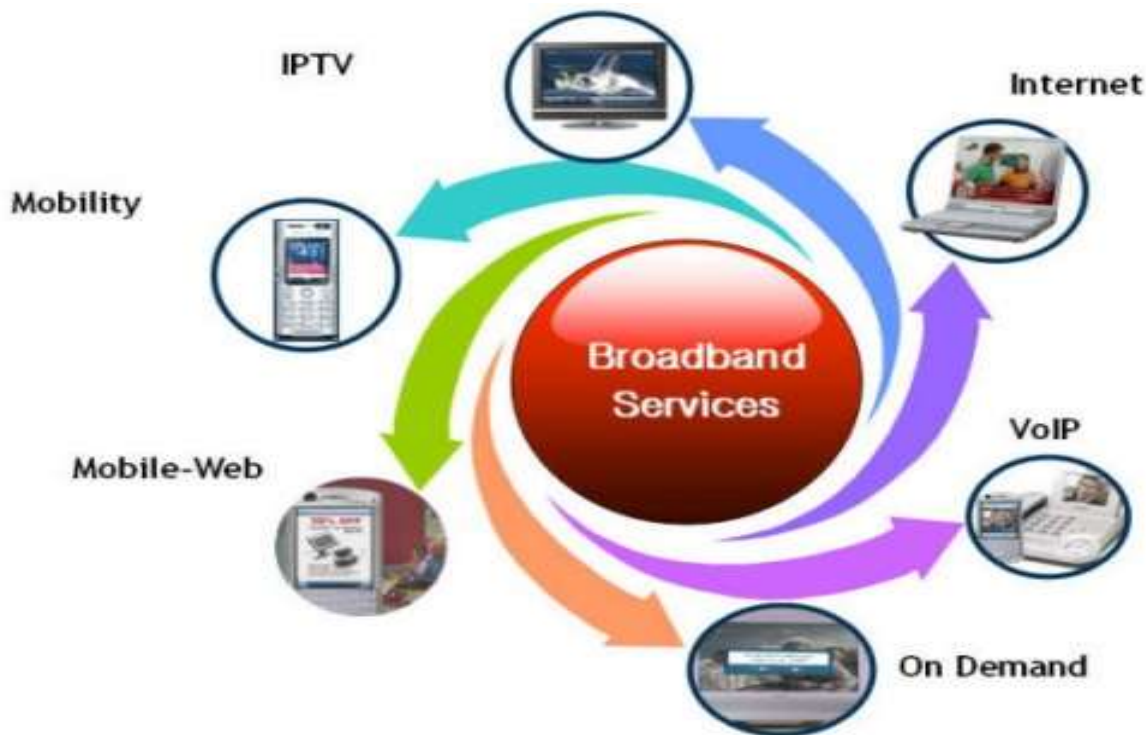
b) La sincronización se complementa con un sofisticado método de **Ranging y Ecuación** para que el acceso al medio de la ONT/ONU se produzca en el instante preciso, acorde con la distancia física que la separa de la OLT

# ¿ QUÉ HAY DE NUEVO EN GPON ? (II)

- Desarrollo de mecanismos de OAM que faciliten al operador la gestión centralizada de los equipos de usuario (ONT/ONUs), sin la intervención de éstos:
  - a) Permite establecer un **punto de demarcación entre la red de Operador y la del Cliente**
  - b) **Gestión remota de las ONTs** (teledescarga de actualizaciones, parámetros de funcionamiento, etc)
  - c) Facilita la **configuración y gestión de servicios de usuario**: ancho de banda, características del servicio de voz, video multicast, etc

# SERVICIOS SOPORTADOS

- GPON permite una convergencia de todos los servicios sobre una única infraestructura de red, entre ellos: VoIP, HDTV, Video on Demand, Internet de BA sin restricciones de distancias y velocidad, Juegos en Red.
- GPON soporta tanto **servicios síncronos (voz y vídeo)** como **asíncronos (datos)** con un alcance de 20km. **Es ideal para Triple Play y el intercambio de datos.**



# IMPLEMENTACIÓN MULTICAST PARA TV

- **Multicast es el protocolo utilizado para la difusión de TV.**
- **Este protocolo, integrado en la OLT, ONT y Decodificador, permite al usuario seleccionar el canal de TV que recibe en cada momento.**
- **GPON al ser una tecnología punto a multipunto, permite que todos los usuarios reciban la información de todos los canales, pero sólo se quedan con la del canal de TV seleccionado.**
- **GPON se diseñó para que una parte de la trama GPON esté dedicada al tráfico multicast, tal que sea accesible por todos los usuarios. Esta es la manera de evitar enviar una sola copia de cada canal de TV al usuario que lo seleccionó.**

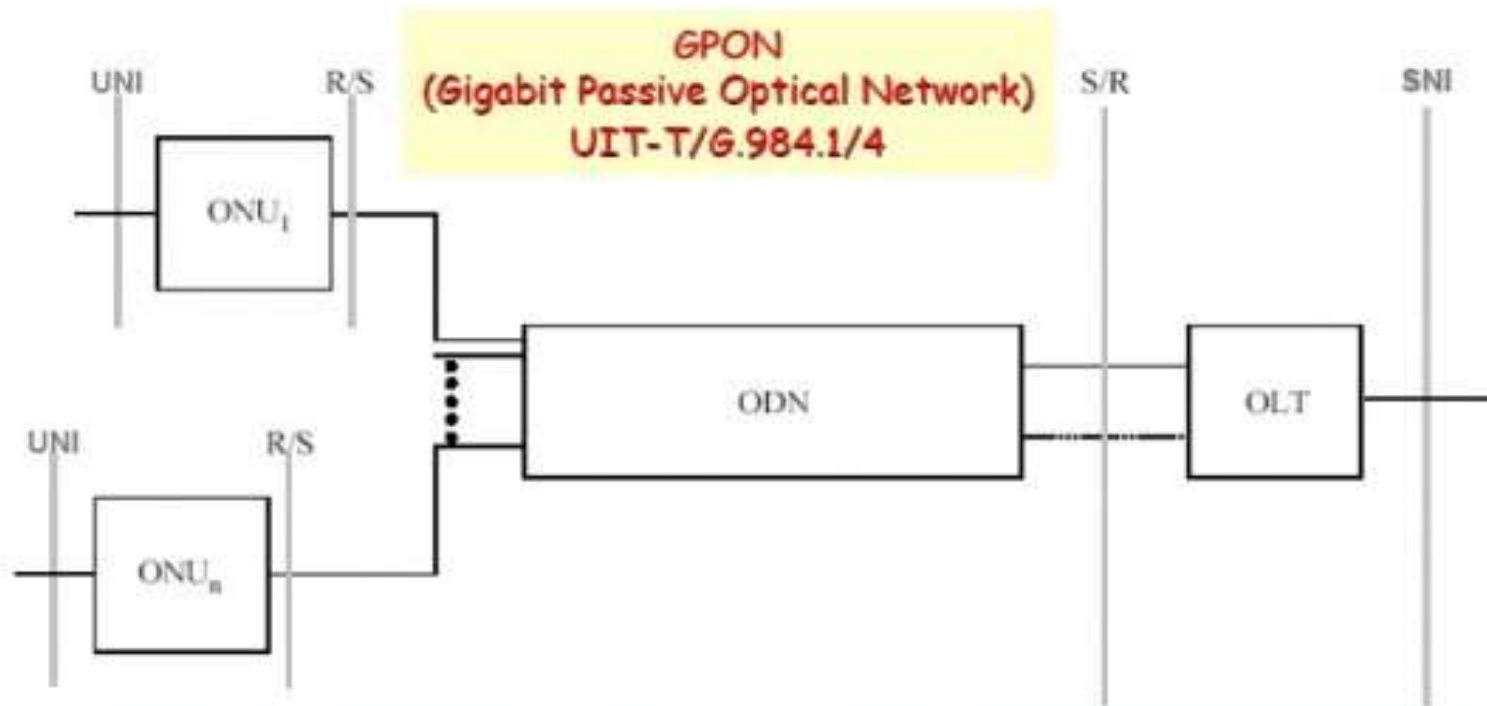
# ARQUITECTURA BÁSICA (I)

- **GPON** tiene **OLT** en Operador y **ONT** en clientes para FTTH/D.
- Para **FTTN** las **ONT** se sustituyen por **MDU (Multi-Dwelling Units)** que ofrecen **VDSL2** hasta los clientes por el par de cobre instalado consiguiendo lograr velocidades de  $\leq 100$  Mbps por cliente.
- **La OLT** tiene puertos de línea **GPON**, c/u soporta hasta **64 ONT**.
- El **ITU-T** llama al dispositivo del cliente **ONU (Unidad de Red Óptica)** y muchos usan el término **ONT (Terminal de Red Óptica)** cuando actúa sobre varios abonados.
- Para conectar la **OLT** con la **ONT** con datos, se usa **un cable de FO para transportar dos  $\lambda$  (UL y DL)**.
- Mediante un **divisor pasivo (Splitter Óptico)** que divide la potencia óptica en su entrada en varias salidas, el tráfico DL originado en la **OLT** puede ser distribuido.
- Hay **Splitters Ópticos 1 x n (n = 2, 4, 8, 16, 32, o 64)** que permiten desplegar una arquitectura P2MP (tipo árbol).

# ARQUITECTURA BÁSICA (II)

- **Los datos UL desde ONT a OLT son agregados por el mismo Splitter Óptico**, que hace las funciones de **combinador** en esa dirección del tráfico.
- Esto permite que el tráfico sea recolectado desde la OLT sobre la misma FO que envía el tráfico DL.
- **Para el tráfico DL se realiza un broadcast óptico**. Cada ONT sólo procesa el tráfico que le corresponde, gracias a la técnica de seguridad AES (Advanced Encryption Standard).
- **Para el tráfico UL los protocolos tipo TDMA (Time Division Multiple Access) aseguran la Tx sin colisiones desde las ONT a la OLT**.
- **Con TDMA sólo se transmite cuando sea necesario, por lo cual, no sufre de la ineficiencia de TDM donde el período temporal para transmitir es fijo e independiente si se tienen o no datos disponibles.**

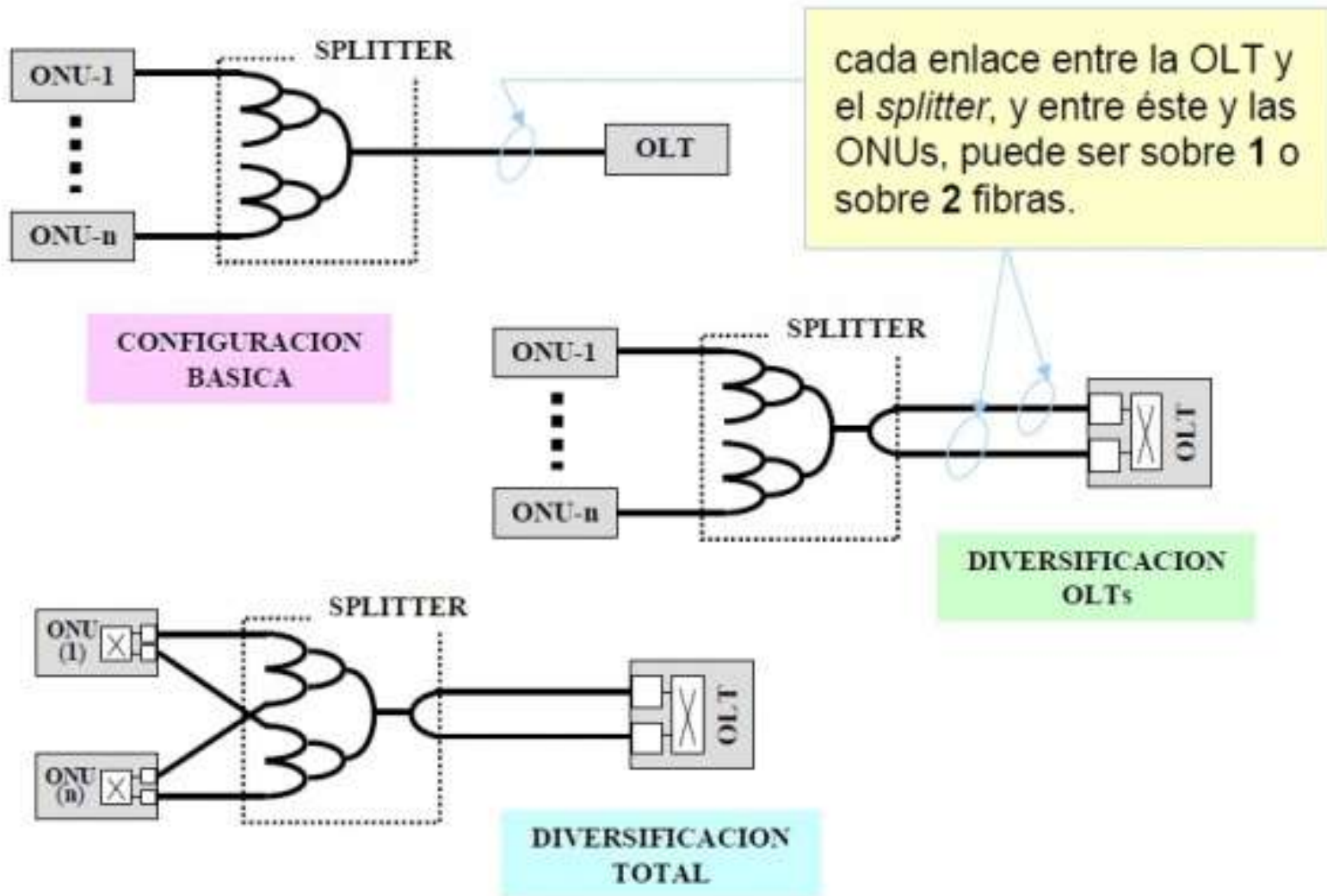
# ARQUITECTURA BÁSICA (III)



