

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI SCIENZE STATISTICHE



CORSO DI LAUREA IN

STATISTICA E TECNOLOGIE INFORMATICHE

Tesi di Laurea

***Diffusione della banda larga attraverso la tecnologia
di accesso WiMAX: il caso del Veneto***

Relatore: Prof. **MASSIMO MARESCA**

Laureando: **OMAR TREVISAN**

Matricola N. 561296 - STI

Anno Accademico 2008-2009

*Chi è maestro nell'arte
di vivere fa poca
distinzione tra il proprio
lavoro e il proprio gioco,
la propria fatica e il
proprio divertimento, la
propria mente e il
proprio corpo, il proprio
studio e il proprio svago,
il proprio amore e la
propria religione.
Quasi non sa quale sia dei due.
Persegue semplicemente
il proprio ideale
in tutto quello
che fa, lasciando agli
altri decidere se stia
lavorando o giocando.
Ai suoi occhi lui sta
sempre facendo
entrambi.*

Buddha

INDICE

Introduzione

1 Premessa	pag. 1
2 Definizione di banda larga	pag. 2
3 Le tecnologie	pag. 3
4 Le tecnologie su rame	pag. 4
5 La fibra ottica	pag. 6
6 Le tecnologie su onde radio	pag. 7

CAPITOLO 1

Copertura della banda larga in Italia ed Europa

1.1 Dati ufficiali	pag. 9
1.2 La competizione tecnologica	pag. 14
1.3 Prospettive	pag. 15
1.4 Il ruolo chiave delle Regioni	pag. 16

CAPITOLO 2

Interventi per la liberalizzazione del mercato delle telecomunicazioni e suo stato attuale

2.1 Mancanza di concorrenza	pag. 17
2.2 Nascita dell'AGCOM	pag. 18
2.3 Le normative per lo sviluppo dei servizi a banda larga	pag. 20
2.3.1 L'accesso alla rete di Telecom Italia	
2.3.1.1 Wholesale	pag. 22

2.3.1.2 ULL: Unbundling Local Loop	pag. 23
2.3.2 Lo sviluppo delle infrastrutture	pag. 26
2.4 Il mercato italiano	pag. 30
2.4.1 La competizione fra gli operatori	pag. 31
2.4.2 Gli investimenti	pag. 33
2.5 Le reti di nuova generazione (NGN)	pag. 35

CAPITOLO 3

Diffusione di tecnologie wireless, regolamentazione e funzionamento

3.1 Ruolo delle tecnologie wireless per l'eliminazione del digital divide	pag. 37
3.2 La tecnologia wireless WiMAX	
3.2.1 Il WiMAX Forum	pag. 42
3.2.2 Che cos'è il WiMAX	pag. 43
3.2.3 A chi serve	pag. 45
3.2.4 Frequenze di utilizzo e ambiente LOS/NLOS	pag. 46
3.2.5 Funzionamento e standard	
3.2.5.1 802.16d-2004	pag. 47
3.2.5.2 802.16e-2005 Mobile WiMAX	pag. 51
3.2.6 Vantaggi nell'impiego del WiMAX	pag. 52
3.3 Assegnazione delle frequenze per l'uso di WiMAX	pag. 55

CAPITOLO 4

Tecnologie a confronto

4.1 Interoperabilità	pag. 59
4.2 WiMAX e WiFi	pag. 60
4.3 Mobile WiMAX vs Mo-Fi	pag. 61
4.4 WiBRO	pag. 62

4.5 HiperLAN vs WiMAX	pag. 62
4.6 La rete cellulare	pag. 63
4.7 WiMAX vs LTE - 4G	pag. 65
4.8 Analisi congiunta	pag. 67
4.8 Possibili problemi ed ostacoli	pag. 69

CAPITOLO 5

Il caso del Veneto

5.1 Banda Larga e digital divide nella regione Veneto	pag. 71
5.2 Popolazione in digital divide	pag. 72
5.3 Tecnologie e velocità di connessione	pag. 74
5.4 Considerazioni	pag. 76
5.5 Interventi regionali per lo sviluppo della banda larga in Veneto	pag. 78
5.6 WiMAX in Veneto	pag. 79

CAPITOLO 6

Conclusioni

6.1 WiMAX, cellulari e 4G	pag. 81
6.2 Funzionamento effettivo WiMAX	pag. 82
6.3 Il mercato attuale e prospettive future	pag. 84
6.4 Considerazioni finali	pag. 85

Bibliografia e link	pag. 89
----------------------------	---------

INTRODUZIONE

1 Premessa

La diffusione della larga banda è sempre più capillare. La spinta iniziale a tale importante diffusione è stata la richiesta degli utenti di accedere a Internet e ai suoi servizi in maniera veloce e continuativa.

La larga banda porta all'utente (potenzialmente) due benefici principali: la possibilità di trasferire grandi quantità di dati e la presenza costante in rete (*always-on*). Tali caratteristiche favoriscono la diffusione di nuove tipologie di servizi oltre la navigazione sul Web, come ad esempio il *file sharing* e la messaggistica. L'aumento ulteriore dell'offerta di banda, grazie alle NGN (Next Generation Networks, reti di prossima generazione), promuove la possibilità di fornire ulteriori servizi multimediali, quali l'IPTV, il VoD (*Video on Demand*) e in generale la fruizione di contenuti multimediali ad alta definizione.

Questi due benefici permettono inoltre l'introduzione o il consolidamento di ulteriori classi di servizio: evoluzione dei servizi "*person-to-content*" (social networks ricchi di contenuti multimediali di alta qualità, servizi di comunicazione), "*person-to-person*" (la comunicazione continua e scambio di idee/pensieri, come ad esempio situazioni di lavoro cooperativo), "*machine-to-machine*" (servizi di domotica, servizi relativi alla sanità, al controllo dei consumi energetici, ecc...).

In questo quadro, le tecnologie e le modalità di fornitura di servizi di tipo Web 2.0 sembrano avere una forte presa sugli utenti. Essi sono addirittura coinvolti sia come utilizzatori, sia come fornitori di contenuti originali, creando un ambiente favorevole allo scambio di informazioni e alla personalizzazione dei servizi.

2 Definizione di banda larga

Le nuove telecomunicazioni devono la loro origine alla cosiddetta banda larga, dove per banda larga, si intende la capacità di linea che supera quella finora considerata come stretta. Il "finora" è da intendersi in modo dinamico, perché ciò che oggi viene considerato "largo" fra poco sarà considerato "stretto". Fino a qualche anno fa era banda larga quella che raggiungeva e superava i 256 Kbps (il primo ADSL), poi il limite è salito a 1-2 Mbit/sec e adesso lo si considera almeno a 4-5 Mbit/sec, in grado di portare all'utente il segnale video e consentire la visione via Internet di TV, film, spettacoli (IpTV). Nel frattempo la stessa posta elettronica si è caricata di "allegati" molto pesanti, come fotografie, presentazioni in Power Point, video-clip e altro, che spesso sono "girati" ad altri destinatari, richiedendo così capacità di banda sia in download che upload.

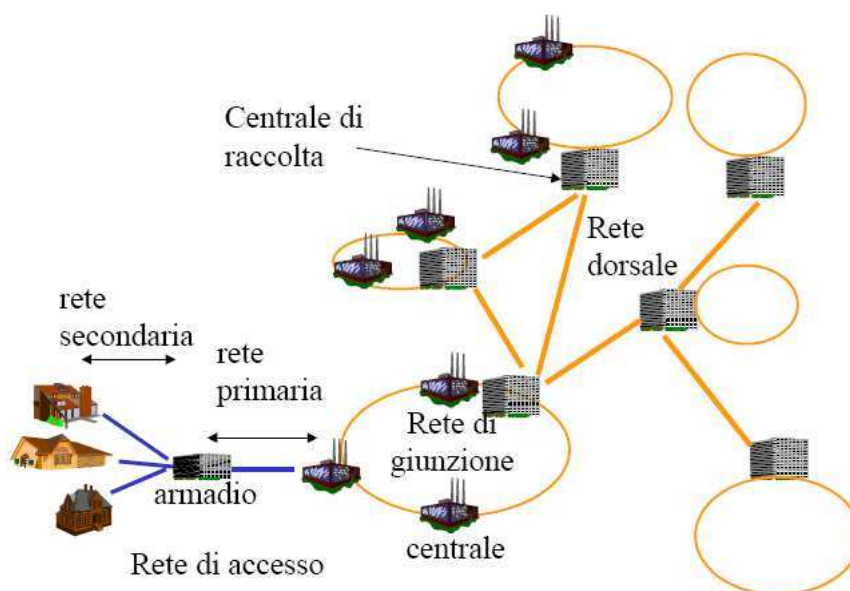
Piattaforme trasmissive asimmetriche come l'ADSL si stanno rivelando inadeguate a sostenere il traffico che si andrà a generare: per rispondere alle nuove sfide sono necessarie nuove reti, le citate NGN.

3 Le tecnologie

Quando si parla in generale di tecnologie a banda larga si fa riferimento alla rete di accesso e in particolare alle connessioni tra centrale e utenti (ultimo miglio). Il panorama attuale delle tecnologie di accesso del *local loop*, è assai variegato e complesso; in particolare le architetture di accesso a banda larga possono basarsi su:

- la preesistente rete di accesso telefonica in rame, in particolare il doppino telefonico attraverso le tecnologie DSL;
- l'utilizzo di rilegamenti in fibra ottica fino alla sede del cliente o fino all'edificio con architetture *Fiber To The Home (FTTH)* o *Fiber To The Building (FTTB)* rispettivamente;
- l'utilizzo di frequenze radio tra cui rientrano le reti WI-FI, WiMAX, i collegamenti via satellite, la telefonia di terza generazione UMTS e la TV digitale terrestre.

Uno schema generale della rete di telecomunicazione fissa è riportato nella figura.



4 Le tecnologie su rame

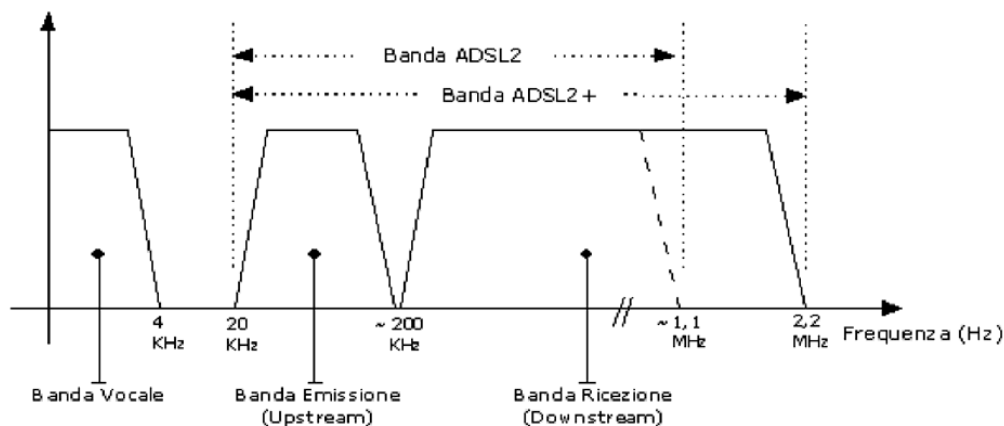
Nelle reti telefoniche pubbliche PSTN (*Public Switched Telephone Network*) il collegamento tra le utenze (le abitazioni) e la centrale telefonica più vicina, è chiamato *local loop*. Il *local loop* è nato per trasportare un segnale analogico vocale e la scelta del mezzo di trasmissione è ricaduta sul doppino intrecciato, un cavo composto di due fili di rame con guaina di plastica intrecciati tra loro, noto anche come *twisted pair*.

Sul doppino, il componente fisico più utilizzato per la realizzazione dei collegamenti di accesso tra gli utenti e gli apparati di centrale della rete telefonica tradizionale (ultimo miglio), è possibile la trasmissione digitale di dati attraverso l'adozione di tecnologie DSL o xDSL (*digital subscriber loop o digital subscriber line*) che consentono di raggiungere capacità di trasporto elevate grazie alla compressione del segnale. La banda in ricezione e in trasmissione (*downlink ed uplink*) è per lo più compresa fra 160 Kbps e 52 Mbps, a seconda della tecnologia DSL, delle condizioni della linea e del livello di servizio.

La diffusione delle trasmissioni digitali a banda larga trova il proprio collo di bottiglia proprio sul tratto terminale dominato dal doppino. Da un lato le prestazioni delle tecnologie xDSL dipendono fortemente dalla qualità e dalla lunghezza del doppino telefonico; dall'altro esistono limitazioni in termini di distanza fra utente e centrale telefonica, più restrittive per le velocità di trasmissione più elevate. Il fatto poi che il doppino sia uno solo, è tra i motivi del successo dell'ADSL (tra i componenti della famiglia xDSL). L'ADSL utilizza il sistema *multiplexing*, dividendo la banda larga fra più utenti. La caratteristica centrale da considerare nell'uso di un mezzo di trasmissione è l'ampiezza di banda ovvero l'intervallo di frequenze che esso consente di trasmettere. Il segnale vocale trasmesso sul *local loop* copre l'intervallo da 0 a 4KHz. La banda disponibile sul doppino è più ampia, ma dipende a sua volta dalla sua lunghezza: più un terminale è distante dalla propria centrale (quindi più lungo è il cavo), maggiore è il deterioramento del segnale. Al deterioramento del segnale contribuiscono anche la diafonia, cioè l'interferenza tra più linee poste una vicino all'altra, e l'interferenza dei segnali radio AM.

L'ADSL è nata per sfruttare a fondo la banda del *local loop*, anche se essa non consente di allontanarsi dalla centrale telefonica per più di 3,5 km. Tramite l'ADSL,

sullo stesso mezzo fisico, che in telefonia trasportava solo il segnale vocale, si trovano a viaggiare tre flussi di segnale separati (figura).



È significativo notare come la banda vocale rimanga completamente al di fuori, consentendo l'utilizzo contemporaneo di telefonia e internet. La suddivisione viene effettuata da circuiti a filtri passivi (*splitter*) da cui si diramano due linee: una porta il segnale telefonico analogico e l'altra porta il segnale digitale modulato. Nell'abitazione, alla porta del segnale analogico viene collegato il telefono, a quella digitale invece, un modem capace di trasformare il segnale digitale modulato nel segnale digitale per il computer.

Anche nella centrale dove giungono i doppiini telefonici, vi è uno *splitter*, per la separazione tra voce e dati. Qui il segnale vocale è filtrato e inviato al normale commutatore per il traffico vocale. Il segnale sopra i 26 kHz, invece, è passato a un dispositivo chiamato DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) che contiene lo stesso tipo di processore di segnale digitale integrato nel modem ADSL e si occupa di riorganizzare in un flusso di bit il segnale digitale, organizzarlo in pacchetti e poi inviarlo all'ISP (*Internet Service Provider*).

Con ADSL2+, infine, si raddoppia la frequenza massima utilizzata per la trasmissione dei dati, da 1,1 a 2,2 MHz: questo consente di poter modulare più informazioni nella stessa unità di tempo, quindi di portare un flusso dati di 25 Mbps su cavo telefonico. In questo caso bisogna fare ancor più attenzione alle distanze. Infatti, una buona resa di tale tecnologia è assicurata per poche migliaia di metri (1,5-2 km).

5 La fibra ottica

La fibra ottica sfrutta gli impulsi di luce che vengono trasmessi attraverso un sottile filo in biossido di silicio. Permette una larghezza di banda di due Gigabyte al secondo. Consente una velocità di trasmissione di oltre 10 Gbps per utente (fino a 200 volte superiore al doppino telefonico) e una connessione a internet permanente.

La fibra ottica è oggi, e lo sarà anche in futuro, la tipologia di accesso più importante e più consistente per grandi imprese e pubblica amministrazione, che hanno esigenze di molte centinaia di Mbit/s non compatibili con un accesso in rame. Le soluzioni di cablaggio in fibra ottica sono le seguenti:

- Raggiungere i singoli utenti con un accesso in fibra ottica, la cosiddetta FTTH (*Fiber To The Home*);
- Effettuare il cablaggio ottico fino agli edifici, la cosiddetta FTTB (*Fiber To The Building*), provvedendo poi al rilegamento dell'edificio con doppini in rame o con cavi che realizzano una rete locale;
- Effettuare il cablaggio fino alle immediate vicinanze dell'utente, con una soluzione intermedia, FTTC (*Fiber To The Curb*), con l'ultimo tratto, molto breve, coperto dal portante in rame adottando le tecnologie xDSL.

La soluzione attualmente più adottata è la FTTB (*Fiber To The Building*), mirata anche agli utenti domestici oltre che ai grandi clienti come aziende o enti di rilievo locale o nazionale (industrie, banche, università, assicurazioni, ecc).

Poiché diversi studi hanno mostrato che il costo dei componenti ottici è in continua diminuzione, è ragionevole attendersi che in futuro il costo per bit trasmesso potrà ridursi notevolmente.

6 Le tecnologie su onde radio

La possibilità di utilizzare la trasmissione radio nello spazio libero, per la realizzazione di porzioni del collegamento tra utente e rete, è alla base di molti differenti sistemi che vanno dalle cosiddette reti personali (tecnologia Bluetooth), alle reti locali (WLAN - *Wireless Local Area Network*), alle reti cellulari (UMTS) fino alla TV Digitale terrestre. L'utilizzo delle risorse radio ha in generale l'effetto di ridurre i costi per la realizzazione dell'infrastruttura di rete e i tempi di sviluppo del servizio sul territorio. Per contro, questo tipo di trasmissione, comporta l'utilizzo di bande di frequenza limitate.

La realizzazione di collegamenti radio per la sostituzione della rete di accesso fissa è allo studio da tempo e alcune aziende hanno già vinto gare regionali. Le tecnologie utilizzate a questo scopo sono indicate con il nome collettivo di WLL (*Wireless Local Loop*) le quali permettono collegamenti punto-multipunto a livello di rete di accesso (connettono via radio gli utenti a una stazione ricetrasmittente locale su aree di raggio dell'ordine di uno o alcuni km a seconda della tecnologia), sostituendo così la rete locale in fibra o rame.

Wireless Local Area Network (WLAN)

La tecnologia WLAN è stata sviluppata per fornire connettività wireless a banda larga tra i nodi di una rete locale come un ufficio o un campus. È sufficiente installare uno o più ricetrasmittitori (*Access Point*) e montare schede apposite sui PC che si vogliono collegare in rete. Le schede WLAN hanno un costo ridotto e vengono spesso fornite già integrate nei *laptop*. Data la bassa potenza di emissione l'area di copertura tipica di una rete WLAN si aggira intorno ai 100 m in caso di diffusione senza ostacoli (all'aperto) e diminuisce in presenza di pareti, superfici metalliche, o altri tipi di ostacoli.

Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)

WiMAX è una tecnologia che consente l'accesso a reti di telecomunicazioni a banda larga e senza fili (BWA - *Broadband Wireless Access*) e si caratterizza per prestazioni elevate in termini di velocità di trasmissione di dati, copertura e per i bassi costi. La possibilità di utilizzo su qualsiasi tipo di territorio, a prescindere dalle

caratteristiche geografiche (urbane o rurali), rende WiMAX competitivo per ogni tipo di utenza (dall'azienda all'utente singolo). WiMAX è in grado di operare sia su bande di frequenza sottoposte a licenza (cioè porzioni dello spettro di frequenze assegnate in uso esclusivo a enti e aziende) sia su bande "non licenziate" (frequenze per il cui utilizzo non vi è alcun pagamento).

WiMAX ha un potenziale teorico tale da consentire di allargare a molti milioni di persone gli accessi a internet senza fili, proprio per il basso costo e la relativa facilità di implementazione della struttura: la copertura senza fili di WiMAX si misura in km², mentre la copertura WiFi viene misurata in decine di m². Per questo motivo è una tecnologia che dovrebbe ridurre il digital divide.

CAPITOLO 1

COPERTURA DELLA BANDA LARGA IN ITALIA ED EUROPA

1.1 Dati ufficiali

Secondo dati OCSE (*Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico*) al 31 dicembre 2007, l'Italia, con 10 milioni e 122 mila connessioni a banda larga (che comprendono DSL, fibra e satellite), si trova al quarto posto in Europa dopo Germania (19 milioni 579 mila), Regno Unito (15 milioni 600 mila) e Francia (15 milioni 550 mila).

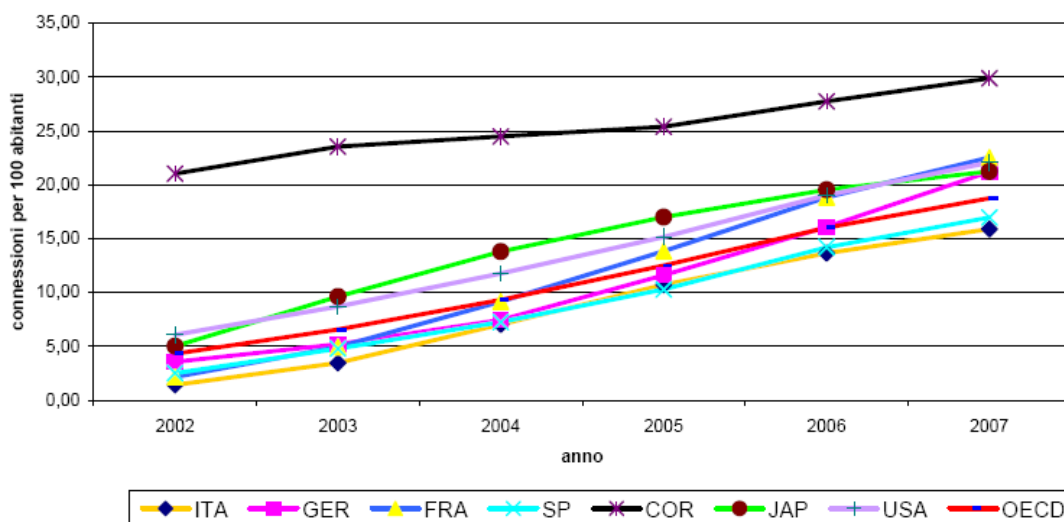
Nonostante i dati appaiano confortanti, la situazione è diversa considerando il tasso di penetrazione, misurato rapportando il numero di linee totali (residenziali e di business) a banda larga fisse disponibili (DSL, fibra, cavo, satellite) alla popolazione del paese. Sulla base di tale indicatore, l'Italia presenta nel 2007 un livello di penetrazione del 17,2%, inferiore alla media dell'Ue (20%) e a quello dei principali paesi (18% in Spagna, 23,8% in Germania, 24,6% in Francia, 25,8% nel Regno Unito).

