

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM**

Gestione	Funzione	Riferimento
REDATTO:		
VERIFICATO		
APPROVATO		

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**REGISTRO DELLE MODIFICHE**

Rev.	Descrizione	Data di emissione
1	Prima emissione	26/07/2022

**INDICE DEGLI ARGOMENTI**

<b>1</b>	<b>SCOPO/APPLICABILITÀ</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>STRUMENTAZIONE</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>CONFIGURAZIONE DELL'APPARATO E CONNETTIVITÀ DI BASE</b>	<b>9</b>
5.1	Connettività di base (applicazione modello di servizio)	9
	Setup	9
	Modalità di test	9
	Risultati attesi	10
5.2	Funzionalità di allarmi e LED di stato	10
	Setup	10
	Modalità di test	10
	Risultati attesi	10
<b>6</b>	<b>PROVE DI LIVELLO OTTICO</b>	<b>11</b>
6.1	Spettro del segnale trasmesso in upstream	11
	Setup	11
	Modalità di test	12
	Risultati attesi	13
6.2	Sensitivity e power budget	14
	Setup	15
	Modalità di test	16
	Risultati attesi	17
6.3	Overload	18
	Setup	19

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

Modalità di test .....	19
Risultati attesi .....	19
<b>6.4 Ranging .....</b>	<b>20</b>
Setup .....	20
Modalità di test .....	21
Risultati attesi .....	22
<b>6.5 Fault recovery .....</b>	<b>23</b>
Setup .....	23
Modalità di test .....	23
Risultati attesi .....	24
<b>6.6 Reboot dell'OLT .....</b>	<b>25</b>
Setup .....	25
Modalità di test .....	25
Risultati attesi .....	26
<b>6.7 Optical Line Supervision (OLS) .....</b>	<b>26</b>
Setup .....	26
Modalità di test .....	27
Risultati attesi .....	27
<b>7 TEST DI LIVELLO GEM .....</b>	<b>29</b>
<b>7.1 Throughput del canale xPON in ambiente multivendor .....</b>	<b>29</b>
Setup .....	30
Modalità di test .....	31
Risultati attesi .....	32
<b>7.2 Throughput sulla singola ONT .....</b>	<b>33</b>
Setup .....	33
Modalità di test .....	34
Risultati attesi .....	34
<b>7.3 Comportamento statico dei T-CONT (DBA statico) .....</b>	<b>34</b>
Setup .....	35
Modalità di test .....	36
Risultati attesi .....	37
<b>8 SICUREZZA DEI DATI .....</b>	<b>39</b>
<b>8.1 Test di encryption (opzionale) .....</b>	<b>39</b>
Setup .....	39

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

Modalità di test ..... 39

Risultati attesi..... 40

## 9 PROVA DI COESISTENZA GPON / XGS-PON (OPZIONALE) ..... 41

9.1 Setup..... 41

9.2 Modalità di test ..... 42

9.3 Risultati attesi..... 43

## 10 ACRONIMI E DEFINIZIONI ..... 44

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

## 1 SCOPO/APPLICABILITÀ

Il presente documento s’inserisce nell’ambito del processo di validazione degli apparati di tipo ONT (esterne o interne alle CPE ottiche) contro le OLT FTTH di TIM.

L’allegato 2 costituisce il riferimento delle procedure di test di livello fisico L1 che saranno eseguite sugli apparati di tipo ONT esterna o ONT interna inserita su una CPE ottica Layer 3 (ad es. come ONT integrata o su SFP), allo scopo di validare l’interoperabilità L1 di tale interfaccia contro le OLT di TIM, per il loro eventuale utilizzo nel deployment FTTH di TIM.

Il presente documento descrive la test list per le attività di prova da eseguire sugli apparati suddetti per validare le principali funzionalità L1 e del Transmission Convergence (TC) layer, sia per sistemi GPON che XGS-PON.

Nel prosieguo del documento si indicherà genericamente con il termine “ONT” la ONT esterna oppure la ONT interna di una CPE ottica.

La lista degli HW/SW delle OLT contro cui saranno eseguiti i test è visualizzabile nel § “XPON INTEROPERABILITY” del documento [2], allegato dei requisiti tecnici.

Questo documento rappresenta il companion del documento di testlist di livello L2 Ethernet [1] applicato per la validazione dei modelli di servizio e della QoS delle ONT.

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

## 2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Rif.	Titolo Documento	Codice Documento	Data emissione
[1]	All. 2bis - Testlist L2 per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM	TBD	26/7/2022
[2]	All. 3 - xPON interface requirements for external ONTs and internal ONTs in optical CPEs in TIM FTTH deployment	TBD	26/7/2022
[3]	Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics	ITU-T G.984.1 Amendment 1 Amendment 2	03/2008 10/2009 04/2012
[4]	Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification	ITU-T G.984.2	08/2019
[5]	Gigabit-capable passive optical networks (G-PON): Transmission convergence layer specification	ITU-T G.984.3 Amendment 1	01/2014 03/2020
[6]	Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): ONT management and control interface specification	ITU-T G.984.4 Erratum 1 Amendment 1 Amendment 2 Corrigendum1 Amendment 3	02/2008 08/2009 06/2009 11/2009 03/2010 07/2010
[7]	ONU management and control interface (OMCI) specification	ITU-T G.988 Amendment 1 Amendment 2 Amendment 3 Amendment 4 Amendment 5	11/2017 11/2018 08/2019 03/2020 09/2021 06/2022
[8]	10-Gigabit-capable symmetric passive optical network (XGS-PON) – Amendment 1	ITU-T G.9807.1 Erratum 1 Amendment 1 Corrigendum 1 Amendment 2	06/2016 03/2017 10/2017 03/2020 10/2020

