

NGN2: accesso e impiantistica

MARCO BURZIO
SAVERIO ORLANDO
STEFANO PANATTONI

Nel presente articolo vengono illustrate le soluzioni tecnologiche che sono alla base del dispiegamento di architetture FTTB/FTTCab con una progressiva introduzione di infrastrutture e tecnologie ottiche nel cosiddetto "ultimo miglio". Tale evoluzione, per quanto onerosa in termini di investimenti e di logiche riorganizzative, si impone come necessaria per mantenere il ruolo di primattore di Telecom Italia nel mercato TLC.

1. Introduzione

Nel prossimo futuro, tutti gli attori operanti nel mercato delle TLC dovranno adeguare le proprie piattaforme alla crescente richiesta di servizi da parte del mercato; tale evoluzione avverrà sia in termini di tipologia di offerta, secondo il paradigma *triple/quadruple play*, sia in termini di quantità di banda supportata e qualità del servizio (QoS).

Sebbene tutti i segmenti della rete di TCL siano impattati da questo salto tecnologico, la rete di accesso è senza dubbio la porzione di rete sulla quale si concentrano alcune delle maggiori sfide tecnologiche, che inevitabilmente richiederanno agli Operatori di rete uno sforzo finanziario non trascurabile. Telecom Italia, per essere in grado di fornire bitrate elevati ad un mercato di massa, ha deciso di far evolvere l'architettura della rete di accesso introducendo le tecnologie più performanti

sia nella porzione di rete in rame (VDSL2), sia prevedendo l'introduzione di tecnologie ottiche (*GbE – Gigabit Ethernet* e *GPON – Gigabit Passive Optical Network*). Questa evoluzione delle architetture prevede l'avanzamento della fibra ottica agli armadi stradali di distribuzione *FTTCab (Fiber To The Cabinet)*, all'edificio *FTTB (Fiber To The Building)* o all'abitazione *FTTH (Fiber To The Home)* (figura 1).

Tale evoluzione, in termini architetture, conduce alla realizzazione di una rete ottica sempre più distribuita, con una larga diffusione di elementi attivi sempre più prossimi ai clienti finali. Al fine di ridurre i costi operativi (OPEX), sarà inoltre necessario prevedere l'introduzione nei nodi distribuiti in rete (al Cabinet e al Building) di adeguate tecnologie che consentano di facilitare ed automatizzare, per quanto possibile, le fasi di *provisioning* ed *assurance* (permutatori automatici ADF, sistemi di relè ST&T).

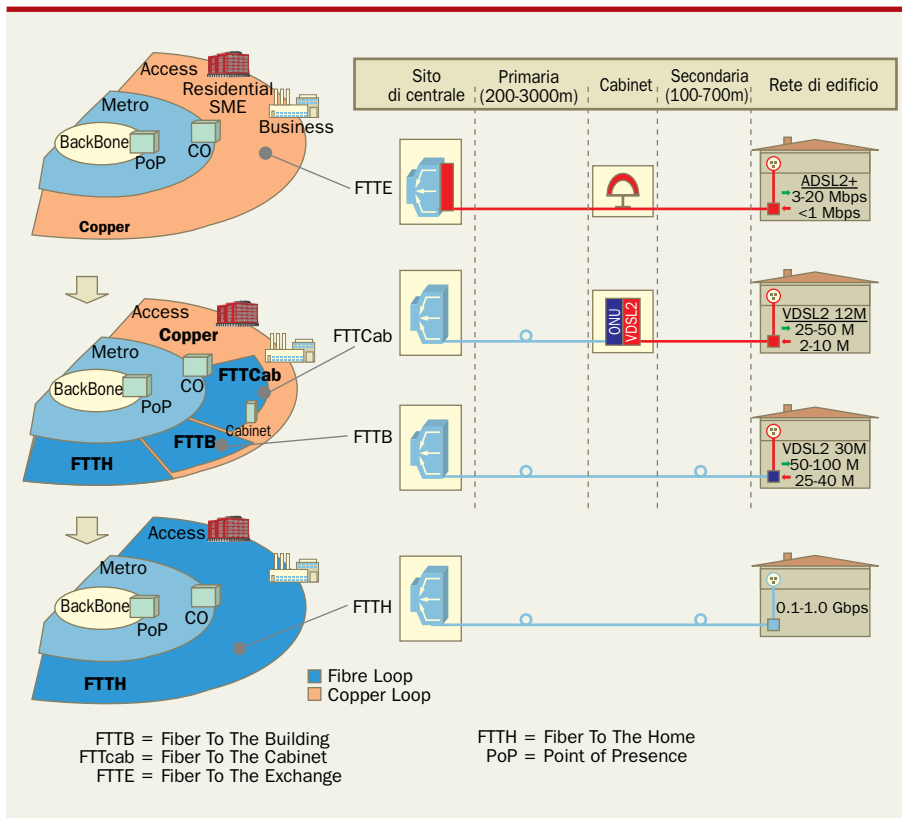


FIGURA 1 Prestazioni delle tecnologie xDSL. Evoluzione delle architetture d'accesso: dalla fibra in centrale, FTTE a soluzioni con fibra verso l'utente: FTTCab, FTTB e FTTH.

2. Le tecnologie abilitanti in rete di accesso

2.1 Tecnologia VDSL2

Una delle tecnologie trasmissive abilitanti l'evoluzione della rete di accesso in rame in ottica NGN2 è il VDSL2. Tale tecnologia, allo studio nelle sue prime versioni dal 1995, si è consolidata in ambito normativo nel febbraio 2006, con il rilascio in ambito normativo ITU-T della raccomandazione G.993.2: tale standard ha introdotto significativi miglioramenti rispetto ai sistemi VDSL di prima generazione, introducendo molte delle funzionalità, tra cui ricordiamo le più significative:

- modalità di trasporto a pacchetto basato anche su standard EFM 802.3ah, che permette il *trasporto nativo di frame Ethernet* in maniera efficiente, rispetto alle tradizionali tecniche PTM basate su incapsulamento HDLC proprie del VDSL di prima generazione;
- possibilità di *gestione della PSD (Power Spectral Density)* del segnale VDSL2. In particolare è data la possibilità ad un Operatore di definire una propria PSD inferiore rispetto a quella massima ammessa dallo standard, al fine di rispettare specifiche regole di Spectrum Management. Inoltre, sono disponibili meccanismi di *Power Back-Off (PBO)*, in grado di permettere la coesistenza nello stesso binder di sistemi VDSL2 da cabinet con altri sistemi broadband dispiegati da centrale;

- possibilità di effettuare il *bonding* di più doppini: tale soluzione permette di affacciare più linee VDSL2, che realizzano così un unico flusso trasmissivo equivalente.