	2002-Q2	2003-Q2	2004-Q2	2005-Q2	2006-Q2	2007-Q2	2007-Q4		Penetrazione BandaLarga (Dicembre 2008)
Australia	1,3	2,6	5,2	10,7	17,0	22,7	23,3		
Austria	4,6	6,5	8,7	12,4	15,7	18,6	19,6		
Belgio	6,2	10,2	14,2	17,4	19,2	23,8	25,7		
Canada	10,3	13,1	16,4	19,0	21,9	25,0	26,6		
Repubblica Ceca	0,1	0,3	0,8	4,1	9,4	12,2	14,6		
Danimarca	6,6	11,1	16,9	21,7	29,3	34,3	35,1		
Finlandia	3,5	5,3	10,9	18,7	24,9	28,8	30,7		
Francia	1,6	4	7,9	12,6	17,6	22,6	24,6		
Germania	3,2	4,8	6,6	10,2	15,1	21,2	23,8		
Grecia	0	0	0,2	0,8	2,7	7,1	9,1		
Ungheria	0,4	1,2	2,5	4,7	9,7	11,6	13,6		
Islanda	5,3	10,8	15,2	21,5	26,5	29,8	32,2		
Irlanda	0,1	0,4	1,6	4,2	8,8	15,4	18,1		
Italia	1,2	2,8	6,0	9,7	13,1	15,9	17,2		
Giappone	3,9	8,6	12,7	16,4	19,0	21,3	22,1		
Corea	20,3	22,9	24,2	25,5	26,4	29,9	30,5		
Lussemburgo	0,6	2,3	5,6	11,4	17,2	22,2	26,7		
Messico	0,2	0,3	0,7	1,7	2,8	4,6	4,6		
Olanda	4,9	9,1	15,4	22,3	28,8	33,5	34,8		
Nuova Zelanda	1,1	2,1	3,5	7	11,6	16,5	18,3		
Norvegia	3,0	6,2	11,3	18,1	24,4	29,8	31,2		
Polonia	0,2	0,5	1,2	2,2	5,3	8,0	8,8		
Portogallo	1,5	3,6	6,4	9,7	12,7	14,7	14,7		
Slovacchia	0	0	0,6	1,6	4,0	6,8	7,6		
Spagna	2,1	4,2	6,5	9,1	13,3	17,0	18,0		
Svezia	6,8	9,2	12,3	16,7	22,5	28,6	30,3		
Svizzera	3,8	9,2	14,6	20,2	26,2	30,7	31,0		
Turchia	0	0,1	0,3	1,2	2,9	5,2	6,0		
Regno Unito	1,3	3,7	7,4	13,3	19,2	23,7	25,8		
USA	5,5	7,9	10,9	14,2	17,9	22,1	23,3		
OCSE	3,8	5,9	8,5	11,6	15,1	18,8	20,0		
								Denmark	37,2
								Netherlands	35,8
								Norway	34,5
								Switzerland	33,5
								Iceland	32,8
								Korea	32,0
								Sweden	32,0
								Finland	30,7
								Luxembourg	30,0
								Canada	29,0
								United Kingdom	28,5
								Belgium	28,1
								France	28,0
								Germany	27,4
								United States	26,7
								Australia	25,4
								Japan	23,6
								New Zealand	21,9
								Austria	21,6
								Spain	20,8
								Ireland	20,6
								Italy	19,2
								Czech Republic	17,2
								Hungary	16,8
								Portugal	16,0
								Greece	13,5
								Slovak Republic	11,5
								Poland	10,5
								Turkey	7,8
								Mexico	7,2
								OCSE	22,6

Fonte: OECD Broadband statistics e Eurostat luglio 2007.

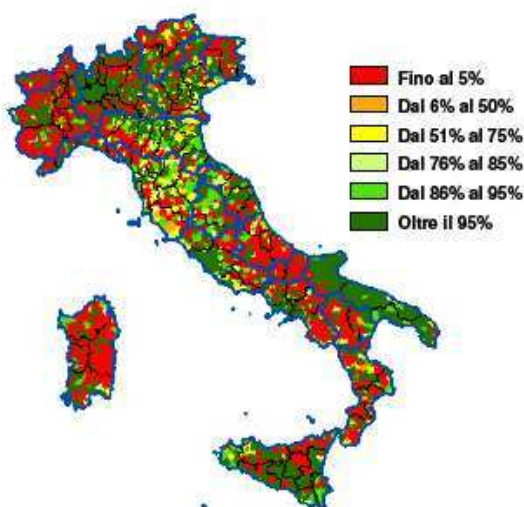
Tasso di penetrazione della banda larga nei paesi OCSE

La situazione dell'Italia risulta insoddisfacente anche in termini di dinamica. In cinque anni, tra il 2002 e il 2007 il tasso di penetrazione è cresciuto del 14,9%: l'Italia, infatti, è passata dall'1,2% al 17,2%, ma nonostante questo passo in avanti, dobbiamo ritenere il nostro paese tra quelli più arretrati in confronto agli altri stati europei (3,6 punti in meno rispetto a quanto abbiano fatto in media i paesi dell'UE). Tra il luglio del 2006 e il luglio del 2007, tale tasso ha registrato un aumento di soli 2,8 punti, una crescita modesta se paragonata ai 7,6 della Danimarca, ai 5,8 della Germania o ai 4,3 della Francia. Un altro 2% è stato raggiunto tra il 2007 e il 2008.



Dinamica del tasso di penetrazione (2002-2007)

L'Infrastruttura per l'accesso a banda larga ha avuto nell'ultimo periodo uno sviluppo significativo, sia in termini quantitativi, sia in termini qualitativi. A dicembre 2007, l'accesso ad Internet ha raggiunto il 90% della popolazione, rispetto a poco più del 40% del dicembre 2002. Ma circa 6 milioni di cittadini sono a rischio di digital divide. Il digital divide infrastrutturale, tocca la maggior parte delle regioni, a prescindere dal loro potenziale economico. In particolare, le zone con una più elevata copertura sono quelle morfologicamente più agevoli per lo sviluppo delle infrastrutture (pianure e zone ad alta densità di popolazione) e le aree metropolitane/urbane.



Copertura BB (% pop)	In area Urbana **	In area Suburbana **	In area Rurale **
88%	98%	84%	46%

Copertura Broadband* (% popolazione)	Comuni (#)	Popolazione (%)
Fino al 5%	3.845	12%
Dal 6% al 50%	73	1%
Dal 51% al 75%	233	3%
Dal 76% al 85%	186	4%
Dal 86% al 95%	306	10%
Oltre il 95%	3.458	71%
TOTALE	8.101	100%

* Superiore a 128 Kbps

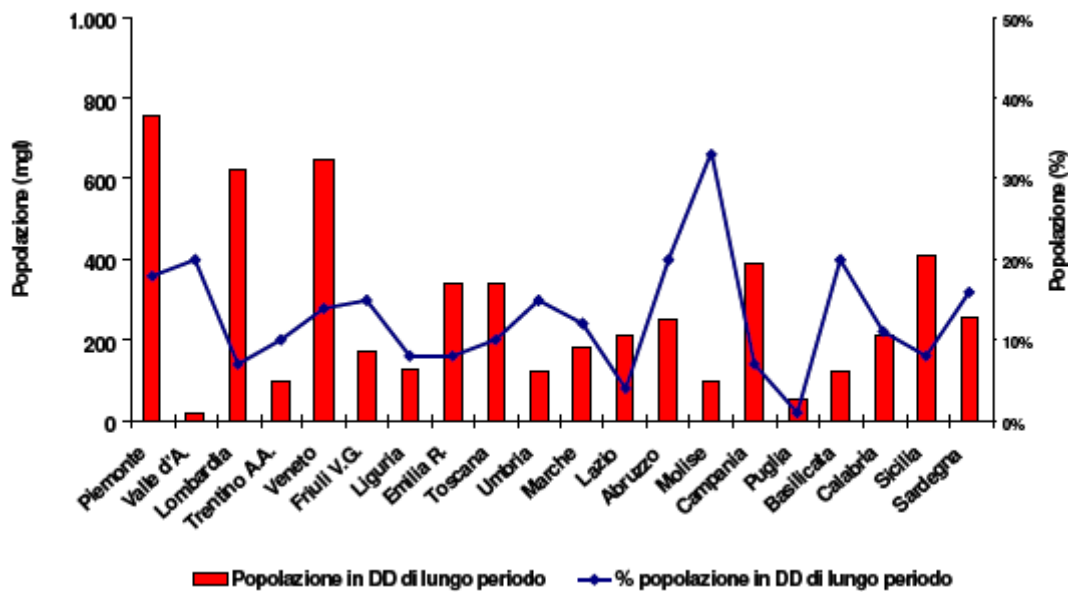
** Urbana: (> 500 ab./kmq); Suburbana(100-500 ab./kmq)
Rurale(<100 ab./kmq)

La condizione da sostenere per l'offerta e la diffusione dei servizi con velocità di accesso elevate è costituita dalla connessione in fibra ottica delle dorsali alle centrali telefoniche della rete di trasporto e dalla presenza di apparati DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) nelle centrali telefoniche. Utilizzando queste due variabili è possibile differenziare il territorio nazionale non solo in funzione della mancanza di copertura ADSL, ma soprattutto in relazione alla complessità e al costo degli interventi necessari per la risoluzione del problema del digital divide infrastrutturale.

Risulta, quindi, possibile suddividere il territorio nazionale in tre zone:

1. Aree in digital divide di lungo periodo: servite da centrali telefoniche prive di DSLAM e di collegamenti in fibra ottica. L'abilitazione dei servizi ADSL di tali centrali richiede interventi costosi, lunghi e complessi come la posa di nuove linee in fibra ottica;
2. Aree in digital divide di medio periodo: servite da centrali telefoniche prive di DSLAM, ma dotate di collegamenti in fibra ottica. Telecom Italia sta gradualmente attrezzando questo tipo di centrali, sebbene però ve ne sia un certo numero di piccole dimensioni che, nonostante l'esistenza del collegamento in fibra ottica, non sono comunque in grado di generare ricavi tali da giustificare l'installazione di un DSLAM. Tali aree sono comunque considerate in una situazione di digital divide di medio periodo, in quanto potrebbero essere abilitate in tempi brevi, una volta che si sia deciso di intervenire con l'installazione dell'apparato;
3. Aree in copertura ADSL: servite da centrali telefoniche attrezzate con DSLAM. In tali centrali sono disponibili servizi a banda larga per gli utenti connessi.

A settembre 2006, il 9% della popolazione italiana risiede in zone caratterizzate da situazioni di digital divide di lungo periodo, mentre il 3% si trova in aree di digital divide di medio periodo. Per il 9% della popolazione italiana, quindi, l'accessibilità ai servizi a banda larga non solo risulta essere un problema attuale, ma rischia di continuare ad esserlo anche in futuro.



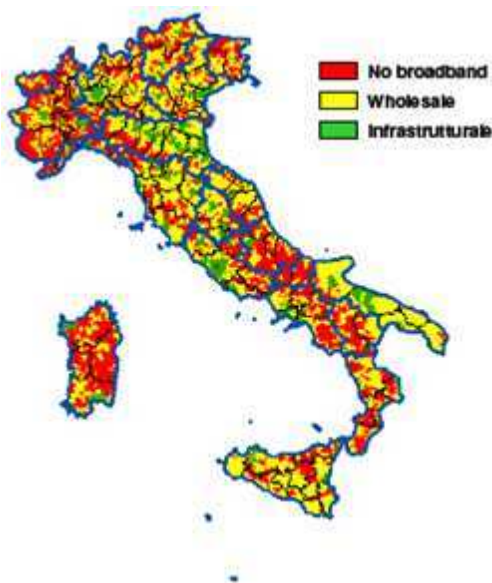
Dalla figura si nota come, in termini di percentuale della popolazione, le regioni più colpite dal digital divide di lungo periodo sono Molise, Basilicata e Valle d'Aosta, mentre in termini di numero di cittadini esclusi il maggior problema è riferibile a Piemonte, Veneto e Lombardia. Queste ultime, complessivamente, rappresentano circa un terzo del totale dei cittadini in digital divide di lungo periodo.

1.2 La competizione tecnologica

La copertura ADSL ha raggiunto l'88% della popolazione italiana, ma solo la metà ha accesso a piattaforme multi-tecnologiche ad altissima velocità.

Analizzando congiuntamente le tecnologie impiegate per offrire i servizi a banda larga e il livello concorrenziale, si possono identificare tre tipologie di territorio dove il mercato si sviluppa.

Da un lato, si collocano le aree metropolitane, dove sono disponibili l'insieme delle tecnologie di accesso a banda larga e il mercato si contraddistingue per l'elevata competizione fra molteplici operatori, intendendo per tali anche quelli che utilizzano l'ULL (*Unbundling del Local Loop*). Dall'altro, si posizionano le aree rurali più disagiate del Paese, dove l'unica soluzione disponibile per l'accesso ai servizi a banda larga è rappresentata dal satellite e, di conseguenza, la concorrenza è praticamente nulla. Nel mezzo, si collocano quelle aree che, essendo raggiunte esclusivamente dalla copertura ADSL di Telecom Italia, sono caratterizzate da un mercato in cui la competizione fra operatori è basata sulla rivendita dei servizi acquistati all'ingrosso (*Wholesale*). Gli OLO (*Other Licensed Operator*), dovendo sfruttare le linee dell'*Incumbent*, pagando quindi un "affitto", non riescono ad offrire servizi a prezzi molto appetibili. La figura seguente caratterizza il territorio nazionale in funzione delle tre aree di accessibilità/competizione appena descritte:



Competizione broadband	Comuni (#)	Popolazione (%)
No broadband	3.845	12%
Wholesale	3.729	41%
Infrastrutturale (ULL e FO)	527	46%
TOTALE	8.101	100%

Il 46% della popolazione italiana risiede in zone ad elevata competizione (Infrastrutturale), dove sia l'operatore storico che gli operatori alternativi hanno realizzato i propri investimenti, posando fibra ottica e installando propri apparati per realizzare la rete di accesso. In questo contesto, il meccanismo del libero mercato esprime appieno le proprie potenzialità, generando una competizione basata sui massimi livelli di innovazione tecnologica e di prodotto e un'ampia accessibilità all'intera gamma dei servizi a banda larga.

1.3 Prospettive

Le aree in digital divide coincidono spesso con le zone più disagiate del Paese, caratterizzate da bassa densità di popolazione e ridotte potenzialità economiche, che rendono difficile un adeguato ritorno degli investimenti. Di conseguenza, al fine di garantire la massima disponibilità dei servizi a banda larga sul territorio, diventa necessaria un'azione che coinvolge tutti i soggetti interessati, pubblici e privati, regolata da norme attuate da enti governativi.

Tali norme comprendono sia interventi finalizzati a garantire l'accesso alla rete di Telecom Italia da parte degli operatori concorrenti, sia interventi (a livello statale e regionale) per potenziare le infrastrutture e abbattere il divario digitale tra aree urbane e periferiche. La presentazione da parte di Telecom dell'offerta per la fornitura del servizio *Bitstream* su rame e fibra ottica ad un prezzo fissato, può costituire un utile strumento per l'ingresso di altri operatori. Occorre, tuttavia, un controllo stringente da parte dell'AGCOM sulle applicazioni dell'offerta per i servizi *Bitstream* al fine di garantire l'effettivo orientamento al costo dei prezzi praticati agli operatori concorrenti.

Non bisogna, inoltre, trascurare il rischio che, con l'evoluzione dei servizi di rete (e il loro crescente fabbisogno di banda), si vengano a creare nuove forme di divario infrastrutturale, tra le aree dove l'evoluzione tecnologica della rete consente di abilitare tutti i servizi e quelle dove tali servizi possono essere erogati solo parzialmente.

1.4 Il ruolo chiave delle Regioni

Dal punto di vista dell'estensione territoriale, l'86% degli investimenti riguarda il territorio regionale, il 10% riguarda territori provinciali e solo il 4% complessivo è concentrato su specifici Comuni o Comunità Montane. Si conferma, quindi, la rilevanza dell'iniziativa regionale per il problema del digital divide.

Riguardo invece alla finalità degli interventi, inizialmente, poco più del 40% degli investimenti veniva destinato alle zone in digital divide, mentre la maggior parte mirava essenzialmente a fornire nuove tecnologie di accesso avanzate per l'ammodernamento delle reti, soprattutto della Pubblica Amministrazione.

Tuttavia, negli ultimi anni è progressivamente aumentata la sensibilità al problema del digital divide infrastrutturale e si sono moltiplicati i piani di intervento focalizzati sulle aree più remote, con l'obiettivo principale di consentire l'accesso a banda larga al maggior numero possibile di cittadini mediante l'utilizzo di diversi mix tecnologici.

CAPITOLO 2

INTERVENTI PER LA LIBERALIZZAZIONE DEL MERCATO ITALIANO DELLE TELECOMUNICAZIONI E SUO STATO ATTUALE

2.1 Mancanza di concorrenza

In realtà, ancor prima che sui prezzi, il problema della scarsa situazione concorrenziale in Italia, nel mercato della banda larga e più in generale delle telecomunicazioni, ha risvolti negativi sullo sviluppo di nuove tecnologie e sugli investimenti in infrastrutture all'avanguardia. Il problema è strategico: con il diffondersi presso le famiglie delle tecnologie digitali, la domanda di banda larga cresce non solo in termini di numero di contratti, ma soprattutto nella richiesta di maggior velocità di trasmissione dell'informazione. D'altra parte, il perdurare fino a poco tempo fa, di una posizione di monopolio sull'ultimo miglio da parte di Telecom Italia e la conseguente difficoltà da parte degli OLO di rendersi competitivi sul mercato, ha rallentato l'investimento in reti di nuova generazione, rendendo l'offerta sempre più inadeguata. La maggiore richiesta di risorse da parte della domanda, in presenza di un'offerta non adeguata, generano fenomeni di congestione, con conseguente rallentamento della trasmissione e peggioramento dei servizi oltre a spingere i prezzi a rialzo.

La mancanza di concorrenza porta inoltre all'incapacità di attrarre capitali nel mercato monopolizzato, dato che i rischi per gli investitori sarebbero troppo elevati. Questo effetto rallenta la diffusione dei servizi e delle nuove tecnologie in quanto, vengono a mancare gli incentivi a investire in ricerca e sviluppo e a intraprendere investimenti di lungo periodo.

2.2 Nascita dell'AGCOM

Fino al 1990, negli stati membri dell'UE, l'installazione e la gestione della rete di telecomunicazioni erano generalmente conferite ad uno o più organismi mediante la concessione di diritti esclusivi o speciali (diritti ricoperti da parte dello stato, o direttamente conferite ad imprese pubbliche).

L'intervento dello Stato, però, limitava la possibilità che altre imprese potessero fornire gli stessi servizi a condizioni migliori e più vantaggiose per il consumatore.

Con lo sviluppo dell'Unione Europea, la normativa comunitaria si è orientata verso una maggiore liberalizzazione di diversi mercati economici tra i paesi membri e di una maggiore tutela del consumatore. Ciò si è concretizzato, per il settore delle telecomunicazioni (TLC), con una prima direttiva comunitaria del 1990 (versione definitiva del 1993) con il sottotitolo "Completa liberalizzazione del Mercato delle TLC". I punti più importanti sono:

- L'abolizione, da parte di tutti gli stati membri, dei diritti esclusivi o speciali per la fornitura di servizi di TLC diversi dai servizi di telefonia vocale e l'adozione di misure atte a garantire ad ogni operatore economico il diritto a fornire tali servizi;
- Deve essere data la possibilità, agli operatori che fanno domanda di ottenere circuiti affittati entro un termine di tempo ragionevole e che l'uso di questi ultimi non sia oggetto di alcuna restrizione, salvo quelle eventuali previste per legge (*Unbundling, Wholesale*);
- Non possono esistere discriminazioni tra i fornitori di reti pubbliche.

L'Italia si è adeguata alla normativa europea attraverso la Legge 249/1997 ed il Decreto del Presidente della Repubblica 1997/318. In particolare, il DPR 318 ha posto fine ai diritti di esclusiva o altri diritti speciali per l'installazione di infrastrutture e per la fornitura di servizi di TLC, aprendo così le porte alla piena concorrenza. Inoltre, tale decreto, prevede misure normative per l'*Unbundling* del *local loop*, per la mancanza di alternative nell'ultimo miglio. L'applicazione della normativa nazionale è demandata principalmente all'AGCOM (Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni).

Detta autorità, istituita con la legge 249/1997 e divenuta operativa nel giugno 1998, è preposta, fra l'altro, al rilascio di licenze agli operatori di servizi di TLC e alla composizione di vertenze in materia di interconnessione. Tale organismo è l'unico, tra gli equivalenti degli altri paesi europei, a possedere una competenza orizzontale sull'intero settore delle comunicazioni (Radiodiffusione, Telecomunicazioni e Stampa).

Con la legge 287/1990, veniva invece costituito l'Antitrust, con competenze generali in materia di concorrenza e l'obiettivo di evitare che gli operatori attuali abusino di vantaggi acquisiti durante i precedenti regimi normativi.

Questa situazione legislativa ha consentito all'Italia di muoversi più velocemente nella prima fase di liberalizzazione ma, nonostante gli sforzi, la situazione concorrenziale non è stata in grado di favorire operatori minori, limitando quindi lo sviluppo della banda larga.

2.3 Le normative per lo sviluppo dei servizi a banda larga

Gli interventi realizzati dall'AGCOM in Italia, al fine di superare i ritardi nella diffusione della banda larga, sono stati prevalentemente finalizzati a:

- a) garantire agli OLO l'accesso alla rete di Telecom;
- b) promuovere lo sviluppo delle infrastrutture attraverso il coordinamento degli interventi tra i vari livelli territoriali di governo e gli operatori privati.

2.3.1 L'accesso alla rete di Telecom Italia

La disciplina dell'accesso alla rete Telecom è stata fortemente influenzata dall'attività dell'Unione Europea al fine di liberalizzare il settore delle telecomunicazioni. L'evoluzione delle tecnologie e il conseguente ampliamento della gamma dei servizi offerti, ha aperto la strada alla progressiva riduzione dell'intervento pubblico. Gli interventi adottati a partire dagli anni Novanta hanno imposto:

- 1) l'abolizione di diritti esclusivi o speciali sui servizi e reti di telecomunicazioni;
- 2) l'accesso ai mercati con autorizzazioni non discrezionali;
- 3) l'affidamento delle funzioni di regolazione a un organismo indipendente dagli operatori del settore. Così, tutti gli operatori possono operare solo mediante autorizzazione concessa dall'organismo.

Al fine di rimuovere gli ostacoli allo sviluppo della concorrenza nei mercati in cui siano presenti più operatori, l'AGCOM può imporre obblighi di non discriminazione (l'operatore deve applicare ai propri concorrenti condizioni economiche e tecniche equivalenti a quelle praticate ai propri partner commerciali o alle proprie consociate), di separazione contabile, di accesso e di uso di determinate risorse di rete, di controllo dei prezzi e di contabilità dei costi.

Per garantire agli OLO l'accesso alla rete dell'*Incumbent*, le Autorità nazionali hanno introdotto, in diversi tempi, sistemi quali il *Bitstream*, *ULL*, *Wholesale*.

Il servizio *Bitstream* consiste nella fornitura all'ingrosso da parte dell'operatore proprietario dell'infrastruttura necessaria della capacità trasmissiva tra la postazione di un cliente finale e un punto di interconnessione o PoP (*Point of Presence*) di un altro operatore OLO che, a sua volta, vuole offrire servizi a banda larga ai propri clienti. Quanto più l'operatore sceglie di avvicinarsi all'utente, tanto più i provider devono investire nell'affitto di cavi estesi fino a incrociarsi con la rete Telecom. Aumentano quindi i loro costi di start-up del servizio.

