

WiMAX e WiBro: nuove opportunità tecnologiche

WiTech • 2007

www.witech.it
www.key4biz.it



Il tutorial “WiMAX e WiBro: nuove opportunità tecnologiche” è estratto dal report “Il BWA e gli scenari evolutivi”.

Per ulteriori informazioni puoi visitare il nostro sito www.witech.it o contattarci a info@witech.it o al +39 050 754 720.



WITECH

WiTech (Wireless Technology), nata nel 2003 come Azienda Spin-off dell'Università di Pisa, si è affermata in breve tempo come una delle realtà di maggiore interesse nello scenario Broadband Wireless Access (BWA) italiano.

WiTech, come indica lo stesso nome, opera nel settore delle tecnologie broadband wireless, quali 802.11, WiMAX, 802.20, WCDMA, TD-CDMA, TD-SCDMA, CDMA, HSDPA, EV-DO, tecnologie proprietarie (IP Wireless, Navini, Flash OFDM, iBurst).

Da Gennaio 2006 è Regular Member del WiMAX Forum, dando un proprio contributo alle attività del Networking Group, del Service Provider Group, del Marketing Group e del Regulatory Group.

Grazie al proprio team di professionisti, WiTech è in grado di offrire ai propri clienti servizi ingegneristici ad elevato valore aggiunto che coprono ogni campo nel settore BWA: realizzazione di analisi tecnico-economiche, progettazione, distribuzione a valore aggiunto.

Le competenze fortemente verticali consentono, dunque, a WiTech di presentarsi come il supporto ideale di tutti coloro che vogliono esplorare il mondo del BWA.

Per ulteriori informazioni puoi visitare il nostro sito www.witech.it o contattarci a info@witech.it o al +39 050 754 720.

Copyright © 2007 - WiTech. Tutti i diritti sono riservati a norma di legge e a norma delle convenzioni internazionali. Nessuna parte di questo report può essere copiata, fotocopiata, duplicata in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo, o ridistribuita senza l'autorizzazione scritta di WiTech. Ogni cura è posta nella raccolta e nella verifica della documentazione contenuta in questo report; tuttavia WiTech non si assume alcuna responsabilità derivante dall'utilizzo della stessa. Nomi e marchi delle compagnie e dei prodotti citati nel report sono generalmente depositati o registrati dai rispettivi proprietari.



INDICE

Introduzione	5
WiMAX e WiBro	6
Origine e stato della standardizzazione	6
Le Tecnologie 802.16	6
Le Tecnologie HiperMAN	8
Le Tecnologie WiMAX: fixed e mobile	9
La Tecnologia WiBro	11
Prestazioni	13
Punti di forza e di debolezza	15
Conclusioni	17
ANNESSO A ACRONIMI	18
ANNESSO B BIBLIOGRAFIA	20

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1 – Tecnologie WiMAX, 802.16 e HiperMAN	9
Figura 2 – Processo di standardizzazione della tecnologia WiBro	12
Figura 3 – Metriche di valutazione delle prestazioni	13

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1 – Principali caratteristiche delle tecnologie 802.16	7
Tabella 2 – Principali caratteristiche delle tecnologie HiperMAN	8
Tabella 3 – Profili di certificazione Fixed WiMAX	10
Tabella 4 – Profili di certificazione Mobile WiMAX	10
Tabella 5 – Principali caratteristiche delle tecnologie WiMAX	11
Tabella 6 – Principali caratteristiche della tecnologia WiBro	12
Tabella 7 – Prestazioni delle Tecnologie WiMAX	14
Tabella 8 – Strenghts & Weaknesses delle Tecnologie WiMAX	16



Introduzione

La direzione verso la quale il settore del BWA sta migrando è ben chiara: se fino a pochi mesi fa l'orizzonte temporale era rappresentato dal WiMAX Fixed, oggi lo sguardo è rivolto ben oltre, verso WiMAX Mobile e WiBro. In tutto il mondo, infatti, si sta assistendo ad un proliferare di trial e di deployment basati su tali tecnologie.

Questo tutorial presenta una chiara e concisa panoramica delle emergenti tecnologie wireless, quali WiMAX e WiBro. In particolar modo, in esso dapprima si fornisce una panoramica dello stato di standardizzazione di tali tecnologie; in seguito si valutano le prestazioni in termini di copertura e di capacità, dopo aver individuato i relativi fattori critici; per ultimo si delineano i punti di forza e i punti di debolezza, al fine di offrire un valido supporto nella scelta della tecnologia più appropriata ad un determinato scenario operativo.