Il piano spettrale associato alla tecnologia trasmissiva VDSL2 non è univoco ma, come indicato nella raccomandazione ITU-T G.993.2, può essere di due tipologie, a seconda di quali e quante portanti dello spettro VDSL2 vengano attribuite al trasporto del flusso *upstream* o al flusso *downstream*. La coesistenza di sistemi con piani spettrali differenti in sistemi vicini (quindi come minimo nello stesso settore di cavo) non è perseguibile, poiché l'utilizzo di uno stesso tono da un sistema in *upstream* e da un altro in *downstream* genererebbe rumore *NEXT (Near End Cross Talk)*, il che renderebbe inutilizzabile quella parte di spettro. Poiché non sarebbe opportuno né gestibile suddivi-

dere la rete di accesso in aree "colorate" con piani spettrali diversi, è necessario definire un solo piano spettrale per il deployment della tecnologia VDSL2.

Nella figura 2 è riportata la rappresentazione grafica dei due piani spettrali ad oggi definiti per il VDSL (1 e 2) per lo spettro fino a 12 MHz, con la maschera adottabile in Italia, che prevede la coesistenza del VDSL2 con il servizio POTS (M2x-A). La maschera M2x-A è l'unica possibile in Italia per garantire la compatibilità con i sistemi già dispiegati della famiglia xDSL ed esclude l'uso di sistemi a cancellazione d'eco.

Come si vede dalla figura 2, il piano spettrale 998 favorisce maggiormente la banda in direzione *downstream*, e risulta quindi più idoneo nel caso si

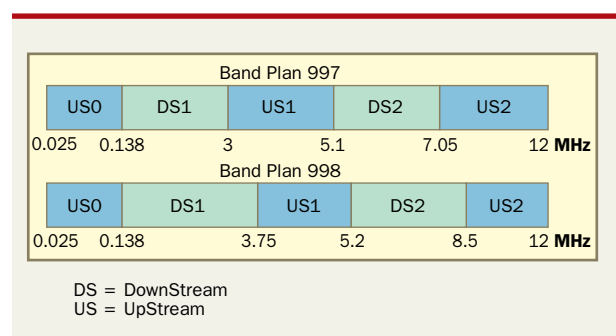


FIGURA 2 Piani spettrali 997 e 998 per il VDSL2 (fino a 12 MHz).

vogliono portare sul VDSL2 servizi fortemente asimmetrici (es. servizi di tipo IP-TV); questo pertanto viene assunto come piano spettrale di riferimento per il mercato italiano. Recentemente (aprile 2007) sono state definite in ambito normativo (ITU-T) le estensioni dei piani spettrali fino alla frequenza di 30 MHz; in figura 3 sono rappresentati quelli di maggior interesse.

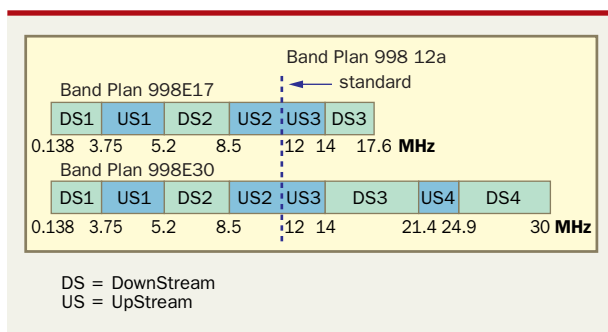


FIGURA 3 ▶ Piani spettrali 998 per il VDSL2 (estensione fino a 30 MHz).

2.2 Tecnologia ottiche in rete d'accesso

Le tecnologie ottiche da adottarsi in rete di accesso differiscono a seconda dell'architettura di rete che si intende adottare (figura 4).

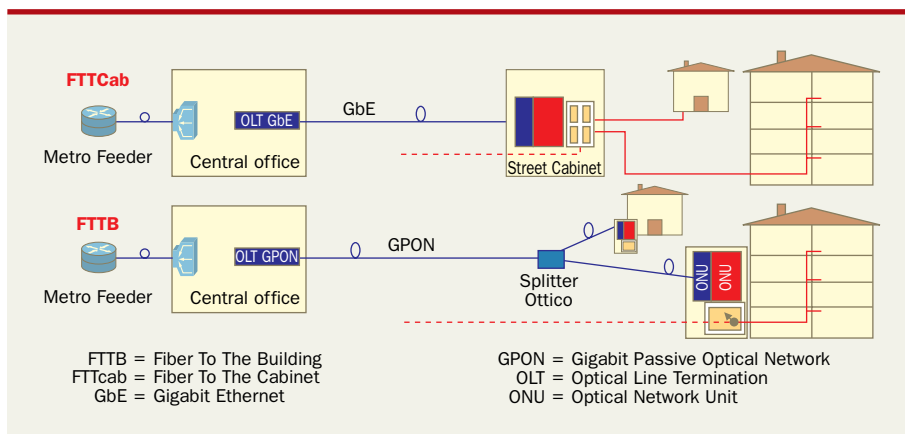


FIGURA 4 ▶ Tecnologie ottiche in rete d'accesso.

In particolare in un contesto FTTCab, in cui le ONU sottendono diverse centinaia di clienti, si ritiene vantaggioso l'impiego di interfacce GbE, eventualmente in associazione con tecniche WDM (Wavelength Digital Multiplexing), qualora ci fosse l'esigenza o l'opportunità di ridurre il numero di fibre ottiche da impiegarsi nella rete ottica primaria.

Viceversa, in un contesto FTTB, la numerosità di clienti raccolti da ciascuna unità remota (alcune decine) suggerisce l'impiego di tecnologie ottiche passive punto-multipunto, quali le GPON che vengono brevemente descritte nel paragrafo successivo.