In cambio, avvicinandosi all'utente è possibile controllare l'offerta finale, personalizzarla in termini di banda allocata per utente, velocità di picco, garanzie.

Si differenzia dai servizi *ULL (Unbundling Local Loop)* e *Shared Access* che consistono nell'affitto della rete locale (ultimo miglio) ad un operatore concorrente che ne assume la gestione.

L'accesso disaggregato alla rete locale richiede investimenti significativi ed è possibile solo agli operatori proprietari di infrastrutture. Il servizio *Bitstream*, invece, consente il raggiungimento dei clienti finali anche ad operatori senza infrastrutture di questo tipo.

L'operatore non è obbligato a investire nel *Bitstream*: in certe zone, potrà continuare a comprare l'attuale offerta all'ingrosso Telecom, più semplice e "chiavi in mano" (ma meno personalizzabile).

Al fine di rimuovere gli ostacoli all'accesso, l'Autorità ha imposto all'ex monopolista l'obbligo di presentare un'offerta di riferimento sia per l'accesso alle reti in rame, sia per il servizio *Bitstream*, su rame e fibra ottica, con la previsione di condizioni economiche e tecniche equivalenti a quelle che Telecom applica alle proprie divisioni commerciali, alle società a essa collegate o da essa controllate.

Il prezzo, inoltre, deve essere fissato sulla base dei criteri stabiliti dall'AGCOM in modo da riflettere il costo effettivo sostenuto da Telecom più una quota di rendimento adeguato fissata dall'Autorità (*cost plus*).

Atteso da lungo tempo da operatori e utenti ADSL, il *Bitstream* è stato accolto nel giugno 2007 (data della prima formulazione dell'offerta di riferimento) come riforma del settore dei servizi di interconnessione, presentandosi come l'opportunità per offrire ai propri clienti servizi di connettività a banda larga più competitivi grazie ai costi più bassi di acquisto fissati dall'*Incumbent*.

Telecom Italia fornisce i servizi *Bitstream* mediante l'impiego delle reti di trasporto dati che essa stessa impiega nei servizi rivolti alle proprie divisioni commerciali, a società collegate o controllate per la predisposizione dei propri servizi a banda larga.

2.3.1.1 *Wholesale*

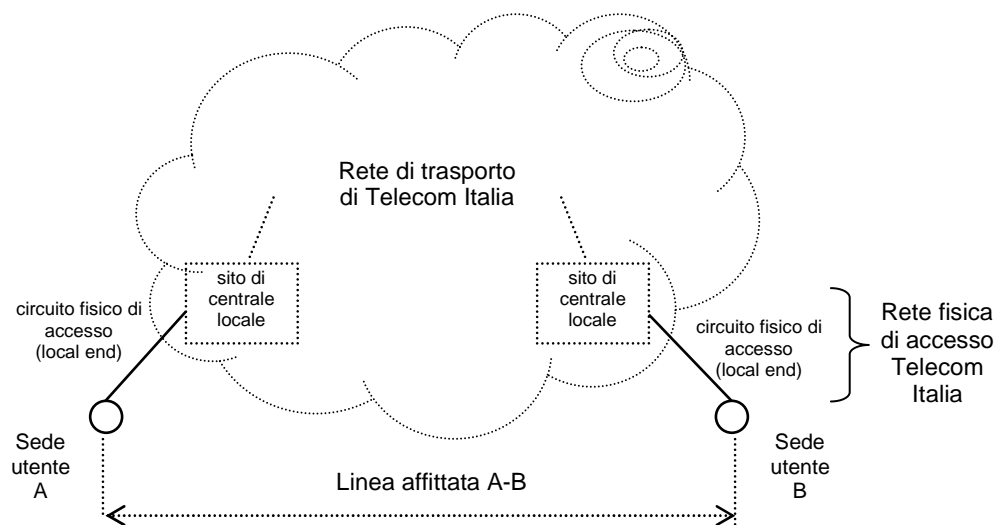
La linea affittata è un servizio offerto dall'operatore *Incumbent* tra due punti terminali della propria rete, sedi dei clienti utilizzatori finali: la fornitura del predetto servizio *end to end*, non richiede l'impiego di infrastrutture o sistemi di altri operatori.

Si tratta di un servizio di connettività che presenta le seguenti caratteristiche:

- a) si realizza interamente sulla rete dell'operatore che offre il servizio;
- b) collega punti terminali di rete, sedi dei clienti;
- c) assegna e riserva "logicamente" al cliente che domanda il collegamento di linea affittata specifiche risorse funzionali e trasmissive della rete di TLC (es. flussi trasmissivi e permutazioni).

I punti appena elencati riassumono l'elemento più significativo del servizio finale delle linee affittate: l'impiego di un insieme di risorse di rete completo ed "autosufficiente" in grado di erogare un servizio di connettività tra due utenti finali.

La figura esemplifica la struttura di rete associata ad una linea affittata.



Linea affittata tra le sedi A e B realizzata esclusivamente attraverso la rete pubblica di telecomunicazioni di Telecom Italia.

Peraltro la configurazione impiantistica del servizio *end to end* è assolutamente indipendente dalla tipologia del cliente e dall'utilizzo finale. Un operatore, ad esempio, può utilizzare la linea affittata per realizzare la connettività tra le proprie centrali. La configurazione ed il servizio di linee affittate è, quindi, il medesimo.

2.3.1.2 ULL – *Unbundling Local Loop*

La disaggregazione della rete d'accesso, integra la gamma dei servizi intermedi messi a disposizione degli operatori da Telecom Italia per l'utilizzo di linee affittate.

L'*ULL* è anche noto come "liberalizzazione dell'ultimo miglio", intendendo come ultimo miglio di cavo telefonico, quello che dalla centrale telefonica arriva direttamente in casa del cliente.

Si divide in *full Unbundling* e *Shared Access*.

Aderire all'*ULL full* significa cambiare gestore di telefonia fissa, e quindi rompere il contratto con l'operatore precedente. Viceversa, con la scelta tecnologica dello *Shared Access* è possibile mantenere il contratto voce con l'operatore dominante (*Incumbent*) ed avere un contratto di fornitura del servizio ADSL con un OLO in *ULL*, ossia non passando dalla rete di Telecom ma direttamente dai DSLAM dell'operatore presso la centrale. In sostanza, il doppino viene affittato solamente per

una porzione di banda ad un operatore diverso senza dover abbandonare l'operatore di riferimento.

Tramite l'*Unbundling*, l'operatore connette i doppi di proprietà Telecom alla propria centrale telefonica e ai propri DSLAM per fornire ADSL e traffico voce. Tipicamente la centrale è la stessa di Telecom, ma all'interno vengono poste le attrezzature del singolo OLO.

Lo *Shared Access*, nonostante sia la tecnologia più semplice ed economica per avere l'ADSL da un altro operatore, è uscita in seguito sul mercato: prima per poter avere il servizio DSL da un OLO era necessario distaccarsi completamente da Telecom.

Tecnologie		Anno di introduzione	Linea dell' <i>Incumbent</i> in affitto	Proprietà degli OLO	Investimenti strutturali necessari	Tecnologia affittata	Velocità	Costo del servizio all'utente finale
<i>Bitstream</i>		2006	Variabile: dal cliente finale fino al punto di interconnessione con l'operatore OLO	Rete propria dal PoP verso le dorsali nazionali	Relativamente bassi (possibilità di offrire servizi anche per gli OLO con infrastrutture limitate)	Fibra/rame	Dipendente dalla rete dell'operatore OLO e dal tratto di linea affittata	Maggiore possibilità di personalizzazione della tariffa all'utente rispetto al <i>Wholesale</i>
<i>ULL</i>	<i>Shared Access</i>	2000	Frequenze ADSL ultimo miglio	- Rete fino alla centrale - DSLAM	Abbastanza elevate (occorre quasi tutta la rete, tranne l'ultimo miglio)	Rame	Dipendente principalmente e dalla rete dell'OLO (uso di fibre ottiche, rame)	Buona personalizzazione da parte dell'OLO. Nel caso di SA l'utente può mantenere l'abbonamento voce con l' <i>Incumbent</i>
	<i>Full ULL</i>	1997	Ultimo miglio (doppino intero)	- Rete, - Centrale telefonica, - DSLAM		Rame		
<i>Wholesale</i>		1997	Tratto tra 2 utenze terminali sulla rete <i>Incumbent</i>	Nessuna: affitto dell'intera linea dell'operatore <i>Incumbent</i>	Molto limitati	Fibra/rame	Quella offerta dalla rete <i>Incumbent</i>	Vicino a quello dell'operatore. Personalizzazione molto limitata

Caratteristiche per le varie tipologie di accesso alla rete dell'*Incumbent*

2.3.2 Lo sviluppo delle infrastrutture

L'obiettivo di sviluppare le tecnologie a banda larga rappresenta una delle priorità di politica economica. Gli interventi nati, con il fine di potenziare le infrastrutture ed abbattere il digital divide che caratterizza il territorio, sono sia statali che regionali.

I principali interventi a livello statale sono rappresentati:

1. dallo sviluppo di una procedura unitaria, per la realizzazione di reti e infrastrutture di comunicazione elettronica, compresa quelle necessarie alla fornitura dei servizi a banda larga. Nel rispetto del quadro normativo nazionale le Regioni e gli enti locali possono dettare disposizioni integrative;
2. dal rilascio di aiuti agli operatori per lo sviluppo della banda larga nelle aree sottoutilizzate;
3. dai protocolli d'intesa tra Ministero delle Comunicazioni e i primi due operatori, Telecom Italia e Fastweb, per favorire lo sviluppo di infrastrutture a banda larga su tutto il territorio nazionale. L'obiettivo dell'accordo è quello di individuare le strategie perseguibili sul territorio per creare un'infrastruttura evoluta abilitante alla banda larga per erogare servizi innovativi;
4. dall'istituzione del Comitato per la diffusione della banda larga in Italia che ha dettato linee guida per l'avvio da parte delle Regioni di un piano territoriale per il superamento del divario digitale. Il nodo principale prevede che l'amministrazione locale realizzi l'infrastruttura passiva (cavidotto e fibra) per collegare punti di raccolta di accesso (centrali, antenne base, ecc.) alle dorsali degli operatori, e conceda in affitto l'infrastruttura a uno o più operatori che in questo caso completano la rete con l'installazione dei propri apparati per l'attivazione del servizio di connettività.

In questo ultimo caso, il settore pubblico interviene al livello più basso della catena del valore, ovvero realizza quella parte di intervento che generalmente

rappresenta la più grande barriera all'entrata per gli operatori (circa il 70 per cento dei costi da sostenere per implementare una nuova rete *wired* e il 40 per cento per una *wireless*). Questo modello può essere utilizzato per aumentare la capillarità della rete in fibra ottica, che è indispensabile nel medio - lungo periodo per sostenere l'evoluzione incrementale delle velocità di accesso.

Anche a livello regionale sono state intraprese iniziative volte a potenziare le infrastrutture per abbattere il digital divide. Tenendo conto della popolazione in questa situazione, le regioni che mostrano i valori più elevati, sono la Provincia Autonoma di Trento, il Friuli Venezia Giulia, la Puglia e la Sicilia, mentre il Veneto, il Lazio e la Liguria mostrano i valori più bassi.

Alcune iniziative sono state proposte seguendo le "Linee guida del Comitato per la banda larga", mentre altre sono state intraprese autonomamente. I principali interventi sono rappresentati da:

a) Protocolli d'intesa con operatori per la realizzazione delle infrastrutture

Alcune Regioni (Piemonte, Liguria) hanno approvato protocolli d'intesa con gli operatori di telefonia al fine di condividere informazioni sulla pianificazione dei propri investimenti per lo sviluppo della rete infrastrutturale e coordinare le azioni reciproche.

b) Sovvenzione agli operatori per la realizzazione delle infrastrutture strategiche

Sono stati selezionati uno o più operatori di telecomunicazioni che volessero coinvestire sul territorio per dare servizi di connettività a cittadini e imprese, sostenendone l'azione tramite incentivi, nei luoghi in cui ci sia un saldo negativo tra ricavi e costi stimati.

c) Realizzazione di un sistema integrato di servizi a banda larga da parte degli enti locali della Regione

Nelle Regioni Sicilia, Veneto, Marche, Piemonte, sono state intraprese iniziative finalizzate alla realizzazione di un'infrastruttura a banda larga che colleghi gli enti locali della Regione.

Sia gli interventi statali che regionali si basano sulla considerazione della banda larga come servizio universale: occorre garantire a tutti i cittadini la possibilità di usufruire dei servizi della rete.

Promuovere la connettività veloce al livello di servizio universale, significa renderla, di fatto, un "diritto" per ogni cittadino. Questo, naturalmente, porta con sé nuovi obblighi per gli operatori: saranno, infatti, questi ultimi a dover assicurare la copertura anche in quelle zone dove non è garantito il ritorno economico. E' necessario, quindi, da un lato offrire a chi investe una giusta remunerazione e dall'altro creare concorrenza e non barriere di ingresso.

Per favorire questo processo, l'Ue ha redatto le linee guida per l'assegnazione degli aiuti di Stato. Si tratta di un set di regole sugli aiuti, per favorire la banda larga nei paesi Ue e permettere, per la prima volta, il corretto sviluppo delle reti NGN ad altissima velocità.

L'Ue considera la banda larga strategica, tanto da promuovere con un miliardo di euro il suo sviluppo, assieme alla crescita delle aziende e la creazione di nuovi posti di lavoro per arrivare alla penetrazione del 100% sul territorio, fronteggiando la crisi. L'Ue appoggia l'approccio nell'investimento pubblico.

La seguente tabella illustra i principi utilizzati per la definizione della regolamentazione sugli aiuti.

Nella prima parte sono riassunti i requisiti necessari per considerare un aiuto tale, e gli obiettivi che si vuole raggiungere. Nella seconda, invece, per tipologia di rete vi è la suddivisione del mercato in base al livello di connettività già disponibile (Area Bianca, Nera, Grigia) e le regole per l'assegnazione delle risorse.

	<p><i>Requisiti:</i> 1) Devono essere conferiti da risorse Statali 2) Devono portare un vantaggio economico alle imprese 3) Minacciano la concorrenza 4) Falsano gli scambi tra gli operatori.</p> <p><i>Obiettivi:</i> - 100% di copertura entro il 2010, tra cui zone a fallimento di mercato; - aumento della concorrenza.</p> <p>Non sono ammessi aiuti che favorendo alcune imprese, falsino la concorrenza: gli aiuti non devono ostacolare l'iniziativa di investimento di imprese private pronte ad investire o che hanno già investito. Gli aiuti devono essere mirati e frutto di un'attenta valutazione.</p>	
	Banda Larga tradizionale	Rete NGN
Tipi di intervento	Diffondere la banda larga nelle zone non raggiunte dal servizio.	Favorire la diffusione delle reti ad alta velocità, soprattutto nelle aree ritenute non redditizie attraverso finanziamenti e aiuti ai fornitori (cessione diritti passaggio, stesura cavi/cavidotti, ecc...)
Aree BIANCHE	Infrastruttura a B.L. inesistente, senza progetti per il suo sviluppo nel medio-lungo termine. Aiuti di stato disponibili.	Aree sprovviste di reti ad alta velocità e dove per i 5 anni successivi sono improbabili investimenti. La banda larga tradizionale esiste già, ed occorre dimostrare il maggior fabbisogno di banda
Aree NERE	Presenza di due o più fornitori di servizi a B.L. Concorrenza elevata, niente fallimento di mercato: molto difficile l'assegnazione di aiuti.	E' presente, o verranno sviluppate nei 5 anni successivi, più reti NGN.
	Non sono necessari aiuti: falserebbero la concorrenza. Vista l'elevata concorrenza, gli operatori dovrebbero essere automaticamente incentivati ad investire.	
Aree GRIGIE	Presenza di un unico operatore che offre la B.L. Tale situazione non esclude il fallimento di mercato.	E' presente, o verrà sviluppata nei 5 anni successivi, una rete NGN.
	Analisi approfondita della situazione per limitare le interferenze degli aiuti con le dinamiche di mercato (concorrenza, operatori pronti ad investire).	
Valutazioni sulle condizioni per fornire gli aiuti	<ul style="list-style-type: none"> - Analisi del mercato (determinazione del tipo di area) - Gara d'appalto pubblica - Aiuti all'operatore con offerta più economica - Neutralità tecnologica - Utilizzo di infrastrutture esistenti - Accesso all'ingrosso - Controllo dei prezzi praticati - Meccanismi per il recupero degli aiuti 	
		<ul style="list-style-type: none"> - Il destinatario dei fondi deve permettere l'accesso all'ingrosso ad altri operatori per almeno 7 anni. - Sviluppo di un architettura che possa essere disaggregata (unbundled). - Gli interventi realizzati con i fondi non devono comprendere l'ultimo miglio della rete.

Entro 3 anni, dalla data di stesura della normativa, verranno riviste le regole per garantire l'adeguamento alle nuove tecnologie e ai nuovi scenari.

2.4 Il mercato italiano

A oltre dieci anni dall'inizio del processo di liberalizzazione, il mercato delle telecomunicazioni si presenta come indicato nelle tabelle seguenti.

Tabella 1. Accessi fisici alla rete fissa (in migliaia) nel marzo 2007

Accessi Telecom Italia	20.293
Accessi OLO	2.597
di cui: Full Unbundling	1.989
Shared access (S.A.)	368
Fibra	240
Accessi complessivi (al netto S.A.)	22.522
Quota Telecom Italia (%)	90,1

Qui si vede, in particolare, la posizione dominante di Telecom Italia, che testimonia che nella rete di accesso è in condizione quasi-monopolistica, scalfita soltanto dagli accessi in disaggregazione del doppino (*Local Loop Unbundling*).

Tabella 2. Quota di mercato fine 2006 su servizi a banda larga (%)

Telecom Italia	57,5
Wind	8,0
Fastweb	20,5
BT Italia	3,3
Tele 2 (ora Vodafone)	2,0
Tiscali	0,4
Altri	8,3
Totale %	100,0

La situazione competitiva nei servizi a larga banda, che consentono un accesso non ristretto a Internet è migliore, perché qui gli operatori OLO hanno potuto differenziare meglio la loro offerta, rispetto ai semplici servizi vocali.

Tabella 3. Accessi a larga banda su rete fissa (%) nel marzo 2007

Telecom Italia	65,8
Wind	9,0
Fastweb	11,4
Tele 2 (ora Vodafone)	4,2
Tiscali	4,6
Altri	5,0
Totale	100,0

Qui la quota Telecom Italia (TI) sembra decisamente inferiore rispetto alla Tabella 1, ma bisogna osservare che la gran parte degli accessi degli OLO è *wholesale* e da quindi, un sensibile contributo ai ricavi di TI, oltre che mantenere nelle mani di TI il controllo del cliente.

2.4.1 La competizione fra gli operatori

Uno degli elementi di preoccupazione più ricorrente, in relazione allo sviluppo della banda larga in Italia, è rappresentato dal livello elevato della quota di mercato detenuta da Telecom Italia: i recenti investimenti sull'*ULL* hanno prodotto però un lieve miglioramento della situazione competitiva.

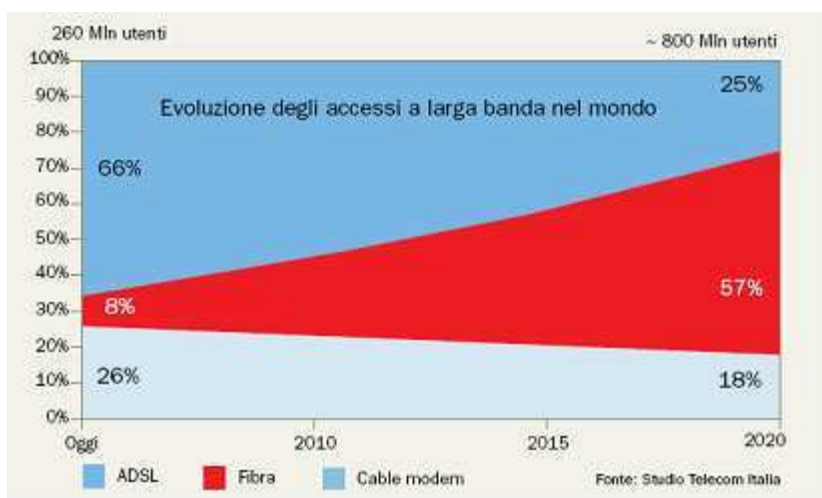


La concorrenza presente in Italia, è molto modesta: nel grafico si nota la presenza dominante di Telecom, e una residua quota invece spetta a Tele2, Tiscali, Wind (oggi Infostrada), e Fastweb. Anche negli altri paesi Europei la situazione è simile, ad eccezione della Gran Bretagna dove la concorrenza risulta decisamente più avanzata.

La quota di mercato di Telecom Italia è effettivamente elevata, circa i due terzi degli accessi. Tuttavia, negli ultimi anni, si rileva il progressivo calo della quota di TI, che risulta diminuire del 4% annuo. Altro elemento di particolare interesse si individua nella tendenza degli accessi realizzati in *ULL* a superare quelli *wholesale*. Anche questo dato suggerisce un'accelerazione dello sviluppo della concorrenza nel mercato della banda larga nella rete su rame.

Considerando l'evoluzione della copertura dell'*ULL* negli ultimi anni, si può notare come alla base della riduzione della quota di mercato di Telecom Italia vi sia un aumento sull'accesso disaggregato da parte degli OLO. Nel corso del 2007, infatti, la copertura *ULL* degli OLO è poco meno che raddoppiata, generando quel miglioramento del contesto competitivo, che caratterizza attualmente il mercato della banda larga.

La crescita degli accessi a banda larga realizzati in *ULL* consentirà uno sviluppo sempre maggiore della competizione fra operatori infrastrutturali e favorirà, quindi, il processo di diffusione dell'innovazione tecnologica.



2.4.2 Gli investimenti

L'andamento nel tempo degli investimenti effettuati è illustrato dalla Tabella.

ITALIA	Var. annua % 1999-2002	Var. annua % 2003-2006
Invest. rete fissa	0,2	-0,5
di cui OLO	25,6	-0,9
Invest. rete mobile	23,8	-0,6
Invest. totali	11,8	-0,5

Rispetto ai grandi volumi del 2002 (9,47 MLD euro, di cui più della metà su rete mobile e quasi metà del fisso data dagli OLO), gli investimenti sono andati costantemente diminuendo negli anni successivi, fino al minimo di 6,74 MLD di euro nel 2006, di cui quasi la metà sul mobile e solo un terzo del fisso dagli OLO. Gli investimenti dell'*Incumbent* sulla rete fissa sono in costante diminuzione da 7 anni, ma compensati in parte dagli investimenti degli OLO.

Sulla riduzione degli investimenti hanno senz'altro influito la riduzione dei prezzi dell'industria manifatturiera fornitrice di apparati, e investimenti in applicazioni e piattaforme meno costose.