Tale tutorial è un estratto del report “Il BWA e gli scenari evolutivi”, nel quale in primis si analizza lo scenario attuale del BWA (WiMAX; WiBro; Wi-Fi; 3G; tecnologie proprietarie, quali Navini, iBurst, IP Wireless e Flash OFDM), con un focus sulle prestazioni, in termini di capacità e di copertura, e sui punti di forza e di debolezza; poi si delinea lo scenario tecnologico evolutivo, individuando le possibili traiettorie future. Dall'analisi effettuata si prospetta una situazione di completa convergenza, ove tutte le tecnologie, sia quelle già esistenti sia quelle future, non saranno altro che un tramite per poter realizzare nuovi contesti applicativi.



WiMAX e WiBro

Questo capitolo è un focus sullo stato dell'arte delle tecnologie wireless e, in particolar modo, sulle emergenti tecnologie 802.16-based (802.16, WiMAX e WiBro). Per ciascuna dapprima si fa un excursus delle varie fasi del processo di standardizzazione, indicandone le principali caratteristiche tecniche; in seguito se ne valutano le prestazioni, secondo metriche oggettive; per ultimo se ne evidenziano i punti di forza e i punti di debolezza.

Origine e stato della standardizzazione

Le Tecnologie 802.16

Le tecnologie 802.16 sono basate sullo standard 802.16 sviluppato dall'IEEE 802.16 Working Group dell'IEEE¹. Tale standard è stato inizialmente concepito per applicazioni Fixed BWA e successivamente è migrato verso applicazioni Portable BWA e Mobile BWA.

La prima versione dello standard IEEE 802.16, ratificata nel 2001 e pensata per applicazioni FBWA, supporta trasmissioni in scenari LOS nel range delle bande licenziate da 10 a 66 GHz e non consente né la portabilità né la mobilità.

La successiva versione IEEE 802.16-2004, approvata nel Giugno 2004, opera nella banda 2-11 GHz anche in scenari NLOS con accesso nomade, consentendo l'utilizzo di SU indoor; supporta, inoltre, come opzione la sottocanalizzazione in up link [1] e fornisce velocità di trasmissione fino a 75 Mbps in un canalizzazione di 20 MHz.

Infine l'emendamento IEEE 802.16e, approvato il 7 Dicembre 2005 [3], include le precedenti versioni dello standard, aggiunge alcune funzionalità per supportare la mobility, quali l'handoff e il power saving, ed opera nella banda frequenziale tra i 2 GHz e i 6 GHz in una modalità d'accesso mobile e nella banda frequenziale tra i 2 GHz e gli 11 GHz in una modalità d'accesso fissa. I data rate supportati arrivano fino a 75 Mbps in 20 MHz di banda, per applicazioni fisse, e fino a 15 Mbps in 5 MHz di banda, per applicazioni mobili.

La Tabella 1 riassume le principali caratteristiche tecniche dello standard 802.16-2004 e dell'emendamento 802.16e; per ciascuno è indicato la banda e lo scenario operativo, la velocità di trasmissione in corrispondenza di una determinata canalizzazione, la tecnica di trasmissione supportata, il protocollo d'accesso multiplo, il formato del duplexing, le possibili ampiezze di banda del canale, l'efficienza spettrale del sistema e le funzionalità avanzate.

¹ L'IEEE è un'organizzazione non-profit, costituita da professionisti (ingegneri, scienziati, matematici, studenti), impegnata non solo nella pubblicazione di materiale tecnico, riguardante i settori delle comunicazioni, dell'elettronica, del software engineering, ma partecipa attivamente nello sviluppo di standard per nuove tecnologie.



Tabella 1 – Principali caratteristiche delle tecnologie 802.16

	802.16-2004	802.16e
Approvato	Giugno 2004	Dicembre 2005
Banda	2 – 11 GHz	2 – 11 GHz per l'accesso fisso 2 – 6 GHz per l'accesso mobile
Spettro	Licenziato / Non licenziato	Licenziato / Non licenziato
Scenario operativo	LOS/NLOS	LOS/NLOS
Velocità di trasmissione (senza smart antenna)	75 Mbps in 20 MHz	75 Mbps in 20 MHz per l'accesso fisso 15 Mbps in 5MHz per l'accesso mobile
Tecnica di trasmissione	SC OFDM (256 sottoportanti), OFDMA (2048 sottoportanti)	SC, OFDM, OFDMA, SOFDMA
Protocollo d'accesso	TDMA, OFDMA	TDMA, SOFDMA
Formato del duplexing	TDD / FDD / H-FDD	TDD / FDD / H-FDD
Ampiezza di banda del canale	Variabile tra 1.25 MHz e 28 MHz	Variabile tra 1.25 MHz e 28 MHz
Efficienza spettrale	3.75 bps/Hz	3.75 bps/Hz per l'accesso fisso 3 bps/Hz per l'accesso mobile
Funzionalità avanzate	AMC Smart Antenna	AMC Handoff Power Saving Smart Antenna
Compatibilità con 802.16-2004		No, se si usa la modulazione SOFDMA



Le Tecnologie HiperMAN

Le tecnologie HiperMAN sono basate sullo standard ETSI HiperMAN, sviluppato dall'ETSI² in stretta collaborazione con il WG IEEE 802.16 e pensato per supportare applicazioni broadband in una modalità d'accesso fissa [4].