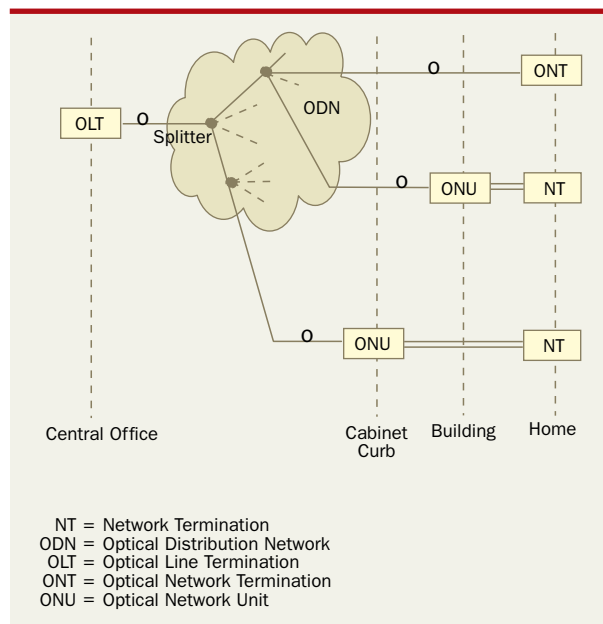


FIGURA 5 ▶ Struttura generale di una rete PON.

2.3 Soluzioni PON di nuova generazione: le GPON

Una rete ottica passiva PON (Passive Optical Network) è una rete di accesso caratterizzata dall'assenza di apparati attivi al di fuori delle sedi ove sono collocate le OLT (Optical Line Termination) e le ONT-ONU (Optical Network Termination - Optical Network Unit) rispettivamente. È in genere basata su topologie di rete ad albero, realizzate mediante l'uso di ripartitori ottici di tipo passivo (splitter ottici). La struttura generale di una rete PON è rappresentata nella figura 5.

La soluzione tecnica di accesso al mezzo condiviso utilizzata dai sistemi PON è la TDM/TDMA (Time Division Multiplexing/Time Division Multiple Access), schematizzata in figura 6.

Nella direzione Downstream (rete-utente) la OLT genera un flusso continuo in TDM di pacchetti indirizzati alle diverse ONT in modo broadcast. Tutte le ONT ricevono quindi l'intero traffico Downstream, ma acquisiscono solo quello relativo al proprio identificativo. Benchè questo meccanismo sia sicuro per la privacy dei dati, in quanto "cablato" nella ONT, alcune tecnologie, come la GPON, consentono anche di criptare i dati in modo molto efficace con l'AES (Advanced Encryption System) a 128 bit. In assenza di traffico utile, la OLT genera traffico "Idle" per garantire la continuità trasmissiva e consentire alle ONU/ONT di estrarre il clock dai dati Downstream.

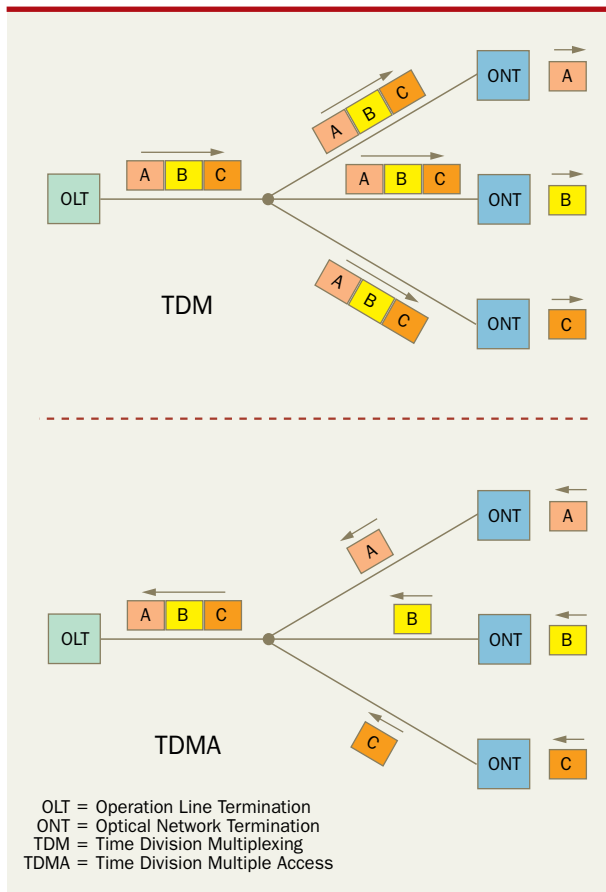


FIGURA 6 • Principio di funzionamento della tecnica TDM/TDMA.

Nella direzione Upstream (utente-rete) sorge il problema di sincronizzare la trasmissione di tutte le ONT fra di loro, in modo da evitare che i segnali ottici inviati dalle terminazioni di rete, e combinati passivamente nella ODN (*Optical Distribution Network*), si sovrappongano tra loro in corrispondenza della OLT per effetto delle differenti lunghezze fisiche di ciascun percorso, delle variazioni della velocità di propagazione ottica, a causa della temperatura, e delle variazioni nel tempo delle caratteristiche dei componenti.

Questo problema viene risolto per mezzo della procedura di *Ranging*, con la quale la OLT calcola il tempo di ritardo effettivo verso/da ciascuna ONT (*round trip delay*) e comunica questa informazione alle varie ONT. Le singole ONT a questo punto, prima di trasmettere il burst di informazione, che compete loro, introducono un opportuno ritardo, in modo tale da porsi "virtualmente" tutte alla medesima distanza dalla OLT (la massima consentita) indipendentemente dalla loro effettiva collocazione fisica. Questa operazione va ripetuta periodicamente, per permettere l'installazione di nuove ONT, tramite l'apertura di una breve *Silent Window*, che non ha impatto sul normale funzionamento della rete. Vengono inoltre compensate in modo dinamico (*Dynamic Ranging*) le eventuali variazioni nel tempo del ritardo di propagazione (dovuto per esempio alla variazione di lunghezza dei cavi con

la temperatura). Le singole ONT a questo punto possono utilizzare un'opportuna porzione della banda disponibile nella direzione Upstream a loro assegnata dalla OLT per mezzo dei cosiddetti *Grant*. Tale assegnazione potrà essere "semi-rigida", cioè assegnata in modo statico dal gestore di rete, oppure "dinamica", cioè assegnata dalla OLT sulla base delle contingenti esigenze di banda espresse dalle ONT: in questo caso si parla di *Dynamic Bandwidth Assignment (DBA)*.

L'insieme di questi meccanismi, che consentono un efficiente uso della banda Upstream e l'assenza di collisione dei pacchetti, è denominato *MAC (Media Access Control)*.