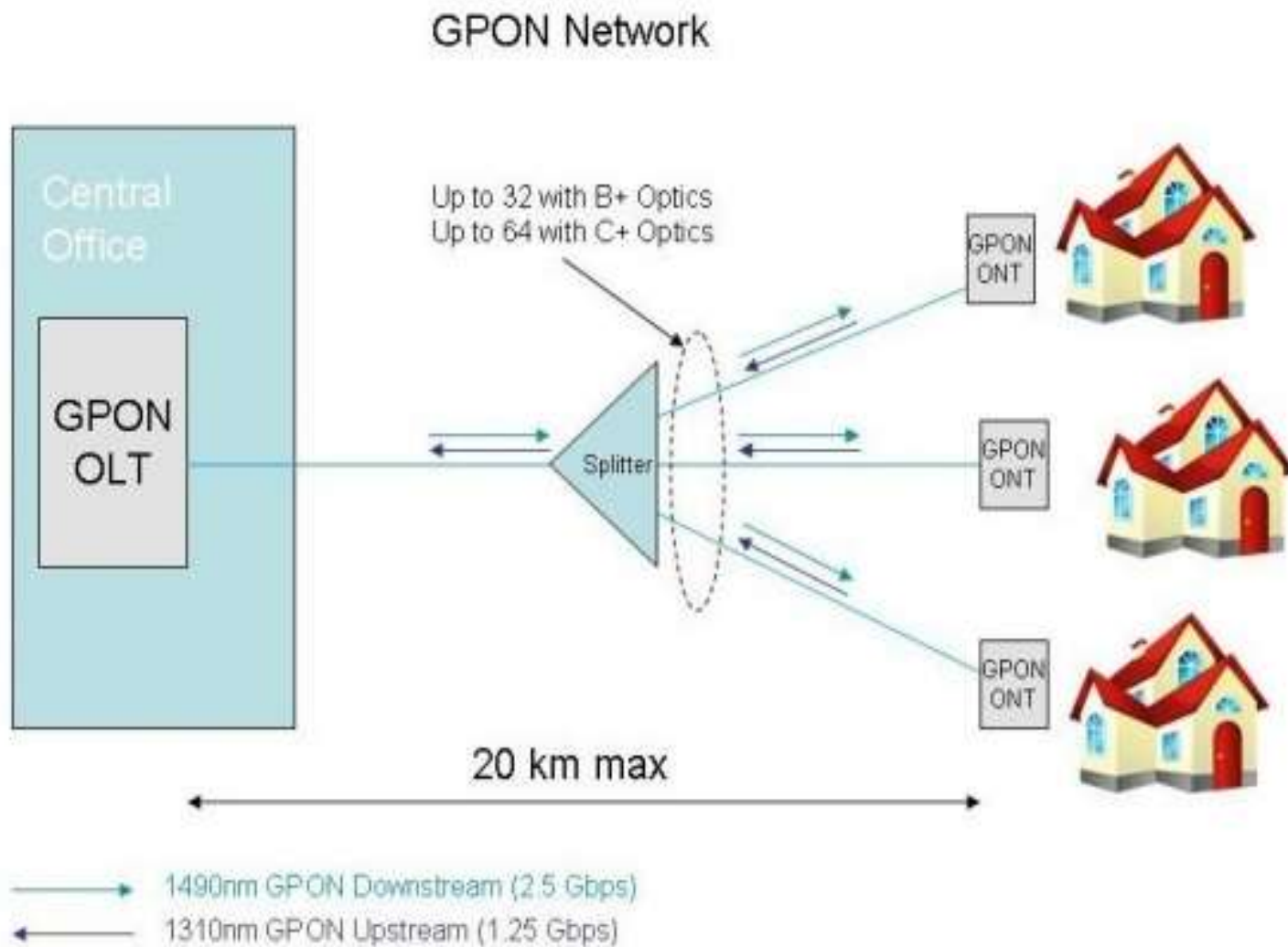
*OLT* -> Optical Line Termination  
*ONU* -> Optical Network Unit  
*ODN* -> Optical Distribution Network  
*UNI* -> User Network Interface  
*SNI* -> Service Network Interface

-> *UNI*: Ethernet (10Base-T, 1000Base-T,..), ATM, E1, E3,....  
-> *SNI*: Ethernet (1000Base-X), POTS, ATM, E1, E3,..

# TIPOS DE CONFIGURACIONES DE RED



# RED GPON DE DOS LONGITUDES DE ONDA



Compliments of [www.FTTxtra.com](http://www.FTTxtra.com)

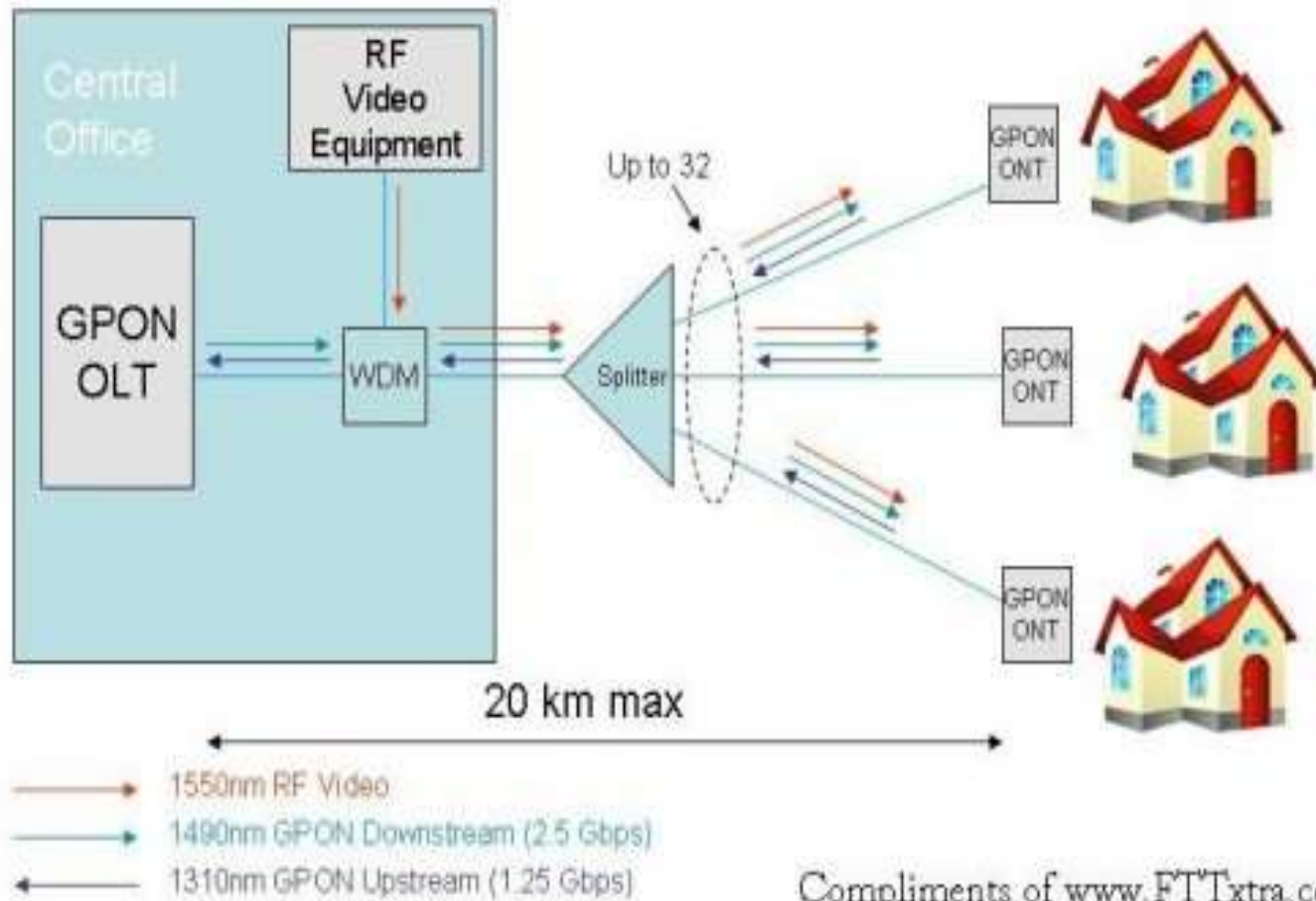
# DIPLEXER

- La parte óptica de la ONT soporta una aplicación de **Discriminador de Longitud de Onda (Diplexer)**.
- Diplexer se puede implementar con un diseño PLC (**Planar Lightwave Circuit**).



# RED GPON DE TRES LONGITUDES DE ONDA (I)

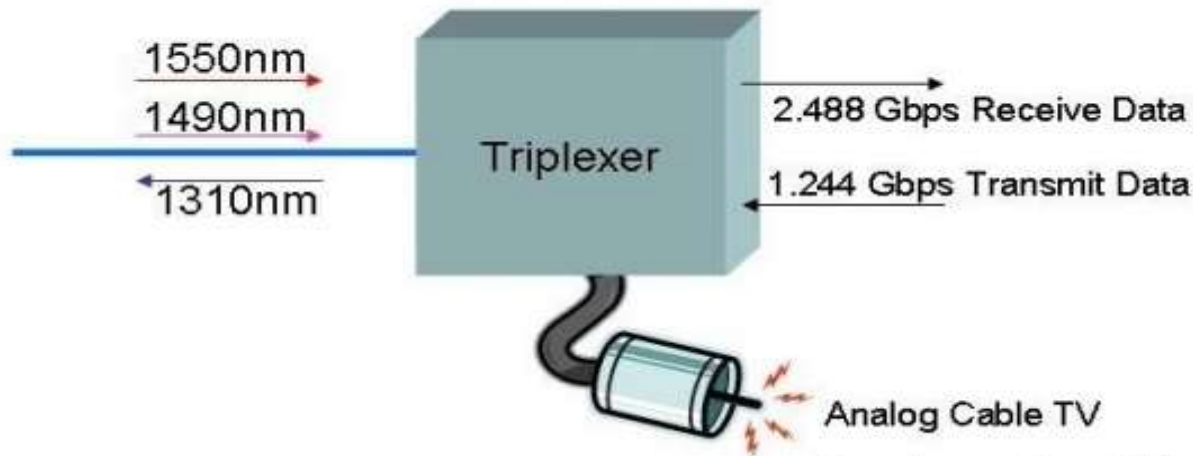
GPON/RF Overlay Network



Compliments of [www.FTTExtra.com](http://www.FTTExtra.com)

# RED GPON DE TRES LONGITUDES DE ONDA (II)

- Se llama “**Red GPON de 3 longitudes de onda con superposición de RF**”.
- **Hasta 32 ONT se pueden conectar a un puerto OLT debido a la señal de video de RF de superposición y no a la señal GPON.**
- Para llegar a 20 km en una sola red, la máxima potencia óptica aceptada por una FO debe ser insertada por un equipo de video de RF de superposición.
- La ONT se limita a convertir la señal óptica de 1550nm en una señal eléctrica que entrega a la salida de cable coaxial (75 ohmios).
- El transmisor-receptor en ONT se llama **TRIPLEXER**



# PROTOCOLO DE GESTIÓN OMCI

- Con el protocolo OMCI (ONT Management and Control Interface) los sistemas externos de gestión no tienen que comunicarse con cada ONT.
- **OMCI permite una única dirección IP** que se utiliza para administrar una OLT y, a través de OMCI, todos sus ONT asociados.
- **Esto es muy eficiente para la conservación de direcciones IP y reduce la carga en un sistema de gestión.**
- **Si había una aplicación de VoIP en la ONT, se requería de una gestión independiente y de otras direcciones IP de todos modos (esto se mejoró).**

# CAPA FÍSICA (I)

- En la capa física hay un alcance de 20 km entre puntos S/R y R/S.
- Las  $\lambda$  de UL y DL varían si se usa una o dos FO y el margen de pérdidas varía según las clases de ODN

GPON	Upstream	Downstream
sobre 1 Fibra	1.260 – 1.360 nms	1.480 – 1.500 nms
sobre 2 Fibras	1.260 – 1.360 nms	1.260 – 1.360 nms

fibra monomodo optimizada en 2ª ventana, según UIT-T/G.652

GPON -> *splitters* tipo 1:16, 1:32 y 1:64  
(y, en el futuro, tipo 1:128)

