

Utilizzo dell'infrastruttura wireless in scenari metropolita-

DI SALVATORE COPPOLA E ALFREDO TROIANO

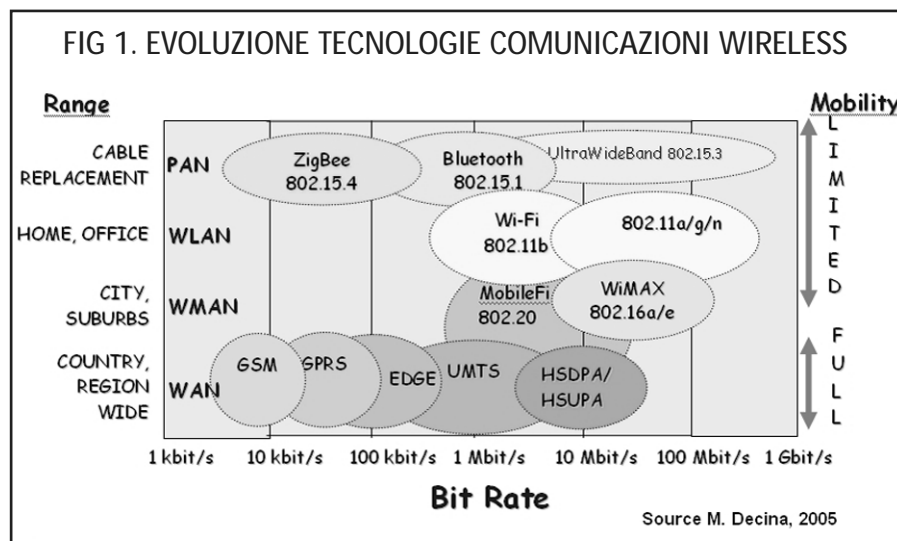
Ingegneri

1. Le reti wireless

La diffusione delle tecnologie che consentono la mobilità ha indotto nuovi bisogni negli utenti, contribuendo ad un nuovo modo con cui le persone comunicano, lavorano, creano, utilizzano i servizi della P.A., fanno acquisti, impiegano il tempo libero, ecc. In non poche applicazioni pratiche infatti, l'utilizzo di reti cablate, oltre ad essere un problema in termini di realizzazione, di costo e di manutenzione, viene visto sempre

basso costo del tipo anywhere, anytime, any-volume. Ciò anche sotto la spinta delle istituzioni pubbliche nazionali ed internazionali che vedono l'accesso a Internet, ed in generale ai servizi in banda larga, come la principale leva del loro progetto di "Digital Inclusion Policy", che, nell'ambito più generale dell'E-Government, mira a garantire la Cittadinanza Digitale a tutti i cittadini.

Se si considera l'ambito metropolitano, lo standard Wi-Fi (sigla Wire-



più come un vincolo operativo.

In tal senso le reti wireless stanno modificando lo scenario, in quanto forniscono non solo un'alternativa al cablaggio tradizionale ma realizzano una infrastruttura di rete maggiormente flessibile e scalabile.

Allo stato attuale le tecnologie sulle quali si basano tali reti sono varie ed alcune di esse sono ancora oggetto di evoluzione (v. Fig. 1). In particolare lo sviluppo dei servizi Internet, che ormai comprendono anche le comunicazioni di tipo telefonico (VOIP - Voice Over Internet Protocol), sta imponendo la realizzazione di infrastrutture di accesso a

less Fidelity) è al momento il più promettente, anche se nel prossimo futuro sarà affiancato, si ritiene con ruolo complementare, dal WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access).

La sigla Wi-Fi, definita dal consorzio Alliance Wi-Fi come marchio per la certificazione, in realtà è utilizzata per rappresentare lo standard wireless (dall'inglese "senza fili") sviluppato dal gruppo 11 di IEEE, ed individuato dalla sigla IEEE 802.11x. Tale standard definisce una tecnica di accesso per le reti WLAN (Wireless Local Area Network), cioè reti che consentono ai vari terminali (come i PC

Notebook, Portatili, Palmari,...), facenti parte della rete stessa, di poter comunicare tra loro utilizzando onde radio al posto delle tradizionali infrastrutture cablate (v. Fig. 2).