Se si vuole minimizzare l'uso della fibra ottica, le soluzioni PON possono sfruttare la condivisione di un singolo portante per entrambi i versi di trasmissione, utilizzando le due "finestre" di trasmissione ottica a 1260-1360 nm nella direzione Upstream e 1480-1500 nm nella direzione Downstream. Questa soluzione richiede l'impiego di accoppiatori/disaccoppiatori *WDM (Wavelength Division Multiplexer)*, che solitamente sono integrati negli apparati di rete. Grazie al progresso tecnologico, i più recenti sistemi PON possono accedere al portante fisico tramite un componente unico denominato *Diplexer*, in cui sono integrati il trasmettitore ottico, il ricevitore ottico e il filtro ottico *WDM*.

Nella direzione Downstream è possibile utilizzare una gamma di lunghezze d'onda da 1540 a 1565 nm, denominata *Enhancement Band*, per servizi video diffusivi con modulazione analogica (usata negli USA) o digitale (allo studio in Europa). Gli estremi della *Enhancement Band* sono, oggi, in fase di revisione per quanto riguarda gli apparati GPON, in modo da consentire la condivisione della stessa rete in fibra con sistemi *WDM* di nuova generazione.

3. La nuova infrastruttura

3.1 Deployment di fibra in accesso

L'evoluzione della rete di accesso verso architetture FTTCab e FTTB (figura 1) comporta il dispiegamento di una rete ottica sempre più capillare; al fine di minimizzare l'impatto economico di un tale "salto generazionale" nella struttura della rete di distribuzione, è opportuno iniziare il dispiegamento della nuova rete nei contesti territoriali, ove sia maggiore la disponibilità di infrastrutture, sia in termini di tubazioni sia in termini di fibre ottiche.

In ogni caso è importante perseguire delle metodologie di posa che, oltre a contenere i costi d'installazione, permettano di limitare l'impatto ambientale. In tali contesti le tecniche sono: la posa aerea su facciata degli edifici; il *no-dig* leggero o altri metodi "alternativi" (es. posa nelle tubazioni del gas, dell'acqua potabile, delle fognature) che presentano però aspetti tecnici e normativi ancora da approfondire.

Come anticipato nello scenario FTTB/Curb si prevede l'utilizzo della tecnologia GPON (figura 7); in particolare lo schema impiantistico che si prevede di adottare comprende una OLT dislocata a livello di centrale ed una rete di distribuzione ottica (ODN) con un primo livello di splitting (1:2) collocato in centrale ed un secondo livello di splitting (2:16 o 2:8) collocato in rete; tale schema consente di:

- raccogliere fino ad un massimo di 32 ONU per singola OLT;
- abilitare la realizzazione di uno schema di protezione per la rete ottica primaria (impiego di diramatori 2:N ed adozione dello schema di protezione di tipo B, fino al primo splitter, previsto nella raccomandazione ITU-T G.983.5);
- agevolare la scalabilità verso l'offerta di servizi a maggiore bitrate (eliminando il primo livello di splitter in centrale e riducendo di conseguenza il numero di utenti attestati alla singola interfaccia GPON).

Le terminazioni della rete ottica presso il cliente (ONU) non solo saranno dislocate all'interno degli edifici (figura 8) o in prossimità di questi ultimi (FTTCurb, figura 9), ma saranno anche alimentate in loco ed avranno la capacità di gestire alcune decine di utenti.

La dislocazione distribuita delle ONU, e l'esigenza di contenere al massimo i costi operativi di provisioning ed assurance richiede l'adozione all'interno delle ONU di una soluzione impiantistica denominata ST&T (Switching, Termination and Testing), basata sull'impiego di relè controllati da remoto e di un'unità di testing di livello fisico MELT

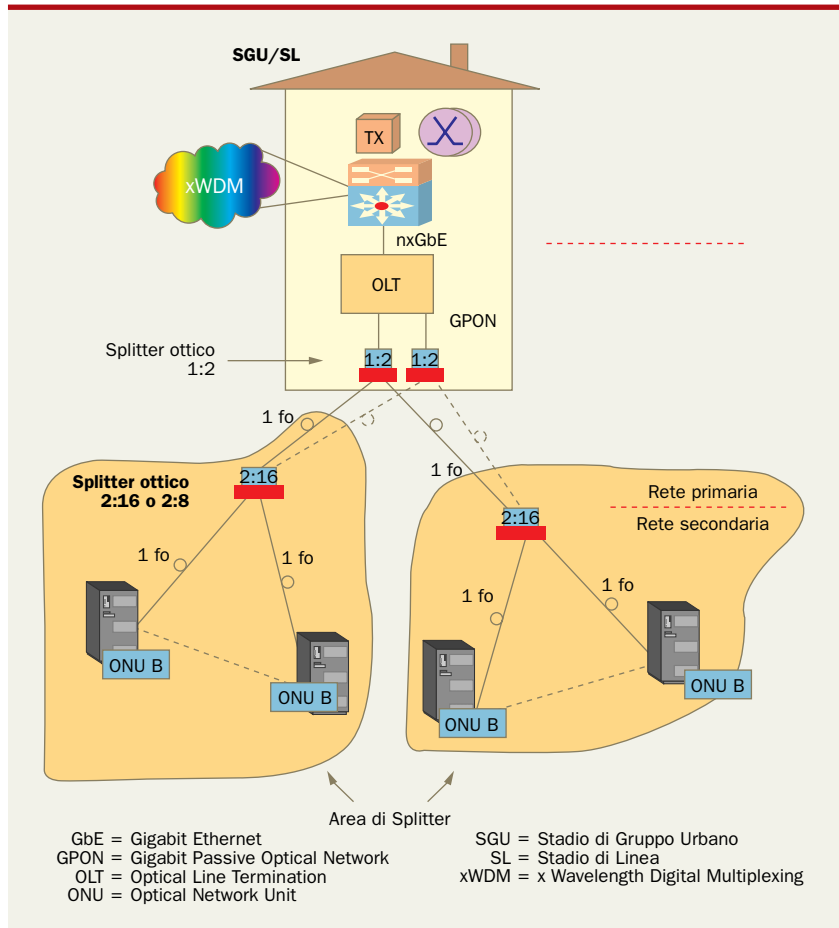


FIGURA 7 ▶ Schema impiantistico per le architetture di tipo FTTB/GPON.