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

### 3 INTRODUZIONE

I test descritti in questo documento hanno lo scopo di verificare le prestazioni di livello fisico ottico e le principali funzionalità del Transmission Convergence (TC) layer e del livello Ethernet dei sistemi GPON e XGS-PON.

I requisiti per i sistemi GPON sono definiti nelle Raccomandazioni ITU-T G.984.x, in particolare la G.984.1 [3] relativa agli aspetti generali, la G.984.2 [4] che specifica il livello fisico e la G.984.3 [5], che definisce il TC Layer. Gli aspetti di OAM (*Operations, Administration and Maintenance*) e di gestione sono definiti nelle Raccomandazioni ITU-T G.984.4 [6] e ITU-T G.988 [7].

L'architettura di riferimento di un sistema GPON è riportata in Figura 1, dove l'ODN (*Optical Distribution Network*) rappresenta la rete ottica passiva tra l'OLT (*Optical Line Termination*), situata in Centrale, e le ONT/ONU (*Optical Network Termination/Unit*), poste a casa degli Utenti.

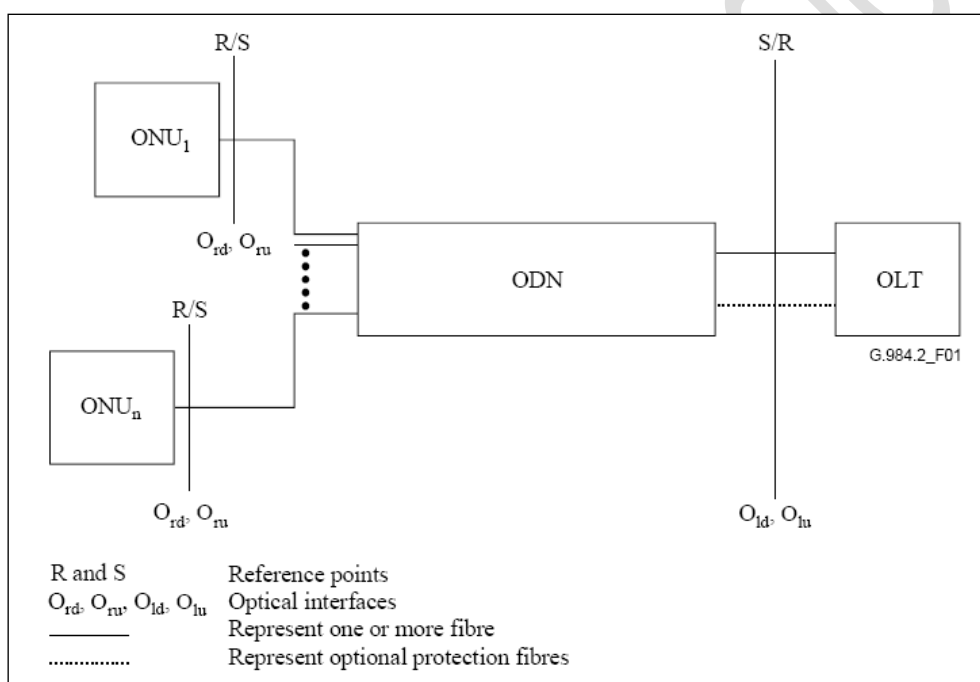


Figura 1 – Configurazione di riferimento di un sistema GPON

La Raccomandazione di riferimento per i sistemi XGS-PON è la ITU-T G.9807.1 [8], che contiene i requisiti generali e le specifiche dei livelli PMD (*Physical Media Dependent*) e TC (*Transmission Convergence*). L'architettura di riferimento è riportata in Figura 2.

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

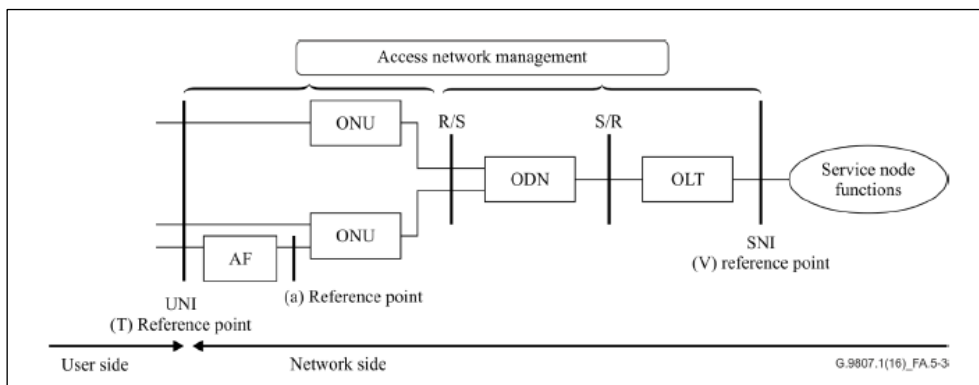


Figura 2 – Configurazione di riferimento di un sistema XGS-PON

## 4 STRUMENTAZIONE

Per le misure descritte nella presente Test List servono gli strumenti elencati in Tabella 1, dove, a titolo di esempio, sono indicati anche alcuni modelli per ciascuna tipologia.