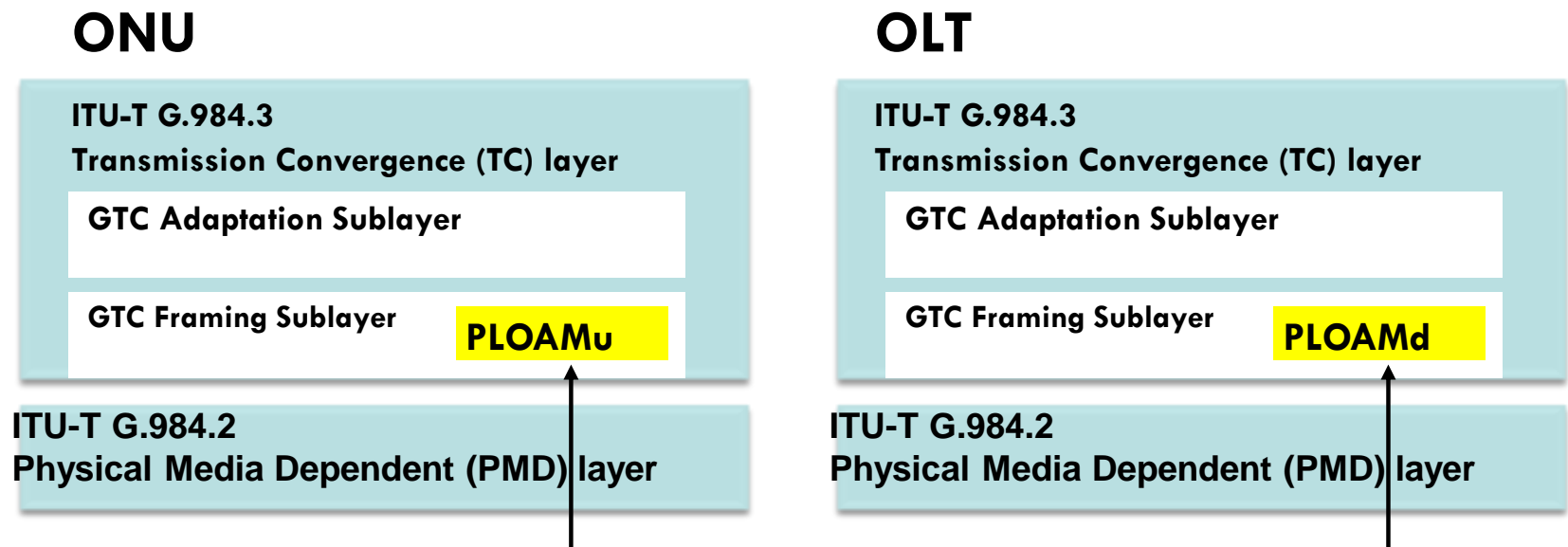
codigo de línea: NRZ  
(Non Return to Zero)

clase de ODN	Margen de Pérdidas (dB)
<b>A</b>	5 - 20
<b>B</b>	10 - 25
<b>C</b>	15 - 30

entre puntos  
S/R y R/S

# PLOAM (PHYSICAL LAYER OAM)

- **EI PLOAM** es un canal habilitado en la trama GTC para el envío de mensajes entre OLT y ONT/ONU.
- A través de la gestión PLOAM se configuran y monitorizan parámetros del nivel PMD y GTC:
  - Activación de ONUs (asignación de ONU-ID, Ranging, S/N, etc)
  - Configuración de encriptación
  - Asignación de un número de Alloc-ID (sólo el número, no BW)
  - Alarmas (Errores físicos, etc)



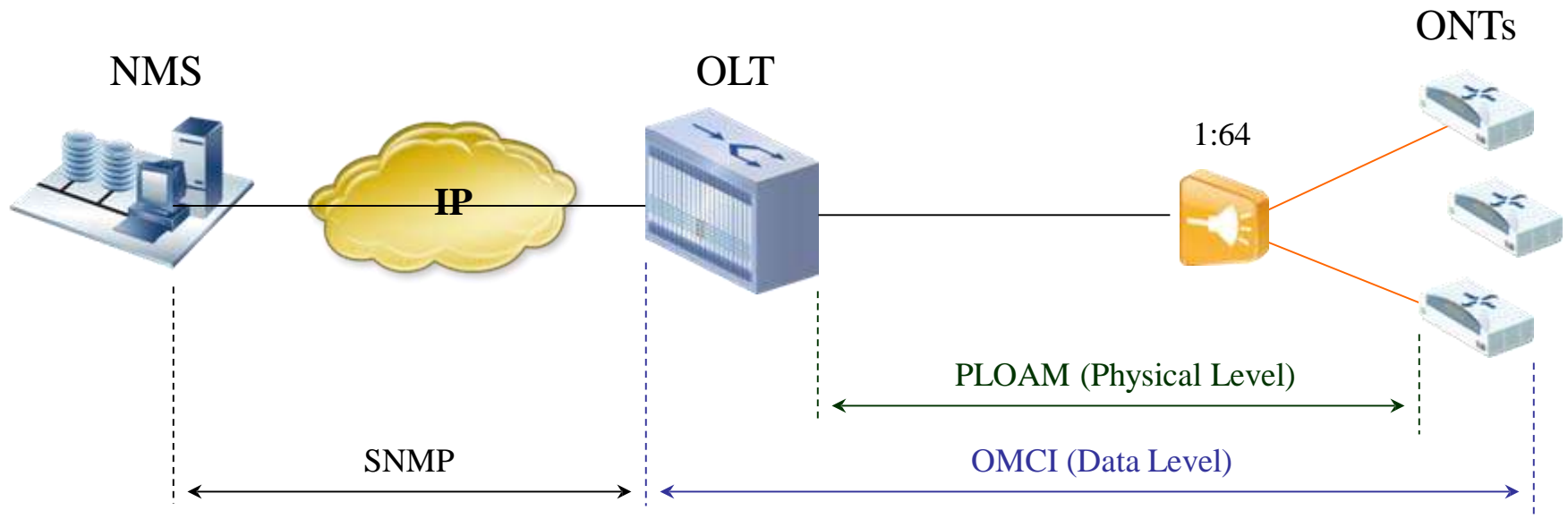
# OPERACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y MANTENIMIENTO (OAM)

## PLOAM – Physical Layer OAM

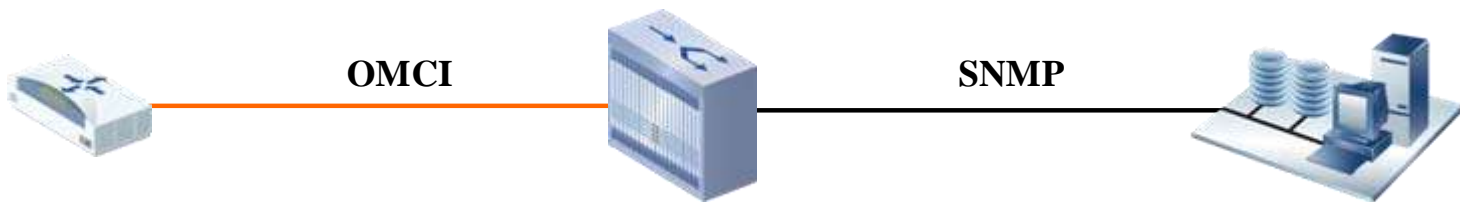
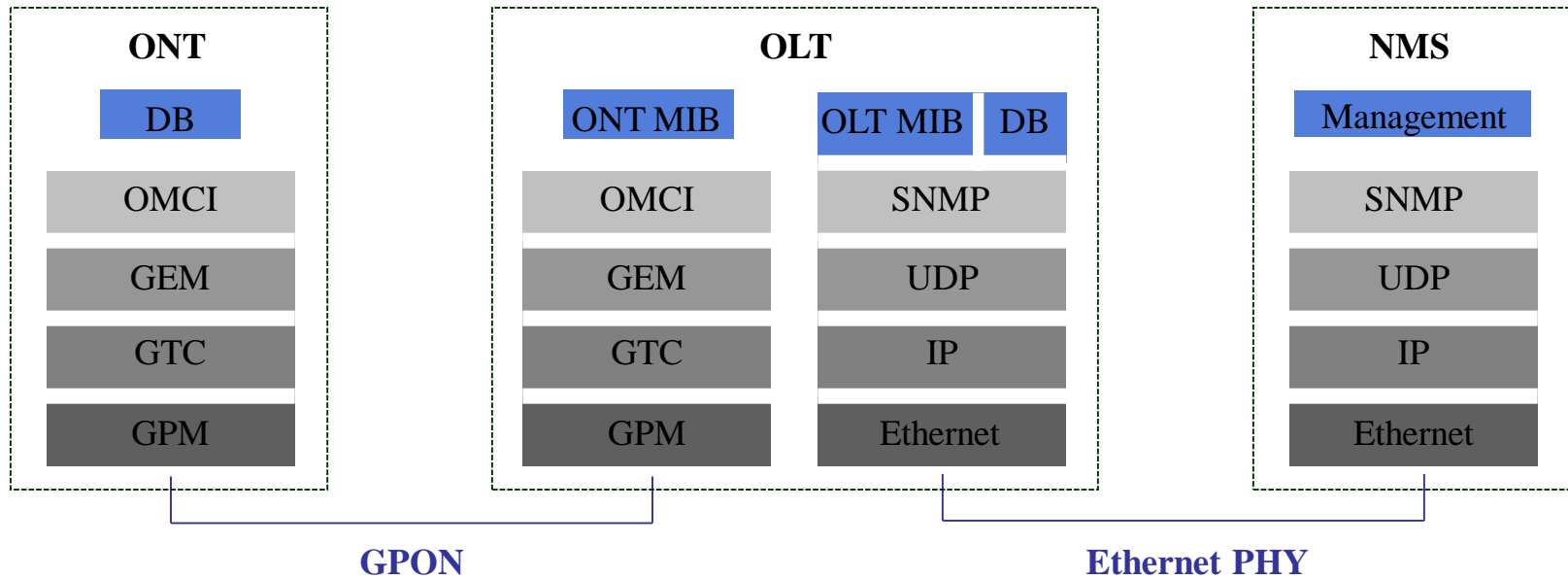
- Alarmas y Alertas
- Aseguramiento del Ancho de Banda
- Soporte de DBA
- Encriptación

## OMCI – Optical Management & Control Interface

- Control de las ONTs desde la OLT
- Configuración remota
- Monitoreo de rendimiento
- Notificaciones y Alarmas



# ARQUITECTURA DE CAPAS DE OAM



**GTC=GPON Transmission Convergence**

**GPM=GPON Physical Media**

**DB=Data base**

**MIB=Management Information Base**

# POTENCIA Y ALCANCE

- El alcance de un equipo viene dado por la atenuación máxima que es capaz de soportar sin perder el servicio.
- **La  $At_{m\acute{a}x}$  soportada por GPON es la  $Pot_{m\acute{a}x}$  garantizada por la OLT menos la  $Pot_{m\acute{i}n}$  que es capaz de percibir la ONT.**

- GPON define distintos tipos de láseres y detectores:

**OLT: Tipo -----> Potencia Media Mínima**

A -----> - 4 dB

**B+ -----> +1 dB**

C -----> +5 dB

**ONT: Tipo -----> Sensibilidad Mínima**

A -----> -25 dB

**B+ -----> -27 dB**

C -----> -26 dB

- **Se usan más los láseres B+** siendo la  $At_{m\acute{a}x}$  permitida para que funcione el servicio de **28 dB**.
- La  $At.$  de un **nivel de splitting 1:64** más los conectores es de **20 dB**.
- Quedarían **8 dB** para la  $At.$  de la **FO (0.4 dB/Km)** ya que el alcance típico máximo de GPON es de **20 km**.

# RANGOS DE POTENCIA DE GPON Y XG-PON

Clase	Rango de atenuación óptica	Recomendación ITU-T
GPON Clase A	5-20 dB	G.984.2 (2003)
GPON Clase B	10-25 dB	G.984.2 (2003)
GPON Clase C	15-30 dB	G.984.2 (2003)
GPON Clase B+	13-28 dB	G.984.2 Amendment 1 (2006)
GPON Clase C+	17-32 dB	G.984.2 Amendment 2 (2008)
XG-PON N1	14-29 dB	G.987.2 (2010)
XG-PON N2	16-31 dB	G.987.2 (2010)
XG-PON E1	18-33 dB	G.987.2 (2010)
XG-PON E2	20-35 dB	G.987.2 (2010)

# PARÁMETROS ÓPTICOS DE UN RED GPON B+

Parámetro interfaz GPON B+	ONT	OLT	FEC
Mean launched power MIN	0.5 dBm	1.5 dBm	2 dB
Mean launched power MAX	5 dBm	5 dBm	
Minimum sensitivity	-27 dBm	-28 dBm	
Minimum overload	-8 dBm	-8 dBm	
Downstream optical penalty	0.5 dBm	0.5 dBm	

Margen Guarda
2 dB

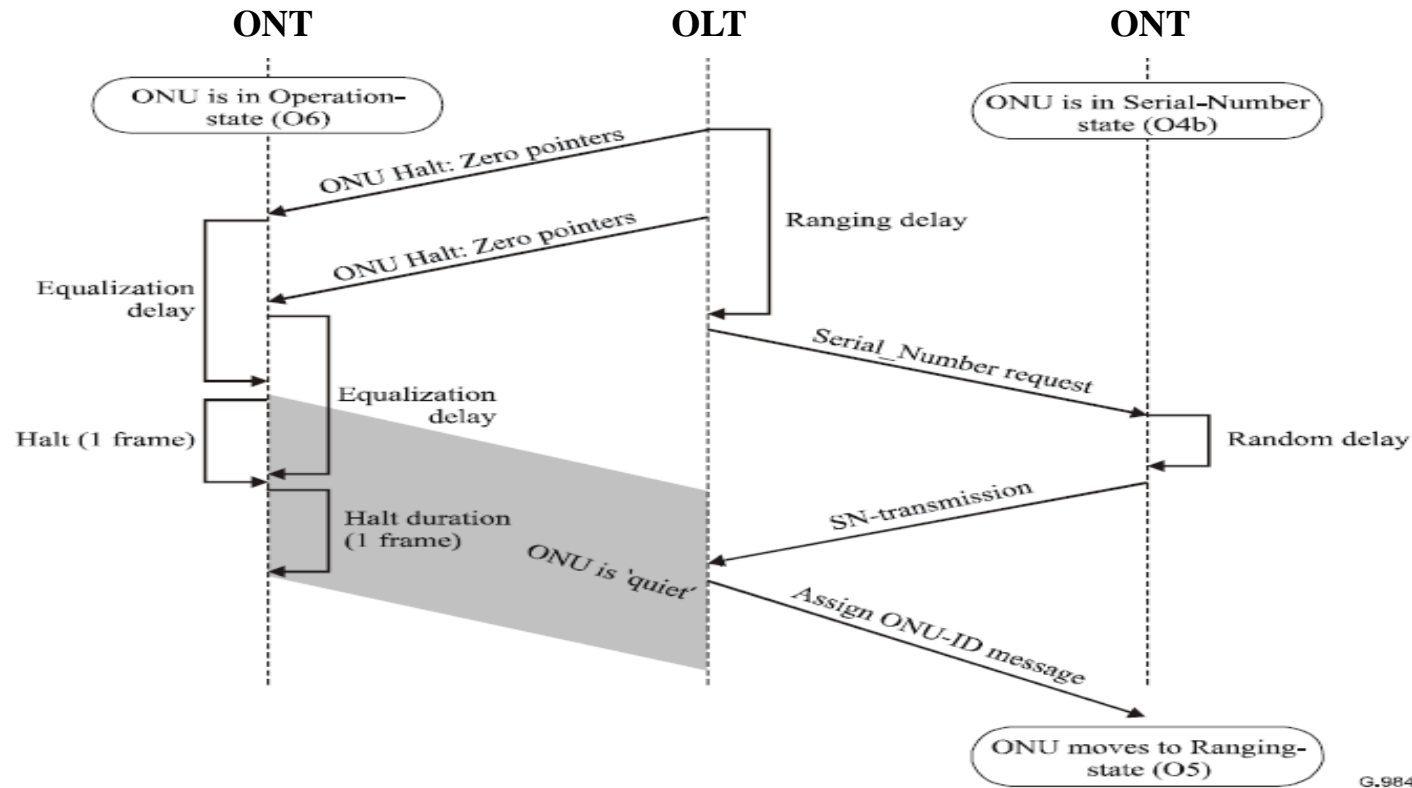
División óptica	Atenuación
1:2	-3.01 dB
1:4	-6.02 dB
<b>1:8</b>	<b>-9.03 dB</b>
1:16	-12.04 dB
1:32	-15.04 dB
1:64	-18.07 dB
1:128	-21.08 dB