In particolar modo, la versione v.1.3.2, approvata nel Marzo 2006, è perfettamente allineata con le specifiche tecniche definite dallo standard IEEE 802.16 (802.16-Rev 2004 e 802.16e), salvo il fatto che non è prevista la modalità d'accesso radio SC. Esso, infatti, opera nella banda 2-11 GHz anche in scenari NLOS con accesso nomade, consentendo l'utilizzo di SU indoor; supporta, inoltre, come opzione la sottocanalizzazione in up link [1] e fornisce velocità di trasmissione fino a 75 Mbps in un canalizzazione di 20 MHz.

La Tabella 2 riassume le principali caratteristiche tecniche dello standard HiperMAN: si indica la banda e lo scenario operativo, la velocità di trasmissione in corrispondenza di una determinata canalizzazione, la tecnica di trasmissione supportata, il protocollo d'accesso multiplo, il formato del duplexing, le possibili ampiezze di banda del canale, l'efficienza spettrale del sistema e le funzionalità avanzate.

Tabella 2 – Principali caratteristiche delle tecnologie HiperMAN

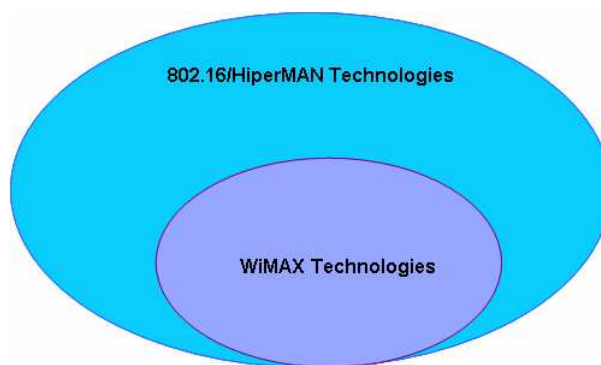
	Versione 1.3.2
Approvato	Marzo 2006
Banda	2 – 11 GHz
Spettro	Licenziato / Non licenziato
Scenario operativo	LOS/NLOS
Velocità di trasmissione (senza smart antenna)	75 Mbps in 20 MHz
Tecnica di trasmissione	OFDM (256 sottoportanti), OFDMA (2048 sottoportanti) SOFDMA
Protocollo d'accesso	TDMA, OFDMA, OFDMA
Formato del duplexing	TDD / FDD / H-FDD
Ampiezza di banda del canale	Variabile tra 1.25 MHz e 28 MHz
Efficienza spettrale	3.75 bps/Hz
Funzionalità avanzate	AMC Smart Antenna

² L'ETSI è una organizzazione non-profit indipendente il cui obiettivo è quello di sviluppare nuovi standard ICT per lo scenario europeo.



Le Tecnologie WiMAX: fixed e mobile

Le tecnologie WiMAX sono definite dal WiMAX Forum³, il quale, sulle specifiche tecniche dello standard IEEE 802.16 e ETSI HiperMAN, indica quali sono le bande frequenziali in cui si può operare, le possibili canalizzazioni, il formato di duplexing da adottare e la tecnica di trasmissione da utilizzare, [5]. La differenza principale tra le tecnologie 802.16/HiperMAN e le tecnologie WiMAX è che le prime non garantiscono la compatibilità tra apparati di differenti produttori; le seconde, invece, implementano solo alcune funzionalità dello standard, per poter meglio garantire l'interoperabilità tra i diversi dispositivi, e dunque, possono essere considerate come un sottoinsieme delle prime.



Source: WiTech

Figura 1 – Tecnologie WiMAX, 802.16 e HiperMAN

Come già detto in precedenza, il WiMAX Forum definisce le tecnologie WiMAX e, in particolare modo, esso specifica i profili di sistema, ossia l'insieme di requisiti che un sistema WiMAX deve soddisfare, e, per ogni profilo di sistema, i profili di certificazione.

Il profilo di sistema 802.16-2004 WiMAX (o Fixed WiMAX) è basato sulla versione 802.16-2004, utilizza solo la modulazione OFDM con 256 sottoportanti ed è ottimizzato per un accesso fisso o nomade. Il profilo di sistema 802.16e WiMAX (o Mobile WiMAX) è basato sull'emendamento 802.16e, con la tecnica di trasmissione SOFDM, ed è ottimizzato per un accesso portatile e mobile. Un terzo profilo di certificazione, indicato come Evolutionary WiMAX, basato sulla versione 802.16e con OFDM (256 sottoportanti), è attualmente in fase di definizione dal WiMAX Forum.