Per favorire lo sviluppo della connettività a banda larga, è quindi necessario, da un lato, intensificare le iniziative volte al potenziamento delle infrastrutture, dall'altro, ricorrere all'erogazione di un finanziamento pubblico agli operatori per le zone prive di convenienza all'investimento.

Anche in Telecom Italia, negli ultimi tempi, si sta avviando un processo di forte cambiamento e innovazione che modificherà profondamente la rete di accesso rendendola pronta ad affrontare le future sfide poste dal mercato. Per preparare adeguatamente questo cambiamento sono attualmente in fase di studio moltissimi aspetti innovativi per lo sviluppo della NGN, reti di nuova generazione.

Allargando la finestra a livello europeo invece si possono ritrovare diverse situazioni.

Deutsche Telekom risulta essere l'operatore più attivo, con molte grandi città già coinvolte nell'upgrade della rete per un investimento complessivo di 3 miliardi di euro. In Europa Deutsche Telekom è stata tra i primi operatori ad avviare un piano di sviluppo di nuove tecnologie per lo sviluppo della banda larga. Le

motivazioni che hanno spinto l'operatore verso questa direzione sono da ricercare nella forte competizione "localizzata" (portata cioè da operatori che focalizzano il loro interesse in una particolare area geografica più che sul territorio nazionale), dalla necessità di ammodernamento della rete ed anche dagli ultimi campionati mondiali di calcio svolti nel 2006 proprio in Germania.

Anche Belgio (Belgacom), Olanda (KPN) e Svizzera (Swisscom) hanno già avviato analoghi progetti, anche se in scala minore.

L'Olanda è uno dei Paesi al mondo più interessati al settore della larga banda ed ha tassi di penetrazione tra i più elevati. Diffusione dovuta prevalentemente da OLO e municipalità con KPN, operatore *Incumbent* olandese, che ha avviato un piano di sviluppo partendo dalle aree rurali. Anche nel settore delle reti di nuova generazione è particolarmente attiva.

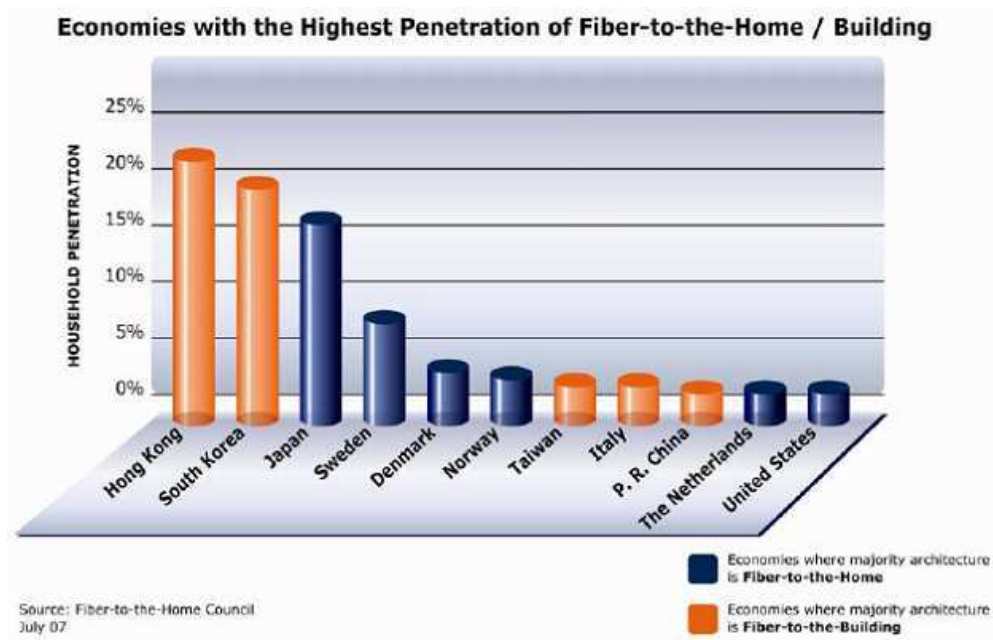
Spagna (Telefonica) e Portogallo (Portugal Telecom) sembrano essere ad uno stadio più embrionale: sono in corso valutazioni e sperimentazioni per valutare architetture alternative, con l'intenzione di utilizzare di volta in volta quella migliore sulla base delle specifiche condizioni geografiche, nonché della domanda di mercato.

France Telecom invece, attraverso Orange, ha sviluppato soluzioni effettuate sulla base di investimenti mirati nelle zone più profittevoli, in relazione all'effettiva richiesta dell'utenza; scelte dovute ad un forte livello di competizione tra gli operatori e dalla volontà da parte dell'operatore di recuperare e fidelizzare l'utenza, fornendo un set completo di servizi (HDTV, VoD, giochi, musica, e-commerce).

2.5 Le reti di nuova generazione (NGN)

Da qualche anno si parla di "reti di prossima generazione" (Next Generation Networks o NGN) per indicare reti in fibra fino all'utente (che rimpiazzano l'ultimo miglio in doppino di rame) o in prossimità dell'utente, con trasmissione a pacchetto, protocollo Internet (IP) e capacità di gestione di piattaforme multimediali effettuando il trasporto basato sulla QoS (Quality of Service). La loro importanza è cresciuta in relazione alla progressiva saturazione delle reti in rame (in realtà sono ormai in rame solo l'ultimo miglio e le connessioni a un certo numero di centrali periferiche di non rilevante capacità). Le reti in rame non si prestano alle elevate velocità attuali e alcuni problemi tecnici si manifestano già alle velocità dell'ADSL2, la piattaforma che rappresenta l'evoluzione dell'ADSL, ben nota a quel 22% dell'utenza italiana che fa un uso non elementare di Internet.

Le NGN possono essere installate utilizzando varie tecnologie. Per ottenere elevate velocità le nuove reti si basano sull'utilizzo della fibra fino all'utente (FTTH, FTTB). Nella figura si nota la posizione dell'Italia rispetto questa tecnologia.

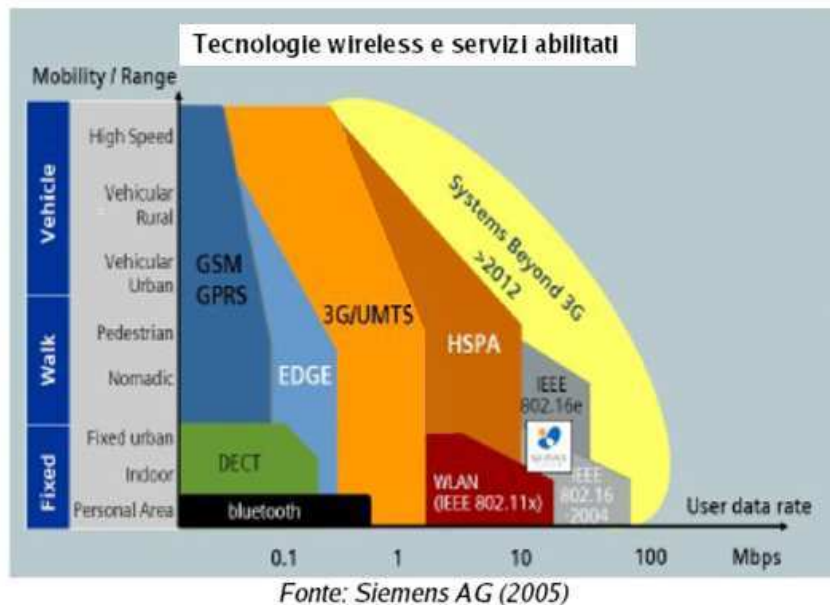


CAPITOLO 3

DIFFUSIONE DI TECNOLOGIE WIRELESS, REGOLAMENTAZIONE E FUNZIONAMENTO

3.1 Ruolo delle tecnologie wireless per l'eliminazione del DD

Negli ultimi anni, le tecnologie wireless sono state oggetto di particolare attenzione, soprattutto per i bassi investimenti e i ridotti tempi di installazione delle reti. Le intense attività progettuali, sia pubbliche, sia private, per la realizzazione di reti di accesso basate su tali tecnologie hanno perseguito l'intento di ricerca della soluzione per collegare a banda larga le aree non ancora servite dai servizi xDSL. Tali reti sono, nella maggior parte dei casi, ancora in fase di realizzazione o sperimentazione a livello locale e non è ancora possibile valutare l'effettiva capacità operativa in condizioni di utilizzo "normali" (ossia, con un numero ampio di utenti connessi per un certo arco temporale). In questi ultimi due anni però, qualche operatore, in territorio comunale, ha iniziato a proporre offerte commerciali di abbonamento a servizi di collegamento internet, sfruttando queste tecnologie.



Occorre però sottolineare come le soluzioni *wired* offrano garanzie di prestazioni ed affidabilità che, allo stato attuale della tecnologia, risultano ancora superiori a quelle offerte dalle soluzioni wireless. Per quanto riguarda le prestazioni, infatti, la disponibilità di banda nelle reti wireless è più limitata, quindi, l'effettiva capacità operativa diminuisce all'aumentare del numero di utenti connessi. In quanto ad affidabilità, la comunicazione radio è soggetta a più interferenze e disturbi di quella *wired* e le prestazioni diminuiscono sensibilmente al peggiorare delle condizioni ambientali.

Considerando l'attuale stadio di maturità delle tecnologie commercializzate (WiFi ed HiperLAN), le tecnologie wireless possono svolgere un ruolo complementare rispetto a quello svolto dalle soluzioni *wired*: per i ridotti costi di implementazione, le tecnologie disponibili sono ideali quando si tratta di fornire copertura ad aree circoscritte (ad es. una piazza o un locale) ed offrire servizi ad un numero limitato di utenti. Inoltre, nei casi in cui non esista alcun modo economicamente sostenibile per realizzare il servizio con infrastrutture *wired* diventa conveniente il ricorso a soluzioni wireless.

Il quadro tecnologico di riferimento ha iniziato a mutare con l'introduzione sul mercato delle soluzioni basate su tecnologia WiMAX. Questa tecnologia, infatti, è, in linea di principio, in grado di fornire accessi a larga banda ad un numero elevato di utenti. Inoltre nella versione IEEE 802.16e, WiMAX consente piena mobilità dei

terminali d'utente: quando alla copertura geografica ampia si aggiunge il supporto alla mobilità, inizia la concorrenza con la rete cellulare. C'è da dire però che le specifiche di questa versione (802.16e) non coprono l'intero collegamento tra utenti, come la rete cellulare: se quindi WiMAX dovesse essere usato per l'accesso alle reti mobili, dovrebbe essere integrato in quest'ultime. In ogni caso, rimane comunque realizzabile un accesso a reti IP che operi in mobilità, anche se questa mobilità rimane confinata nel raggio di azione di una specifica copertura WiMAX.

Tuttavia, il WiMAX è una tecnologia relativamente nuova ed attualmente è in fase di implementazione in località dove le amministrazioni comunali/provinciali hanno optato per questa tecnologia.

Il WiMAX, nel suo funzionamento, definisce una tratta di accesso radio ad una rete IP (Internet). Il suo utilizzo è principalmente rivolto alle reti pubbliche in quanto, oltre a migliorare la gestione della sicurezza, viene gestita la qualità del servizio (QoS) indispensabile per i servizi VoIP e video. La finalità di rete pubblica si conferma inoltre con la tendenza ad operare in bande di frequenza di tipo "licenziato" che assicurano reali protezioni ad interferenze.

I vari servizi nati (VoIP, Mobile TV, VoD...) presuppongono spesso l'utilizzo delle risorse spettrali già in uso da tecnologie precedenti. Il proliferare delle varie piattaforme, quindi, comporta l'esigenza di meccanismi di regolazione dell'assegnazione dello spettro delle frequenze radio al fine di creare i presupposti per una gestione armonica di una risorsa scarsa e preziosa.

Il problema è a livello mondiale: nell'ottobre 2007, infatti, è stata indetta la *World Radiocommunication Conference 2007* (WRC-07) per assumere decisioni relative all'assegnazione delle bande di frequenza dei servizi nelle varie regioni del mondo.

Per ciò che ci concerne, in questa conferenza il sistema WiMAX è stato attribuito allo stesso gruppo della tecnologia UMTS, avvicinando così il sistema all'accesso della banda 2500÷2690, frequenze che garantiscono una migliore capacità di funzionamento, soprattutto per quanto riguarda il supporto alla mobilità.

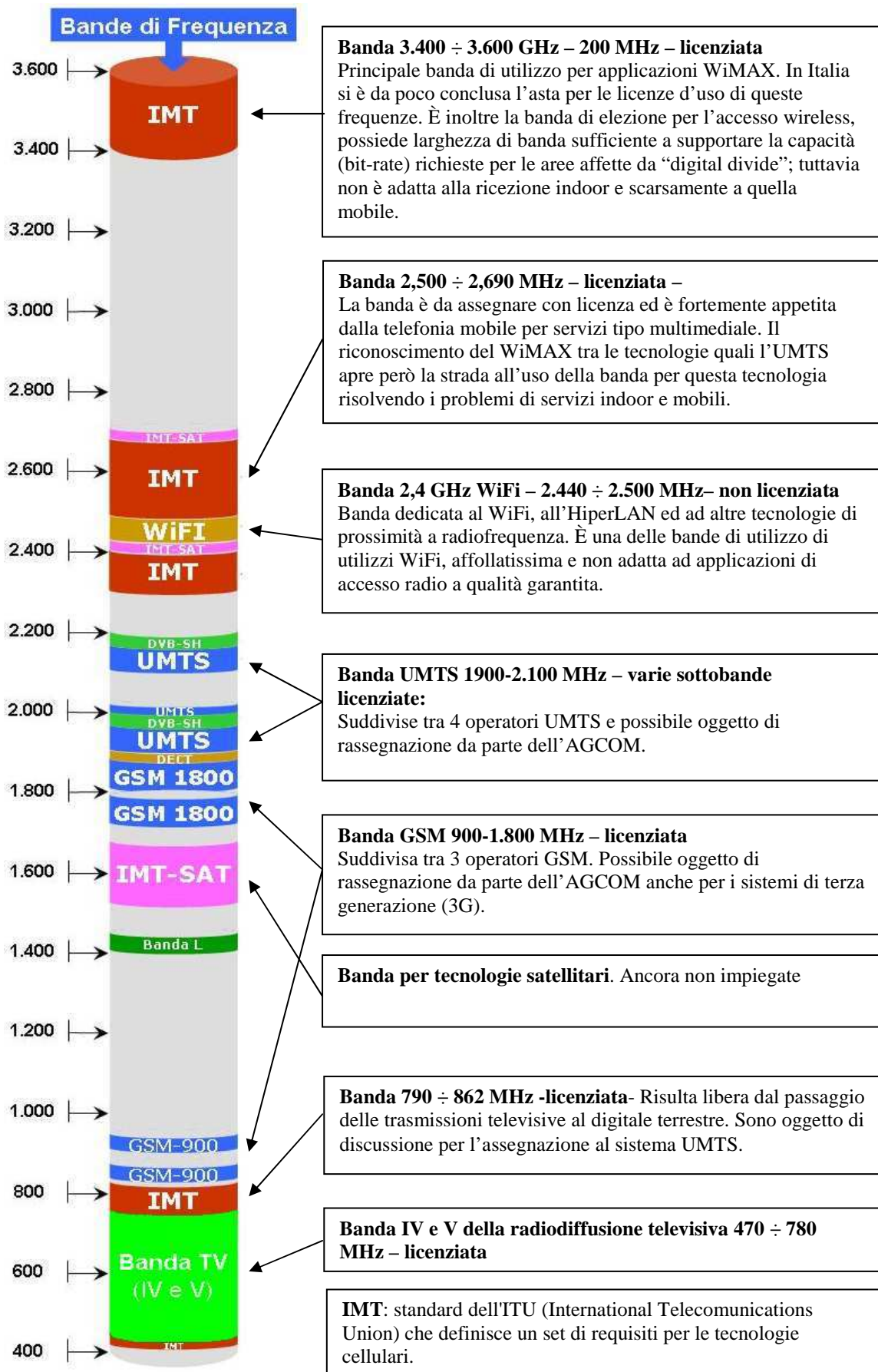
Attualmente, la regolamentazione europea è orientata verso l'assegnazione ai sistemi WiMAX fissi delle frequenze licenziate a 3,5 GHz. In Italia, tali frequenze sono state da non molto liberate dal Ministero della Difesa e sono state oggetto di un'asta per la loro assegnazione.

La sperimentazione, condotta in Italia dalla Fondazione Ugo Bordoni (Istituzione che ha lo scopo di realizzare ricerche, studi scientifici nelle materie delle comunicazioni, dell'informatica, dell'elettronica e dei servizi multimediali, i cui elementi del Consiglio di Amministrazione sono nominati dal Ministro dello Sviluppo Economico sotto il parere del Presidente dell'AGCOM) tra il 2005 ed il 2006, ha messo in luce che il comportamento della tecnologia alle frequenze definite (3.5 GHz) è accettabile solo su distanze relativamente brevi.

Ecco perché la possibilità di accedere a frequenze più basse, rappresenterebbe, per il WiMAX un grosso passo in avanti.

Considerando che si tratta di banda in parte da liberare, in parte già saldamente assegnate al mobile ma con tecnologie non dell'ultima generazione, un assetto stabile non sarà possibile prima della fine del primo quarto di secolo in corso.

Un altro aspetto importante con cui si è arrivati alla conclusione della conferenza è l'accordo secondo il quale le bande attualmente utilizzate dalle trasmissioni televisive (470÷862 MHz) dovrebbero passare all'utilizzo della telefonia mobile. Queste frequenze fanno parte della banda liberata dal passaggio dalla tv analogica a quella digitale e permettono, grazie alle caratteristiche di propagazione, di raggiungere aree scarsamente popolate che sarebbe troppo costoso coprire con sistemi operanti su bande più alte.



3.2 La Tecnologia Wireless WiMAX

WiMAX, acronimo di Worldwide Interoperability for Microwave Access, rappresenta un marchio di certificazione per prodotti che superano i controlli di conformità ed interoperabilità per gli standard della famiglia IEEE 802.16.

L'IEEE 802.16 è un ente specializzato nella definizione di tecnologie per l'accesso senza fili a banda larga del genere punto-multipunto. Mentre il termine 802.16 definisce la tecnologia standardizzata, il termine WiMAX, definisce il nome commerciale, il modo comune con cui fare riferimento alla tecnologia certificata. Infatti, un dispositivo può rispettare lo standard 802.16, ma non essere considerato un prodotto WiMAX Forum Certified, in quanto non rispondente ai requisiti di conformità ed interoperabilità stabiliti dal WiMAX Forum.

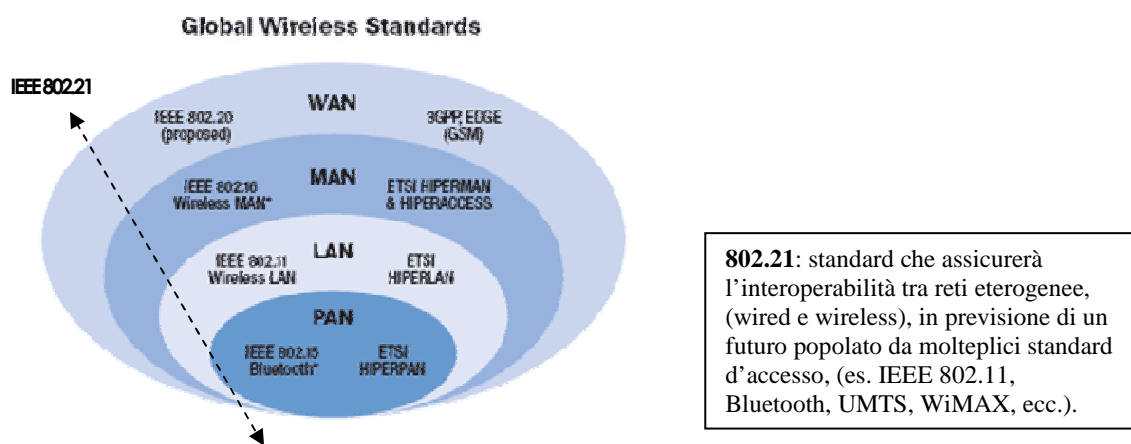
3.2.1 Il WiMAX Forum

Il WiMAX Forum è un'organizzazione senza fini di lucro costituita con la finalità di promuovere e certificare la compatibilità e l'interoperabilità dei prodotti BWA (Broadband Wireless Access) che utilizzano le specifiche dello standard IEEE 802.16. L'obiettivo principale del Forum è quello di accelerare l'introduzione di questi sistemi nel mercato dell'accesso wireless a banda larga. I prodotti WiMAX Forum Certified dei vari produttori sono completamente interoperabili e supportano perfettamente sia applicazioni broadband fisse che mobili.

Ad oggi, il numero dei membri del WiMAX Forum conta più di 420 afferenti provenienti da diversi settori: produttori di semiconduttori, come Intel, di hardware, di telefoni cellulari come Siemens, Alcatel e Motorola, operatori di telefonia come British Telecom, France Telecom, Deutsche Telekom, AT&T e fornitori di prodotti WiFi interessati all'evoluzione della nuova tecnologia.

3.2.2 Che cos'è il WiMAX

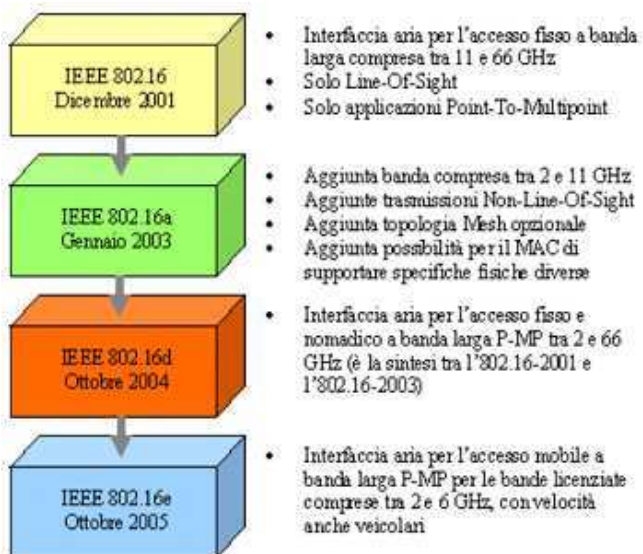
Si tratta di una nuova tecnologia di rete a banda larga con estensione metropolitana (MAN: Metropolitan Area Network) che si colloca nel panorama delle reti wireless (Figura), presentandosi complementare o alternativa sia alle linee a banda larga fisse di classe xDSL, nella versione fissa o nomadica, sia a quelle mobili come l'UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), nella versione mobile 802.16e.



Standard IEEE per le reti wireless

Occorre specificare però, che la rete WiMAX è ancora in fase di sperimentazione, i cui buoni propositi sull'eccellenza delle prestazioni, sostenuti dal WiMAX Forum, sono tutt'oggi sul banco di prova.