Elemento	Atenuación
Fibra óptica 1310nm (Km)	-0,4 dB
Fibra óptica 1550nm (Km)	-0,3 dB
Empalme por fusión	-0.1~-0.2 dB
Empalme mecánico	-0,5 dB
Perdidas inserción (conector)	-0.3~-0.5 dB

# IDENTIFICACIÓN DE ONT

- Los elementos situados entre OLT y ONT (FO, splitters, repartidores y conectores) son **pasivos**.
- **La OLT necesita identificar a c/u de los usuarios (ONT) conectados a una misma FO.**
- **Para eso se usa el Número de Serie (NS) de ONT que está configurado en OLT y ONT.**
- **La OLT tiene un registro de NS de las ONT y a qué puerto pertenecen (de qué FO cuelgan).**
- **El NS tiene 8 bytes.** Los primeros cuatro identifican al fabricante y los cuatro siguientes a la ONT.
- En la práctica ese NS se convierte a ASCII (8 caracteres) o a Hexadecimal (16 caracteres).

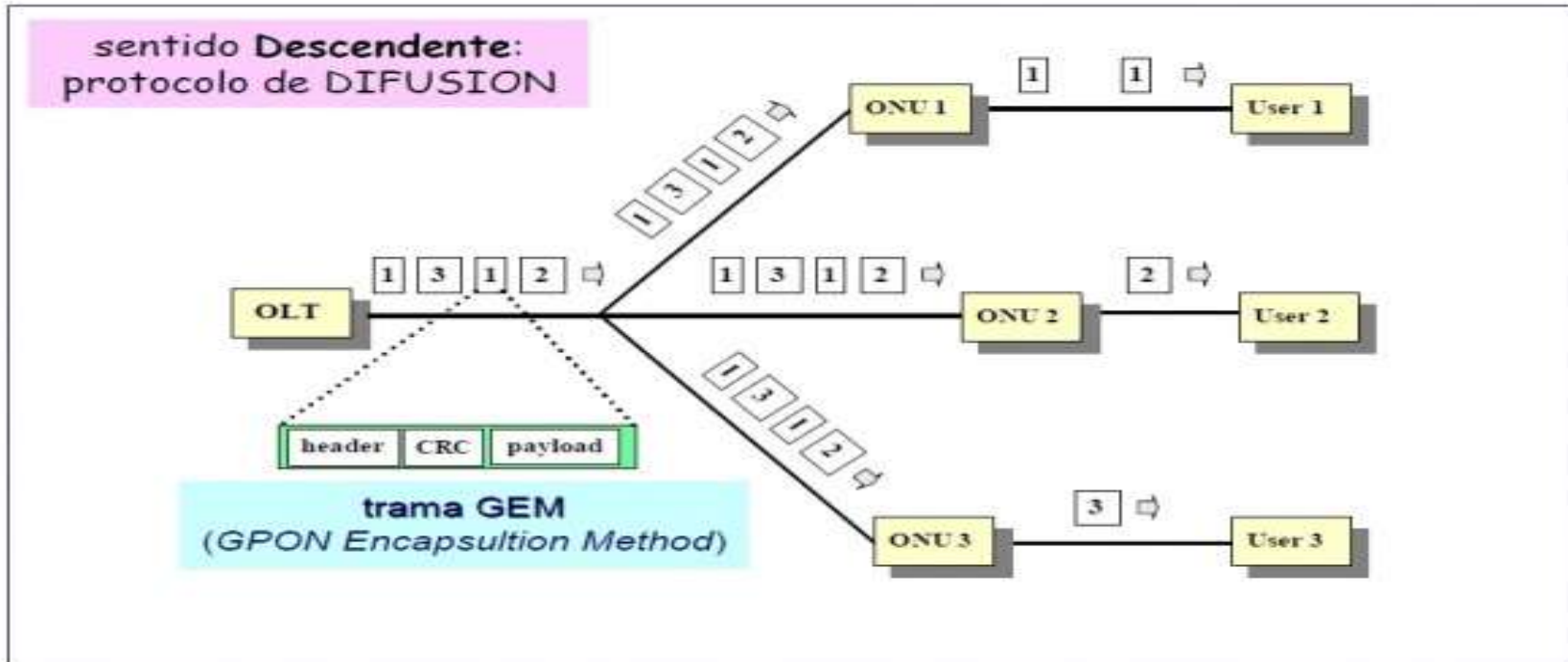
# ACTIVACIÓN DE NS Y ID DE ONT



- La OLT primero detendrá a todas las ONT ya registradas.
- Luego enviará un mensaje del tipo "Request" a las ONT que estén en el proceso de NS.
- Cada ONT responderá a esta petición informando su propio NS.
- Luego se produce la asignación de un ID único para cada ONT la cual puede realizarse en forma automática o manual.

# CANAL DOWNSTREAM

- Es un protocolo de difusión a todas las ONUs / ONTs.
- Soporta encriptación AES para la carga útil sobre bloques de datos de 16 bytes con claves del mismo nro de bytes.
- Una ONU / ONT puede, o no, soportar FEC, con una ganancia de 3/4 dB.
- La trama descendente es de 125  $\mu$ seg (19.440 bytes con 1,25 Gbps o 38.880 bytes con 2,5 Gbps) que contiene varias tramas GEM, excepto en sus 32 bits iniciales que son de sincronización.



# CANAL UPSTREAM

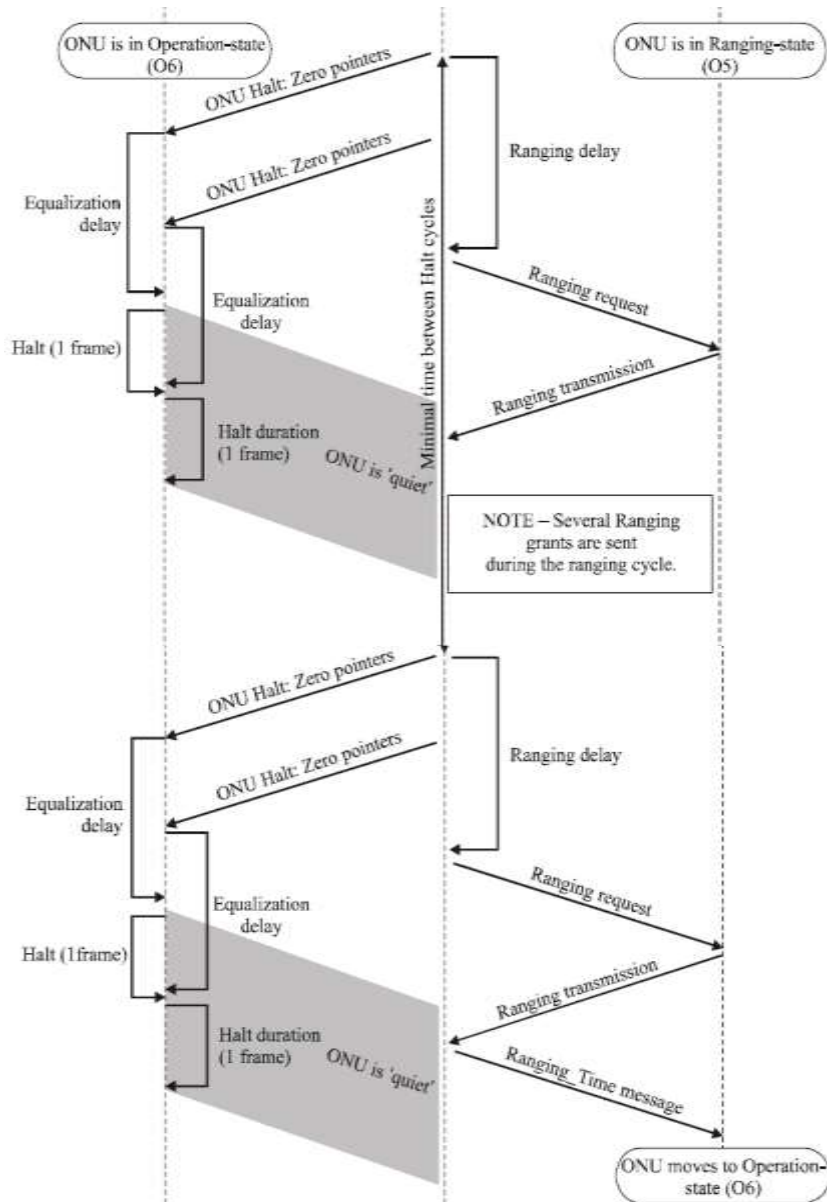
- El protocolo de acceso al medio es **TDMA** controlado por OLT.
- La trama **UL** está formada por las tx de una o varias ONUs/ONTs.
- Posee una trama aleatorizada que tiene un campo **BIT (*Bits Interleaved Parity*)** de 8 bits usado para la sincronización y cálculo del BER.
- Hay una "trama sin servicio", por si no hay datos del usuario, por la sincronización.
- Soporta el mecanismo "Ranging Time".



el mecanismo del ranging sitúa a todas las ONUs a la misma distancia "virtual" de la OLT, de forma que las transmisiones de aquellas (las ONUs, en sentido ascendente) no colisionen entre si;

al efecto, a cada ONU se le asigna un "ranging time", o "retardo de ecualización"

# ACTIVACIÓN DEL RANGING



- El Ranging mide el tiempo de propagación (round-trip delay) para cada ONT en particular.
- La OLT envía un mensaje de ranging “PLOAM” a cada ONT.
- La ONT inmediatamente envía un mensaje de respuesta hacia la OLT.
- La OLT calcula el tiempo de propagación entre la ONT – OLT y envía una adaptación del delay a la ONT.
- La ONT necesita la adaptación del delay para prevenir colisiones en la interface PON cuando envía datos en sentido UL.

# ASIGNACIÓN DE ANCHO DE BANDA EN LAS ONTs

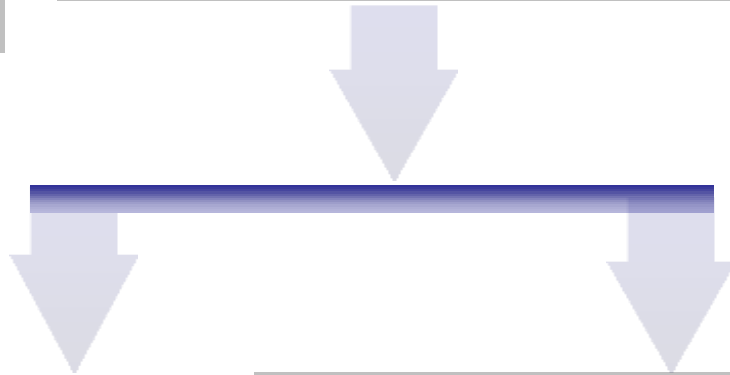
## Static Bandwidth Assignment (SBA)

Asignación estática de ancho de banda en upstream por la OLT.

**No usado en la práctica**

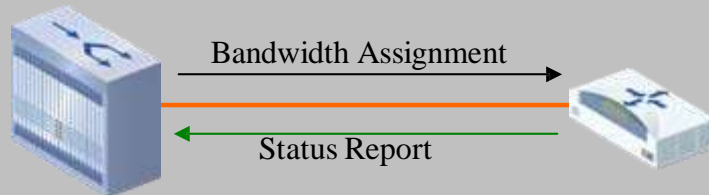
## Dynamic Bandwidth Assignment (DBA)

Asignación dinámica de ancho de banda en upstream por la OLT.



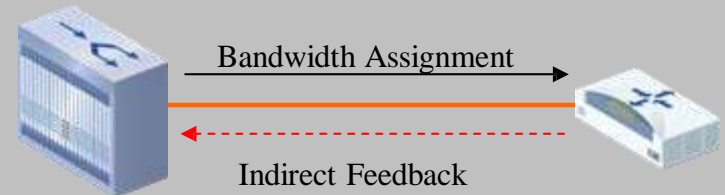
## DBA Status Reporting (SR)

Las ONTs reportan el estado de sus colas de tráfico cuando transmiten en UL.