(Metallic Line Testing) secondo lo schema riportato in figura 12.

In questa architettura, a valle della ONU, è previsto l'utilizzo del rilegamento in rame esistente fino alla prima borchia d'utente (terminazione all'interno dell'appartamento) e le brevi distanze in rame da percorrere (centinaia di metri) consentono di sfruttare appieno le potenzialità trasmissive offerte dalla tecnologia VDSL2.

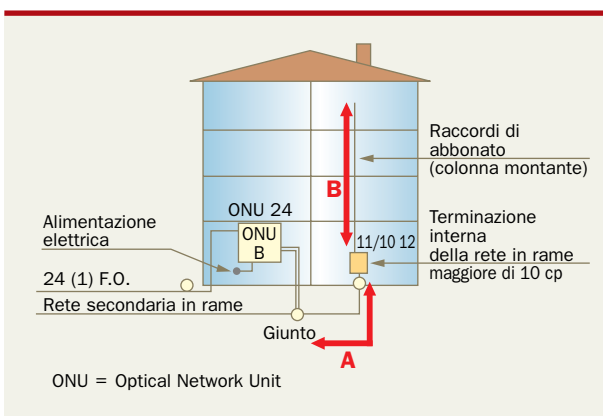


FIGURA 8 ▶ Esempio di cabinet all'interno dell'edificio per soluzioni FTTB.

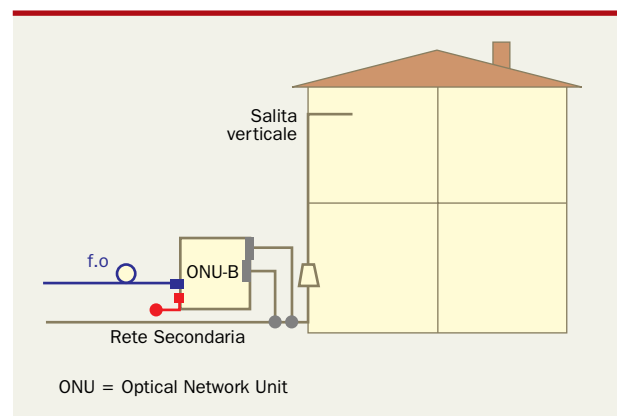


FIGURA 9 ▶ Esempio di cabinet esterno all'edificio per soluzioni FTTCurb.

Laddove non siano disponibili infrastrutture in rete di accesso o richieste di servizi sufficienti a giustificare soluzione di tipo FTTB/Curb, l'architettura di riferimento sarà di tipo FTTC; in questo caso la ONU sarà collocata in corrispondenza dell'attuale armadio di distribuzione della rete in rame (figura 10), che dovrà, di conseguenza, essere raggiunto dalla fibra ottica.

L'armadio ripartilinea, in questo caso, verrà sostituito da un nuovo cabinet, che è predisposto per servire fino a 400 utenti; al suo interno, oltre alla ONU, saranno alloggiati:

- le attestazioni delle coppie entranti e uscenti afferenti all'armadio ripartilinea;
- un *ADF* (*Automatic Distribution Frame*) per la connessione automatica delle linee;
- l'elettronica necessaria all'alimentazione dei vari apparati.

L'avvio di questa migrazione avverrà a valle del superamento di alcuni punti critici, quali l'elevato consumo delle schede VDSL2, i costi elevati, la scarsa maturità ed ingombro dell'ADF.

buona affidabilità ed alle ottime performance);

- *mechatronic* (ottima scalabilità fino a diverse migliaia di linee, ma con possibili problemi in caso di urti e vibrazioni);
- *microrobot* (progressivamente in abbandono, a causa della bassa affidabilità e dei lunghi tempi

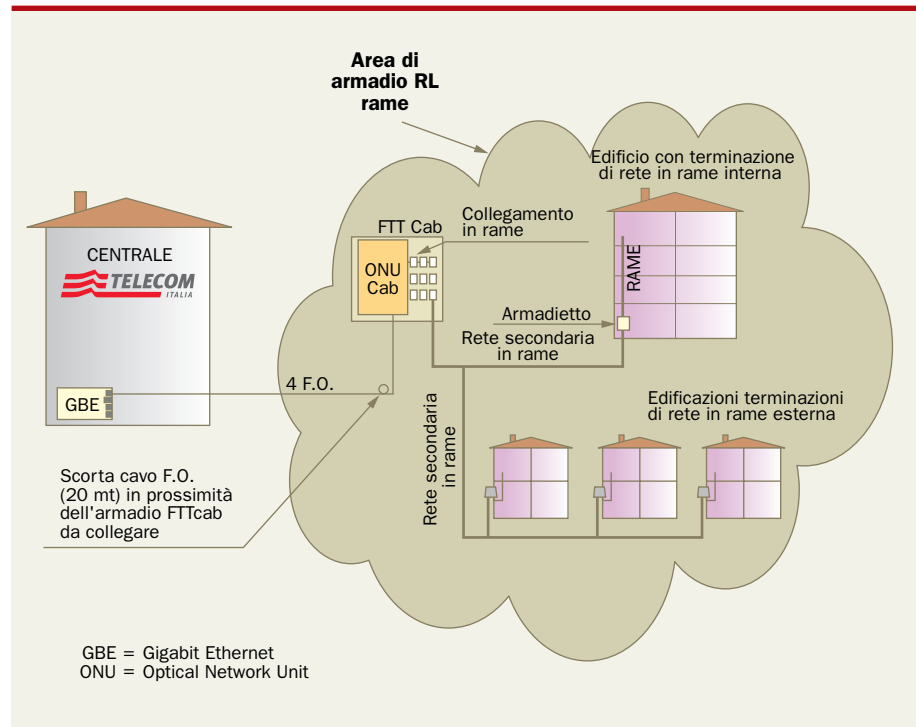


FIGURA 10 ▶ Schema della soluzione FTTCab con sistema GbE.

3.2 Elettronica distribuita (ONU, ADF, ST&T)

L'evoluzione della rete di accesso verso architetture FTTCab ed FTTB comporta due aspetti fondamentali:

- l'introduzione di fibra ottica al posto della rete in rame (aspetto tanto più critico quanto più ci si avvicina alla casa dell'utente);
- la dislocazione sul territorio di apparati attivi.