Tipologia strumento	Modello
Generatore/Analizzatore di traffico	[omissis]
Attenuatori ottici (VOA)	[omissis]
Analizzatore di spettro ottico (OSA)	[omissis]
Laser sintonizzabile	[omissis]
PON Power Meter	[omissis]
Sorgente e power meter ottici	[omissis]

Tabella 1 – Tipologia degli strumenti per le prove di livello fisico ottico e GEM



## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

## 5 CONFIGURAZIONE DELL'APPARATO E CONNETTIVITÀ DI BASE

Nelle descrizioni seguenti la dicitura ONT rappresenta sia il caso di ONT esterna che di ONT interna di CPE ottica.

### 5.1 Connettività di base (applicazione modello di servizio)

Tale prova si pone l'obiettivo di valutare se il sistema composto da OLT e ONT presenta eventuali problemi di base nelle operazioni di attivazione, ranging, configurazione elementare del modello di servizio, circolazione bidirezionale di traffico di livello 2 ETH. L'esito della prova è propedeutico al proseguimento dell'attività di test.

#### Setup

Per l'esecuzione della prova si faccia riferimento allo schema di Figura 3. Seguendo la norma di configurazione dell'apparato OLT, si configuri un accesso xPON per la fornitura di un servizio. Si completino dunque le seguenti operazioni: attivazione dell'accesso/porta, presa in carico delle ONT ad essa collegate, ranging delle ONT. Si configurino sul generatore/analizzatore di traffico n flussi bidirezionali di traffico a livello ETH, tanti quante sono le ONT collegate, e coerenti con i profili (T-CONT) di servizio utilizzati.

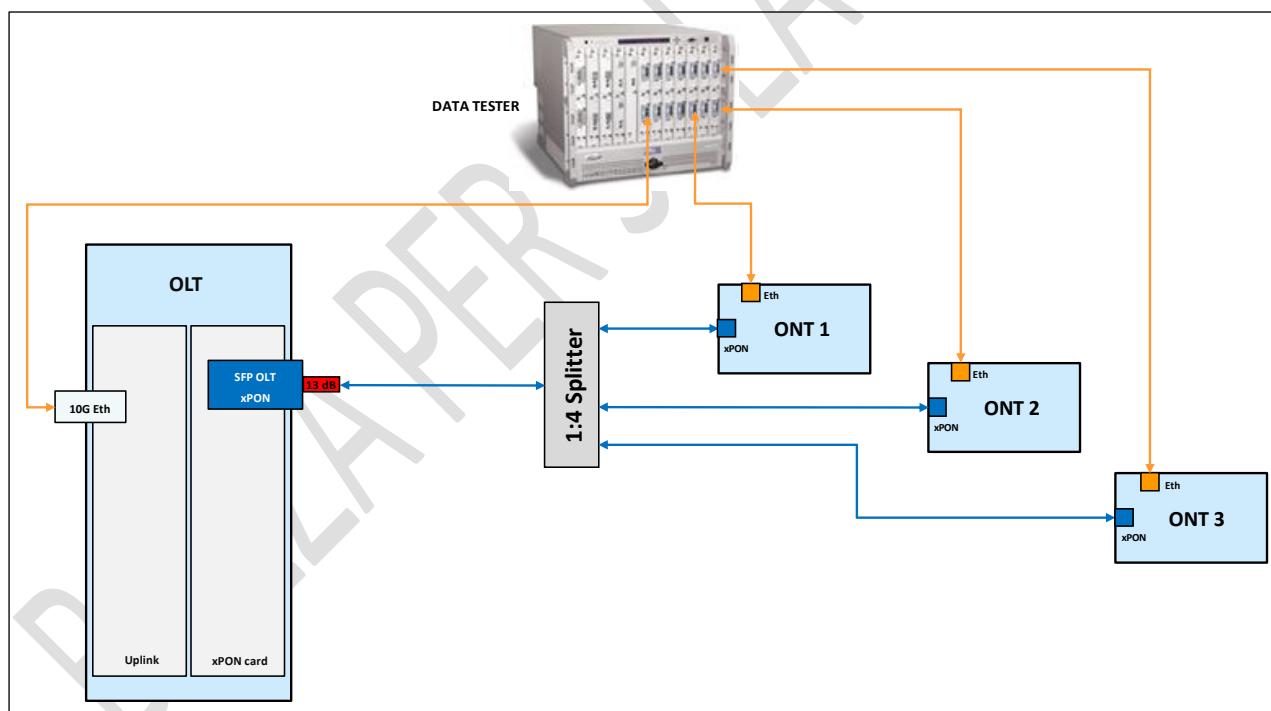


Figura 3 – Setup del banco per le prove di connettività di base

#### Modalità di test

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

## Risultati attesi

[omissis]

### 5.2 Funzionalità di allarmi e LED di stato

Scopo del test è verificare che il prodotto implementi correttamente gli allarmi e lo stato della linea ottica attraverso eventuali LED che indichino la condizione in cui si può ritrovare l'ONT durante il suo funzionamento. In particolare, sarebbe utile la segnalazione dei seguenti stati: POWER, PON/Linea, LOS e ETHERNET

#### Setup

Per l'esecuzione della prova si può fare riferimento allo schema precedentemente utilizzato per le verifiche di connettività di base (Figura 3).