I primi profili di certificazione relativi alla versione Fixed WiMAX sono indicati nella Tabella 3. Le bande frequenziali in cui tali profili operano sono la banda licenziata dei 3.5 GHz e la banda non licenziata dei 5.8 GHz. Mentre nella banda dei 3.5 GHz sono supportate diverse canalizzazioni in ciascuna delle quali si può operare sia con il TDD sia con il FDD; nella banda dei 5.8 GHz è supportata una sola canalizzazione e il solo TDD.

³ Il WiMAX Forum è un'organizzazione senza scopo di lucro, fondata nel giugno 2001 e conta attualmente più di 350 membri, inclusi produttori, operatori e system integrator, quali Alcatel, Aperto networks, Cisco System, Motorola, Siemens Mobile, Telecom e la stessa WiTech. Obiettivo del WiMAX Forum è promuovere e certificare la compatibilità e l'interoperabilità dei dispositivi basati sullo standard IEEE 802.16 con programmi di test e di certificazione.



Tabella 3 – Profili di certificazione Fixed WiMAX

Frequenza [GHz]	Spettro	Formato del Duplexing	Ampiezza di banda del canale [MHz]
3.4 – 3.6	Licenziato	TDD	3.5
3.4 – 3.6	Licenziato	FDD	3.5
3.4 – 3.6	Licenziato	TDD	7
3.4 – 3.6	Licenziato	FDD	7
5.725 – 5.85	Non licenziato	TDD	10

I primi profili basati sulla versione Mobile WiMAX operano nella banda dei 2.3 GHz, dei 2.5 GHz e dei 3.5 GHz con diverse canalizzazioni ma tutti supportano il solo TDD come formato del duplexing, come mostrato nella Tabella 4, [6].

Tabella 4 – Profili di certificazione Mobile WiMAX

Frequenza [GHz]	Spettro	Formato del Duplexing	Ampiezza di banda del canale [MHz]
2.3 – 2.4	Licenziato	TDD	5
2.3 – 2.4	Licenziato	TDD	8.75
2.3 – 2.4	Licenziato	TDD	10
2.305 – 2.32 2.345 – 2.36	Licenziato	TDD	5
2.305 – 2.32 2.345 – 2.36	Licenziato	TDD	10
2.496 – 2.69	Licenziato	TDD	5
2.496 – 2.69	Licenziato	TDD	10
3.3 – 3.4	Licenziato	TDD	5
3.3 – 3.4	Licenziato	TDD	7
3.3 – 3.4	Licenziato	TDD	10
3.4 – 3.8	Licenziato	TDD	5
3.4 – 3.8	Licenziato	TDD	7
3.4 – 3.8	Licenziato	TDD	10

È bene osservare che le versioni Fixed e Mobile WiMAX non sono tra loro compatibili perché operano su bande frequenziali e utilizzano tecniche di trasmissione differenti. Inoltre anche i profili di certificazione relativi a ciascuna versione possono non essere tra loro compatibili se operano su bande frequenziali differenti, ad esempio un dispositivo che lavora nella banda dei 3.5 GHz non può comunicare con un dispositivo che lavora nella banda dei 5.8 GHz.

Nella Tabella 5 sono riassunte le principali caratteristiche delle tecnologie WiMAX prendendo in considerazione i soli profili di certificazione fino ad ora definiti: banda e scenario operativo, velocità di trasmissione in corrispondenza di una determinata canalizzazione, tecnica di trasmissione supportata, protocollo d'accesso multiplo, formato del duplexing, possibili ampiezze di banda del canale, efficienza spettrale del sistema e funzionalità avanzate.



Tabella 5 – Principali caratteristiche delle tecnologie WiMAX

	Fixed WiMAX	Mobile WiMAX
Banda	3.4 – 3.6 GHz 5.725 – 5.85 GHz	2.3 – 2.4 GHz 2.305 – 2.32 GHz 2.345 – 2.36 GHz 2.496 – 2.69 GHz 3.3 – 3.4 GHz 3.4 – 3.8 GHz
Spettro	Licenziato / Non licenziato	Licenziato
Scenario operativo	LOS/NLOS	LOS/NLOS
Velocità di trasmissione (senza smart antenna)	26 Mbps in 7 MHz	32 Mbps in 10 MHz in DL 23 Mbps in 10 MHz in UL
Tecnica di trasmissione	OFDM (256 sottoportanti)	SOFDMA (512, 1024)
Protocollo d'accesso	TDMA	TDMA, SOFDMA
Formato del duplexing	TDD / FDD / H-FDD	TDD
Ampiezza di banda del canale	3.5 MHz, 7 MHz, 10 MHz	5 MHz, 7 MHz, 8.75 MHz, 10 MHz
Efficienza spettrale	3.71 bps/Hz in 7 MHz	3.168 bps/Hz in 10 MHz in DL 2.3 bps/Hz in 10 MHz in UL
Funzionalità avanzate	AMC	AMC Handoff Power Saving Smart Antenna
Compatibilità con Fixed WiMAX		No

La Tecnologia WiBro

La tecnologia WiBro, [7], [8], [9], è una tecnologia nata in Corea, definita “Portable Internet Service”, è in grado di offrire un accesso wireless a servizi broadband (VoD, MoD, File Downloading, M-commerce, ...) in piena mobilità mediante PSS, quali smart phone, PDA, notebook.