In particolare, per quanto concerne l'ultimo punto, occorre precisare che per le architetture FTTCab, la soluzione tipica prevede l'installazione di un nuovo cabinet, contenente una ONU in grado di supportare fino a un massimo di 400 porte VDSL2, collegata ad un ADF di tipo *Any-to-Any*, mentre per le architetture FTTB, la soluzione standard prevede l'installazione (all'interno del building o nelle immediate vicinanze) di una piccola ONU in grado di supportare alcune decine di porte VDSL2, collegata ad una unità *ST&T*.

L'ADF è costituito da una serie di matrici di commutazione (organizzate in un singolo stadio o in più stadi, a seconda del numero di linee da connettere) e può essere realizzato con diverse tecnologie:

- *relay* (attualmente i più utilizzati, grazie alla

richiesti per lo switch);

- *MEMS* (tecnologia ancora in fase di sviluppo, dalle buone prospettive, ma che ancora rappresenta un'incognita dal punto di vista affidabilistico).

L'ADF si collega da un lato alla rete secondaria (linee che vanno verso gli utenti finali) e dall'altro alle porte della ONU e della rete primaria.

I principali vantaggi associati all'utilizzo di tale apparato sono:

- abbattimento dei tempi (e dei costi) di provisioning di nuovi servizi, grazie alla permuta automatica gestibile da remoto (obiettivo di cabinet "zero touch");
- riduzione degli OPEX di assurance, in conseguenza del fatto che la permuta automatica non è affetta dalla probabilità di errore umano associato all'operatività manuale;
- ricerca guasti e testing da remoto;
- aumento complessivo della qualità del servizio;
- mantenimento di un Data Base semplificato, con minori rischi di dati inconsistenti.

Ad oggi esistono due soluzioni principali per l'ADF da impiegare in contesti FTTC:

- 1) *Any-to-Any* (A2A): ciascuna porta di ingresso può essere connessa a ciascuna porta di

uscita (figura 11). Tale soluzione comporta l'evidente vantaggio di massima flessibilità, anche se rende più complessa l'architettura dell'apparato (aumento degli stadi di commutazione intermedi), comportando di conseguenza l'aumento dei prezzi.

2) *Any-to-Many (A2M)*: consente la connessione delle linee in ingresso ad un numero limitato di linee in uscita verso servizi speciali. In questo caso, a fronte di una riduzione dei prezzi, occorre prevedere l'eventualità di situazioni di blocco.

Le problematiche legate all'introduzione di permutatori automatici nei cabinet stradali riguardano prevalentemente la maturità ed il costo attuale del prodotto. Venendo incontro alle comuni esigenze di approfondimento di tali aspetti, su proposta di Telecom Italia, si è costituito un gruppo di lavoro che coinvolge alcuni dei principali Operatori del settore TLC. Tale gruppo ha emesso una *RFI (Request For Information)* congiunta sull'ADF per applicazioni in cabinet stradali che ha coinvolto diversi (12) vendor. Questa attività ha consentito l'avvio dello sviluppo di una nuova Norma in ETSI ATTM.

Nell'ambito del deployment di architetture FTTB, la soluzione *ST&T (Switching, Termination and Testing)* da collegare alla ONU, rappresenta una proposta innovativa sviluppata da Telecom Italia con l'obiettivo principale di ridurre i costi associati alla fornitura della larga banda all'utenza del building.

In figura 12 è riportato uno schema di funzionamento della soluzione *ST&T*; come si può notare, sono presenti alcuni switch che consentono di porre ciascuna linea di utente nei seguenti stati:

- *Pass Through*: connessione diretta tra linea di utente e linea verso la Centrale;
- *POTS + VDSL2*: l'utente risulta collegato al POTS splitter, che separa il segnale BB associato alla ONU VDSL2 da quello NB riceve associato alla Centrale;
- *VDSL2 Only*: l'utente è direttamente collegato alla porta VDSL2 della ONU VDSL2 (si osserva che in tal caso viene a mancare la condizione di lifeline);

- *MELT*: la linea di utente è connessa ad un apparato di testing che effettua il troubleshooting (in questo stato, naturalmente l'utente non può fruire di nessun servizio);
- *User Disconnected*: la linea di utente è disconnessa dalla rete. Tale soluzione, rispetto ad un permutatore

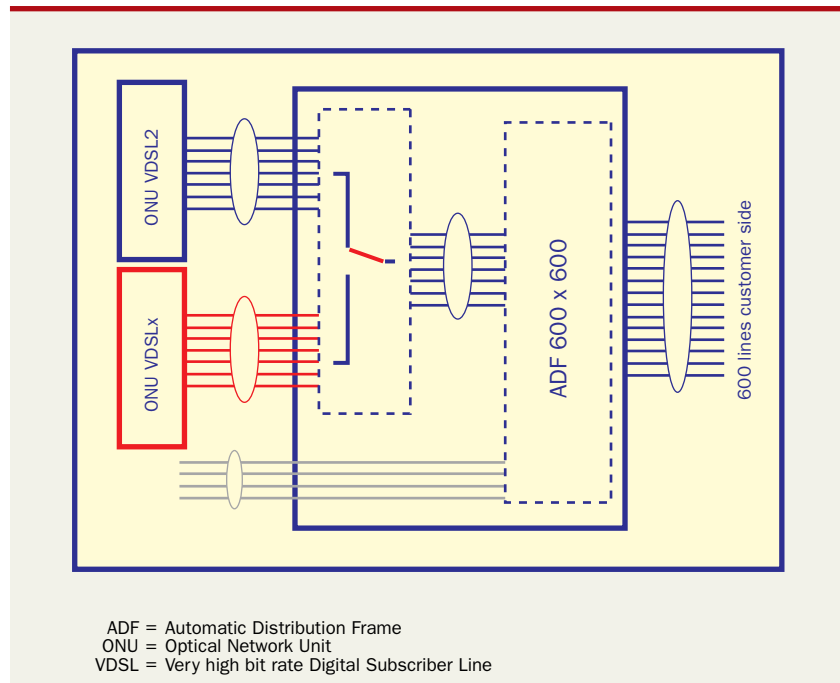


FIGURA 11 ▶ Esempio di schema ADF A2A.