#### Modalità di test

[omissis]

#### Risultati attesi

1. Si verifichi che l'indicazione del POWER abbia il seguente comportamento:
  - [omissis]
2. Si verifichi che l'indicazione PON/Linea abbia il seguente comportamento:
  - [omissis]
3. Si verifichi che l'indicazione LOS abbia il seguente comportamento:
  - [omissis]
4. Si verifichi che l'indicazione ETHERNET abbia il seguente comportamento:
  - [omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

5. Si verifichi che l'indicazione di allarme "Dying Gasp" pervenga dalla ONT alla OLT con il seguente comportamento:

- [omissis]

## 6 PROVE DI LIVELLO OTTICO

### 6.1 Spettro del segnale trasmesso in upstream

Il test consiste nella caratterizzazione degli spettri di trasmissione in upstream (ONT) consente di ricavare informazioni relative ai seguenti parametri ottici:

- lunghezza d'onda di emissione
- potenza in uscita
- rapporto di soppressione modale (SMSR - *Side Mode Suppression Ratio*)
- larghezza di riga (FWHM - *Full Width at Half Maximum*).

#### Setup

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Figura 4 – Banco per la misura dello spettro ottico in upstream

**Modalità di test**

Di seguito è indicata la procedura per la misura dello spettro ottico:

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**Risultati attesi**

L'esito del test è positivo se i parametri ricavati dagli spettri ottici (lunghezza d'onda, potenza trasmessa e SMSR) sono conformi alla Raccomandazione ITU-T G.984.2 [4] e ITU-T G.9807.1 [8], rispettivamente per i sistemi GPON e XGS-PON.

[omissis]

[omissis]

Figura 5 – Esempio di spettro ottico misurato in upstream (caso XGS-PON)

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Tabella 2 – Parametri ricavati dalla misura dello spettro ottico (caso GPON)

[omissis]

Tabella 3 – Parametri ricavati dalla misura dello spettro ottico (caso XGS-PON)

## 6.2 Sensitivity e power budget

Si definisce “sensitivity” di un ricevitore la minima potenza incidente sul ricevitore stesso per ottenere un livello di BER prefissato ( $10^{-10}$  nel caso GPON e  $10^{-12}$  per i sistemi XGS-PON). La prova prevede un incremento successivo dell’attenuazione sulla tratta ottica per trovare la minima potenza incidente che soddisfi tale condizione.

Dalla misura della potenza trasmessa dagli apparati di rete, si può stimare anche il power budget, definito come differenza in dB tra la potenza emessa dal trasmettitore OLT e la sensitivity del ricevitore ONT. Tale risultato è importante per valutare se sono soddisfatti i requisiti di attenuazione ottica massima specificati per un deployment in rete.

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**Setup**

Il banco per la misura della sensitivity in downstream è illustrato in Figura 6.

[omissis]

[omissis]

Figura 6 – Banco per la misura della sensitivity e dell'overload downstream

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**Modalità di test**

[omissis]

BOZZA PER SOLA VISIONE



## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Figura 7 – Estrapolazione del valore di sensitivity dalla curva di BER (caso GPON)

### Risultati attesi

In Tabella 4 e in Tabella 5 è riportato un esempio di raccolta dei risultati di sensitivity, potenza trasmessa e relativo power budget, rispettivamente per i sistemi GPON e XGS-PON.

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Tabella 4 – Valori di sensitivity, FEC gain, potenza trasmessa e power budget misurati in downstream (caso GPON)

[omissis]

Tabella 5 – Valori di sensitivity, FEC gain, potenza trasmessa e power budget misurati in downstream (caso XGS-PON)

### 6.3 Overload

L'overload del ricevitore ottico dell'ONT è definito come la massima potenza incidente accettabile in corrispondenza di un livello di BER prefissato ( $10^{-10}$  per i sistemi GPON e  $10^{-12}$  per quelli XGS-PON).

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**Setup***[omissis]***Modalità di test***[omissis]***Risultati attesi**

In Tabella 6 e in Tabella 7 è riportato un esempio di raccolta dei valori di overload misurati, rispettivamente, per i sistemi GPON e XGS-PON.

*[omissis]*

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Tabella 6 – Esempio di raccolta dei valori di overload misurati (caso GPON)

[omissis]

Tabella 7 – Esempio di raccolta dei valori di overload misurati (caso XGS-PON)

## 6.4 Ranging

Lo scopo della prova è verificare il corretto funzionamento del sistema in caso di ONT poste alla massima distanza ed attenuazione differenziale.