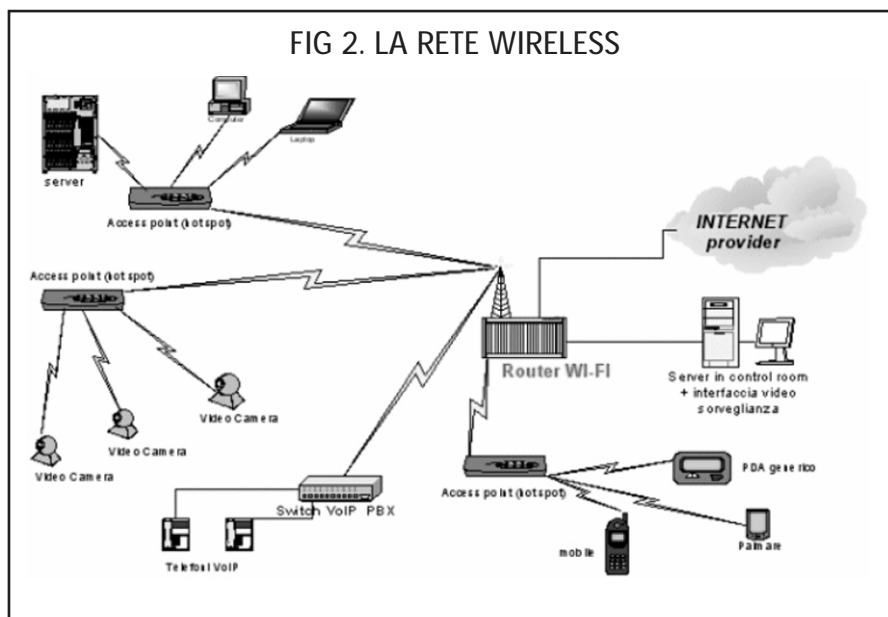
Come si evince dalla figura la connessione wireless dei vari terminali di utente alla rete è realizzata da speciali apparati come gli Access Point (Hotspot Wi-Fi), Switch Voip e Router Wi-Fi.

Nel corso di questi anni sono state definite più versioni del protocollo Wi-Fi con lo scopo di introdurre nuove caratteristiche prestazionali e funzionali (v. Tab. 1)¹ e la imminente ver.11n, basata sulla tecnica MIMO (Multiple Input Multiple Output), mira a ottenere una reale banda larga su Wi-Fi.

L'architettura tipica di una WLAN 802.11x è di tipo cellulare, ovvero l'area in cui deve essere distribuito il servizio può essere suddivisa in zone (celle) in maniera analoga a quanto accade nei sistemi di distribuzione per servizi di telefonia cellulare; l'unione delle celle rappresenta la copertura della rete, che può raggiungere dimensioni pari a quelle di una grande città.

Inoltre, le reti wireless nascono come reti chiuse e senza una strutturazione gerarchica dell'instradamento (in pratica siamo in presenza di un routing multihop) effettuato dai nodi (router) della rete, che proprio per questo possono essere a configurazione mobile. Questa architettura denominata MANET (Mobile Ad-hoc, Network) è molto interessante nei casi di applicazioni temporanee di protezione civile o di sicurezza del territorio. Negli ultimi tempi, si stanno invece affermando architetture Wi-Fi miste denominate MESH Network, le quali hanno una organizzazione gerarchica dei nodi e consentono l'apertura verso altre reti come quella Internet, telefonica cellulare, ecc. È questa la configurazione che più si sta affermando e si affermerà nel contesto metropolitano.

Dal punto di vista dell'utente, il Wi-Fi non è altro che la tecnologia che consente di creare reti senza fili e, soprattutto, fornire connettività ad Internet in libertà senza la necessità



TAB 1. FAMIGLIA STANDARD 802.11 (WI-FI)

Standard	Descrizione	Approvato
IEEE 802.11	Standard per WLAN, fino a 2Mbps lordi, 2,4GHz	1997
IEEE 802.11a	Standard per WLAN, fino a 54Mbps lordi, 5 GHz	2001
IEEE 802.11b	Standard per WLAN, fino a 11 Mbps lordi, 5 GHz	1999
IEEE 802.11g	Standard per WLAN, fino a 54Mbps lordi, 2,4 GHz	2003
IEEE 802.11n	Standard per WLAN MIMO, fino a 500Mbps lordi, 5 GHz	In via approvazione finale

di essere fisicamente collegati ad un modem.

La possibilità di realizzare una rete di collegamenti senza cavi rispetto ad una tradizionale LAN cablata offre indubbiamente numerosi vantaggi.