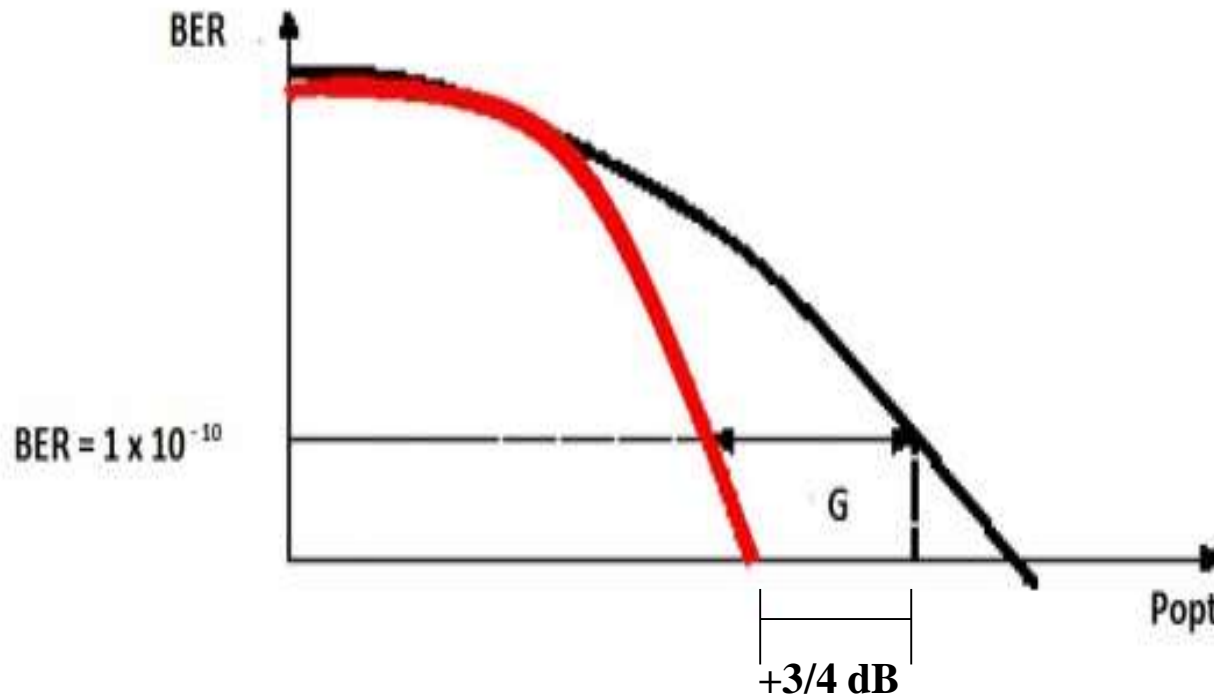
## DBA Non-Status Reporting (NSR)

La OLT verifica los patrones de tráfico de las ONTs (no se envían reportes).



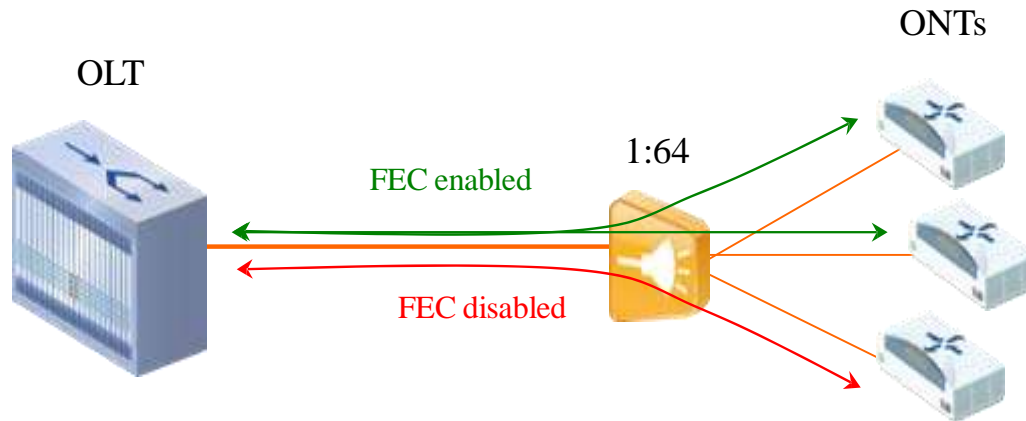
# FEC (Forward Error Correction) – (I)

- Los sistemas GPON pueden usar corrección de errores **FEC (*Forward Error Correction*)**, definiéndose la ganancia **G**, como la diferencia de **Popt** a la entrada del receptor, con y sin FEC, para una **BER** de  $1 \times 10^{-10}$
- La ganancia **G** obtenida con FEC es de 3 a 4 dB y se emplea para **bajar la sensibilidad del receptor o la potencia del transmisor**, pero no ambas a la vez, para facilitar el interfuncionamiento de equipos.



# FEC (Forward Error Correction) – (II)

- El uso del FEC es negociado en forma individual para cada una de las ONTs.
- **El FEC utiliza alrededor de 7% del ancho de banda total**



# FEC (Forward Error Correction) – (III)

- **Permite controlar errores en la Tx de datos.** El emisor añade datos redundantes a sus mensajes como **Código de Corrección de Errores** y el receptor detecta y corrige errores sin pedir datos adicionales al emisor.
- **A la salida del codificador FEC se obtiene la Palabra Código** que es enviada al receptor que decodifica y aplica algoritmos de corrección de errores, obteniendo el mensaje original.
- **Se usan dos principales Tipos de Codificación:**
  - ✓ **Códigos bloque: el codificador aplica un algoritmo algebraico a un bloque de bits.** El decodificador aplica el algoritmo inverso para poder identificar y corregir los errores generados en la Tx.
  - ✓ **Códigos convolucionales: se codifican los bits que llegan al codificador.** La codificación de c/u está influenciada por la de sus predecesores. La decodificación es compleja porque necesita mucha memoria para estimar la secuencia de datos más probable para los bits recibidos.

# FEC (Forward Error Correction) – (IV)

- FEC detecta y corrige errores de bits causados por fallos físicos en el medio de transmisión que se clasifican en efectos lineales (atenuación, ruido y dispersión) y no lineales.
- Cuando se usa FEC en un enlace de red, el OB puede aceptar una señal de calidad más baja en el enlace ya que se pueden corregir errores potenciales.

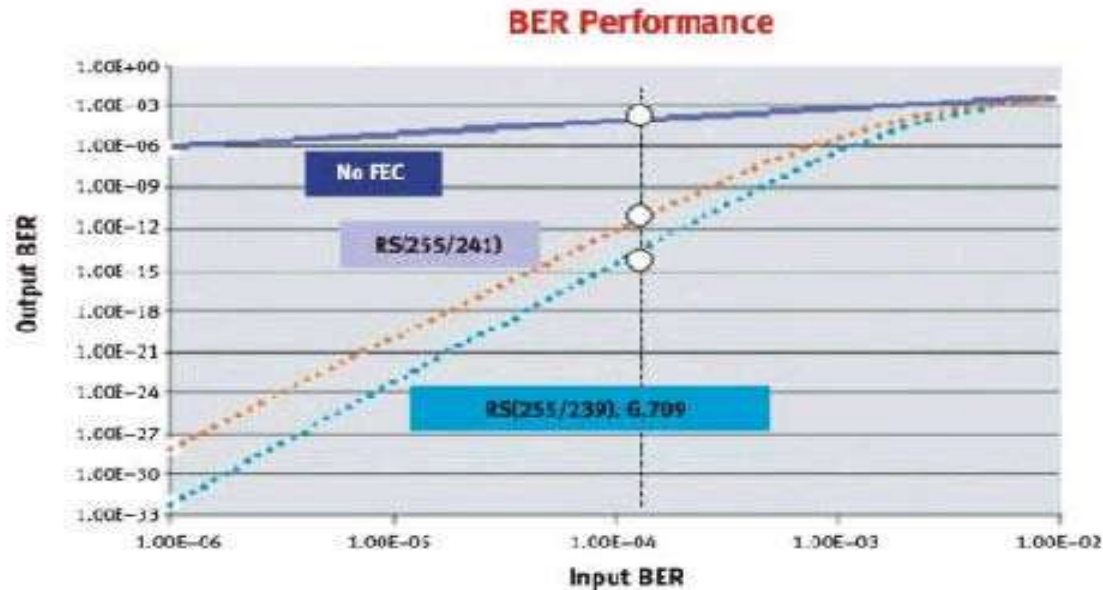


Figure 18: Effect of using FEC with various algorithms.

• **Mejora de calidad de la señal:** En un caso, no se usa FEC y en los otros, se usa FEC pero con diferentes algoritmos de codificación. **Hay un BER de entrada de  $10^{-4}$ , se puede mejorar a un BER de salida de  $10^{-15}$  en el mejor de los casos pero no hay mejora del BER de salida cuando "No FEC".**

# BENEFICIOS DEL FEC EN REDES WDM-GPON

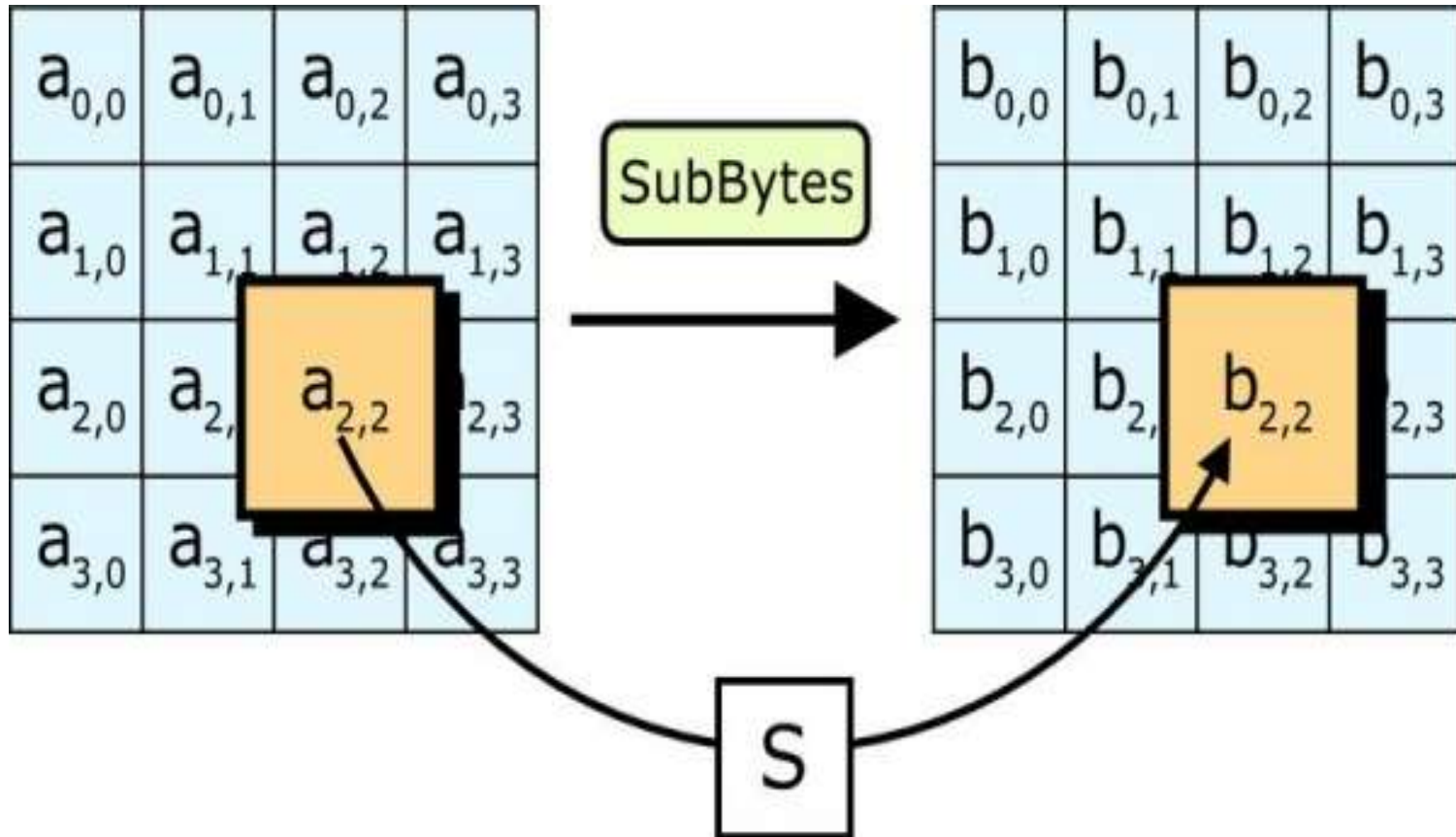
- **Mejora el potencial en la calidad de la señal en un enlace WDM-PON ofreciendo muchas ventajas:**
  - **Ganancia en nivel de potencia de aprox. 3-5 dB.** Se logra cuando se usa 7% FEC (correlacionando a una expansión de enlace de aprox. 20km).
  - **Reducción en el uso de regeneradores 3R.** Permite incrementar la distancia entre enlaces.
  - **Uso de enlaces existentes de 2.5 Gbps para transportar tráfico de 10 Gbps.** Es posible porque el FEC permite la corrección de una calidad de señal más baja.
  - **Posibilidades de aviso anticipado.** Algunos NE monitorizan errores corregidos en los enlaces. Esto se usa sucesivamente como una herramienta de aviso anticipado por el cual la cantidad de errores corregidos en un enlace puede significar una falla de un elemento del propio enlace.