### Setup

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Figura 8 – Banco per la misura di ranging e fault recovery

### Modalità di test

I valori di attenuazione dell'ODN a cui si deve fare riferimento per i sistemi GPON e XGS-PON sono riportati, rispettivamente, in Tabella 8 (classe C+) e in Tabella 9 (classi N2/E1).

[omissis]

Tabella 8 – Loss budget per il sistema GPON (classe C+)

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Tabella 9 – Loss budget per il sistema XGS-PON (classi N2/E1/C+)

Di seguito è riportata la procedura per effettuare la misura di ranging:

[omissis]

### Risultati attesi

L'esito del test di ranging è positivo se:

- durante la prova di traffico a lungo termine, non si verificano errori o se il BER è comunque inferiore a quello di riferimento ( $10^{-10}$  o  $10^{-12}$ )
- la procedura di ranging avviene correttamente per entrambe le terminazioni, senza provocare errori sull'altra ONT già connessa all'albero PON.

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

[omissis]

Tabella 10 – Esempio di schematizzazione dei risultati del test di ranging

## 6.5 Fault recovery

Lo scopo della prova è verificare il ripristino del collegamento a seguito della simulazione di un guasto ottico o elettrico (alimentazione 220 V), controllando anche che il guasto su una delle due terminazioni non introduca perturbazioni sull'altra.

### Setup

[omissis]

### Modalità di test

Di seguito è indicata la procedura per effettuare la misura di fault recovery:

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**Risultati attesi**

L'esito del test di fault recovery è positivo se i tempi di ripristino sono in linea con quelli attesi (< 10-15 sec per il guasto ottico e < 40-60 sec per quello elettrico) e se, durante le prove, non si rilevano perdite di pacchetti sull'ONT non sottoposta al guasto.

In Tabella 11 è riportato un esempio di documentazione dei risultati della prova descritta.



## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Tabella 11 - Esempio di documentazione dei risultati della prova di fault recovery

## 6.6 Reboot dell'OLT

Lo scopo della prova è verificare il corretto ripristino del servizio a seguito di un reboot dell'OLT. Il tempo di reboot dipende dall'equipaggiamento dell'OLT, cioè dal numero di schede inserite nel cestello e da quante porte sono utilizzate. Pertanto, è necessario definire una modalità di test che consenta di ottenere risultati che siano confrontabili. Si è, quindi, scelto di effettuare il reboot di una singola scheda xPON con un solo albero attivo, che rappresenta la configurazione minima di riferimento.

### Setup

[omissis]

### Modalità di test

Di seguito è indicata la procedura per effettuare la misura di reboot della scheda xPON dell'OLT:

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

### Risultati attesi

L'esito del test è positivo se:

[omissis]

## 6.7 Optical Line Supervision (OLS)

Affinché un sistema GPON o XGS-PON all'interno di una ONT sia dotato di funzionalità di OLS (*Optical Line Supervision*), è necessario poter monitorare la presenza e la congruenza dei parametri ottici di livello fisico forniti dall'apparato, previsti rispettivamente dalle Raccomandazioni ITU-T G.984.2 [4] e ITU-T G.9807.1 [8].

### Setup

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**Modalità di test**

[omissis]

**Risultati attesi**

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Tabella 12 – Parametri OLS dell’ONT (letti da EM o da CLI) e valori misurati per le potenze in trasmissione e ricezione al variare dell’attenuazione impostata sul VOA in DS

L’esito della prova di OLS è positivo se:

- i valori dei parametri letti da CLI/EM sono in linea con quelli indicati nella Raccomandazione ITU-T G.984.2 [4] per i sistemi GPON e ITU-T G.9807.1 [8] per quelli XGS-PON
- i valori di potenza misurati con il PPM sono in buon accordo con quelli visualizzati da CLI/EM (l’accuratezza prevista dalle Raccomandazioni ITU-T G.984.2 [4] e ITU-T G.9807.1 [8] è di [omissis] per le misure lato ONT.

Emesso da:	Process Owner:	Stato:	Codice documento	Versione	Data di pubblicazione
		In vigore		1	26/07/2022

## 7 TEST DI LIVELLO GEM

### 7.1 Throughput del canale xPON in ambiente multivendor

In generale, lo scopo della prova è verificare la capacità massima del sistema xPON, in entrambe le direzioni di trasmissione, al variare della lunghezza dei pacchetti, e quando la ONT sotto test è inserita in un ambiente multivendor (sull'albero PON sono inserite altre ONT di vendor diversi).

Il limite fisico del canale GPON è di circa 2.5 Gbit/s in downstream e 1.25 Gbit/s in upstream. A livello PHY, in entrambe le direzioni, la trasmissione è partizionata in trame, ciascuna di durata pari a 125  $\mu$ s:

- in downstream la lunghezza delle trame è di 38880 byte, quindi il line rate nominale è 2.48832 Gbit/s
- in upstream ciascuna trama è lunga 19440 byte, pertanto il line rate nominale è 1.24416 Gbit/s.