Il processo di standardizzazione della tecnologia WiBro è curato dalla TA della commissione di standardizzazione TTA⁴.

La Phase I, approvata nel Giugno 2004, definisce la frequenza operativa (2.3 GHz), l'ampiezza di banda del canale RF (8.75 MHz), la tecnica di modulazione e il protocollo d'accesso multiplo (OFDMA con 1024 sottoportanti) e il formato del duplexing (TDD).

Nel passaggio dalla Phase I Rev, approvata nel Dicembre 2004, alla Phase II Rev, approvata nel Dicembre 2005, sono state introdotte ulteriori funzionalità e sono state apportate alcune modifiche sia al PHY Layer sia al MAC Layer, al fine di realizzare l'armonizzazione tra lo standard WiBro e lo standard IEEE 802.16e

⁴ Il TTA è commissione di standardizzazione IT impegnata nello sviluppo di nuovi standard in Corea, nelle attività di test e di certificazione dei prodotti IT.



Grazie all'evoluzione precedentemente menzionata, lo standard WiBro della Phase II soddisfa tutti i requisiti di uno dei possibili profili di certificazione del WiMAX Forum relativi al profilo di sistema Mobile WiMAX: esso è, infatti, definito il "service name" della tecnologia Mobile WiMAX in Corea.[10].

Pertanto, una volta iniziato il programma di certificazione dei profili Mobile WiMAX, tutti i prodotti WiBro saranno "WiMAX Forum Certified™". Questa decisione comporterà l'interoperabilità globale, assicurerà alla tecnologia WiBro di beneficiare delle economie di scala del Mobile WiMAX e renderà possibile il global roaming. In aggiunta i prodotti WiBro certificati potranno essere utilizzati anche in altri paesi al di fuori della Corea, ove la regolamentazione spettrale lo consenta.

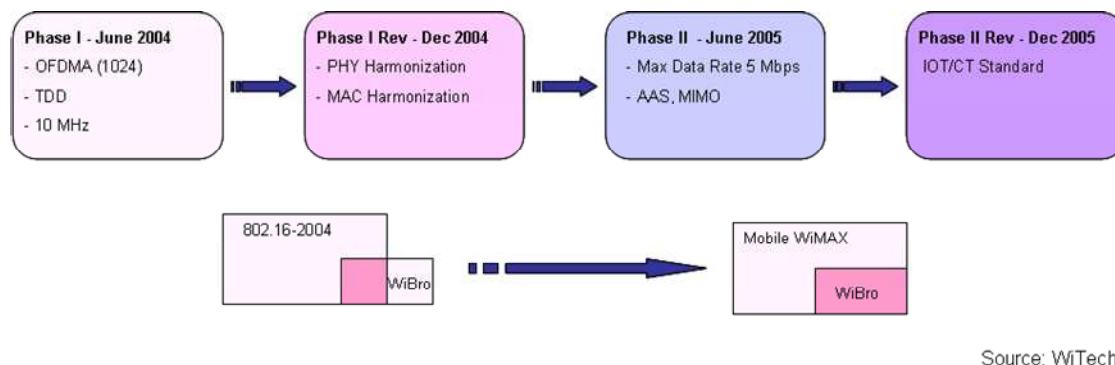


Figura 2 – Processo di standardizzazione della tecnologia WiBro

Nella Tabella 6 sono riassunte le principali caratteristiche della tecnologia WiBro: banda e scenario operativo, velocità di trasmissione in corrispondenza di una determinata canalizzazione, tecnica di trasmissione supportata, protocollo d'accesso multiplo, formato del duplexing, possibili ampiezze di banda del canale, efficienza spettrale del sistema e funzionalità avanzate.