Le caratteristiche più importanti delle WLAN sono **versatilità**, **flessibilità** e **velocità di installazione**. Eliminando la necessità di stendere cavi o fibre ottiche attraverso parete e soffitti, è possibile realizzare una rete di comunicazione anche in edifici di interesse storico o in luoghi in cui potrebbe risultare difficile se non impossibile installare dei cavi in maniera rapida e semplice. Un utente può collegarsi con il proprio terminale e accedere alle informazioni, o a qualsiasi applicazione, liberamente, ovunque si trovi un punto di accesso nell'area di copertura della rete. Questa prestazione di **mobilità** dà all'utente una maggiore libertà nei movimenti e quindi anche la possibilità di

lavorare lontano dalla propria scrivania aumentando la propria efficienza. Altri vantaggi riguardano la **scalabilità** e la **modularità**. Le WLAN sono intrinsecamente scalabili: è possibile crearne una con pochi terminali e poco alla volta, a seconda dei bisogni che si possono creare, è possibile acquistare nuovi dispositivi e connetterli, con minima fatica e senza bisogno di complicate opere di connessione, configurazione e posa dei cavi. La **semplicità d'uso** e la **dinamicità nelle configurazioni** sono particolarmente importanti nel caso non sia completamente predicibile a priori il numero esatto di utenti.

Infine, sebbene il costo iniziale per la realizzazione di una rete "senza fili" in alcuni casi possa essere superiore rispetto a quello relativo ad un cablaggio tradizionale, l'assenza di guasti del mezzo trasmissivo (l'aria) unita alla flessibilità delle infrastrutture e delle applicazioni implementa-

bili rendono l'investimento competitivo a lungo termine, con un sicuro ammortamento, anche in virtù delle migliorie apportabili in fase di future riorganizzazioni.

Un altro motivo del successo del Wi-Fi è dato dalla combinazione delle WLAN e del VoIP, ovvero il sistema di trasmissione e commutazione della voce su reti locali e su Internet. Quando un utente si trova all'interno dell'area di copertura di una rete connessa ad Internet, ha la possibilità di compiere una chiamata telefonica via Internet con il suo terminale, sia esso un notebook o un PC fisso, purché sia dotato di una scheda wireless, invece che utilizzare un telefono e la classica linea cellulare. Va notato che già oggi la quasi totalità dei PC ha l'interfaccia Wi-Fi e lo stesso sta avvenendo per i telefonini. In ogni caso il loro prezzo non rappresenta una reale barriera.

Anche se l'uso dell'etere come mezzo trasmissivo presenta i suddetti vantaggi, esso è caratterizzato anche da qualche aspetto negativo.

In primo luogo, la vulnerabilità ai disturbi, con conseguente riduzione dell'efficienza della rete (in termini di ampiezza di banda disponibile): la comunicazione in una WLAN può essere disturbata da onde elettromagnetiche interferenti generate da altri dispositivi o essere essa stessa fonte di interferenza per altri sistemi. Altro aspetto importante riguarda la potenza dissipata. I dispositivi portatili spingono i progettisti a migliorare il consumo di potenza e quindi a ridurre ingombro e peso delle batterie per l'alimentazione. Dato il basso livello di potenza del segnale si realizzano coperture limitate di aree, con un raggio, nel caso del Wi-Fi dell'ordine di qualche centinaio di metri. Ovviamente, il livello di potenza emesso dai dispositivi deve rientrare nei limiti imposti dalle leggi in vigore, infatti, anche se ancora oggi non vi sono studi in corso e conclusioni definitive non sono state ancora tratte, la potenza trasmessa deve essere bassa per poter tutelare la salute degli utenti immersi nei campi elettromagnetici prodotti (Inquinamento Elettromagnetico). Infine, uno degli

aspetti più delicati inerenti le reti Wireless è la sicurezza. La trasmissione dati su questo tipo di reti, infatti, non avviene lungo un mezzo al quale bisogna essere fisicamente collegati per avere l'accesso. I segnali elettromagnetici sono potenzialmente ascoltabili da chiunque si trovi nel range di utilizzo e possiede l'apparecchiatura adatta.