Se si considera anche il FEC, basato su codifica RS(255, 239), l'overhead dovuto al FEC è pari al 6.3% circa: la trama FS disponibile diventa di 36432 byte in DS e 18216 in US e i bit rate utili scendono, rispettivamente, a 2.332 Gbit/s e 1.166 Gbit/s.

Come indicato nella Raccomandazione G.984.3 [5], le trame Ethernet vengono trasportate direttamente nel payload della trama GEM. Ciascuna trama Ethernet è mappata in una singola trama GEM, come illustrato in Figura 9, o in più trame GEM, nel caso in cui sia applicata la frammentazione (§ 8.3.3 [5]). Una trama GEM non può incapsulare più di una trama Ethernet.

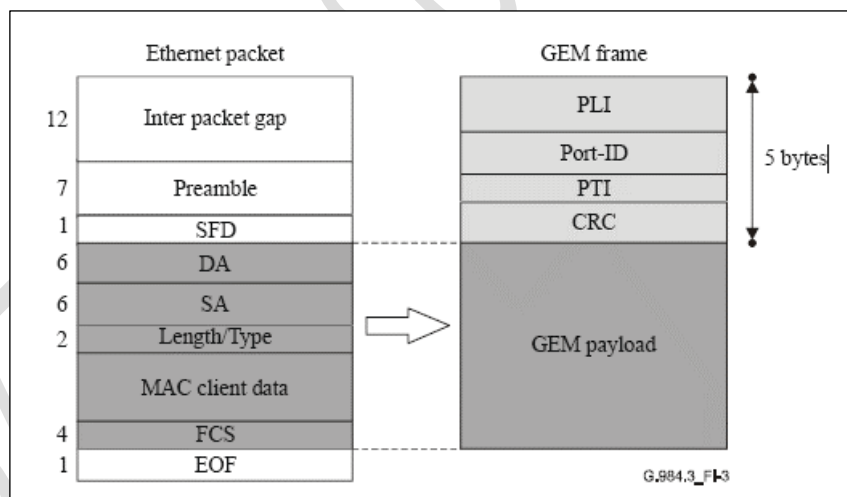


Figura 9 - Mapping della trama Ethernet nella trama GEM

Per quanto riguarda la tecnologia XGS-PON, la capacità massima del sistema ed il limite fisico DS e US del canale è di circa 10 Gbit/s: a livello PHY la trasmissione è partizionata in trame da 155520 byte, ciascuna di durata pari a 125  $\mu$ s, quindi il line rate nominale è di 9.95328 Gbit/s.

Se si considera anche il FEC, basato su codifica RS(248, 216), l'overhead dovuto al FEC è pari al 13% circa: la trama FS (*Framing Sublayer*) disponibile diventa di 135432 byte e il bit rate scende a 8.667 Gbit/s.

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

Come indicato nella Raccomandazione G.9807.1 [8], le trame Ethernet vengono trasportate direttamente nel payload della trama XGEM. Ciascuna trama Ethernet è mappata in una singola trama XGEM, come illustrato in Figura 10, o in più trame XGEM, nel caso in cui sia applicata la frammentazione (§ C.9.3 [8]). Una trama XGEM non può incapsulare più di una trama Ethernet.

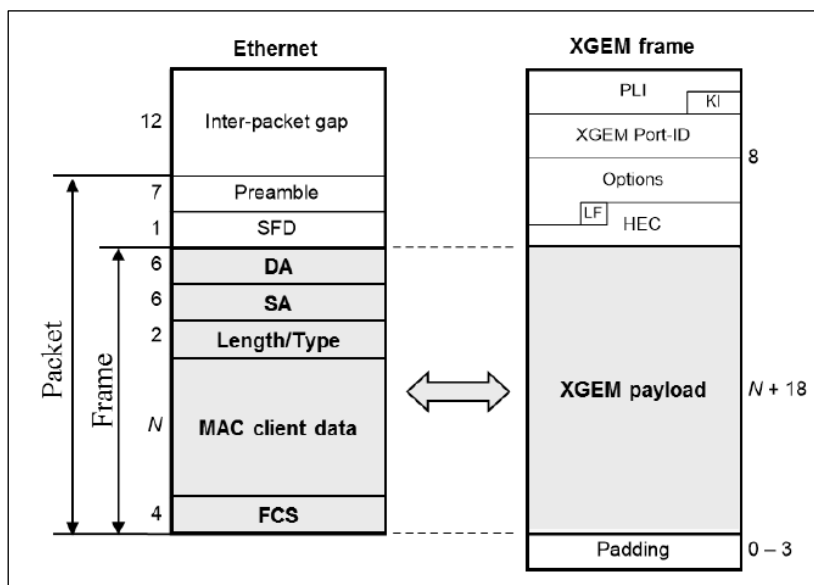


Figura 10 – Mapping della trama Ethernet nella trama XGEM

## Setup

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Figura 11 – Setup del banco per le prove di throughput in ambiente multivendor

**Modalità di test**

Di seguito è riportata la procedura per effettuare la misura di throughput:

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**Risultati attesi**

In Tabella 13 e in Tabella 14 sono indicati i valori di capacità massima teorici al variare della lunghezza dei pacchetti (payload Ethernet da 64, 512 e 1500 byte), rispettivamente per i sistemi GPON e XGS-PON.