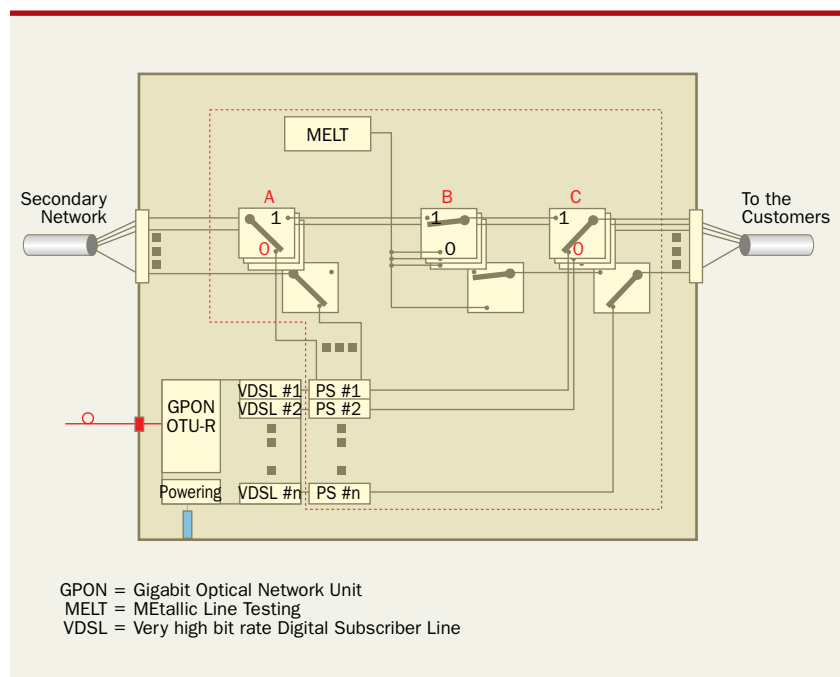


FIGURA 12 ▶ Schema di principio della soluzione *ST&T*.

automatico, è "rigida" nel senso che non consente di effettuare permutazioni delle linee, ma solamente cambiamenti di stato per ciascuna linea. I principali vantaggi associati all'adozione della soluzione ST&T sono: costi ridotti rispetto all'adozione di un ADF, provisioning automatico di nuovi servizi, testing da remoto.

3.3 Consumi

Negli ultimi anni la tematica dei consumi di energia elettrica ha assunto importanza sempre più rilevante, a causa dei molteplici problemi associati quali:

- il continuo incremento del costo unitario dell'energia elettrica (in Italia, dal 2000 al 2005 è praticamente raddoppiato) ha elevato in maniera esponenziale l'attenzione al consumo soprattutto da parte delle imprese;
- il consumo di energia è naturalmente correlato al problema dell'approvvigionamento (si prevede, nei prossimi anni, un probabile picco nel costo del petrolio con costi che potrebbero considerevolmente aumentare rispetto ai livelli attuali); sono in costante crescita le attività volte alla ricerca di fonti energetiche alternative di tipo rinnovabile (energia eolica, fotovoltaica, ...);
- l'utilizzo di fonti energetiche tradizionali comporta un sempre più pesante impatto sulle condizioni ambientali: a livello mondiale, si stanno moltiplicando azioni (come il protocollo di Kyoto) volte a ridurre via via le emissioni. La stessa Unione Europea è fortemente impegnata su tale fronte, con proprie Direttive in materia di ambiente ed energia (efficienza energetica).

Per quanto concerne Telecom Italia, essendo quest'ultima il secondo maggiore acquirente di energia a livello nazionale (~2 TWh all'anno, pari a quasi l'1% del consumo di energia elettrico nazionale¹), è evidente come oggi, più che mai, sia impegnata sul fronte della riduzione dei consumi. D'altro canto, il progetto NGN2, che prevede l'e-

voluzione della rete di accesso verso nuove architetture, pone l'Azienda di fronte a nuove ed importanti sfide.

Infatti, il progressivo aumento della penetrazione della larga banda, se da un lato comporta un ovvio ed auspicabile incremento dei ricavi, dall'altro implica l'introduzione in rete di apparati attivi e dunque, in ultima istanza, un rischio di aumento complessivo nell'assorbimento di energia. Risulta pertanto imperativo poter disporre di sistemi xDSL a basso consumo.

In figura 13 è riportato il trend prospettico di evoluzione dei consumi per la rete di accesso di Telecom Italia.

Come si può notare, in una prima fase si assiste ad un aumento del livello complessivo di energia assorbita: ciò è legato alla cosiddetta fase di "overlay", nella quale la richiesta di nuova connessione a larga banda viene soddi-

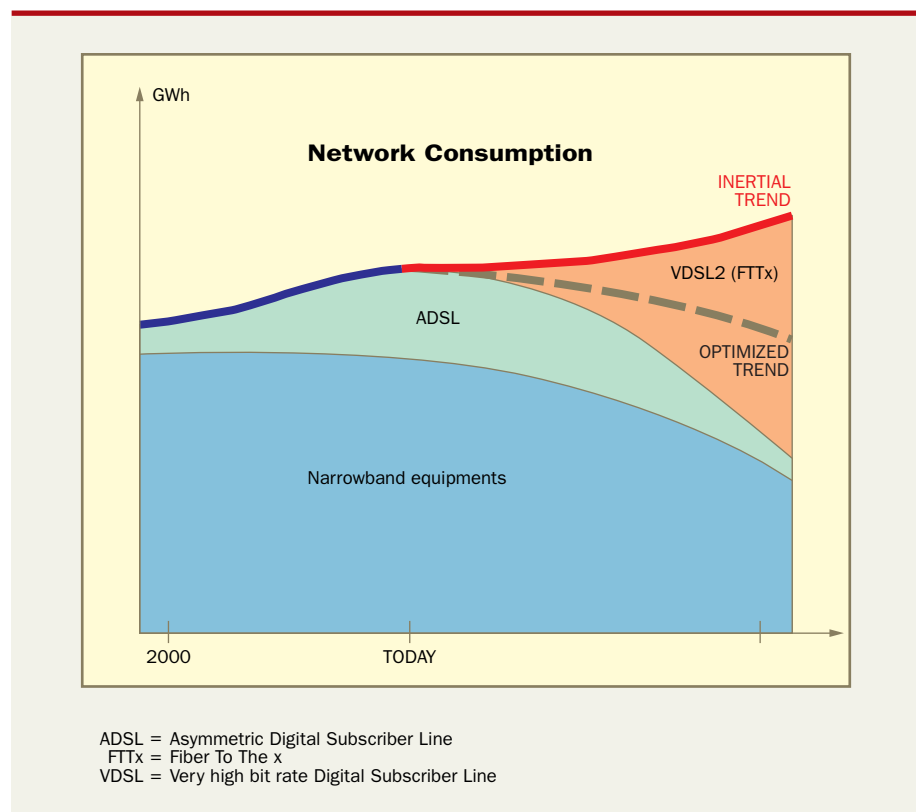


FIGURA 13 ▶ Evoluzione dei consumi della rete di accesso verso NGN2.

sfatta, dal punto di vista tecnico, collegando la linea di utente ad uno splitter, che separa la componente *narrowband* (diretta verso la centrale) dalla componente *broadband* (diretta verso il DSLAM). In ultima istanza, pertanto, tale operazione si traduce nell'aggiungere al consumo della vecchia porta il consumo della nuova porta broadband.