# AES (Advanced Encryption Standar) – (I)

- **AES es un bloque de cifrado adoptado.**
- **AES tiene un bloque fijo de 128 bits y una clave de 128, 192, o 256 bits. Opera en una “matriz de estados o estado” de 4 x 4 bytes (128 bits), y la mayoría de los cálculos se realizan en un campo finito.**
- **El cifrado AES se especifica en términos de repeticiones de los pasos de procesamiento aplicados para compensar las rondas en función de las transformaciones entre la entrada de datos y el resultado final del cifrado.**
- **Una serie de rutinas se aplican para transformar el sistema de cifrado de datos final al original, utilizando la misma clave de cifrado.**
- **Para el cifrado, cada rutina de la aplicación del algoritmo AES (excepto la última) consiste en 4 pasos:**

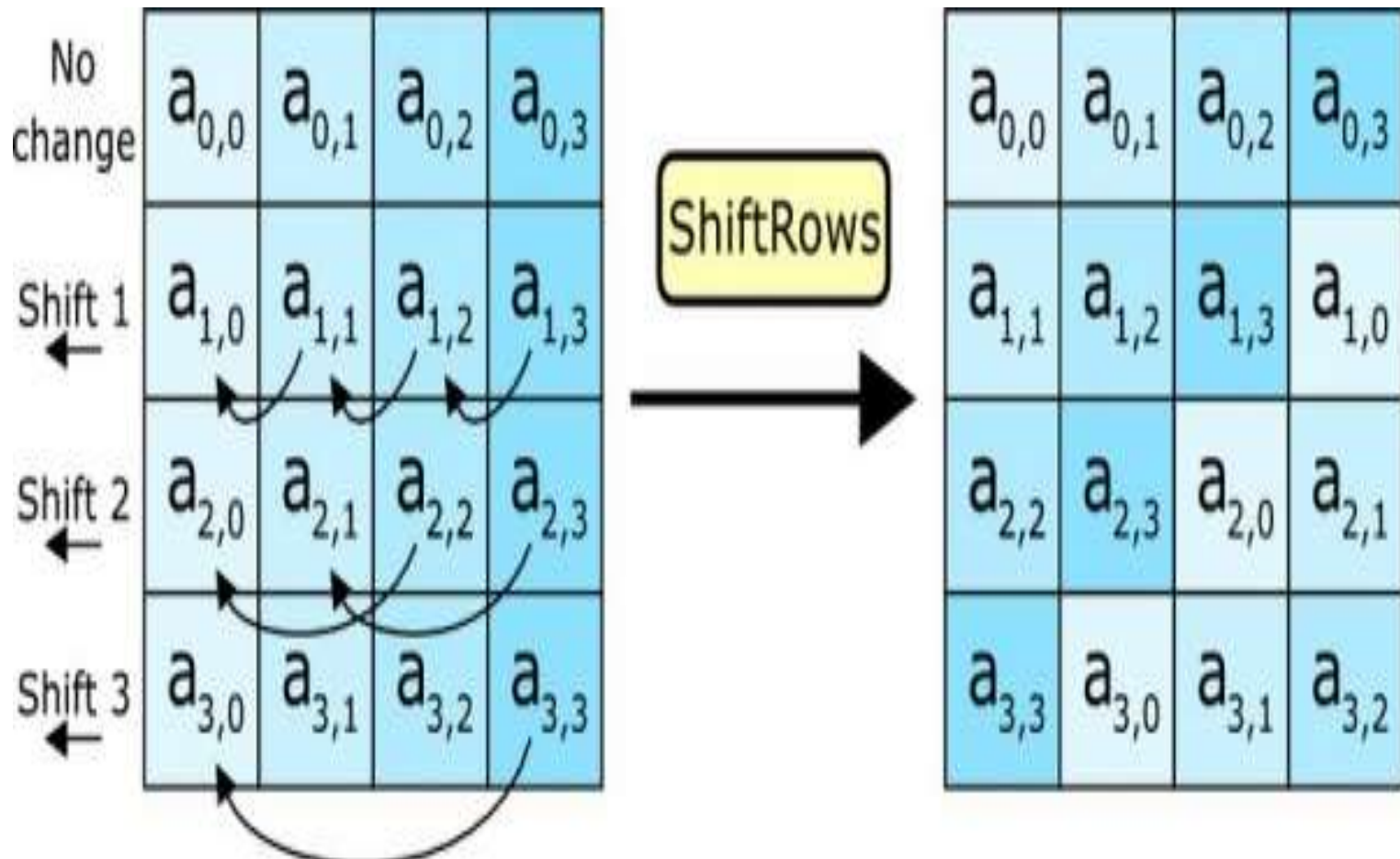
# AES (Advanced Encryption Standar) – (II)

1. **SubBytes:** se realiza una sustitución no lineal donde cada byte es reemplazado con otro, según una tabla de búsqueda.



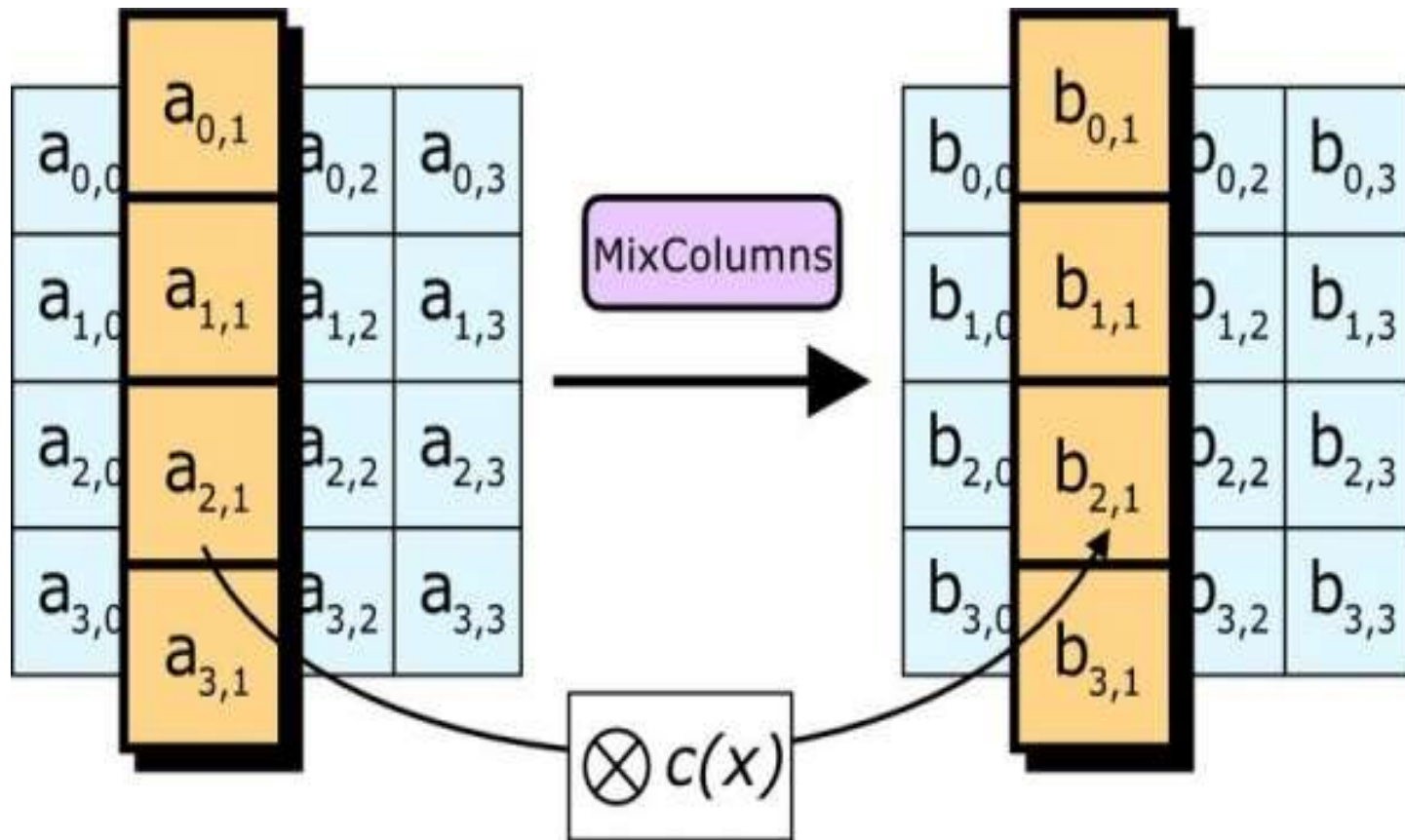
# AES (Advanced Encryption Standar) – (III)

**2. ShiftRows:** se realiza una transposición donde cada fila del estado es rotada de manera cíclica un número de veces.



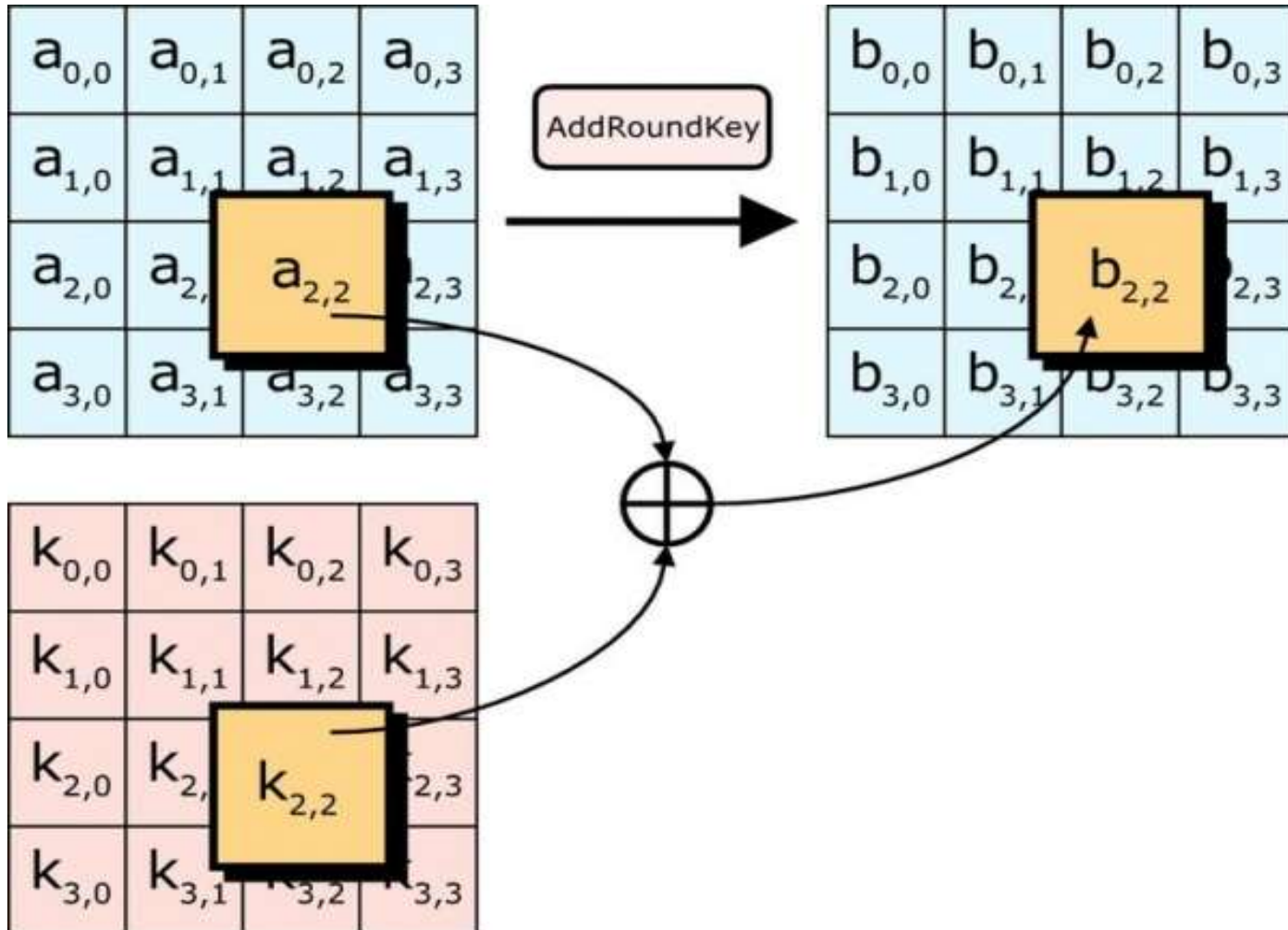
# AES (Advanced Encryption Standar) – (IV)

**3. MixColumns:** operación de mezclado que opera en las columnas del estado, combinando los cuatro bytes en cada columna usando una transformación lineal.



# AES (Advanced Encryption Standar) – (V)

4. **AddRoundKey**: cada byte del estado es combinado con la clave round que se deriva de la clave de cifrado usando una iteración de la clave.