Storicamente le attività per definire la tecnologia, sono cominciate nell'agosto del 1998, ma risale al luglio del 1999 la creazione del Working Group per la definizione ufficiale degli standard.



Evoluzione dello Standard IEEE 802.16

Nel corso degli anni seguenti si sono avuti vari rilasci ed estensioni, fino all'ottobre 2004, noto come 802.16d o 802.16-2004, che riguarda solo i sistemi fissi e nomadici. Poi, nell'ottobre del 2005 è stato approvato l'emendamento 802.16e-2005, Mobile WiMAX che si basa sul precedente standard ed aggiunge componenti per la mobilità. Lo standard 802.16 specifica l'interfaccia aria tra la Stazione Base (BS *Base Station*) e la Stazione Utente (SS *Subscriber Station*) per il sistema di accesso wireless a banda larga punto-multipunto con estensione metropolitana (WMAN).

Altri emendamenti ancora in fase di definizione sono:

802.16h – Improved Coexistence Mechanism for License-Extemp Operation

802.16i – Mobile Management Information Base

802.16j – Multihop Relay Specification

802.16k – Bridging of 802.16

802.16m – Advanced Air Interface. Specifica data rate di 100 Mbps per applicazioni mobili e di 1 Gbps per applicazioni fisse, cellulari, con attualmente nessuna restrizione all'uso di bande di frequenza. La versione definitiva è stata approvata nel mese di novembre 2008, con una data di rilascio delle specifiche fissata per marzo 2010.

L'802.16 si occupa di definire lo strato fisico (PHY), che rappresenta il livello 1 della pila ISO/OSI, ed il sottostrato MAC (Medium Access Control). Pertanto, l'evoluzione dello standard nel tempo, è data dal susseguirsi dei miglioramenti tecnici apportati a questi due livelli.

3.2.3 A chi serve

Le potenzialità di una tecnologia wireless a banda larga della portata di WiMAX sono molteplici e di conseguenza anche il mercato risulta essere molto diversificato. Il WiMAX Forum ha previsto un vastissimo impiego della tecnologia WiMAX in moltissimi campi di interesse:

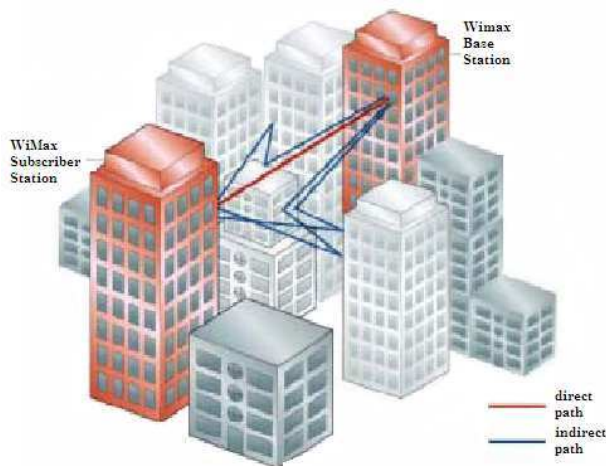
- per le aziende e la pubblica amministrazione, che spesso si ritrovano ad avere più sedi nella stessa area urbana, il WiMAX può essere la soluzione più efficiente, flessibile ed economica per dotarsi di una rete privata metropolitana;
- i WISP (Wireless Internet Service Provider) tramite il WiMAX possono servire intere aree urbane, lasciando al WiFi il compito di servire aree circoscritte a più alta concentrazione di traffico;
- per gli operatori di rete fissa il WiMAX, come complementare all'xDSL nella copertura delle aree rurali, per gli operatori alternativi rappresenta un modo per dotarsi a costi relativamente bassi di una propria infrastruttura di rete a larga banda;
- gli operatori di rete mobile possono utilizzare il WiMAX in un primo momento soprattutto per realizzare una rete per rilegare le Stazioni Radio Base a costi molto più bassi rispetto all'affitto di linee e ponti radio, fin'ora utilizzate. In seguito, fornire ai loro utenti la possibilità di rimanere collegati ad Internet (Portable Internet) e di trasmettere a larga banda, anche in condizioni di mobilità attraverso la rete.

Lo standard WiMAX è stato sviluppato per rivolgersi ad un'ampia gamma di applicazioni e per supportare un elevato numero di scenari applicativi. (Tabella)

<i>Class Description</i>	<i>Real Time?</i>	<i>Application Type</i>	<i>Bandwidth</i>
<i>Interactive Gaming</i>	<i>Yes</i>	<i>Interactive Gaming</i>	<i>50-85 Kbps</i>
<i>VoIP Video Conference</i>	<i>Yes</i>	<i>VoIP</i>	<i>4-64 Kbps</i>
		<i>Video Phone</i>	<i>32-384 Kbps</i>
<i>Streaming Media</i>	<i>Yes</i>	<i>Music/Speech</i>	<i>5-128 Kbps</i>
		<i>Video Clips</i>	<i>20-384 Kbps</i>
		<i>Movies Streaming</i>	<i>>2 Mbps</i>
<i>Information Technology</i>	<i>No</i>	<i>Instant Messaging</i>	<i><250 byte messages</i>
		<i>Web Browsing</i>	<i>>500 Kbps</i>
		<i>Email (with attachments)</i>	<i>>500 Kbps</i>
<i>Media Content Download</i>	<i>No</i>	<i>Data, Movie Download</i>	<i>>1 Mbps</i>
		<i>Peer-to-Peer</i>	<i>>500 Kbps</i>

Le applicazioni fornite dal WiMAX

3.2.4 Frequenze d'utilizzo e ambienti LOS/NLOS



Propagazione NLOS

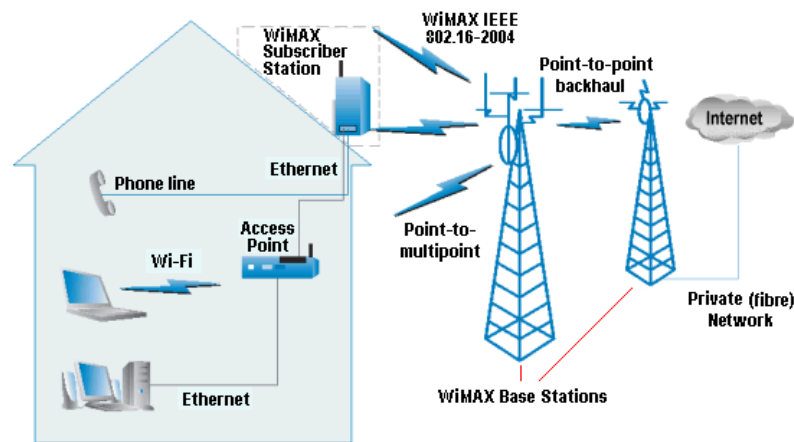
La tecnologia WiMAX prevede l'utilizzo delle frequenze in trasmissione dai 10 ai 66 GHz, bande soggette a licenza. In questo tipo di collegamento, chiamato **LOS** (Line of Sight), il segnale viaggia lungo un cammino diretto senza ostacoli dal trasmettitore al ricevitore, mentre l'effetto del fenomeno dei cammini multipli risulta trascurabile. La situazione del multipath, consiste del fatto che le onde radio appartenenti ad uno stesso contenuto informativo, rimbalzando sugli ostacoli, possono arrivare al destinatario in tempi diversi.

Nell'ambiente **NLOS**, invece, che utilizza le frequenze dai 2 agli 11 GHz, sia quelle soggette a licenza che quelle esenti, il segnale arriva al ricevitore non in linea diretta, bensì dopo aver subito riflessioni multiple e fenomeni di diffrazione. Data la

maggiore lunghezza d'onda rispetto al caso precedente, l'effetto del multipath, in questo caso, risulta significativo.

La capacità di supportare scenari NLOS richiede funzionalità aggiuntive per il sistema: una diversificazione della trasmissione e della ricezione per limitare l'interferenza, delle tecniche di correzione degli errori in ricezione e controllo della potenza in trasmissione, e di antenne direzionali.

3.2.5 Funzionamento e standard



3.2.5.1 802.16d-2004

Nell'ottobre del 2004 è stata pubblicata dall'IEEE la Revisione “d” dello standard 802.16, anche nota come 802.16-2004.

Tale standard definisce molti aspetti del sistema, e i più importanti sono di seguito riportati:

- L'architettura di rete minima consiste nella presenza di due tipi di dispositivi fissi: una Base Station (BS) ed almeno una Subscriber Station (SS). Le BS sono distribuite in modo strategico nell'ambiente, per fornire servizi di vario genere (trasmissione di voce, dati, video) alle Subscriber Station contenute nella loro cella, di qualche decina di chilometri di raggio. Nell'architettura di rete PMP (Point to Multi-Point), queste stazioni si connettono, da un lato con la rete fissa o con un'altra BS e dall'altro con le SS della loro cella e regolano tutte le comunicazioni della rete, poiché non ci sono collegamenti diretti tra le SS: ogni

SS può instaurare i vari tipi servizio con ogni altra SS, facendoli transitare per la BS. Le comunicazioni tra le SS e la BS hanno due direzioni: in *downlink*, dalla BS alle SS, ed in *uplink*, dalle SS alla BS. Il canale di *downlink*, è un canale di broadcast, sul quale trasmette soltanto la BS, mentre quello di *uplink* è un canale condiviso da tutte le SS, utilizzato oltre che per la trasmissione di dati, anche per l'effettuazione delle richieste di modificazione della larghezza di banda, l'invio di messaggi per misurare la qualità del canale e per dare la possibilità ad altre SS di entrare nella rete.

Nella rete con modalità di connessione Mesh, invece, le SS, oltre che a comunicare con la Base Station, possono comunicare anche tra loro.

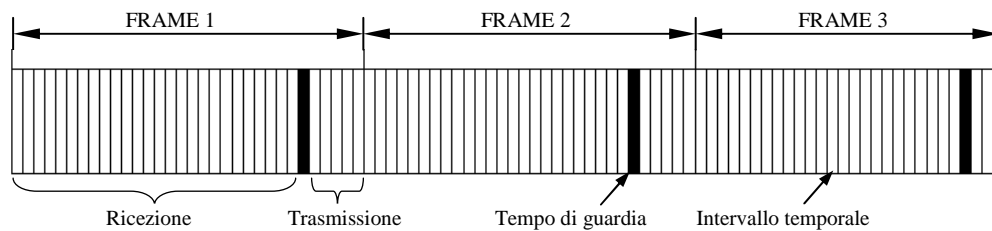
- Le frequenze radio utilizzate coprono le bande di frequenza (licenziate e non) che vanno da 2 a 66 GHz. In particolare, quelle al di sotto degli 11 GHz sono molto adatte alle trasmissioni NLOS. Queste frequenze hanno una lunghezza d'onda piuttosto lunga che riesce a superare in parte gli ostacoli, come muri, alberi, ma subisce anche gli effetti del fading e del multipath. Infatti, le onde radio trasmesse perdono velocemente potenza ed il loro contenuto informativo tende a degradarsi a causa dell'aggiungersi del rumore (fading) e dei vari rimbalzi e di risonanze sugli ostacoli (multipath). Le complicazioni del NLOS sono legate al fatto che il segnale in ricezione è formato da molteplici componenti, generate da riflessioni e diffrazioni, ognuna con un ritardo, un'attenuazione che modificano il segnale originario trasmesso.

Inoltre, per far fronte alle diverse condizioni di rapporto segnale rumore (qualità) del collegamento radio viene utilizzato un sistema di modulazione adattiva che dinamicamente seleziona tra diversi tipi di modulazione (quello più idoneo alle condizioni del canale radio).

Lo standard non prevede l'uso di frequenze prefissate, poiché ogni paese presenta una propria regolamentazione nell'utilizzo. Tale flessibilità è permessa grazie all'impiego di livelli fisici diversi, che lavorano a diverse bande di frequenza e sotto le singole regolamentazioni dei vari Paesi.

- Al livello fisico (PHY), lo standard divide la comunicazione in frame. Solitamente un frame è diviso in un *uplink* frame e in un *downlink* frame. Nella tecnica TDD (Time Division Duplexing) ogni frame è suddiviso in piccoli

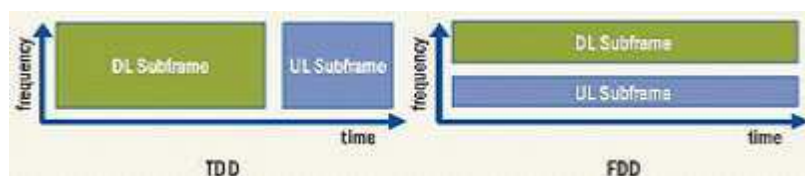
intervalli temporali detti slot: i primi slot sono dedicati al traffico in ricezione, segue un periodo di guardia, infine arrivano gli intervalli dedicati al traffico in uscita. Tra i due subframe viene mantenuto un gap temporale per permettere alla BS, che era in trasmissione, di mettersi in ricezione, e alla SS di entrare in trasmissione. Il numero di slot dedicati ad ogni direzione varia dinamicamente per adattare al traffico la banda in ciascun direzione.



Frame e intervalli temporali nella tecnica di duplexing a divisione di tempo

In questo caso, la comunicazione nelle due direzioni viene effettuata nello stesso canale in due istanti temporali diversi utilizzando l'intera banda di frequenza.

Con una tecnica FDD (Frequency Division Duplexing), i subframe del *downlink* e *uplink* operano contemporaneamente ma su canali (frequenze) diversi. E' quindi possibile l'utilizzo sia di comunicazioni full-duplex, sia di comunicazioni half-duplex.



Modalità di duplexing TDD, FDD

La flessibilità nella determinazione del punto di guardia, che separa temporalmente la trasmissione del DL subframe da quella dell'UL subframe, rende il TDD la modalità preferita dai sistemi WiMAX. L'utilizzo di una tale tecnica però, richiede anche una sincronizzazione periodica tra chi trasmette e chi riceve, per essere sicuri di ascoltare le comunicazioni corrette.

- Il livello di controllo di accesso al mezzo fisico (MAC) è stato sviluppato per fornire un'interfaccia indipendente dal tipo di livello fisico ammesso e per garantire un'efficiente gestione delle risorse radio nelle applicazioni.

Il livello MAC è connection-oriented, perciò, tutte le comunicazioni di dati, trasporto e controllo, sono organizzate in connessioni, anche i flussi prodotti da protocolli connection-less, come l'IP (Internet Protocol): esso, suddivide le trasmissioni dei dati in base alle connessioni, ognuna identificata da un CID (Connection Identifier) della lunghezza di 16 bit.

Ogni connessione viene identificata dal livello MAC e poi, assegnata alla specifica classe di servizio a cui appartiene e che definisce le sue qualità, come ad esempio, le necessità di scadenze temporali o di una banda di trasmissione minima, etc. L'implementazione delle varie politiche di ripartizione del traffico e di assegnazione delle bande di frequenza alle varie connessioni che ne fanno richiesta, sono di libera scelta dei fornitori di servizi che le implementano sulle loro Base Station, rispettando comunque, la QoS imposta dallo Standard. Lo standard consente di gestire diverse classi di servizio, che supportano varie tipologie di traffico:

1. Traffico in real-time, come ad esempio il VoIP (Voice over IP) o la videoconferenza;
2. Traffico delay-tolerant, come ad esempio, l'FTP (File Transfer Protocol) ed il video on-demand;
3. Best Effort: traffico per il quale non è richiesto alcun livello minimo di servizio e che può essere gestito per così dire, nei ritagli di tempo (es. browsing).

Tale sottolivello è stato concepito per la gestione efficiente delle risorse radio in modo da supportare la QoS (Quality of Service) per ciascuna connessione, mantenere le performance dei collegamenti, massimizzare il data-rate.

Il livello MAC gestisce l'ingresso nella rete dei terminali mobili e delle SS.

Inoltre, per il recupero dei frame affetti da errore, il protocollo prevede tecniche di correzione, come il codice di Hamming. I frame che non possono essere

corretti sono ritrasmessi con il meccanismo dell'ARQ (Automatic Repeat Request).

Attualmente lo standard 802.16d è parzialmente in uso ed è stato superato dalla versione “e”, la quale “eredita” tutte le caratteristiche della precedente versione aggiungendo delle migliorie e il supporto per la mobilità.

3.2.5.2 802.16e-2005 Mobile WiMAX

Nell'ottobre del 2005 è stato ufficialmente approvato l'emendamento 802.16e, noto anche con il nome di Mobile WiMAX, che aggiunge alla soluzione fissa e nomadica elementi per la mobilità. Questo vuol dire, che il Mobile WiMAX possiede tutte le funzionalità della versione fissa e nomadica ed in più, aggiunge quelle per la mobilità; in particolare definisce l'utilizzo di frequenze radio che coprono le bande dei 2.3, 2.5, 3.3, 3.5 e 5.8 GHz.

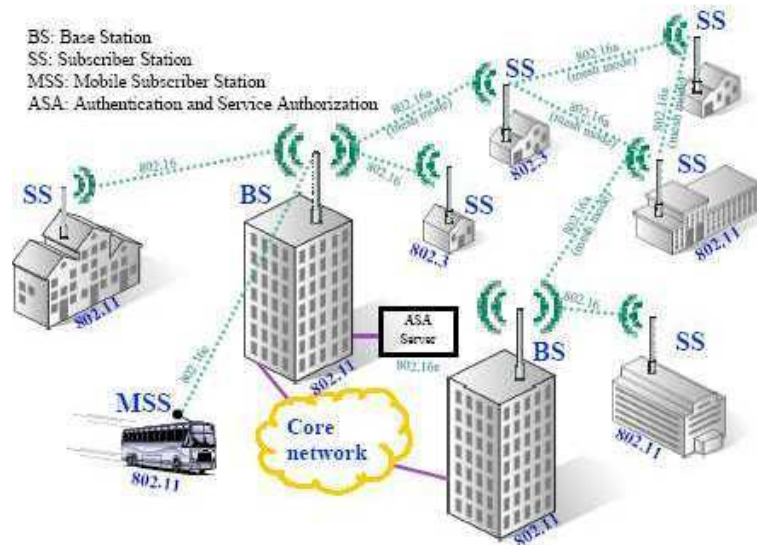
Le maggiori differenze tra i due standard riguardano principalmente le bande di frequenza utilizzate e di conseguenza, i maggiori vantaggi che ne derivano per le trasmissioni in banda larga a velocità veicolari. Infatti, l'utilizzo di frequenze più basse da parte della versione mobile, intorno ai 2.3 GHz, oltre che agevolare la mobilità dell'utenza senza visibilità diretta con la BS ed operare in condizioni di diffrazione (multipath), consente anche una maggiore salvaguardia dalle interferenze dovute alla mobilità. Infatti, trattandosi di bande licenziate, ogni operatore acquirente le può utilizzare in esclusiva per la sua utenza, la quale non subirà interferenze da parte degli altri.

3.2.6 Vantaggi nell'impiego di WiMAX

Uno dei maggiori punti di forza di WiMAX è rappresentato dal fatto che è una tecnologia wireless capace di garantire coperture di ampie aree senza i costi delle infrastrutture tipici degli accessi cablati con la possibilità di gestire anche l'utenza mobile. In particolare, il WiMAX consentirà di servire aree non raggiungibili dal collegamento cablato (rame o fibra ottica), zone economicamente non convenienti, consentendo di ridurre il problema del digital divide. Dalla precedente analisi, si è potuto osservare che il mercato delle tecnologie attuali è prevalentemente concentrato nei centri urbani, dove la richiesta assume dei valori economicamente vantaggiosi per le aziende; in questo scenario, le zone rurali o depresse sono quasi completamente tagliate fuori a causa del non adeguato ritorno economico dovuto alla percentuale bassissima di utenti che accederebbe al servizio. Adottando la tecnologia WiMAX, invece di stendere cavi in fibra per arrivare in piccoli paesini di montagna o in zone rurali, è sufficiente realizzare un collegamento radio tra la dorsale cablata, già presente sul territorio e dei punti di accesso a banda larga per l'utente, pubblici e privati.

In questo modo, si può quindi garantire una copertura a banda larga capillare in grado di raggiungere pressoché la totalità della popolazione; ma, poiché non viene steso alcun cavo, l'installazione risulterà più veloce, più semplice da realizzare e soprattutto molto più economica. Bisogna subito specificare, che WiMAX non si pone in conflitto con WiFi, ma piuttosto ne costituisce il complemento. Infatti, le reti IEEE 802.16 utilizzano lo stesso protocollo LLC (*Logical Link Control*) delle altre LAN e WAN e pertanto, possono essere collegate ad esse e fornire servizi come ad esempio, la connessione Internet. Quindi, le considerazioni sulla complementarità a WiFi, si possono estendere anche a tutte le modalità di Ethernet su cablaggio fisico e agli standard non-IEEE che però utilizzano lo stesso LLC.

Pertanto, WiMAX oltre che sostituirsi alle connessioni cablate, riesce anche ad integrarsi con le tecnologie pre-esistenti, portando l'accesso wireless a banda larga pressoché ovunque (Figura).



Integrazione di WiMAX con le tecnologie esistenti

Schematizzando, le caratteristiche teoriche di WiMAX che portano a pensare che possa rappresentare la soluzione definitiva al digital divide sono:

- ✓ Facilità di installazione, rapido sviluppo e bassi costi.
- ✓ Ampie aree di copertura del territorio la sua capacità di connettere apparati anche non in linea di vista tra le antenne (*multipath*);
- ✓ *Mobilità*: Nella stessa rete può supportare accessi fissi, nomadici, mobili: consente la mobilità veicolare dell'utenza garantendo bit-rate fino a 15 Mbps per una distanza fino a 3 Km;
- ✓ *Cost-effective*: WiMAX è basato su uno standard internazionale “open”. L’adozione di massa di tale standard e l’uso di chipset a basso costo porterà ad uno sviluppo a costi contenuti;
- ✓ *Interoperability*: WiMAX permette l’interoperabilità con le altre tecnologie creando uno scenario basato sulla “cooperazione” a favore degli utenti finali;
- ✓ *Tecnologia multi-applicazione*: usa il protocollo IP per supportare tutti i tipi di servizi multimediali dal VoIP all’accesso Internet, al trasferimento Video ad alta velocità. Grazie ai data-rate offerti è in grado di supportare tutti i servizi di ultima generazione.

- ✓ *Flessibilità di architettura*: WiMAX supporta diversi tipi di architetture in base alle specifiche applicazioni tra cui Point-MultiPoint, ultimo miglio ma anche come backhaul verso la rete PSTN e verso punti di accesso Internet.
- ✓ *Flessibilità di spettro* (possibilità di lavoro in differenti range di frequenza): bande licenziate 3.3- 3.8 GHz e 2.3-2.7 GHz; bande non licenziate 5.725-5.85 GHz;
- ✓ *Sicurezza*: per garantire sufficienti garanzie di sicurezza esistono supporti per diverse tipologie di credenziali-utente, come ad esempio, le SIM/USIM cards, le Smart Cards, i Digital Certificates e gli schemi Username/Password.
- ✓ *WiMAX QoS*: WiMAX può essere dinamicamente ottimizzato per un traffico eterogeneo rispettando le priorità dei servizi. Per esempio, è possibile concedere maggiore disponibilità del canale al traffico real-time (telefonia, videoconferenza, streaming), che ha normalmente maggiori vincoli in termini del ritardo nella consegna dei pacchetti alla destinazione, rispetto al traffico dati (web-browsing, file transfer, posta elettronica), che tollera variazioni più elastiche di tale ritardo.