Solamente il successivo passaggio alla fase di "Total Replacement", in cui la linea di utente viene direttamente connessa alla porta del DSLAM con

(1) Cfr. "Bilancio Sostenibilità 2006 per il Gruppo Telecom Italia", p. 154.

l'abbandono delle interfacce PSTN tradizionali, consente a fronte di una previsione di progressiva riduzione dei consumi unitari del VDSL2 nel tempo, un saving netto di consumo.

Da ciò deriva l'opportunità di porre in atto tutte le possibili azioni di push nei confronti dei vendor (a livello sia di sistema che di chipset di apparato), al fine di ottenere un loro pieno commitment verso la realizzazione di apparati poco "energy hungry".

Inoltre Telecom Italia è attiva presso la Commissione Europea ed i principali enti di standardizzazione, quali ITU-T SG 15, ETSI TM6, ETSI EE2 ed ETNO *Energy Task Team*, per la definizioni di documenti e raccomandazioni, condivisi tra Operatori TLC e costruttori, per effettuare azioni volte alla riduzione dei consumi degli apparati *broadband*.

4. Conclusioni

Sono stati illustrati il percorso evolutivo verso le nuove architetture della rete di accesso e le problematiche di tipo tecnico/impiantistico che questo comporta. Tale percorso prevede una progressiva introduzione in rete di soluzioni ottiche (es. GbE, GPON) e soluzioni innovative in rame (VDSL2), al fine di abilitare al più presto la fornitura di servizi multimediali evoluti sempre più necessitanti di banda. La distribuzione di apparati attivi in rete impone altresì un'attenta analisi del contenimento dei costi operativi e dei consumi energetici; a tale scopo Telecom Italia prevede l'introduzione, nei propri nodi di rete da dispiegare sul territorio (al Cabinet e al Building) di adeguate tecnologie, rispettivamente permutatori automatici ADF e sistemi di relè ST&T, che consentano di facilitare ed automatizzare le fasi di provisioning ed assurance.

marco.burzio@telecomitalia.it
saverio.orlando@telecomitalia.it
stefano.panattoni@telecomitalia.it

— ACRONIMI

A2A	Any to Any
A2M	Any to Many
ADF	Automatic Distribution Frame
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AES	Advanced Encryption System
DBA	Dynamic Bandwidth Assignment
DS	DownStream
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
FTTB	Fiber To The Building
FTTCab	Fiber To The Cabinet
FTTE	Fiber To The Exchange
FTTH	Fiber To The Home
FTTx	Fiber To The x
GbE	Gigabit Ethernet
GPON	Gigabit Passive Optical Network
MAC	Media Access Control
MELT	MEtallic Line Testing
NEXT	Near End Cross Talk
NGN2	Next Generation Network 2
NT	Network Termination
ODN	Optical Distribution Network
ONT	Optical Network Termination
ONU	Optical Network Unit
PBO	Power Back-Off
PON	Passive Optical Network
PoP	Point of Presence
PSD	Power Spectral Density
QoS	Quality of Service
RFI	Request For Information
SGU	Stadio di Gruppo Urbano
SL	Stadio di Linea
ST&T	Switching, Termination and Testing
TDM	Time Division Multiplexing
TDMA	Time Division Multiple Access
US	UpStream
VDSL	Very high bit rate Digital Subscriber Line
WDM	Wavelength Digital Multiplexing
xWDM	x Wavelength Digital Multiplexing



Marco Burzio ingegnere elettronico, è responsabile dell'area Wireline Access Infrastructure Innovation di TILab, con l'obiettivo di abilitare l'impiego di soluzioni innovative di rete e sistemi basati su tecnologie in rame o in fibra. Ha iniziato il suo percorso professionale in Azienda nel 1991, come ricercatore nel campo delle comunicazioni ottiche e della microelettronica; poi è stato responsabile delle attività di ricerca per l'evoluzione delle soluzioni CPE e di telegestione per l'utenza residenziale e il microbusiness. Dal 2000 al 2001 ha anche lavorato in ARTIS Software come responsabile di Product Unit.



Saverio Orlando laureato in Ingegneria Elettronica presso il Politecnico di Torino, ha oggi la responsabilità dell'Innovazione e dell'Ingegneria della Rete di Accesso Fisso e di Trasporto in TILab. Tra i layer di Rete di competenza del suo Dipartimento sono compresi l'OPB, l'OPM e l'EDGE IP sia per i servizi Business, che Consumer, nonché l'accesso Broadband xDSL nel cui ambito si sta sviluppando il progetto NGN2. In precedenza è stato responsabile del Dipartimento Mass Market Solution, nel cui ambito si sono sviluppati servizi quali Alice, Alice Mia e Alice TV, e dei Dipartimenti OSS e Rete Intelligente.



Stefano Panattoni laureato in Ingegneria Elettronica presso l'Università La Sapienza di Roma, nel 1996 è entrato in Telecom Italia ed ha cominciato ad occuparsi di progetti inerenti la rete di accesso in cavo. Ha seguito i criteri di sviluppo della rete in rame e in fibra ottica, con particolare riferimento all'inserimento in rete della rete HFC, dei sistemi xDSL e all'analisi di soluzioni FTTx. Successivamente ha coordinato l'attività di stesura dei Capitolati di Appalto per i Lavori di Rete e i controlli di qualità finalizzati al Vendor Rating. Dal 2006 è Responsabile del settore "Infrastructure Engineering", nell'ambito della struttura di TILab - Accesso Fisso e Trasporto di Technology.