[omissis]

Tabella 13 – Valori teorici per il throughput del sistema GPON

[omissis]

Tabella 14 – Valori teorici per il throughput del sistema XGS-PON

L'esito del test è positivo se il throughput misurato ha valori confrontabili con quelli teorici sopra indicati. Si verifichi, inoltre, che l'andamento del throughput abbia le seguenti caratteristiche:

- [omissis]

Un esempio di documentazione dei risultati del test di throughput dei sistemi xPON è illustrato in Tabella 15.



Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Tabella 15 – Esempio di documentazione dei risultati del test di throughput del sistema xPON

## 7.2 Throughput sulla singola ONT

Lo scopo della prova è verificare la capacità di forwarding upstream e downstream dell'ONT. In pratica, il test consiste nella misura del throughput a livello dell'interfaccia Ethernet al variare della lunghezza dei pacchetti, in entrambe le direzioni di trasmissione.

### Setup

[omissis]

[omissis]

Figura 12 – Setup del banco per la prova di throughput sulla singola ONT

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**Modalità di test**

Di seguito è riportata la procedura per effettuare la misura di throughput sulla singola ONT:  
[omissis]

**Risultati attesi**

L'esito del test è positivo se il throughput misurato ha valori confrontabili con quelli nominali dell'interfaccia Ethernet (1 Gbit/s per i sistemi GPON e 10 Gbit/s per quelli XGS-PON).

Un esempio di documentazione dei risultati è illustrato in Tabella 16.

[omissis]

Tabella 16 – Esempio di documentazione dei risultati del test di throughput sulla singola ONT

**7.3 Comportamento statico dei T-CONT (DBA statico)**

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

Scopo della prova è analizzare il comportamento statico dei T-CONT, cioè verificare che vengano rispettate le modalità e priorità di allocazione della banda upstream. Ciascun T-CONT è identificato dall'Alloc-ID (*Allocation Identifier*), un numero di 14 bit assegnato dall'OLT alla ONT.

Il modello di riferimento per l'assegnazione dinamica della banda è definito, rispettivamente per le tecnologie GPON e XGS-PON, nella Raccomandazione G.984.3 [5] e nell'Annex C della Raccomandazione G.9807.1 [8]. In entrambe le Raccomandazioni, relative al TC layer, si introduce un modello con una gerarchia "strict priority" tra le diverse tipologie di banda:

- *Fixed bandwidth (highest priority)*
- *Assured bandwidth*
- *Non-assured bandwidth*
- *Best-effort bandwidth (lowest priority).*

Prima di tutto, l'OLT assegna la banda "Fixed" agli Alloc-ID, a prescindere dai singoli carichi offerti e dalle condizioni complessive del traffico. L'OLT completa poi l'assegnazione della componente di banda garantita, allocando la parte "Assured" a ciascun Alloc-ID, fino a raggiungere il livello  $R_A$  definito o fino a soddisfare la domanda di traffico. Successivamente, l'OLT alloca la componente di banda "Non-assured" agli Alloc-ID non saturati, finché tutti raggiungono il proprio livello di saturazione (cioè il minimo tra la banda massima e il carico offerto) o fino all'esaurimento della banda in surplus  $S_{NA}$ . Infine, l'OLT assegna la banda "Best-effort" agli Alloc-ID non saturati.

[omissis]

Di seguito si riporta la definizione di tali tipologie di T-CONT, facendo riferimento a quanto indicato nella Raccomandazione ITU-T G.984.3 [5]:

- il T-CONT Tipo 3 contiene banda di tipo "Assured" e "Non-assured bandwidth". Al T-CONT Tipo 3 è allocata una quantità di banda equivalente alla propria "Assured bandwidth" solo in presenza di celle da trasmettere. A tutti i T-CONT con "Assured bandwidth" che richiedano banda aggiuntiva viene assegnata una quantità di "Non-assured bandwidth" proporzionale alla "Assured bandwidth" dei singoli T-CONT sulla PON
- Il T-CONT Tipo 4 contiene solo "Best-effort bandwidth", che viene assegnata fino al valore definito per la "Maximum bandwidth".

## Setup

In Tabella 17 e in Tabella 18 è riportato un esempio di configurazione dei T-CONT da utilizzare nelle prove di comportamento statico, rispettivamente per i sistemi GPON e XGS-PON. Per entrambe le tecnologie, lo schema del banco è illustrato in Figura 11 [omissis].

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

Tabella 17 – Configurazione dei T-CONT per la tecnologia GPON

[omissis]

Tabella 18 – Configurazione dei T-CONT per la tecnologia XGS-PON

**Modalità di test**

Di seguito è indicata la procedura per il test del DBA in condizioni statiche:

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**Risultati attesi**

L'esito del test è positivo se la banda viene allocata in accordo a quanto specificato nelle Raccomandazioni ITU-T sopra citate.