E' necessario tuttavia essere cauti in quanto le sperimentazioni finora effettuate hanno dimostrato potenzialità di WiMAX inferiori rispetto a quelle dichiarate che, quindi sembrano parzialmente adeguate al superamento dei problemi che caratterizzano le zone non raggiunte dalla banda larga.

Come già detto, sono in definizione nuove versioni di questo standard, le quali porteranno migliorie e capacità superiori nel funzionamento del sistema.

3.3 Assegnazione delle frequenze per l'uso di WiMAX

Al momento WiMAX è una tecnologia appena introdotta in Italia, utilizzata unicamente alla frequenza di 3,5 GHz. La ragione del ritardo italiano è stata la questione dell'assegnazione delle bande di frequenza, che erano usate per scopi militari: grazie all'accordo tra il ministero delle Comunicazioni e quello della Difesa questa banda di frequenze è stata liberata dall'utilizzo militare, rendendola disponibile a quello di tipo civile.

Nel maggio 2007 è stato approvato dall'AGCOM il regolamento che definisce le procedure per l'assegnazione, da parte del ministero delle Comunicazioni, dei diritti d'uso delle frequenze nella banda a 3,5 GHz, per le tecnologie di accesso radio a larga banda (Broadband Wireless Access), tra cui il WiMAX. Il regolamento prevede l'attribuzione di 3 diritti d'uso (licenze) per ciascuna area geografica e al fine di promuovere condizioni di effettiva concorrenza nella fornitura di accesso via radio, uno dei diritti d'uso sarà riservato agli operatori “*new comers*” che non dispongono di ulteriori risorse frequenziali che consentano la fornitura di servizi comparabili a quelli della famiglia WiMAX. Ciascuna area geografica dei primi due lotti di gara può essere formata da un minimo di due regioni ad un massimo di quattro. Il terzo lotto riservato ai nuovi entranti ha una base geografica regionale al fine di promuovere un'offerta di servizi mirata alle esigenze locali. La durata dei diritti d'uso delle frequenze è di 15 anni rinnovabili.

Nel bando di gara il ministero ha stabilito l'importo minimo d'asta per ciascuna area geografica (anche la definizione delle aree spetta al ministero) e ciascun blocco di frequenze.

Il regolamento stabilisce inoltre obblighi minimi di copertura da raggiungere entro 30 mesi dal rilascio dei diritti d'uso. Sono stati inoltre previsti obblighi di effettivo utilizzo delle frequenze, entro 30 mesi dal rilascio, al fine di evitare un'azione di “*esclusione*” da parte degli operatori che si sono aggiudicati i diritti d'uso.

Inoltre, non sono state imposte limitazioni sui servizi finali: questo vuol dire, per esempio, che gli operatori aggiudicatari potranno utilizzare la licenza sia veicolando la voce che i dati, senza nessun vincolo.

Nella prima parte della gara, ha assunto un ruolo di primo piano Elettronica Industriale (Mediaset). È il soggetto che ha presentato il maggior numero di offerte (per gareggiare su tutto il territorio nazionale, da Nord a Sud). Anche E-Via (Retelit) e Toto Costruzioni (Airone), hanno presentato un buon numero di proposte; tra gli operatori, si distinguono invece per numero di offerte Telecom Italia, Wind, A.F.T. (Linkem) e Ariadsl. Da notare che questi ultimi due, sono provider banda larga e non grandi operatori.

Riguardo al comportamento di Telecom, sembra ci sia stata l'intenzione di voler accaparrarsi più licenze possibili, soprattutto per toglierle ai concorrenti. Altri operatori come Fastweb, Infracom e Brennercom mirano invece alle licenze nelle aree geografiche di maggiore interesse per le loro attività. Fastweb, ad esempio ha concorso solo in Lombardia e Veneto: questa società, infatti, ha sempre avuto una strategia basata sulle città ed ha scelto quindi le regioni dove maggiormente presente. Viceversa, altri grandi operatori (Vodafone, 3 Italia, Eutelia, BT Italia, Tiscali) hanno invece deciso di non partecipare all'asta, anche se questi ultimi tre intendono comunque usare il WiMAX tramite accordi con i vincitori di licenza.

Il risultato conclusivo della gara, il 27 febbraio 2008, dopo 9 giornate di rilanci e 48 tornate, è stato un incasso finale pari a 136.337.000 euro, un rialzo dal prezzo base del 176%. Si tratta del valore di gara più elevato tra tutte le gare sul WiMAX svolte nell'Unione Europea ponendo l'Italia al primo posto tra i Paesi dell'Unione.

Questo rialzo d'asta però, ha spinto le aziende partecipanti ad un investimento iniziale molto consistente: ciò potrebbe portare a difficoltà gli operatori di limitate dimensioni, sia nella possibilità di adempiere gli obblighi di copertura che l'asta prevede, sia nel riuscire a fronteggiare gli operatori più grossi con una conseguente monopolizzazione.

Prima degli ultimi rilanci Mediaset e Fastweb si sono ritirate dalla gara che ormai aveva raggiunto cifre al di sopra dei loro budget per quest'asta. Se si esclude Telecom, che si è aggiudicata una quota non rilevante, 13 su 136 milioni (circa il 10%), le altre grandi aziende sono assenti. La protagonista della gara è stata, infatti, Ariadsl che si è aggiudicata una licenza in ognuna delle sette macroaree (coprendo tutte le regioni italiane) in cui era stato suddiviso il territorio nazionale, contro le tre licenze ciascuna di Telecom Italia e del gruppo milanese E-Via

(Retelit). Altri operatori hanno acquisito frequenze in singole regioni o aree di limitate dimensioni.

Il bando di gara ha risposto bene all'obiettivo che gli era stato assegnato: spingere a una vera apertura del mercato a nuovi operatori. Occorre però attendere, che questi nuovi operatori facciano gli impianti, e per questo il bando ha previsto dei limiti temporali definiti a 30 mesi per ogni regione o macroregione: in caso di mancato adempimento, la licenza può essere ritirata.

Dunque, chi si è impegnato nell'acquisto ha tutto l'interesse a realizzare gli impianti, dando esecuzione ai programmi che ha presentato.

Per impedire invece, al piccolo operatore in difficoltà nell'adempiere agli obblighi, di vendere i propri diritti ai big è stata inserita una clausola secondo la quale non è possibile cedere diritti a terzi senza l'autorizzazione del Ministero. Non c'è quindi, un rapporto diretto tra operatori: chiunque voglia cedere i diritti deve comunque coinvolgere il Ministero, sia che lo voglia fare al termine della concessione (che dura 15 anni) sia durante.

La creazione di un mercato aperto e competitivo sulle tecnologie wireless è la condizione indispensabile per far emergere nuovi operatori nel campo dell'offerta di servizi a banda larga a costi sostenibili.

Le offerte nel resto d'Europa in materia di accesso a banda larga, sono molto più competitive e permettono quindi una diffusione più capillare dei servizi correlati. In Germania, per esempio, un'offerta WiMAX costa solo 20 euro al mese.

In Italia il prossimo passo sarà quello di introdurre nel mercato gli "*Operatori Virtuali di Rete Mobile*", ovvero operatori che realizzano una forma di accesso alle reti, senza tuttavia disporre di una licenza per l'utilizzo dello spettro radio.

Gli scenari tecnologici che si stanno sviluppando rappresentano dunque una straordinaria occasione di sviluppo economico e, insieme, di crescita sociale. I due aspetti non sono affatto in contraddizione ma sono strettamente interdipendenti. E' necessaria la collaborazione da più organismi: compito del governo è quello di promuovere strategie di cooperazione e di favorire l'innovazione, la diffusione delle tecnologie di comunicazione e l'accesso universale ai servizi di rete; compito delle imprese è di accettare la sfida della convergenza nei sistemi di rete (wireless e non solo), evitando comportamenti di mera difesa del proprio segmento tecnologico e di

mercato, per aprirsi alla nuova domanda di beni e servizi digitali che i cittadini esprimono.

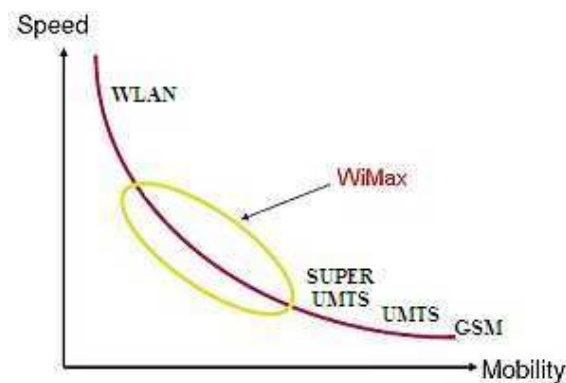
CAPITOLO 4

TECNOLOGIE A CONFRONTO

4.1 Interoperabilità

Come si è già accennato, WiMAX è una tecnologia interoperabile e questa caratteristica non si riferisce soltanto alla possibilità per i dispositivi certificati WiMAX dei vari produttori, di essere compatibili tra loro, ma si riferisce anche alla possibilità della rete WiMAX di poter cooperare con le tecnologie di rete preesistenti, come ad esempio, il WiFi, le reti cellulari di terza (3G) e quarta generazione (4G), le reti di telefonia fissa, le reti cablate del tipo Ethernet, etc.

La Figura seguente, mostra il confronto tra le varie architetture cellulari, tenendo conto dei fattori di mobilità, e velocità. In particolare, si può notare che la rete WiMAX consente una mobilità piuttosto elevata all'utenza, grazie all'inserimento dello standard 802.16e, rispetto ad esempio, alle reti cablate e wireless locali. Le reti di telefonia mobile 3G invece, permettono un'elevatissima mobilità all'utenza, ma, pur non garantendo velocità di trasmissione particolarmente alte, richiedono dei costi di fornitura dei servizi piuttosto elevati.



Il ruolo di WiMAX nel panorama delle tecnologie a banda larga

4.2 WiMAX vs WiFi

WiFi, abbreviazione di Wireless Fidelity, è un termine che indica dispositivi che possono collegarsi a reti locali senza fili (WLAN) basate sullo standard IEEE 802.11.

WiMAX rispetto a WiFi risulta superiore sotto due aspetti: la velocità di trasmissione e la maggior copertura del territorio. Non è detto, però, che WiMAX debba essere in conflitto con WiFi, anzi, ne può costituire il naturale complemento, estendendo e trasportando il suo traffico, dai 300 metri di distanza (limite massimo per il WiFi), fino ai 50 Km (limite massimo per il WiMAX).

Si può quindi, delineare uno scenario in cui si avrà una Wireless Metropolitan Area Network (WMAN), che gestirà il traffico di rete sulle lunghe distanze, al cui interno poi, le Wireless Local Area Network (WLAN) di tipo WiFi, si specializzeranno verso la fornitura di servizi broadband a corto raggio. Il WiFi è uno standard pensato per reti casalinghe o comunque interne, mentre il WiMAX per reti esterne, con distanze raggiungibili anche di svariati chilometri.

- WiMAX è un sistema a grande copertura (molti chilometri) che usa frequenze licenziate per offrire connessione agli utenti finali.
- WiFi è un sistema a corto range (decine di metri) che usa spettro non licenziato per offrire accesso a una rete locale. Solitamente la rete locale è poi anche connessa a internet dando la possibilità all'utente di accesso alla rete globale. Inoltre il WiFi non ha un meccanismo di QoS per la differenziazione dei servizi.

Per la facilità d'uso e i bassi costi, il WiFi, è usato per fornire accesso a internet a terze parti all'interno di una stanza o di un edificio. Questo rappresenta la reale misura della sua abilità a fornire servizi commerciali o di internet mobile.

4.3 Mobile WiMAX vs Mo-Fi

Description	802.16e	802.20
Vehicular mobility	20-100 km/h	Up to 250 km/h
Mobility Features	Local/Regional Mobility hand-off and roaming support	Global Mobility hand-off and roaming support
Peak data rate DL	70Mbps (14Mhz channel)	16Mbps(5Mhz channel)
Peak data rate UL	70Mbps (14Mhz channel)	3.2Mbps(1.25Mhz channel)
Spectrum	Licensed bands: 2-6 Ghz	Licensed bands up to 3.5 Ghz

Confronto fra le tecnologie Mo-Fi e WiMAX

Una tecnologia molto interessante in fase di sviluppo e conosciuta anche con il nome di Mobile Fidelity o Mo-Fi può essere considerata in competizione con il WiMAX: una tecnologia completamente rivolta alla mobilità, funzionante anche ad elevate velocità, senza basarsi però, sulle precedenti versioni mobili e non mobili dello stesso standard, come accade per esempio, tra l'802.16e e l'802.16d.

Entrambi, Mobile WiMAX e Mo-Fi, specificano interfacce radio mobili per l'accesso senza fili a banda larga. Quindi, in apparenza, i due standard sembrano molto simili, ma in realtà, presentano delle differenze sostanziali: il Mobile WiMAX lavora su frequenze comprese tra 2-6 GHz, mentre il Mo-Fi sotto i 3.5 GHz; WiMAX supporta una mobilità fino a 120-150 Km/h, mentre il Mo-Fi arriva fino ai 250 Km/h; WiMAX rappresenta l'estensione verso la mobilità della versione fissa dello standard, il Mo-Fi invece, è partito da zero, non basandosi su proposte precedenti.

4.4 WiBro

L'industria delle telecomunicazioni coreana ha sviluppato un proprio standard chiamato WiBro: supporta utenti mobili che viaggiano a velocità fino a 120 Km/h e data rate fino a 3 Mbps in *downlink* (1 Mbps in *uplink*). Viene quindi, dato pieno supporto alla mobilità. In aree altamente popolate però, la media del data rate è di circa 512 Kbps, in una cella di raggio limitato ad 1 Km. Verso la fine del 2004 Intel ed LG Electronics hanno raggiunto un accordo per l'interoperabilità fra WiBro e WiMAX, secondo lo standard 802.16d.

In Corea, WiBro nasce come competitor dei sistemi 3G piuttosto che come soluzione per portare l'accesso a banda larga alle zone rurali svantaggiate.

4.5 HiperLAN vs WiMAX

HiperLAN e WiMAX, divisi da una storia progettuale ed industriale diversa, sono destinati a coesistere nei prossimi anni a venire.

HiperLAN (High Performance Radio LAN) è il nome di uno standard WLAN: l'alternativa europea agli standard IEEE 802.11. Gli apparati hanno emissioni elettromagnetiche limitate, a norma di legge, a 1 watt, inferiori a quelle di un'antenna per cellulari. Il sistema può assicurare un throughput di 24 Mb/s su frequenze dei 2,4 gigahertz.

L'evoluzione, è l'HiperLAN 2 che raggiunge una velocità di 54 Mb/s teorici su frequenze dei 5 GHz, con un raggio di copertura del segnale che può arrivare fino a 30-40 km.

La normativa europea ha assegnato a questa tecnologia lo spettro da 5470 a 5725 MHz. Nel maggio del 2004 vengono così introdotte in Europa le prime unità a 5 GHz che aderiscono a quanto richiesto dalle normative comunitarie.

Negli anni 2005-2006, per motivi normativi e tecnologici, il WiMAX era ancora lontano da poter essere implementato su larga scala: le infrastrutture a 5,4 GHz occuparono allora il mercato, guidando gli operatori ad indirizzarsi su questa tecnologia per la fornitura dei servizi in wireless.

Attualmente, infatti, dove la linea *wired* non è arrivata a collegare le utenze, troviamo questo sistema. Anche il Veneto rientra in questa situazione, come si analizzerà successivamente.

Riassumendo, il sistema HiperLAN rispetto al WiMAX presenta differenze quali: minore complessità di funzionamento, utilizzo di frequenze non licenziate e la mancanza del supporto alla mobilità. L'inconveniente delle bande su 5 GHz è la debole potenza di emissione e il fatto che non occorre una concessione: visto che tutti possono utilizzare liberamente queste frequenze, sussiste il rischio di disturbi reciproci. Entrambi i sistemi lavorano anche su ambienti NLOS, danno supporto al VoIP e garantiscono il QoS. Le due tecnologie hanno ambiti applicativi simili ma diversi allo stesso tempo. Definire l'esatta linea di confine è estremamente difficile: dal punto di vista applicativo HiperLAN rimarrà una scelta valida quando si desidererà espandere una propria rete, costruire un sistema di videosorveglianza locale. Le reti WiMAX saranno invece prevalentemente destinate all'utilizzo nazionale e regionale, causa anche i maggiori investimenti richiesti.

Queste similitudini fanno concludere che nella stesura della rete WiMAX, l'HiperLAN aiuterà moltissimo, perché esso si può considerare già da tempo una sorta di pre-WiMAX. Inoltre, il successo delle tecnologie WirelessWAN in Italia ed Europa segnala anche per il prossimo futuro dei forti tassi di crescita.

4.6 La rete cellulare

Il telefono cellulare non è concepito dalle persone come un semplice gadget tecnologico.

La necessità di avere accesso alla rete globale, per avere informazioni e servizi, indipendentemente dalla posizione e/o dal tipo di mobilità ha portato nel tempo alla nascita dell'esigenza di avere sistemi radiomobili evoluti.

Si è quindi assistito al passaggio dai sistemi di seconda generazione (2G) molto improntati alle necessità (fonia e servizi) base, a sistemi sempre più complessi che consentissero servizi evoluti rivolti a maggiori occupazioni di banda.

Il GPRS (*General Packet Radio Service*) ha rappresentato la naturale evoluzione del sistema GSM (*Global System for Mobile Communications*): la sua

rapida diffusione è dovuta alla facile implementarietà direttamente sulla rete esistente adeguando alcuni elementi e inserendone di nuovi. Il GPRS rappresenta quindi la prima svolta nella trasmissione dati a radiofrequenza passando da sistemi a commutazione di circuito a quelli di commutazione di pacchetto.

Nell'ambito di quelli che vengono definiti i sistemi a 2,5G si colloca il sistema EDGE (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*): esso consente velocità superiori rispetto al GPRS ma impone maggiori vincoli sull'utilizzo delle frequenze. Per questo si sono cercati sistemi alternativi che consentissero il maggiore sfruttamento delle bande disponibili andando incontro all'esigenza di implementare servizi a banda larga.

Nasce così l'UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), sistema di telecomunicazioni mobili di terza generazione (3G). Il sistema UMTS introduce nuovi servizi che non possono essere soddisfatti dai sistemi 2G (servizi dati, audio, videotelefonata con elevata qualità, servizi multimediali e accesso ad Internet ad alta velocità) assieme ad una maggiore velocità di flusso dati fino a 2 Mbit/s, utilizzando le frequenze 1885-2025 MHz e 2110-2200 MHz, per la trasmissione e la ricezione rispettivamente. Anche queste bande di frequenze sono state oggetto di gara per l'assegnazione dei diritti d'uso.

Le attuali reti UMTS, potenziate mediante l'utilizzo di nuovi protocolli (Super UMTS), permettono una velocità massima teorica di trasferimento dati in download di 14,4 Mb/s e in upload di 7,2 Mb/s. Con il lancio di servizi agli utenti su questa tecnologia, i servizi definiti "a banda larga mobile" possono essere considerati come alternativa alle connessioni ADSL fisse, e concorrenti delle reti WiMAX.

Potrebbero nascere diverse situazioni nel futuro prossimo: il Mobile WiMAX e le reti cellulari di terza generazione (3G) potrebbero coesistere, senza troppe competizioni, anche se il lento e costoso sviluppo dei servizi 3G in alcuni Paesi, può favorire le tecnologie IEEE802.16e. Tuttavia, sebbene abbiano punti di forza e di debolezza differenti, interessi economici e politici suggeriscono che i due potrebbero entrare in conflitto. In particolare, il Mobile WiMAX potrebbe consentire, sia ai WISP fissi (Wireless Internet Service Providers) sia a quelli di telefonia mobile di seconda categoria, cioè quelli che non hanno acquistato le costose licenze 3G, di sfidare i più grandi WISP ed intaccare così il loro adeguato ritorno economico per gli investimenti sostenuti.

Inoltre, in alcune zone del mondo, la grande disponibilità dell'UMTS e un desiderio generale di standardizzazione ha fatto sì che lo spettro per il WiMAX non venisse mai assegnato: nel settembre 2006, in Malaysia, l'asta fu fermata ed ogni allocazione per il WiMAX è stata sospesa per un tempo indefinito.

4.7 WiMAX vs LTE - 4G

LTE (*Long Term Evolution*) o Super 3G rappresenta l'ultima evoluzione degli standard dedicati alle reti di telefonia mobile a banda larga. Esso si colloca in posizione intermedia tra gli standard di terza generazione 3G e quelli di quarta generazione 4G, con l'obiettivo di promuovere l'uso della banda larga in mobilità. Le reti 4G, ancora in fase di elaborazione, promettono di lavorare con velocità in download fino ad un massimo di 100 Mbit/s in movimento e 1 Gbit/s in posizione fissa.

Al momento, infatti, le migliori previste rispetto alle tecnologie 3G sono:

- velocità di trasferimento dati in download fino a 100 Mbps e upload fino a 50 Mbps;
- efficienza spettrale (ovvero numero di bit/s trasmessi per ogni Hz impiegato) 3 volte superiore alla più evoluta versione dell'UMTS;
- supporto di un elevato numero di utenti;
- supporto ottimale della mobilità (garantita fino ai 15 km/h, con alte prestazioni dai 15 ai 120 km/h, comunque funzionale fino ai 350 km/h);
- prestazioni garantite con coperture di 5 km, ammettendo una minima degradazione per 30 km.

Lo standard LTE potrà introdurre un radicale miglioramento nelle capacità degli operatori di fornire servizi a valore aggiunto nelle proprie reti. Proprio la caratteristica di essere un'evoluzione del 3G, infatti, ne facilita la coesistenza con altre tecnologie (UMTS, GSM/EDGE, ecc.), permettendo, ad esempio, la migrazione da una rete tradizionale 3G ad una rete completamente LTE, mantenendo la continuità nell'erogazione di servizi all'utenza.

Lo standard, tuttavia, deve affrontare la concorrenza di altre tecnologie wireless a banda larga: tra gli antagonisti di LTE il principale è il WiMAX, il quale, pur essendo in vantaggio di almeno due anni in termini di sviluppo, soffre il fatto di non essere compatibile con l'UMTS come lo è LTE. Un operatore che intenda impiegare il WiMAX, infatti, ha bisogno di realizzare una rete ex-novo indipendente.

Attualmente, vista anche la possibilità della tecnologia di utilizzare le infrastrutture di rete 3G esistenti e le sue migliori performance, l'LTE sembra più promettente, sebbene il suo reale impiego non sia previsto almeno fino al 2010-2012.

Questi due nuovi standard mirano ad un target di potenziali clienti molto simile portando ad un inevitabile scontro. Contribuiscono, inoltre, gli interessi economici e politici dei soggetti schierati da una parte o dall'altra.