Tabella 6 – Principali caratteristiche della tecnologia WiBro

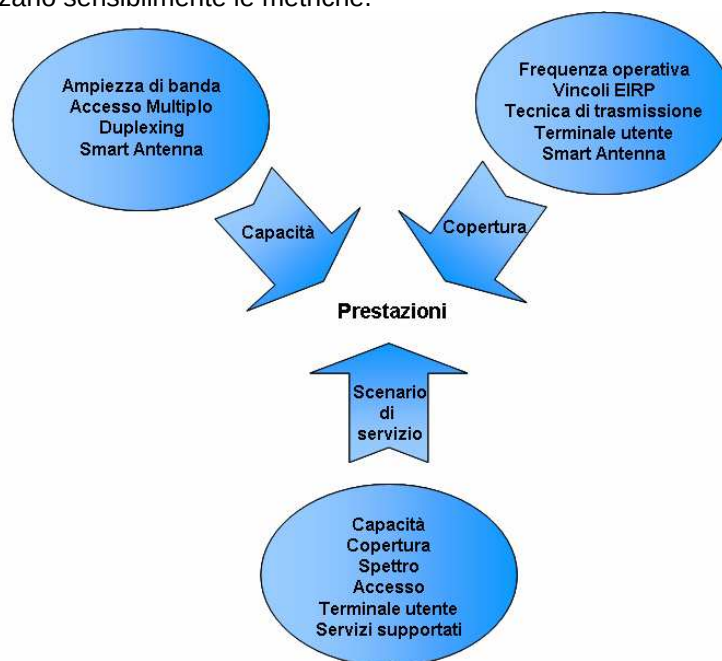
	Phase I
Approvato	Giugno 2004
Banda	2.3 GHz
Spettro	Licenziato
Scenario operativo	LOS/NLOS
Velocità di trasmissione (senza smart antenna)	18 Mbps in 8.75 MHz in DL 6 Mbps in 8.75 MHz in UL
Tecnica di trasmissione	OFDMA (1024 sottoportanti)
Protocollo d'accesso	OFDMA
Formato del duplexing	TDD
Ampiezza di banda del canale	8.75 MHz
Efficienza spettrale	2 bps/Hz in DL 0.68 bps/Hz in UL
Funzionalità avanzate	AMC Handoff Power Saving



Prestazioni

Al fine di determinare le prestazioni di una determinata tecnologia, è necessario individuare delle metriche di valutazione oggettive che consentono di stimare la bontà di una tecnologia.

Nella Figura 3 sono indicati le metriche di valutazione prese in esame nella seguente analisi: capacità, copertura, scenario di servizio; per ciascuna metrica s'identificano i fattori critici, ossia i parametri che influenzano sensibilmente le metriche.



Source: WiTech

Figura 3 – Metriche di valutazione delle prestazioni

Nella valutazione delle prestazioni, si focalizza l'attenzione sulle tecnologie WiMAX, in quanto sono, a ben ragione, la vera forza trainante delle tecnologie 802.16-base. È bene osservare che le tecnologie WiBro possono essere correttamente incluse nelle tecnologie Mobile WiMAX. Nella Tabella 7 si delineano le prestazioni delle tecnologie WiMAX e, in particolar modo, dei profili di certificazione fino ad ora definiti, in funzione dei fattori critici precedentemente indicati.

Tabella 7 – Prestazioni delle Tecnologie WiMAX

Mettrica	Fattore Critico	
COPERTURA	Frequenza operativa	I profili di certificazione del WiMAX Forum operanti a frequenze più elevate sono caratterizzati da un path loss maggiore e questo si traduce in una minore copertura
	Vincoli EIRP	I vincoli di EIRP meno stringenti implicano che il margine sul link budget è maggiore (maggiore copertura).
	Tecnica di trasmissione	Le tecnologie WiMAX implementano l'OFDM, una tecnica di trasmissione che riduce il problema del multipath e, quindi, consente di operare in ambienti Near NLOS.
	Terminale utente	Al variare del terminale utente varia il possibile range di copertura, a causa dei diversi parametri tecnici e delle diverse condizioni di propagazione sperimentate. Ad esempio una SU indoor determina una minore copertura, poiché bisogna considerare le perdite di penetrazione dovute agli edifici e le diverse caratteristiche dell'elemento radiante.
	Smart Antenna	Il beamforming e gli space time code introducono un guadagno nel system gain, consentendo di ottenere range di copertura maggiori. Pertanto il profilo di sistema Mobile WiMAX è più robusto rispetto al profilo di sistema Fixed WiMAX
CAPACITÀ	Ampiezza di banda	I profili di certificazione caratterizzati da un'ampiezza di banda maggiore offrono una maggiore capacità.
	Accesso Multiplo	Sia il TDMA sia l'OFDMA, supportati dalle tecnologie WiMAX, consentono di ottenere throughput elevati in quanto ciascun utente trasmette nel time slot e/o nel sottocanale che gli è stato assegnato, eliminando la possibilità di collisioni e ritrasmissioni che riducono notevolmente il throughput netto.
	Duplexing	Nei profili di certificazione del WiMAX Forum che supportano il TDD la simmetria della capacità tra l'up link e il down link in funzione del rapporto UL/DL; nei profili di certificazione del WiMAX Forum che supportano il FDD la capacità è simmetrica tra l'Up Link e il Down Link.
	Smart Antenna	L'utilizzo del MIMO si traduce nell'aumento del throughput del sistema. Pertanto il profilo di sistema Mobile WiMAX offre un throughput maggiore rispetto al profilo di sistema Fixed WiMAX.
SCENARIO DI SERVIZIO		
	Copertura	Il range di copertura determina i possibili scenari operativi di un determinato profilo di certificazione
	Capacità	La capacità offerta definisce i possibili profili utente (residenziale, SME e Business) che un operatore può servire
	Spettro	Le tecnologie WiMAX possono operare sia in bande licenziate sia in bande non licenziate. Le prime sono particolarmente indicate per il deployment di infrastrutture per Big Carrier che hanno la disponibilità economica di acquistare le licenze e che vogliono offrire servizi broadband in aree fortemente competitive ove l'interferenza rappresenta un sostanziale problema. Le seconde, invece, sono particolarmente adatte a piccoli e medi operatori che vogliono servire servizi ad elevato throughput in aree ristrette.
	Accesso	Il profilo di sistema Fixed WiMAX può operare nella sola modalità fissa, mentre il profilo di sistema Mobile WiMAX può operare in una modalità d'accesso fissa, nomadica, portatile e mobile.