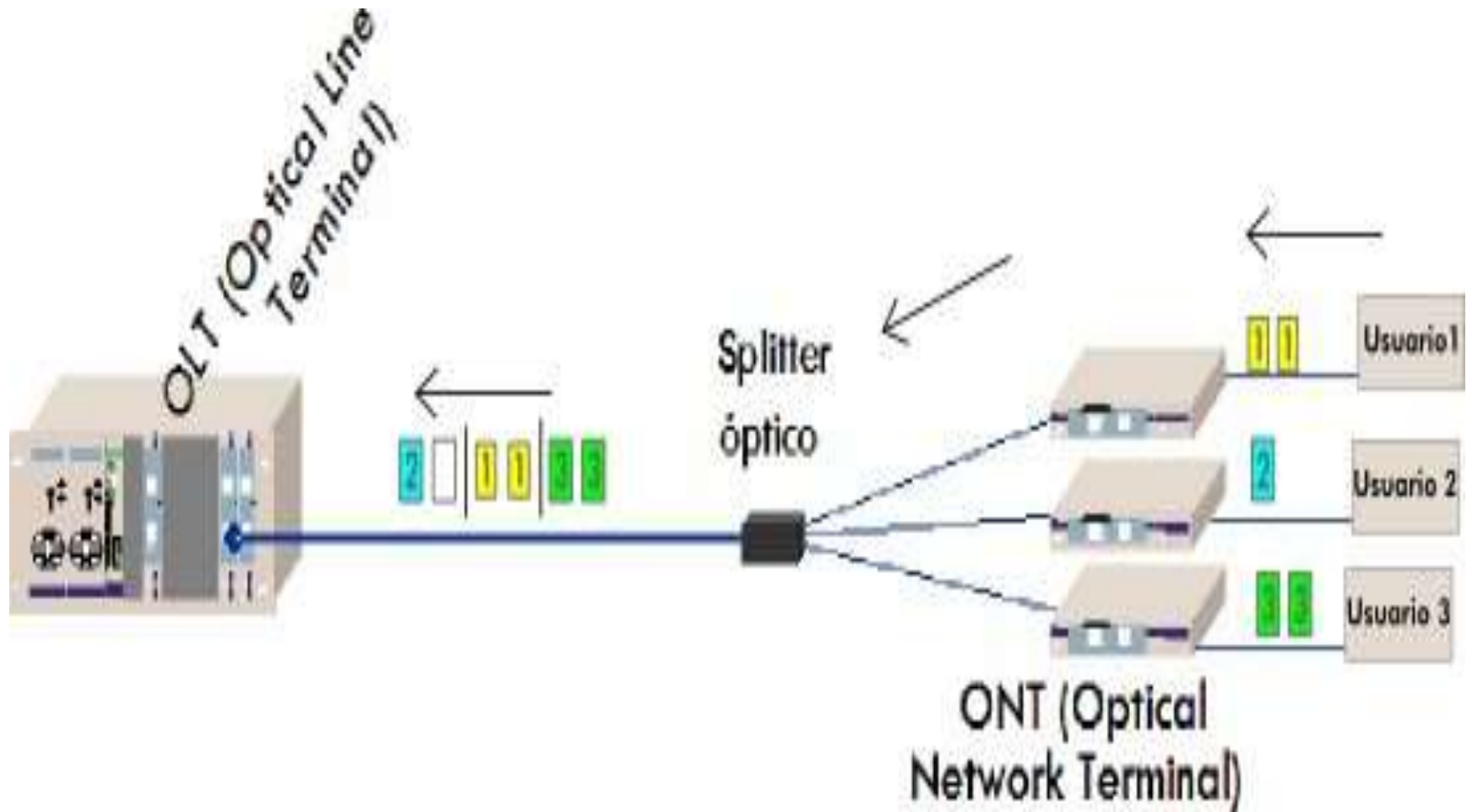


# PROBLEMÁTICAS CON LAS REDES GPON

## 1.- COMPARTICIÓN DEL MEDIO POR VARIAS ONTs/ONUs

- Como el medio óptico es común se debe **arbitrar el tráfico en el canal ascendente**.
- Se utiliza un esquema de TDMA **donde la OLT es la encargada de arbitrar el momento donde cada ONT puede emitir**.
- **En cada trama "downstream" se incluye un campo BWMAPs** donde se indica una referencia temporal para que cada ONT sepa cuando emitir datos.
- Esta referencia temporal es dinámica y variable. **La OLT decide las asignaciones de AB para cada ONU siempre cumpliendo que:**
  - ✓ **Cada ONT mantenga el AB ascendente mínimo configurado.**
  - ✓ **Latencia y Roundtrip mínimos.**
- La diferencia de referencia temporal que hay entre las ONTs se compensa con el "Ranging".
- Del "Ranging" surgen las **"ventanas de silencio o tramas sin servicio"** que son importantes porque si no se podría iniciar ninguna administración del tiempo.

# TRAMAS SIN SERVICIO



# PROBLEMÁTICAS CON LAS REDES GPON

## 2.- DIVISIÓN DE POTENCIA (GRADO DE SPLITTING)

- La estructura de una GPON es la de una FO que se va dividiendo en más FO usando splitters.
- En este punto aparece el concepto de **“grado de splitting”** (número de divisiones que sufre la fibra hasta llegar a un ONT).
- El **grado de splitting** nos indica que porcentaje de la potencia óptica está llegando a un ONT.
- Si sumamos las atenuaciones por conectorización, fusión y la distancia en la FO, **resulta que la atenuación en un circuito GPON puede ser muy elevada.**

# PROBLEMÁTICAS CON LAS REDES GPON

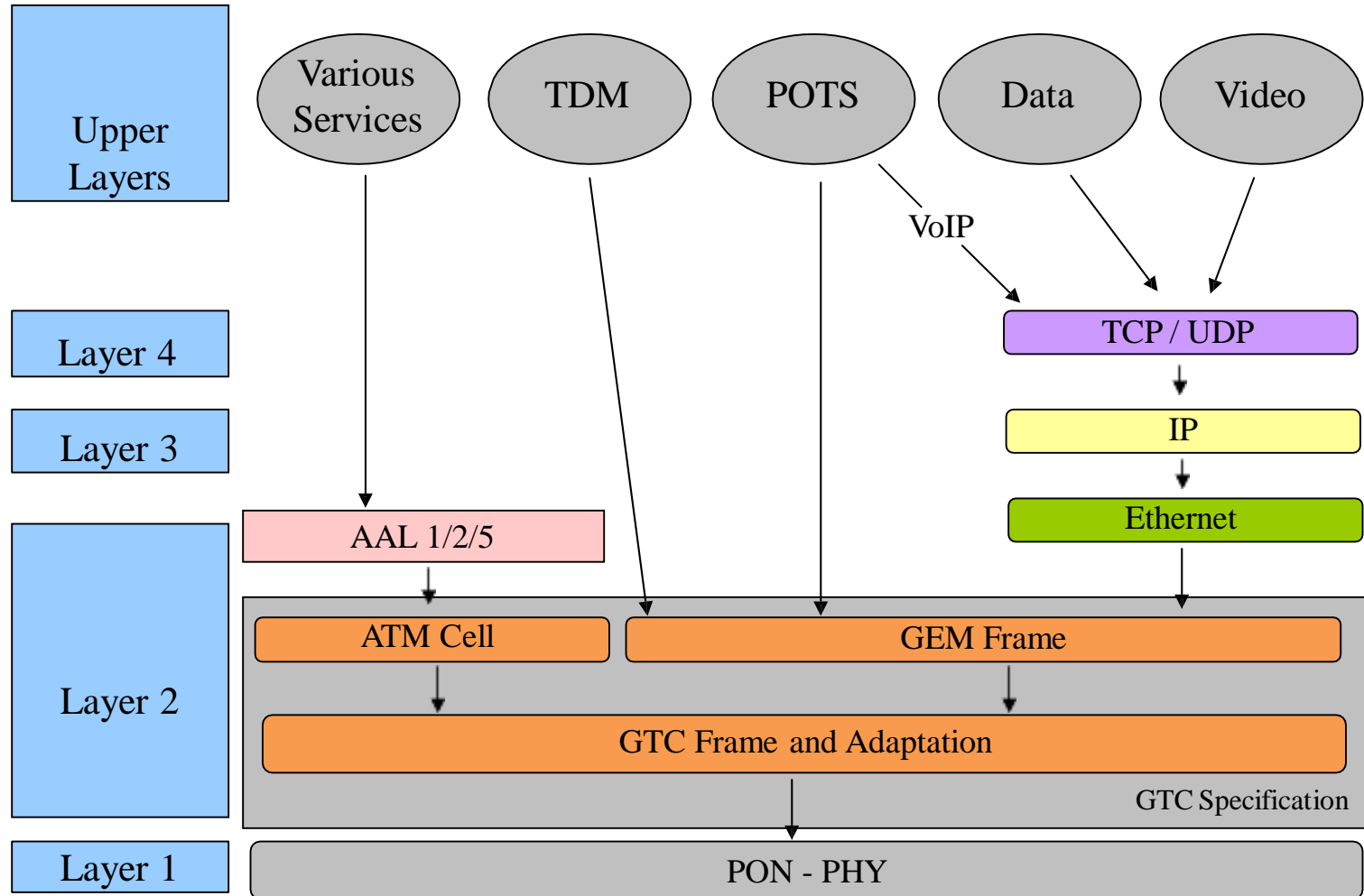
## 3.- INTEROPERABILIDAD (IOT)

- Se logra IOT cuando cualquier OLT interactúa con cualquier ONT, independientemente del fabricante, para bajar costos.
- **Pero GPON tiene una serie de características que dificultan la IOT entre fabricantes:**
  - ✓ Implementaciones comerciales pertenecientes a versiones antiguas del estándar
  - ✓ Complejidad temporal del proceso de negociación
  - ✓ Interpretaciones erróneas del estándar
  - ✓ OMCI, un estándar muy amplio
  - ✓ Heterogeneidad entre Operadores

# GEM - GPON ENCAPSULATION METHOD

- El protocolo GEM es un método de encapsulación que permite soportar cualquier tipo de servicio (Ethernet, TDM, ATM, etc.) con baja sobrecarga aprovechándose al máximo el ancho de banda.
- El GEM es un protocolo de transporte síncrono basado en **tramas periódicas de 125µs**.
- **El GEM se basa en el estándar GFP (Generic Framing Procedure) del ITU-T G.7041**, optimizado con modificaciones menores para tecnologías PON.
- En GPON se optó por protocolos de estándares previos para el transporte de datos:
  - ATM:** sólo por compatibilidad con APON y BPON.
  - GEM (GPON Encapsulation Method)**
- **Sólo se usa GEM. La pila de protocolos queda:**  
**Aplicaciones de Servicios (VoIP, Datos, Video) - TCP/UDP - IP - Ethernet - GEM Frame – GTC-TC Frame (GFP)**

# MODELO DE CAPAS GPON CON GEM



# GFP – GENERIC FRAMING PROCEDURE

## ITU-T G.7041

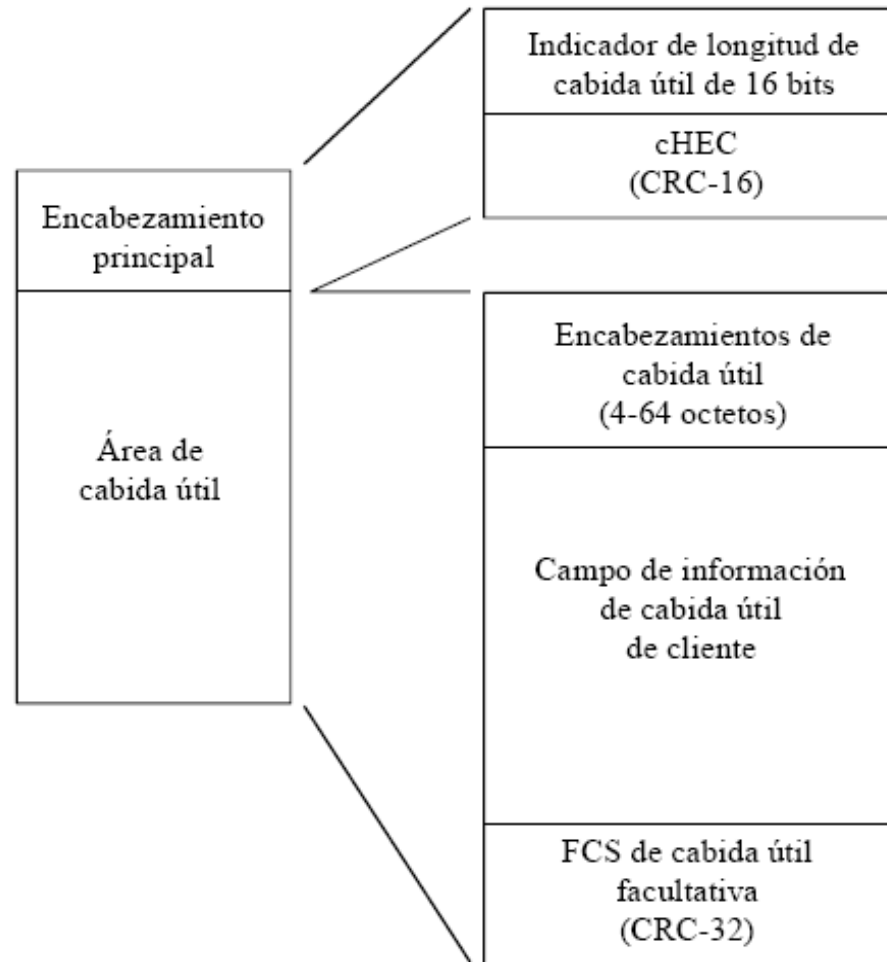
- **GFP brinda un mecanismo genérico** para adaptar el tráfico de Señales Cliente (servicios) de nivel superior en una red de transporte.
- **Las Señales Cliente** pueden ser PDU (IP/PPP, Ethernet, u otras).
- **GFP utiliza una variante del mecanismo de delimitación de trama** basado en **HEC (Header Errors Control)** definido para ATM.
- **Hay dos tipos de tramas GFP:**
  - Tramas Cliente**
  - Tramas de Control**

# GFP – GENERIC FRAMING PROCEDURE ITU-T G.7041

Ethernet	IP/PPP	Otras señales de cliente
GFP – Aspectos específicos del cliente (dependientes de la cabida útil)		
GFP – Aspectos comunes (independientes de la cabida útil)		
Trayecto SDH VC- <i>n</i>	Otros trayectos sincronizados en octetos	Trayecto OTN ODU <sub>k</sub>