Partendo dall'analisi della similitudine delle due tecnologie (per l'80%) si può pensare ad una convergenza tra le parti: è tecnicamente possibile, infatti, la creazione di un chipset capace di implementare entrambi gli standard, permettendo così la costituzione di una base comune per il futuro 4G.

La strada verso cui si stanno indirizzando le moderne tecnologie di comunicazione mobile, al fine di mantenere la competitività nel mercato, è proprio quella della convergenza dei sistemi per le telecomunicazioni. Lo stesso WiMAX Forum, successivamente al riconoscimento dello standard 802.16e come appartenente alla famiglia delle frequenze UMTS, prevede che l'evoluzione del WiMAX porterà entro il 2010 alla definizione dello standard 802.16m, le cui caratteristiche lo renderanno del tutto compatibile con i sistemi di quarta generazione della telefonia mobile.

Anche gli investitori potrebbero trovare poco attraente l'opportunità di investire notevoli capitali su una rete che sia dedicata ad un solo standard, anche se di immediato utilizzo, piuttosto che su di una rete capace di supportare entrambe le tecnologie, a fronte di un'attesa temporale comunque contenuta.

4.8 Analisi congiunta

Per poter analizzare le differenze tra le principali tecnologie capaci di aiutare all'eliminazione del digital divide, e rendere chiare le loro caratteristiche, per comprendere il motivo del loro attuale impiego, è utile classificarle evidenziando diversi aspetti.

Le differenze tra queste soluzioni dipendono principalmente dalle loro caratteristiche fisiche (modalità di assegnazione delle frequenze, metodi di duplexing, ecc..) e la loro trattazione andrebbe al di fuori del carattere descrittivo di questa analisi. In conseguenza, non sono state considerate le caratteristiche funzionali per la caratterizzazione.

Inoltre, per la rete cellulare, vengono considerati solo i sistemi più evoluti: LTE e SuperUMTS hanno le caratteristiche per competere con le altre tecnologie.

Tecnologia	Necessità di licenze per le frequenze di utilizzo	Raggio di copertura antenna (Teorico)	Raggio di copertura antenna (Reale)	Data Rate Mb/s (Teorico)		Data Rate Mb/s (Reale)		Supporto Mobilità	Compatib. con altre reti	QoS	Diffusione
				Down	Up	Down	Up				
WiFi	No (2,4 GHz)	300 mt.	50÷80 mt	50	25	6	3	No	Si	No	Uffici, stazioni, parchi, ecc..
WiMAX	Si (3,5 GHz)	50 km	3÷10 km	60	30	8÷10	4	Si	Si	Si	E' iniziata la copertura. In alcuni comuni il servizio è già partito.
HiperLAN 2	No (5,4GHz)	35 km	8÷10 km	50	25	6÷8	3	No	Si	Si	Diffuso solo in certe località
LTE	Si (2,6 GHz)	30 km	?	100	50	?	?	Si	Si	Si	Di prossima introduzione (2010-2012)
SuperUMTS	Si (2 GHz)	3÷5 km	1÷2 km	14,4	7,2	3	1,5	Si	Si	Si	Copertura solo nelle città
ADSL	No (rete cablata)	Necessità di cablaggio fino all'utente	Necessità di cablaggio fino all'utente	20	3	10	2	No	Si	No	E' la tecnologia maggiormente impiegata: utilizza la rete telef. esistente

In tabella sono riportate sia le specifiche teoriche, sia quelle reali: queste ultime, infatti, sono misurate nel funzionamento normale, con molti utenti, in diverse condizioni ambientali, ecc.. In tutti i casi sono sempre inferiori a quelle dichiarate. Ciò è normale, in quanto, i produttori ottengono tali dati da sperimentazioni in condizioni “ottimali”, distanti da quelle dell’ambiente effettivo. Inoltre questi dati portano anche una maggiore pubblicità, grazie alle caratteristiche “sorprendenti”. Unico caso a parte, è l’LTE, il quale, non essendo ancora pronto per l’introduzione nel mercato, non presenta dati di funzionamento provati.

Per chiarire il riassunto tabellare occorre analizzare alcuni punti:

- *Supporto alla mobilità*: per quanto riguarda il WiFi, essendo la sua copertura limitata, risulta difficile permettere la mobilità dell’utente. Inoltre, non è una caratteristica prevista del suo funzionamento.

HiperLAN2 è stato progettato soprattutto per essere usato in un ambiente stazionario, anche se sostiene la mobilità grazie alla compatibilità con i sistemi del mobile 3G. L’uso delle frequenze a 5 GHz, inoltre, non favorisce questo obiettivo. Attualmente viene utilizzato per connettere utenti o aziende non raggiunti da altri sistemi.

LTE e il SuperUMTS nascono per offrire la banda larga in mobilità agli utenti. Non a caso, le attuali frequenze di utilizzo sono 2 GHz, adatte a questo scopo.

Come si è già visto, il WiMAX, con la versione 802.16e dello standard offre pieno supporto alla mobilità, anche se le frequenze assegnate a 3,5 GHz non garantiscono reali prestazioni.

L’ADSL, offre la connettività alle case, sfruttando la penetrazione della linea telefonica esistente. Non si può quindi ritenere che questo sistema offra il supporto all’utilizzo in movimento. Tuttavia, negli ultimi mesi, sono nate offerte, da operatori di rete fissa, di abbonamento per la residenza assieme alla possibilità di connessione wireless fuori casa, sfruttando la rete degli operatori mobili.

Questo passo aumenta quindi, la possibilità di utilizzo in “movimento” della rete e favorisce la convergenza dei sistemi.

- *Compatibilità con altre reti:* Dal punto di vista tecnologico si può dire che il sistema WiFi risulta compatibile con l'HiperLAN (derivano dallo stesso standard). Il WiMAX offre compatibilità a tutti i sistemi con lo stesso LLC (*Logical Link Control*) tra cui il WiFi e tutti i sistemi Ethernet. E' inoltre adatto a lavorare assieme l'LTE il quale, assieme al SuperUMTS si basa su tecnologie precedenti come GSM, GPRS, UMTS con la possibilità di utilizzo anche della loro rete.

L'utilizzo di tecnologie diverse, ma comunque interoperabili, porta alla loro convergenza volta a fornire un quadro dove l'utente non dovrà più preoccuparsi di quale sistema adottare.

4.9 Possibili problemi ed ostacoli

Il WiMAX è una delle tecnologie broadband wireless più promettenti, ma che rischia di essere ostacolata dall'impiego di frequenze non adeguate alle sue caratteristiche, portando ad una limitazione delle prestazioni. In Italia, ad esempio, il WiMAX si è attestato su frequenze 3.4-3.6 GHz, bande assegnate all'asta conclusa lo scorso anno.

Queste frequenze potrebbero andare bene per il WiMAX fisso, mentre per il Mobile WiMAX bisognerebbe operare non sopra i 2.6 GHz, per dare larga banda in mobilità.

Gli operatori di telefonia mobile per le reti UMTS, stanno già utilizzando frequenze al di sotto dei 2,6 GHz e che hanno già pagato a caro prezzo: avrebbero quindi, maggiori interessi nell'incrementare le prestazioni di una rete già implementata e funzionante, piuttosto che installarne una completamente nuova.

Questo quadro è destinato a mutare. La Commissione Europea, nel giugno 2008, ha obbligato tutti gli Stati membri a rendere disponibile, entro sei mesi, la banda a 2.6 GHz per l'offerta di servizi di comunicazione elettronica. Al momento, le tecnologie che concorrono per l'uso di queste frequenze sono, quindi, le tecnologie WiMAX e le tecnologie a standard LTE.

I diritti d'uso validi sul territorio nazionale (e non con soluzioni regionali o macro-regionali) verranno rilasciati attraverso una procedura d'asta simile a quella utilizzata per il WiMAX a 3.5 GHz.

Il rilascio delle licenze a 2.6 GHz rappresenta un rischio per la redditività degli investimenti fatti dagli operatori vincitori alla precedente asta WiMAX, e potrebbe minacciare lo sviluppo del business, creare squilibri sul mercato, frenare gli investimenti, comportare la necessità di riformulare i business plan e di acquisire nuovi fondi. Ecco perché gli operatori, chiedono la riserva delle frequenze o la sostituzione dei blocchi a 3.5 con blocchi a 2.6 GHz.

Tutti questi motivi, fanno pensare che la gara per le frequenze 2.6 GHz vada deserta o che si presentino soltanto gli operatori mobili, unici che abbiano risorse da investire.

Un ulteriore elemento di incertezza è legato alla discussione sull'utilizzo delle frequenze tra i 700 e gli 800 MHz (a seguito dello switch off delle frequenze analogiche televisive) per servizi mobili quali l'UMTS.

Tutte questi elementi rendono lo scenario molto instabile, senza una precisa direzione per il futuro. Scenario destinato a mutare molto facilmente ed in poco tempo. Occorre tenere, quindi, la situazione sotto la lente di ingrandimento per seguire gli avvenimenti che cambieranno il nostro modo di vivere.

CAPITOLO 5

IL CASO DEL VENETO

5.1 Banda Larga e digital divide nella Regione Veneto

Il quadro sul servizio di connettività a Banda Larga nella regione Veneto, presenta dati molto importanti, per l'aumento della popolazione raggiunta dal servizio e, conseguentemente, di riduzione del fenomeno del digital divide.

L'accesso ad infrastrutture e servizi a banda larga, rappresenta oggi una condizione necessaria affinché cittadini e imprese della regione possano scambiare informazioni, creare e ricevere servizi, comunicare in modo più efficace e continuativo con le strutture della Pubblica amministrazione.

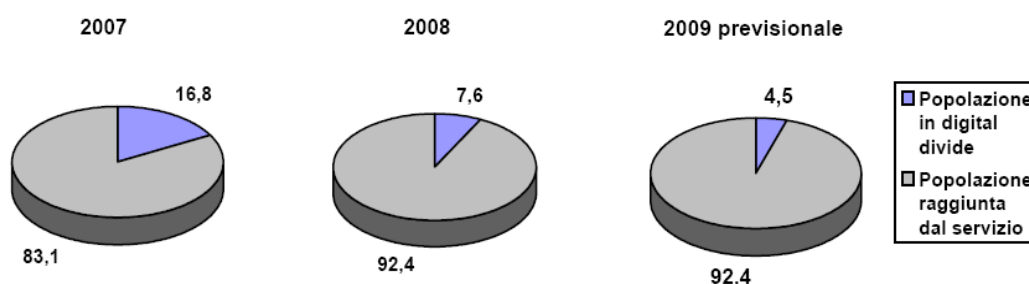
L'obiettivo dell'intervento regionale è quello di favorire l'evoluzione della Regione Veneto, sia per quanto riguarda i singoli individui sia per quanto riguarda le imprese e la pubblica amministrazione, verso i nuovi sistemi organizzativi, produttivi, di consumo, di apprendimento.

Il principale obiettivo che la regione vuole raggiungere, è la diffusione dell'accesso alla banda larga nelle aree al momento non coperte da tale servizio, in modo da permettere a tutti i soggetti interessati le nuove potenzialità della rete.

Mentre la Regione promuove, coordina e controlla la diffusione della banda larga, intervenendo con finanziamenti e assicurando un costante monitoraggio della situazione, i ruoli operativi sono lasciati agli operatori di rete ed alle aziende.

5.2 Popolazione in digital divide

Dai dati forniti dall'operatore *Incumbent*, e dagli altri operatori di telecomunicazione, nel 2008, la percentuale di utenti serviti dalla rete a banda larga è pari al 92,4% dei residenti veneti: la popolazione in digital divide, quindi è al 7,6%, con una riduzione di oltre il 50% rispetto il 2007 (da 763.735 si passa a 346.086 nel 2008).



Copertura della popolazione e digital divide

A livello provinciale, la situazione è diversa: alcune province presentano percentuali di residenti in digital divide maggiori della media regionale, anche di 3 punti percentuali. Nella tabella sottostante, partendo dal 2007, la media regionale è del 16,87% ma nel territorio si arriva a punte di circa il 39% (Rovigo); nel 2008, invece, la media è al 7,64%, ma con province dove le percentuali variano tra 8,7% e 10,7%; infine, secondo dati previsionali del 2009, ci saranno ancora percentuali di residenti in digital divide tra il 7% e l'8,3%, con una media regionale del 4,52%.

Provincia	2007	2008	2009 previsionale
Belluno	18,14	7,59	2,38
Padova	15,67	7,91	3,43
Rovigo	39,09	9,01	7,17
Treviso	23,09	8,79	1,96
Venezia	9,40	4,75	4,06
Verona	15,38	10,73	8,29
Vicenza	13,96	5,55	4,57

Popolazione in digital divide: dati regionali e provinciali

Nell'anno 2008, le province che si trovano sopra la media regionale (al 7,64%) in termini di popolazione non raggiunta dal servizio di connettività a banda larga, sono Verona, Rovigo, Treviso e Padova. Con le previsioni effettuate per il 2009, le province di Padova e Treviso avranno una percentuale di residenti in digital divide inferiore alla media regionale (pari al 4,52%).

Considerando, invece, le dimensioni dei Comuni veneti nel biennio 2007–2009, l'aumento della copertura della banda larga si concentra maggiormente in quelli di minor dimensione (popolazione residente inferiore ai 5.000 abitanti). Gli interventi futuri in tali aree, consentiranno di uniformare la copertura di rete tra comuni di dimensioni minori e comuni di grandi e medie dimensioni, dove il digital divide si presenta in misura relativamente bassa.

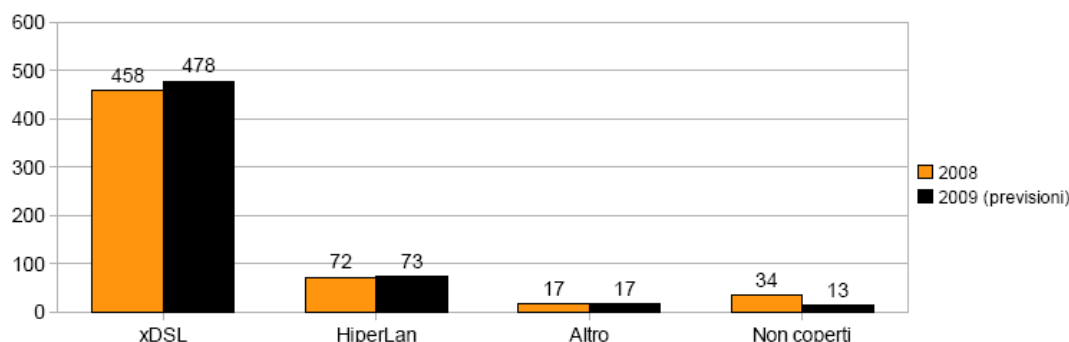
Si può osservare, infatti, che l'aumento della diffusione del servizio nei Comuni/Province venete e la conseguente riduzione di popolazione in digital divide (DD), rappresenta un processo volto a risolvere problemi non economicamente sostenibili (in aree scarsamente popolate): l'ampliamento della copertura si verifica soprattutto nei comuni di piccole dimensioni, dal momento che in essi si concentrano le percentuali maggiori di utenti in DD. Progressivamente, quindi, anche in queste aree si tende a livelli di copertura più elevati, come in quelle di più grande dimensione.

Più difficile invece, risulta l'aumento della copertura nelle località dove il servizio è già diffuso. Questo è spesso dovuto alla difficoltà di raggiungere fisicamente, attraverso la rete, alcuni gruppi di residenti, specialmente se in aree rurali e/o isolate, oppure all'onerosità dell'adeguamento o sostituzione dell'infrastruttura non dimensionata per un numero elevato di utenti.

Il trend che nasce dagli ultimi tre anni, è sicuramente positivo: gli investimenti ci sono stati e, sembra continuino, assieme anche all'utilizzo di nuove tecnologie che permettono di raggiungere l'obiettivo in modo più semplice ed economicamente vantaggioso.

Complessivamente, 158 Comuni di dimensioni intermedie (pari al 45%) hanno una copertura totale della popolazione e se si considera una copertura almeno pari al 90%, si raggiungono i 208 Comuni (il 65% dei Comuni di dimensioni intermedie).

5.3 Tecnologie e velocità di connessione



Tecnologie prevalenti

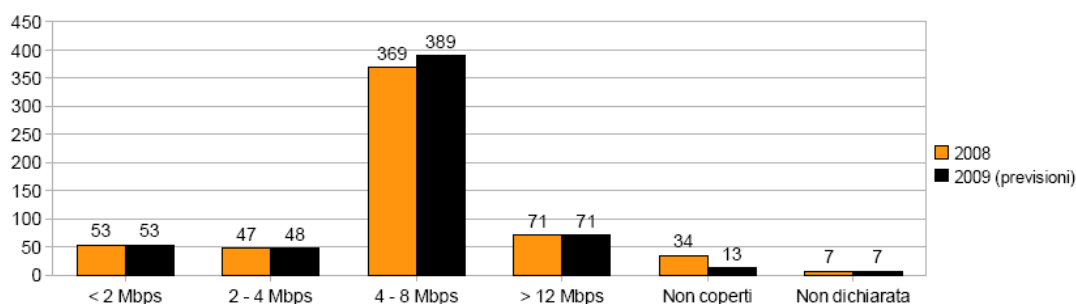
Dal punto di vista tecnologico, senza alcun dubbio, la tecnologia impiegata maggiormente per l'erogazione del servizio di connettività a banda larga, è xDSL. Tuttavia, alcune aree provinciali iniziano a presentare la diffusione di tecnologie wireless, in particolare HiperLAN: nel 79% (458) dei comuni la tecnologia prevalente è xDSL; nel 12% (72) la tecnologia è wireless, specificatamente HiperLAN; nel 3% (17) dei comuni l'operatore con maggior copertura utilizza tecnologie diverse da xDSL e HiperLAN (WiFi, o connessioni in fibra ottica).

	xDSL		HiperLan		Altro		Comuni non coperti		Totale
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	
Verona	83,7%	89,8%	3,1%	3,1%	0,0%	0,0%	13,3%	7,1%	100,0%
Vicenza	67,8%	68,6%	22,3%	22,3%	6,6%	6,6%	3,3%	2,5%	100,0%
Belluno	95,7%	98,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,3%	1,4%	100,0%
Treviso	57,9%	57,9%	34,7%	34,7%	7,4%	7,4%	0,0%	0,0%	100,0%
Venezia	86,4%	86,4%	9,1%	11,4%	0,0%	0,0%	4,5%	2,3%	100,0%
Padova	88,5%	98,1%	1,0%	1,0%	0,0%	0,0%	10,6%	1,0%	100,0%
Rovigo	86,0%	88,0%	8,0%	8,0%	4,0%	4,0%	2,0%	0,0%	100,0%
Veneto	79%	82%	12%	13%	3%	3%	6%	2%	100%

Tecnologia prevalente: dati regionali e provinciali

Considerando i casi estremi tra le diverse province, a Belluno la tecnologia in assoluto prevalente, è xDSL; nelle province di Treviso e Vicenza si distingue invece una percentuale di comuni in cui l'erogazione del servizio avviene attraverso tecnologia wireless HiperLAN, rispettivamente nel 34,7% e 22,3% dei casi. Le altre province si mantengono nella media regionale.

Per quanto riguarda la velocità di download offerta all'utente finale, la maggioranza dei Comuni veneti ha a disposizione, nelle aree raggiunte dal servizio, connessioni tra i 4 e gli 8 Mbps. I comuni che possono fruire di velocità elevate, superiori ai 12 Mbps, sono "solo" il 12%. Si sta assistendo, tuttavia, nonostante le difficoltà, ad un processo di upgrading tecnologico, che permetterà alle aree interessate di fruire di connettività veloce.



Velocità di connessione prevalenti

Nel 64% (369) dei comuni la velocità prevalente è compresa tra i 4 e gli 8 Mbps in download; nel 12% (71) la velocità prevalente è maggiore ai 12 Mbps; nell'8% (47) dei comuni è compresa tra i 2 e i 4 Mbps in download mentre nel 9% (53) è inferiore ai 2 Mbps.

	< 2 Mbps		2 - 4 Mbps		4 - 8 Mbps		> 12 Mbps		Comuni non coperti		Non Dichiarata		Totale
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	
Belluno	19	19	0	0	45	47	2	2	3	1	0	0	69
Padova	1	1	0	0	89	99	2	2	11	1	1	1	104
Rovigo	7	7	0	0	29	30	7	7	1	0	6	6	50
Treviso	6	6	27	27	40	40	22	22	0	0	0	0	95
Venezia	1	1	2	3	26	26	13	13	2	1	0	0	44
Verona	10	10	3	3	64	70	8	8	13	7	0	0	98
Vicenza	9	9	15	15	76	77	17	17	4	3	0	0	121
Veneto	53	53	47	48	369	389	71	71	34	13	7	7	581

Velocità di connessione prevalenti: dati provinciali

La provincia di Treviso presenta il numero maggiore di comuni (22) dove la velocità di connessione supera i 12 Mbps, oltre il 23% sul totale provinciale. Tale velocità è dovuta principalmente all'utilizzo delle tecnologie wireless e la stesura della fibra ottica. Nella provincia di Padova, 89 comuni (l'85%) presentano una velocità di connessione compresa tra 4 e 8 Mbps. Nella provincia di Belluno oltre il

27% dei Comuni (19 su 69) hanno velocità di accesso inferiore a 2 Mbps. Le altre province non presentano scostamenti significativi dalla media regionale.

5.4 Considerazioni

Il Veneto, come diverse altre regioni Italiane, presenta al suo interno una morfologia del territorio molto variabile: dal mare si passa alla pianura, alla collina ed infine le montagne. Le varie province si dislocano quindi, su territori molto diversi tra loro: la capillarizzazione della rete di accesso a larga banda su rame sarà, quindi, molto meno complessa in pianura rispetto e quella in collina e/o montagna sia per la facilità di aggiornamento delle linee esistenti, sia per la convenienza economica dovuta ad una maggiore densità di popolazione.

Nel territorio montano, la presenza di ostacoli naturali, fa sì che l'implementazione di nuove reti, basate su tecnologie *wired* per la fornitura del servizio di banda larga, sia molto limitata. Risulta più semplice l'utilizzo di sistemi wireless in queste situazioni, i quali permettono di sopperire in particolare, al mancato ritorno che provocherebbe l'uso di soluzioni tradizionali. La tecnologia WiMAX potrà offrire a questi territori un grosso aiuto per il superamento del DD.

Attualmente, nella regione Veneto, vengono utilizzate diverse tecnologie per fornire il servizio di Banda Larga. In particolare nelle province di Treviso e Vicenza, la tecnologia wireless HiperLAN rappresenta ormai una buona fetta di mercato. In questi territori, infatti, ha aperto la via uno dei primi WISP (Wireless Internet Service Provider) italiani offrendo connettività in banda larga senza fili a centinaia di abbonati nei comuni delle due province.