	Terminale utente	A seconda della tipologia di terminale utente, differenti sono i segmenti di mercato che si possono coprire. Ad esempio una SU indoor è indicata per un utente residenziale (minori costi e maggiore facilità d'installazione), mentre una SU outdoor è indicata per un utente business (maggiore margine sul link).
	Servizi supportati	Entrambi i profili di sistema WiMAX supportano servizi triple play (voce, dati e video); inoltre il profilo di sistema Mobile WiMAX, a differenza del profilo di sistema Fixed WiMAX, supporta anche servizi MBS (Multicast and Broadcast Service).

Punti di forza e di debolezza

Un approccio corretto per scegliere in maniera oculata la tecnologia ad hoc per un particolare scenario di deployment è quello di evidenziare non solo i punti di forza ma soprattutto i punti di debolezza.

Come già motivato nella precedente sezione, si pone l'attenzione sulle tecnologie WiMAX e nella Tabella 8 si riassumono i principali punti di forza e di debolezza.



Tabella 8 – Strenghts & Weaknesses delle Tecnologie WiMAX

STRENGHTS	WEAKNESSES
Flessibilità nel deployment dell'infrastruttura di rete Le tecnologie WiMAX offrono ai service provider un'elevata flessibilità nel deployment dell'infrastruttura di rete, in quanto supportano differenti PHY Layer sia a livello di frequenza operativa e di ampiezza di banda sia a livello di formato del duplexing: l'operatore, infatti, può selezionare il profilo che più si addice alle proprie esigenze, in termini di regolamentazione dello spettro, disponibilità dei canali, possibilità di acquistare licenze di spettro.	Disponibilità dei prodotti Ad oggi esistono solo 28 prodotti "WiMAX Forum Certified™", appartenenti al profilo di sistema Fixed WiMAX, mentre per avere la disponibilità dei primi prodotti appartenenti al profilo di sistema Mobile WiMAX bisognerà attendere fine 2007
Ampio range di applicazioni Le tecnologie WiMAX offrono un ampio range di applicazioni: dalla realizzazione di una rete d'accesso per offrire servizi broadband ad utenti residenziali e/o business al deployment del backhaul al fine di estendere la connettività broadband dalla backbone, in aree competitive, ove offrire servizi innovativi rispetto a quelli offerti dai tradizionali operatori, in aree di digital divide, ossia aree che per qualche ragione (tecnica, economica, regolatoria, competitiva) non sono coperte da connettività broadband mediante linee fisse, e in aree ove le tecnologie xDSL non sono in grado di fornire le prestazioni attese a causa della scarsa qualità del doppino telefonico.	Impatto strutturale per i New Entrant L'adozione delle tecnologie WiMAX comporta un impatto strutturale elevato in modo particolare per i New Entrant, ovvero per gli operatori che vogliono entrare nel mondo delle tecnologie broadband rompendo ogni legame con il mondo delle telecomunicazioni tradizionali.
Interoperabilità Le tecnologie WiMAX garantiscono l'interoperabilità tra dispositivi appartenenti allo stesso profilo di certificazione e prodotti da costruttori differenti nella medesima infrastruttura di rete, consentendo una maggiore flessibilità realizzativa nella scelta del vendor.	Costi dei dispositivi Sebbene le tecnologie WiMAX consentano di minimizzare i costi infrastrutturali rispetto alle tecnologie wired tradizionali, esse presentano ancora costi medio-alti dei dispositivi, che, però, diminuiranno notevolmente all'aumentare della disponibilità dei prodotti.
Piattaforma All-IP Le tecnologie WiMAX sono basate su una piattaforma All-IP, ovvero vi è unico core network per offrire servizi voce, dati e video, consentendo una forte riduzione dei costi per il deployment dell'infrastruttura di rete e una più facile gestione della rete.	
Servizi Innovativi Le tecnologie Mobile WiMAX offrono servizi broadband innovativi, ad esempio nel campo dell'intrattenimento (VoD, MoD, real-time streaming broadcasting, 3D network game, multimedia messaging), nel campo dell'informazione (web broasing, file downloading, interactive news & info), nel campo del commercio e della finanza (m-commerce, mobile banking, finance service).	