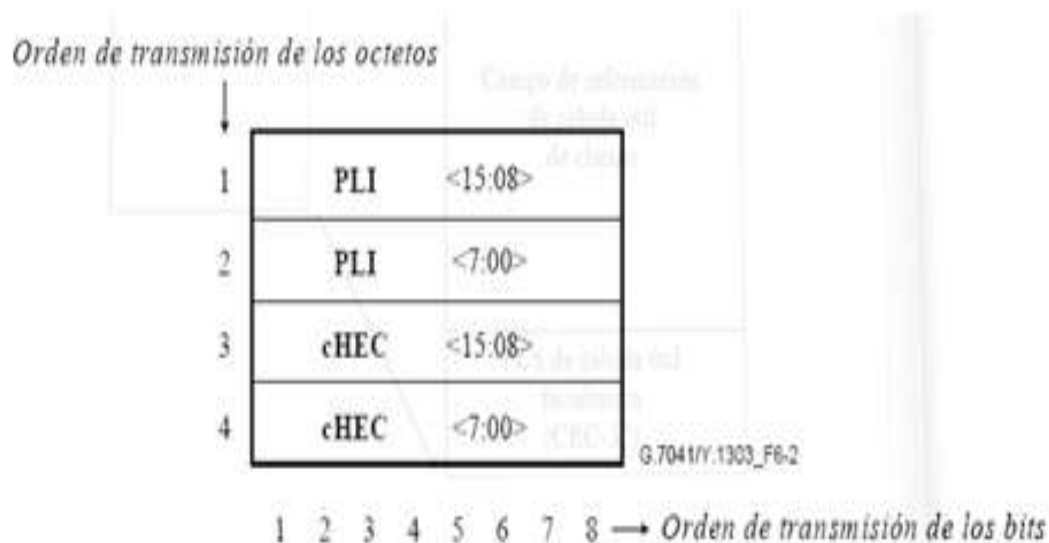
# TRAMAS CLIENTE GFP

- Estas tramas están alineadas en octetos y consisten en un **encabezamiento principal GFP** y, salvo para las tramas Reposo GFP, un **área de cabida útil GFP**.



# ENCABEZAMIENTO PRINCIPAL DE TRAMAS CLIENTES GFP

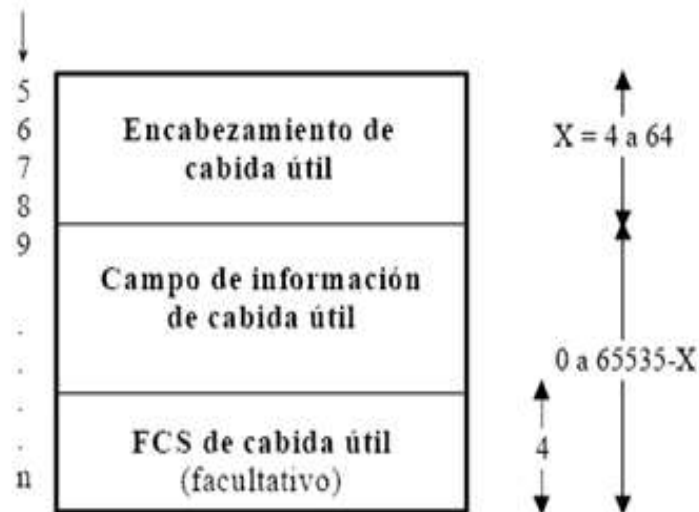
- Tiene 32 bits con dos campos.
- Un campo **PLI** Indicador de Longitud de Cabida Útil (16 bits).
- Un campo Control de Errores de Encabezamiento principal (**cHEC**) (16 bits).
- Permite una alineación de trama GFP independiente del contenido de las PDU de capa superior.



# CABIDA ÚTIL EN TRAMAS CLIENTE GFP

- Se utiliza para transportar información de protocolo específica de capa superior (señales de cliente).
- Tiene una longitud variable de 4 a 65.535 bytes.
- Tiene dos componentes: un encabezamiento de cabida útil y un campo de información de cabida útil.
- Puede haber un campo **FCS** de cabida útil (pFCS, FCS payload) facultativo.
- Los tamaños de la **MTU** para esta área son específicos de la aplicación.
- Una implementación debe soportar tx y rx de **tramas GFP con áreas de 1600 bytes (MTU) como mínimo**. Pero se pueden utilizar otros valores de MTU con previo acuerdo.

*Orden de transmisión de los octetos*



G.7041/Y.1303\_F6-3

1 2 3 4 5 6 7 8 → *Orden de transmisión de los bits*

# TIPOS DE TRAMAS CLIENTE GFP

- Hay dos tipos de tramas cliente GFP:
  - ✓ **De Datos Cliente**
  - ✓ **De Gestión de Cliente**
- Las **Tramas de Datos Cliente** transportan datos a partir de la señal cliente.
- Las **Tramas de Gestión de Cliente** transportan información sobre la gestión de la señal cliente o la conexión GFP.

# TRAMAS GFP DE DATOS CLIENTE

- Estas tramas tienen un encabezamiento principal, un encabezamiento de cabida útil y un área de cabida útil.
- El campo **Tipo** del encabezamiento de cabida útil utiliza los siguientes subcampos:
  - ✓ **PTI** = **000** (Identificador de Tipo de Carga Útil)
  - ✓ **PFI** = según la cabida útil
  - ✓ **EXI** = según la cabida útil
  - ✓ **UPI** = según la cabida útil
- El **Indicador FCS de Cabida Útil (PFI)** se fijará según que FCS esté o no habilitada.
- El **Identificador de Encabezamiento de Extensión (EXI)** se fijará según los requisitos de multiplexación de trama y de topología para la conexión GFP.
- El **Identificador de Cabida Útil de Usuario (UPI)** se fijará según el tipo de señal cliente transportada.

# CUADRO CON VALORES DE UPI PARA LAS TRAMAS DE DATOS CLIENTE

PTI = 000	
Bits de Tipo <7:0>	Área de cabida útil de trama GFP
0000 0000 1111 1111	Reservado y no disponible
0000 0001	Ethernet con correspondencia de trama
0000 0010	PPP con correspondencia de trama
0000 0011	Canal para fibra transparente

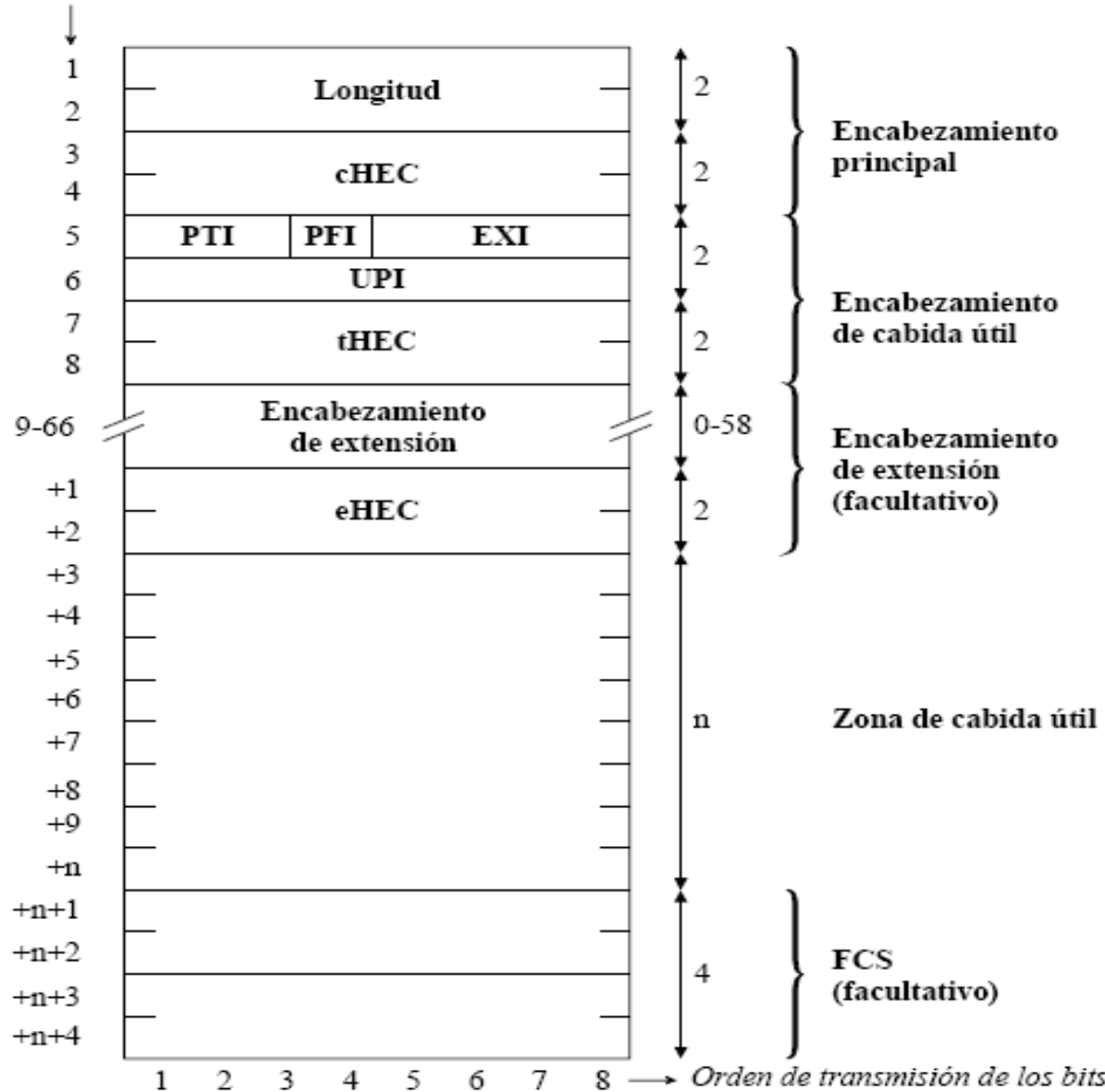
PTI = 000	
Bits de Tipo <7:0>	Área de cabida útil de trama GFP
0000 0100	FICON transparente
0000 0101	ESCON transparente
0000 0110	Gb Ethernet transparente
0000 0111	Reservado para uso futuro
0000 1000	Protocolo de acceso múltiple con correspondencia de trama a través de SDH (MAPOS)
0000 1001	DVB ASI transparente
0000 1010	Anillo de paquetes resistente IEEE 802.17 con correspondencia de trama
0000 1011	Canal para fibra con correspondencia de trama FC-BBW
0000 1100	Canal para fibra transparente asíncrono
0000 1101 a 1110 1111	Reservados para normalización futura
1111 0000 a 1111 1110	Reservados para uso privado (nota)
NOTA – La utilización de valores de código propietarios se describe en el anexo A/G.806	

# TRAMAS GFP DE GESTIÓN DE CLIENTE

- Son tramas formadas por un encabezamiento principal, por un encabezamiento de cabida útil y un área de cabida útil.
- El campo **Tipo** del encabezamiento de cabida útil utiliza los siguientes subcampos:
  - **PTI** = **100**
  - **PFI** = según la cabida útil
  - **EXI** = según la cabida útil
  - **UPI** = según la cabida útil

# TRAMAS GFP DE DATOS DE CLIENTE y DE GESTIÓN DE CLIENTE (II)

Orden de transmisión de los octetos



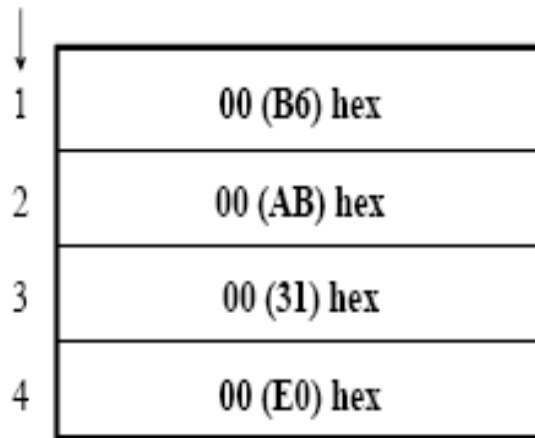
# TRAMAS GFP DE CONTROL

- Se utilizan en la gestión de la conexión GFP.

## TRAMAS GFP DE REPOSO

- Es una trama especial de control GFP de 4 bytes formada por un encabezamiento principal con los campos PLI y cHEC en 0, **sin área de cabida útil.**
- Sirve de **trama sin servicio (relleno)** para la adaptación del tren de octetos GFP a un medio de transporte cuando su canal tiene más capacidad que la requerida para la señal cliente. En este ejemplo de esta trama entre paréntesis hay valores obtenidos con una aleatorización.

*Orden de transmisión de los octetos*



G.7041/Y.1303\_F8-11

1 2 3 4 5 6 7 8 → *Orden de transmisión de los bits*

# VÍNCULOS DE INTERÉS

1. Fiber To The Home Council ([www.ftthcouncil.org](http://www.ftthcouncil.org))
2. Metro Ethernet Forum ([www.metroethernetforum.org](http://www.metroethernetforum.org))
3. International Telecommunication Union ([www.itu.int](http://www.itu.int))
4. Full Service Access Network ([www.fsanweb.org](http://www.fsanweb.org))
5. Institute of Electrical and Electronics Engineers ([www.ieee.org](http://www.ieee.org))
6. IEEE Communications Society ([www.comsoc.org](http://www.comsoc.org))
7. American National Standards Institute ([www.ansi.org](http://www.ansi.org))
8. European Telecommunications Standards Institute ([www.etsi.org](http://www.etsi.org))
9. Power Line Communications Forum ([www.plcforum.org](http://www.plcforum.org))