Nell'ottobre 2005, dopo la liberalizzazione con il decreto Landolfi sull'utilizzo delle frequenze dei 2,4 e 5 GHz in tutto il territorio nazionale (e non più limitate solo ai parchi, alle stazioni, ai centri commerciali, ecc...) Telemar S.p.A. ha potuto realizzare una rete wireless privata per fornire il servizio di accesso a banda larga in queste due province. Grazie a questo decreto è quindi possibile, per gli operatori e provider competere meglio nel mercato di internet e della banda larga, superando alcuni degli ostacoli presenti nell'ultimo miglio attraverso le nuove tecnologie senza fili.

Possono godere dei vantaggi di questa rete (tra cui anche la maggiore velocità) molti utenti soprattutto alcune Amministrazioni pubbliche e aziende di vario genere. Per queste ultime, la nuova tecnologia è di particolare interesse, visto la sua capacità di offrire servizi avanzati quali video-sorveglianza, video-fonia, alto throughput dati. Nel territorio Bellunese invece, l'ADSL è la tecnologia principale per l'accesso ad Internet: l'operatore che si è aggiudicato la gara per il potenziamento dell'infrastruttura di rete è stato Telecom Italia. Ciò spiega la presenza della sola tecnologia *wired*: essendo le linee già presenti, per raggiungere l'obiettivo, a Telecom è bastata l'aggiunta nelle centrali degli apparati DSLAM, ed eventualmente anche la sostituzione delle dorsali in rame con la fibra ottica.

Il panorama attuale che delinea il nostro territorio, dipende dunque, dai risultati delle varie gare/appalti emanati dalla Regione e dall'eventuale presenza di operatori privati in grado di portare nuovi servizi sfruttando le nuove tecnologie.

5.5 Interventi regionali per lo sviluppo della banda larga in Veneto

Seguendo le politiche definite a livello nazionale, la Regione del Veneto ha dato avvio nel 2005 ad una programmazione regionale di interventi per garantire la disponibilità di reti a Banda Larga nelle zone territoriali in condizioni di digital divide (Tabella). Le iniziative sono partite nel 2006 con progetti rivolti alle aree denominate “obiettivo 2”, territori su cui si è deciso di intervenire a causa delle condizioni socio-economiche (densità di popolazione; concentrazione di attività imprenditoriale; territorio; ecc.) che rendono lo sviluppo più difficoltoso.

PROVINCIA	NOME PROGETTO	DESCRIZIONE	INIZIO	FASE ATTUALE	ENTE ATTUATORE
Treviso	Rete a Banda Larga della Pedemontana del Grappa e dell'Asolano	Realizzazione di una rete in fibra ottica	2006	Concluso	Comunità Montana del Grappa e Asolano
Belluno	Banda Larga nel Veneto (erogazione di servizi di connettività nella provincia di Belluno)	Realizzazione di infrastrutture per l'erogazione del servizio a B. L.	2008	Concluso	Regione del Veneto
Belluno	Dorsale in fibra ottica Veneto-Trentino	Completamento est dell'infrastruttura in fibra ottica della provincia autonoma di Trento		Progettazione esecutiva	Provincia di Belluno
Vicenza	Diffusione dei servizi in banda larga nelle aree della provincia di Vicenza	Realizzazione di infrastrutture per l'erogazione del servizio a B. L.	2008	Concluso	Regione del Veneto
Rovigo	Rete polesana a banda larga - dorsale ovest est	Creazione di una dorsale con ponti radio lungo l'asse Ovest – Est delle aree produttive rodigine	2006	Concluso	Provincia di Rovigo
Padova	Banda Larga nel Veneto (servizi di connettività per la provincia di Padova -Bassa Padovana-)	Realizzazione di infrastrutture per l'erogazione del servizio a B. L.	2008	Concluso	Regione del Veneto
Venezia	Diffusione dei servizi in banda larga nelle aree della provincia di Venezia (Veneto Orientale)	Realizzazione di infrastrutture per l'erogazione del servizio a B. L.	2009	GARA ANNULLATA	Regione del Veneto
Verona	LessiniaNET	Sviluppo di un Sistema Informativo Territoriale centralizzato	2006	Concluso	Comunità Montana della Lessinia

I primi interventi sono stati effettuati nelle provincie di Verona, Treviso (per la stesura della fibra ottica in alcuni comuni), Rovigo e Padova.

Successivamente, nel 2007, le iniziative sono proseguite con la redazione di un Piano Operativo al fine di programmare i finanziamenti di operatori privati per coprire le aree in condizioni di “fallimento del mercato” (dove gli operatori non hanno le risorse e la convenienza economica ad intervenire autonomamente).

La gara attivata a luglio 2007 ed aggiudicata da Telecom Italia, ha avuto come obiettivo le provincie di Belluno e Padova e si arrivati al completamento dei lavori nel gennaio 2009.

Il Piano Operativo del 2008 ha permesso la continuità delle azioni fino a quel momento intraprese, attraverso la pubblicazione del bando di gara (luglio 2008) per alcune zone della Provincie di Vicenza e Venezia: mentre nella provincia di Vicenza si è giunti alla conclusione dei lavori, in quella di Venezia la procedura per l’assegnazione dell’incarico è stata sospesa (sono venute meno le condizioni di fallimento del mercato nella zona, principale requisito del bando).

5.6 WiMAX in Veneto

Per il 2009, in Veneto, i progetti dell’unico operatore che si è aggiudicato le licenze WiMAX sull’intero territorio nazionale, AriaDSL, prevedono circa 200 Comuni coperti, con più di 2 mila abitanti, così suddivisi:

Treviso: 56 Comuni coperti;

Venezia: 25 Comuni coperti;

Padova: 51 Comuni coperti;

Rovigo: 20 Comuni coperti;

Vicenza: 45 Comuni coperti.

Le attività sono partite e l’attivazione del servizio nei primi Comuni è prevista per l’estate 2009. Il completamento, secondo i dati di Aria, avverrà intorno a dicembre 2009. I lavori sono già in corso per la copertura con il WiMAX di 12 Comuni della Provincia di Vicenza attualmente in digital divide.

Attraverso l’installazione di 18 punti di accesso, gli utenti dei comuni di Grancona, S. Germano dei Berici, S. Pietro Mussolino, Crespadoro, Altissimo,

Lusiana, Conco, Lugo, Calvene, Foza, Enego e Gallio, potranno beneficiare di un servizio che gli permetterà di navigare fino a 7 mb: l'investimento infrastrutturale previsto è di 1 milione 800 mila euro di cui 1 milione 290 mila a carico della Regione Veneto.

Anche gli altri due operatori Retelit e Linkem, aggiudicatari delle licenze WiMAX per il Veneto, hanno iniziato i lavori, anche se si sono concentrati maggiormente in altre regioni. Linkem, in particolare, è stato il primo operatore in Italia a partire con il servizio WiMAX agli utenti, nelle città di Brescia e di Bari nel mese di ottobre 2008 con il fine di allargare il servizio, nei tempi necessari, a tutta la Lombardia e Puglia.

Retelit, oltre alla copertura di alcuni comuni in provincia di Parma, ha avviato la propria attività di fornitura *wholesale* della rete WiMAX consentendo la nascita del primo WVO (WiMAX Virtual Operator) FREEMAX.

CAPITOLO 6

CONCLUSIONI

6.1 WiMAX, cellulari e 4G

Per quanto si è visto, a prescindere dal particolare standard adoperato, che ormai potremmo sempre considerare essere l'802.16e per i vantaggi tecnologici che comporta, il WiMAX dovrebbe costituire una tecnologia di accesso radio a larga banda che, quando viene usata per applicazioni mobili, dovrebbe consentire l'accesso alle reti di operatori mobili, quando invece viene usata per applicazioni fisse o nomadiche dovrebbe consentire l'accesso alle reti fisse degli operatori IP (ad Internet).

In Italia, nell'assegnazione delle licenze per i diritti d'uso della prima banda messa all'asta (3,4÷3,6 GHz) non sono state previste limitazioni ai servizi offerti, anche se le caratteristiche di propagazione delle frequenze in questione sono molto più adatte a servizi di accesso fisso o nomadico, piuttosto che a servizi in mobilità piena. Tra gli assegnatari di questa prima gara non vi sono operatori di rete mobile, come già visto. E' molto probabile che questi ultimi siano più interessati al bando di gara per l'assegnazione delle frequenze dei 2,6 GHz, maggiormente adatte alla mobilità. A causa dei grossi investimenti effettuati per vincere l'asta, gli attuali operatori WiMAX non condividono sull'assegnazione delle nuove frequenze senza un trattamento di riguardo rivolto a loro.

Conseguentemente, questo servizio (WiMAX) potrebbe non essere una buona notizia per molti operatori, che vedranno aumentare la concorrenza: il vantaggio competitivo, derivante dal possesso dell'ultimo miglio degli operatori fissi, sarà certamente indebolito e vari clienti potranno fare a meno di loro; gli operatori

radiomobili che soffriranno di più questa concorrenza, saranno quelli che hanno investito nelle licenze UMTS. Questa tecnologia, infatti, non offre, l'ampiezza di banda del WiMAX.

Nel complesso nelle telecomunicazioni aumenteranno quindi in misura notevole le possibilità di scelta per i consumatori, e servizi che prima erano percepiti dalla clientela come molto diversi, diventeranno invece, in misura crescente, sostituibili tra loro.

Dall'altro lato, se l'evoluzione verso il Super UMTS degli operatori mobili (ed in futuro verso l'LTE che supererà completamente il gap tecnologico con WiMAX) possa portare a limitare l'adozione del WiMAX alle applicazioni di "ultimo miglio" per il fisso e ad un ruolo di tecnologia complementare per il mobile, è cosa impossibile da prevedere ma che si potrà osservare nel prossimo futuro.

Quando reti alternative wireless come WiMAX, o le stesse tecnologie mobili 3G e 4G, consentiranno di ridurre il digital divide, e in genere di offrire alternative alla rete storica, nasceranno nuove regole sulla concorrenza.

6.2 Funzionamento effettivo WiMAX

Le diverse sperimentazioni dimostrano che i vantaggi teorici del WiMAX (per gli standard attualmente in uso) sono sovrastimati. Lo standard 802.16-2004, infatti, dovrebbe essere in grado di raggiungere un throughput massimo di 11 Mbps, nello spettro di frequenza dei 3.5 GHz. Inoltre, in condizioni di Non Line-of-Sight, il throughput del sistema, si abbassa ulteriormente fino ad 8 Mbps, con un raggio d'azione di 100 metri in dense aree urbane e pochi chilometri in zone rurali. La tecnologia con standard 802.16e migliora leggermente le prestazioni, senza tuttavia raggiungere i livelli teorici.

Va comunque specificato che, è difficile ottenere dei risultati dalle sperimentazioni che possano essere considerati attendibili ed imparziali, visto che la maggior parte di quelli ottenuti, provengono da aziende produttrici di dispositivi (Alcatel, Siemens, ecc..). Nasce quindi, la Fondazione Ugo Bordoni come punto di riferimento per l'attività di ricerca e sperimentazione.

Considerando i tempi, i costi di implementazione, le difficoltà emerse durante le sperimentazioni in condizioni di non perfetta visibilità, si può immaginare che, almeno fino al raggiungimento di una maggiore maturità tecnologica, l'impiego di WiMAX possa rappresentare un complemento alle tecnologie esistenti per meglio rispondere all'esigenza di connettere utenti nelle aree cosiddette "ultimo miglio" in digital divide.

Un aspetto, su cui si potrebbe basare il miglioramento, sono le frequenze di funzionamento: quelle a 3,5 GHz, assegnate con la gara nazionale, sono poco adatte alla mobilità. Si sta discutendo, infatti, delle frequenze a 2,6 GHz, ma si potrebbe fare di più, come ad esempio gli Stati Uniti, i quali hanno assegnato quelle a 700 MHz. Scendere di frequenza è quindi possibile, solo che qui in Europa difficilmente può essere concesso a causa di troppi interessi in ballo (soprattutto da parte degli operatori di telefonia mobile); agli Americani invece è convenuto visti i pochi investimenti fatti nella telefonia cellulare.

Gli operatori delle reti mobili di terza generazione, infatti, vedono più di buon occhio l'aggiornamento di una rete che già utilizzano (e che già hanno pagato a caro prezzo), piuttosto che il dispiegamento di una nuova rete WiMAX parallela.

Le previsioni sono però ottimistiche. Nonostante l'attuale clima di insicurezza economica che sta colpendo le regioni del mondo, il WiMAX Forum si aspetta che durante quest'anno (2009) saranno 100 i nuovi e vecchi operatori che lanceranno servizi tramite tecnologia WiMAX. Attualmente i fornitori, su questa piattaforma, in tutto il mondo raggiungono una copertura totale di 430 milioni di persone con le loro reti e tale numero dovrebbe raddoppiare a fine 2010 nonostante la crisi finanziaria. La più grande installazione di una WiMAX Metropolitan Area Network si trova in Giappone che, entro luglio 2009, coprirà interamente questo Stato. E' la prima infrastruttura a diffusione nazionale.

Alcune aziende produttrici di laptop, tra cui Toshiba, Dell, Asus e Acer, hanno, infatti, abilitato i portatili di loro produzione all'utilizzo della nuova rete. Intel ha inoltre annunciato di aver avviato colloqui con produttori di cellulari al fine di far integrare i suoi microchip WiMAX sui telefonini.

Anche nelle altre parti del Mondo vengono implementate reti WiMAX per permettere l'accesso ad alta velocità alle abitazioni, la telefonia tramite Internet

(Repubblica Dominicana, Austria), la connettività aziendale (Messico, Uruguay, Filippine, Spagna), dare supporto a scuole e uffici pubblici (Dublino, Polonia).

Nel medio periodo si iniziano ad intravedere quindi, condizioni tecniche ed economiche per il superamento del tipo di concorrenza attuale che caratterizza la rete fissa di accesso: le regolamentazioni applicate all'*Incumbent* sui servizi di accesso alla rete non sono più sufficienti ad affrontare la situazione. Sarebbe quindi opportuna una valutazione dei regolamenti per consentire l'evoluzione della rete di telecomunicazioni verso la maggiore concorrenza con le nuove tecnologie.

6.3 Il mercato attuale e prospettive future

L'attuale mercato Italiano si può suddividere in tre parti, dove solo una porzione del territorio può beneficiare di servizi a banda ultralarga (oltre i 20 Megabit) con all'estremo opposto territori ancora privi del servizio e un'ampia fascia intermedia. Per cercare di risolvere il problema, si è visto che la strada migliore risulta basarsi su aiuti (finanziamenti) agli operatori, con iniziative di Regioni ed enti locali.

Tra queste, quelle maggiormente attive sono: il Veneto (che ha stanziato circa 15 milioni di euro per portare la fibra ottica in aree a rischio spopolamento), Liguria, Emilia Romagna e Lazio.

Per quanto riguarda la Liguria, un accordo regionale ha portato all'annullamento definitivo del divario digitale in 99 Comuni, investendo sia in fibra ottica sia in tecnologia wireless, con il pieno rispetto del principio di neutralità tecnologica.

Più complessa la situazione del Sud Italia, dove, la percentuale di penetrazione della connessione a banda larga è nettamente al di sotto di quella nazionale. In Campania e Regioni affini, la situazione non è migliore ma, in questa zona sono stati realizzati progetti con Telecom, aggiudicatrice della gara per l'assegnazione del WiMAX nel Mezzogiorno. Si vuole arrivare ad una copertura del territorio pari al 100 per cento, costituendo anche un'infrastruttura di base per garantire un'informatizzazione adeguata alla Pubblica Amministrazione.

Le offerte attivate nelle regioni coperte, permettono di navigare con una velocità di 7 Mb/s senza limiti di tempo e di traffico, a 15/20 euro al mese. Aggiungendo una piccola somma si possono chiamare anche tutti i numeri di rete fissa nazionale (ovviamente con tecnologia VoIP).

Inizia così la vera concorrenza all'Adsl, oltre che garantire il servizio a chi dall'Adsl non è coperto.

6.4 Considerazioni finali

Si può analizzare il problema del digital divide sotto un diverso aspetto. La cosiddetta “mancanza di ADSL” in certe zone del Paese non deriva dall'impossibilità (tranne qualche caso di assenza di convenienza ad installare gli apparati ADSL nelle centrali telefoniche), bensì dall'indisponibilità di banda adeguata ad alimentare le richieste degli utenti. Se manca per l'ADSL, la banda manca anche per WiMAX. Dove manca la banda non si può erogare il servizio; se la banda c'è, l'utilizzo della prima o della seconda tecnologia è comunque possibile.

Si può quindi pensare al backhauling (collegamento in fibra con le dorsali di rete), come principale causa del digital divide e/o delle limitate velocità di connessione: nelle aree rurali o montane non vi sono dorsali in fibra ad alta capacità (ma in ogni paese c'è la centrale telefonica in grado di ospitare i DSLAM xDSL o un punto cospicuo dove installare un apparato wireless), quindi prima di poter dare accesso localmente agli utenti con sistemi xDSL o Wireless (WiMAX, HiperLAN), vanno realizzate le infrastrutture di backhaul che trasportano la banda Internet alla zona da servire. Più distante è la zona, più è difficile raggiungerla; più è numeroso il bacino di utenti da servire, maggiore è il costo per realizzare e mantenere un backhaul di capacità ed affidabilità adeguate.

Per la rete cellulare, sono circa 14.000 le antenne per il GSM sparse per il territorio Italiano, mentre l'UMTS (che ha una copertura assai inferiore) e' a quota circa 11.000 per gli operatori maggiori. Di queste 11.000, solo qualche centinaio sono collegate con una fibra ed hanno capacità sufficienti a servire gli utenti connessi.

Al momento, quindi, le reti wireless non permetteranno completamente l'accesso alla banda larga ad ampie zone dove il telefono è l'unica risorsa disponibile, ma, in complementarità ai sistemi cablati, aiuteranno a risolvere il problema. In particolare, si possono ritenere più economiche in quanto, come già specificato, limitano la stesura di cavidotti/cavi, e non necessitano installazioni fino all'utente.

I sistemi wireless possono essere visti, inoltre, come tecnologia per migliorare la concorrenza tra gli operatori: ad esempio, gli utenti cittadini coperti dal servizio, potranno scegliere tra la fornitura del servizio tra Telecom e gli OLO (che si spartiscono la rete su rame) assieme anche ai sistemi quali WiMAX e rete cellulare (UMTS).

Quest'ultima, infatti, si può considerare concorrente alle altre tecnologie in quanto, è vero che offre la mobilità (ad un certo prezzo), ma nulla vieta di collegarsi alla rete standosene comodamente a casa: tale servizio offre quindi qualcosa in più, ovvero, la possibilità di accedere ad Internet ovunque ci si trovi (nelle zone coperte), casa propria compresa.

Tutto questo copertura di rete permettendo: al solito, ritroviamo zone dove la concorrenza è alle stelle e chi ne trae maggiore vantaggio è sicuramente l'utente destinatario dei servizi, zone con concorrenza limitata, e zone (anche se in diminuzione) dove Telecom offre il solo servizio telefonico.

Il quadro delineato da nuove normative (aiuti di Stato e regolamentazioni sulla rete di accesso), l'introduzione di nuove tecnologie, la diffusione del WiMAX, l'aumento della richiesta di banda da parte degli utenti, l'aumento dell'alfabetizzazione informatica, è caratterizzato da una notevole velocità di cambiamento e dire come apparirà la situazione nel prossimo futuro non è cosa semplice.

L'intervento Comunitario è rivolto alla copertura totale del territorio con la banda larga tradizionale (banda larga come servizio universale) e a favorire lo sviluppo della rete ad alta velocità. Gli operatori di rete che hanno acquisito le licenze stanno mantenendo gli impegni presi nella copertura con la tecnologia WiMAX. Questa tecnologia favorirà la concorrenza, oltre che l'abbassamento del divario digitale. La diffusione, sempre maggiore, di apparati in grado di collegarsi

alla rete (cellulari, laptop, palmari, ecc..), richiede delle soluzioni capaci di offrire a tutti gli utenti la possibilità di accedere e sfruttare i servizi più avanzati.

Tutti questi elementi sono rivolti, negli anni a venire, a permettere maggiori vantaggi agli utenti, in termini di possibilità di accesso alla rete con tutti i suoi servizi, permettendo la connessione permanente con maggiori velocità di comunicazione, aumento della concorrenza e abbassamento dei costi del servizio.

Riferimenti bibliografici

AGCOM, *Relazione annuale sull'attività svolta e sui programmi di lavoro*, Roma, 2007;

AHSON S. – ILYAS M., *WiMAX Standards and Security*, 2008;

AHSON S. – ILYAS M., *WiMAX Technologies, Performance Analysis, and QoS*, 2008;

BETWEEN, *Analisi sulle determinanti del processo di sviluppo della banda larga*. Rapporto finale, giugno 2008;

BETWEEN, *Il punto sulla banda larga in Italia*, Dicembre 2006;

COMITATO INTERMINISTERIALE PER LA DIFFUSIONE DELLA BANDA LARGA IN ITALIA, *Linee guida per i piani territoriali per la banda larga*, Commissione permanente per l'innovazione tecnologica, 17 luglio 2007;

CONSIGLIO EUROPEO, *Connettere l'Europa con la banda larga: nessuno resti offline*, Strasburgo, 19 giugno 2007;

CONSIGLIO EUROPEO, *Orientamenti comunitari relativi all'applicazione delle norme in materia di aiuti di Stato in relazione allo sviluppo rapido di reti a banda larga*, Bruxelles, 20 marzo 2009;

DEL MONTE A., *Economia e politica industriale*, 4/2006;

FUB (Fondazione Ugo Bordononi), *Il sistema 3GPP-LTE, Aspetti di carattere generale e le tecniche di trasmissione*, Roma, 2008;

FUB (Fondazione Ugo Bordononi), *Quadro e prospettive dopo le decisioni della Commissione Europea e di ITU-WRC-07*, 2008;

GIAMMARIA P., *Mercato e concorrenza regole*, 2/2005;

MORGANTI M. (Siemens Communications), *WiMAX Technology, a reshuffle for Telecom Operators?*, Milano, 1 giugno 2005;

REGIONE VENETO, *Rapporto sulla diffusione della Banda Larga nel Veneto*, Aprile 2009;

SANTACESARIA C., *Sistemi wireless a larga banda di futura generazione*, Politecnico di Milano 17 Maggio 2006;

TANENBAUN, *Reti di calcolatori*, quarta edizione, Prentice Hall;

TARCHI D., *Wireless Metropolitan Area Networks (IEEE 802. 16)*, Università degli studi di Firenze, 2008;

TELECOM ITALIA, *WiMAX Mobile e Telecom Italia*, Aprile 2008;

Link

<http://www.intel.com>

<http://www.wimax.com>

<http://www.wimaxforum.org>

<http://wimax.fub.it/>

<http://www.wimax-italia.it>

<http://www.wi-max.it>

<http://www.punto-informatico.it>

<http://www.securitywireless.info>

<http://www.siemens.it>

[http://www .it.wikipedia.org](http://www.it.wikipedia.org)

<http://www.corriere.it>

<http://www.repubblica.it>

<http://www.ilsole24ore.com>

<http://www.alvarion.it>

<http://www.ariadsl.it>

<http://www.linkem.com>