Conclusioni

Le tecnologie WiMAX e WiBro promettono di rivoluzionare il mondo del BWA e, ad oggi, ne rappresentano l'immediato futuro. Il perché di tutto questo?

In primis tali tecnologie hanno ottime prestazioni in termini di capacità e di copertura, entrambe metriche di valutazione oggettive che consentono di stimare correttamente la bontà di una tecnologia: la prima metrica dipende da fattori critici quali la frequenza operativa, i vincoli di EIRP, la tecnica di trasmissione utilizzata, la tipologia del terminale utente e l'eventuale implementazione delle smart antenna (beamforming e space time code); la seconda metrica, invece, dipende da altri fattori critici, ovvero l'ampiezza di banda, l'accesso multiplo, il formato del duplexing e l'eventuale implementazione delle smart antenna (MIMO).

Poi esse, grazie al supporto di differenti PHY e MAC Layer, offrono un'elevata flessibilità realizzativa; l'operatore, infatti, può selezionare il profilo che più si addice alle proprie esigenze, in termini di regolamentazione dello spettro, disponibilità dei canali, possibilità di acquistare licenze di spettro.

Infine tali tecnologie garantiscono l'interoperabilità tra dispositivi prodotti da costruttori differenti all'interno della medesima infrastruttura di rete, mediante il programma di certificazione del WiMAX Forum, e il supporto di servizi broadband innovativi. Tuttavia è ancora limitata la disponibilità di prodotti WiMAX Forum CertifiedTM e, pertanto, i costi sono ancora medio-alti.



ANNESSO A ACRONIMI

AAS	Adaptive Antenna System
AMC	Adaptive Modulation and Coding
BPSK	Binary Phase Shift Keying
BS	Base Station
BWA	Broadband Wireless Access
DL	Downlink
DSL	Digital Subscriber Line
ECC	Electronic Communication Committee
EIRP	Equivalent Isotropic Radiated Power
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDD	Frequency Division Duplexing
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FFT	Fast Fourier Transform
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
ITU	International Telecommunication Union
LOS	Line Of Sight
MAC	Media Access Control
MBS	Multicast Broadcast Service
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MoD	Multimedia on Demand
MoIP	Multimedia Over Internet Protocol
NLOS	Non Line Of Sight
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
PC	Personal Computer
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
PCS	Personal Communication Service
PDA	Personal Digital Assistant
PHY	Physical
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Quality Of Service
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying



RF	Radio Frequency
SM	Spatial Multiplexing
SME	Small Medium Enterprise
SOFDMA	Scalable Orthogonal Frequency Division Multiple Access
SP	Service Provider
STC	Space Time Code
SU	Subscriber Unit
TBD	To Be Defined
TDD	Time Division Duplexing
TDMA	Time Division Multiple Access
UL	Uplink
VoD	Video on Demand
VoIP	Voice over IP
WiBro	Wireless Broadband
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access



ANNESSO B BIBLIOGRAFIA

- [1] WiTech, E. Briola, A. Calcagno, Il BWA e gli scenari evolutivi, 2007.
- [2] IEEE Std 802.16-2004, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks, Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems, March 2004.
- [3] IEEE P802.16e, Draft amendment to IEEE standard for local and metropolitan area networks, Part 16: air interface for fixed and mobile broadband wireless access systems, amendment for physical and medium access control layers for combined fixed and mobile operation in Licensed bands.
- [4] ETSI TS 102 177, Broadband Radio Access Networks (BRAN) HiperMAN, March 2006
- [5] www.wimaxforum.org
- [6] WiMAX Forum, D. Gray, Mobile WiMAX: A Performance and Comparative Analysis, July 2006.
- [7] www.wibro.or.kr
- [8] GSC#10, WiBro Overview and TTA Activities, 30 August 2005
- [9] GSC#11, GSC-11 Standardization Status of WiBro™ since GSC-10, 28 May – 2 June 2006.
- [10] WiMAX Forum, The relationship between WiBro and Mobile WiMAX, October 2006.