In particolare, devono essere valutati positivamente i seguenti aspetti:

[omissis]

La Tabella 19 è un esempio di documentazione dei risultati dei test di comportamento statico, riferito al caso GPON. Cambiando i valori in trasmissione, la stessa tabella può essere utilizzata anche per i sistemi XGS-PON. Si fa notare che durante i test è possibile che siano utilizzati valori di riempimento del traffico in trasmissione per i T-CONT diversi da quelli indicati nell'esempio.

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Tabella 19 – Esempio di tabella per la documentazione dei risultati dei test di comportamento statico (valori riferiti al caso GPON)

Al termine di ogni prova, può essere utile salvare la schermata del generatore di traffico contenente le informazioni sui flussi upstream (rate in trasmissione e ricezione, pacchetti persi, BER, ...).

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

## 8 SICUREZZA DEI DATI

Nelle reti GPON, caratterizzate da una topologia ad albero (punto-multipunto), è necessario garantire la sicurezza dei dati. A tale scopo, la Raccomandazione ITU-T G.984.3 [5] prevede che sia implementata l'encryption dei dati con algoritmo AES (*Advanced Encryption Standard*) a 128 bit.

### 8.1 Test di encryption (opzionale)

Lo scopo del test è verificare che la funzionalità di encryption dei dati sia implementata in conformità alla Raccomandazione ITU-T G.984.3 [5], con particolare attenzione allo scambio dei messaggi PLOAM (*Physical Layer Operations Administration and Management*) tra l'OLT e l'ONT e al refresh della chiave di encryption.

#### Setup

[omissis]

[omissis]

Figura 13 – Banco per la prova di encryption

#### Modalità di test

Di seguito è indicata la procedura di test:

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

**Risultati attesi**

L'esito del test è positivo se il meccanismo di generazione e refresh della chiave di encryption è implementato tramite la sequenza di messaggi indicata nella Raccomandazione ITU-T G.984.3 [5] e riportata di seguito:

[omissis]

Per la documentazione dei risultati, si salva il report di analisi in un formato che consenta di visualizzare anche il contenuto dei singoli messaggi, come nell'esempio riportato in Figura 14.



## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Figura 14 – Scambio di messaggi PLOAM e visualizzazione del contenuto di un messaggio  
“Encryption\_Key”

## 9 PROVA DI COESISTENZA GPON / XGS-PON (OPZIONALE)

Scopo del test è verificare la coesistenza delle tecnologie GPON tradizionale e XGS-PON sulla stessa ODN, valutando l'eventuale impatto dell'inserimento della XGS-PON in una rete GPON già installata in campo.

### 9.1 Setup

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

[omissis]

Figura 15 – Banco per la prova di coesistenza GPON / XGS-PON

La prova deve essere fatta nelle seguenti configurazioni:

- ONT GPON “far” e ONT XGS-PON “near”
- ONT GPON “near” e ONT XGS-PON “far”.

## 9.2 Modalità di test

Di seguito è riportata la procedura per effettuare la prova di coesistenza tra le due tecnologie:

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

### 9.3 Risultati attesi

Il test ha esito positivo se (per entrambe le configurazioni a e b):

[omissis]

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

## 10 ACRONIMI E DEFINIZIONI

Alloc-ID:	Allocation Identifier
BER:	Bit Error Rate
CLI:	Command Line Interface
DBA:	Dynamic Bandwidth Allocation
DS:	Downstream
EM:	Element Manager
FEC:	Forward Error Correction
FTTH:	Fiber To The Home
FWHM:	Full Width at Half Maximum
G/A:	Generatore/Analizzatore di traffico
GEM/XGEM:	GPON / 10-Gigabit-capable PON Encapsulation Method
GPON:	Gigabit Optical Passive Network
IMIX:	Internet MIX
ITU:	International Telecommunication Union
LAN:	Local Area Network
LED:	Light Emitting Diode
LOF:	Loss Of Frame
LOS:	Loss Of Signal
NA:	Non-Assured
NG-PON:	Next Generation-Passive Optical Network
OAM:	Operations, Administration and Maintenance
ODN:	Optical Distribution Network
OLS:	Optical Line Supervision
OLT:	Optical Line Termination
OMCI:	ONU Management and Control Interface
ONT:	Optical Network Termination
ONU:	Optical Network Unit
OSA:	Optical Spectrum Analyzer
OTDR:	Optical Time Domain Reflectometer
PL:	Packet Loss
PMD:	Physical Media Dependent
PON:	Passive Optical Network
PPM:	PON Power Meter
RF:	Radio Frequency

## Titolo documento:

All. 2 - TesList L1 di livello fisico ottico e GEM per prove di validazione di interoperabilità di ONT esterne e ONT interne di CPE ottiche per inserimento in rete FTTH TIM

Emesso da:	Process Owner:	Stato: In vigore	Codice documento	Versione 1	Data di pubblicazione 26/07/2022
------------	----------------	---------------------	------------------	---------------	-------------------------------------

SMSR: Side Mode Suppression Ratio

TC: Transmission Convergence

T-CONT: Transmission Container

UBB: Ultra BroadBand

US: Upstream

VOA: Variable Optical Attenuator

WDM: Wavelength Division Multiplexer

XGS-PON: 10-Gigabit-capable Symmetric Passive Optical Network