Una delle principali ragioni alla base della diffusione del Wi-Fi consiste nella scelta della banda di frequenza. Infatti lo standard IEEE 802.11b opera in una banda di frequenza allocata per utilizzazioni industriali, scientifiche e mediche, da cui la denominazione ISM (*Instrument Scientific Medical*). Le bande ISM sono state originariamente concepite per la messa in opera di sistemi atti a utilizzare le radioonde a fini industriali, scientifici, medici, domestici o analoghi, in uno spazio ridotto (da pochi metri a qualche centinaio di metri) con esclusione, quindi, dell'impiego per servizi di telecomunicazioni a grande distanza. L'uso delle bande ISM, di norma concesso in condizioni di limitazione sulla potenza massima emessa, in molti Paesi non richiede una licenza governativa per un'assegnata classe di applicazioni. Tale status normativo delle bande ISM (status definito come "esenti da licenza") ha incoraggiato, dunque, significativi investimenti in diverse tecnologie e applicazioni che non richiedono di accedere a procedure di acquisizione di licenze complesse, costose e dall'esito spesso incerto. In Italia, l'utilizzo delle frequenze della banda esente da licenza 2400,0-2483,5 MHz, è disciplinato dal Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze (PNRF).

Le bande ISM sono impiegate anche per i sistemi di identificazione a radiofrequenze, dispositivi di comunicazione a corto raggio e a bassa potenza per collegamenti audio, video e dati (inclusi WLAN, Bluetooth e HomeRF), sistemi di telecomando e di telecontrollo. Queste bande sono anche interessate dalle radiazioni di sistemi elettrici ed elettronici tra i quali alcuni sistemi di illuminazioni e forni a microonde. Considerate le modalità

d'uso non coordinato e non sorvegliato delle bande, si opera, di norma, in condizioni di interferenze imprevedibile e incontrollabile: si pone, pertanto, un problema specifico di coesistenza di sistemi differenti. Inoltre, a causa dell'imprevedibilità dei livelli di interferenza che si possono presentare, la Qualità del Servizio (*Quality of Service, QoS*) può risultare variabile anche in maniera sensibile. Nei casi in cui ciò rappresenti un problema, si potranno realizzare sistemi WLAN a standard IEEE 802.11a alle frequenze, non di tipo ISM, intorno a 5GHz che offrono una larghezza di banda, e quindi una capacità di traffico, più ampia e che renderanno meno critici i problemi di interferenza che si presentano nelle bande ISM.

2. L'utilizzo in uno scenario metropolitano

Ma a cosa possono servire le reti wireless? La telefonia cellulare e la trasmissione dati in banda larga su rete fissa, ma ora anche su rete mobile, sono i due principali filoni di sviluppo degli ultimi anni del settore TLC. Tuttavia se, da un lato, gli ingenti investimenti sostenuti dagli operatori telefonici hanno reso il servizio di comunicazione disponibile praticamente ovunque, dall'altro, la larga banda ha trovato un ampio e diffuso sviluppo nelle aree metropolitane, ma resta ancora carente nelle zone distanti dai principali centri abitati (aree rurali, aree montane, ecc). Questo fondamentalmente per problemi di obsolescenza tecnologica (arretratezza delle centrali e delle linee in rame) e di valutazione degli investimenti (nuovi scavi per la posa della fibra) che ne hanno, di fatto, bloccato la diffusione. In generale per la larga banda è possibile immaginare due classi generali di applicazioni: la prima riguarda l'estensione di una rete locale agli utenti non fissi, la seconda è l'utilizzo del wireless per riempire dei veri e propri vuoti di connettività, sia all'interno di imprese medio-grandi, in ambienti come sale riunioni o aule training, sia in edifici storici dove cablare è difficile o addirittura proibito. In queste si-

tuazioni, insieme a tecnologie "long reach Ethernet" basate sul doppio telefonico (soluzione adottata per il cablaggio delle camere in alcuni grandi alberghi), il wireless è un completamento prezioso delle infrastrutture esistenti. Inoltre in luoghi come parchi, campus universitari, la rete WiFi, e in futuro anche la WiMAX, che abilita un accesso a Internet a costi contenuti, rappresentano la soluzione vincente. In questi contesti diventa inoltre economico ed efficace rendere disponibili dei servizi multimediali personalizzati, quali i servizi di assistenza alle persone, turistici, sicurezza urbana, ecc. (v. Fig. 3).

Allo stato il trend di crescita atteso entro i prossimi quattro anni (2007-2010) per le reti Wi-Fi metropolitane ha dei numeri impressionanti: secondo Abi Research siamo sul +8.400%; inoltre, sempre la stessa ricerca, specifica che, entro il 2010 le reti Wi-Fi metropolitane copriranno un'area di 325.000 km quadrati in tutto il mondo, in crescita esponenziale rispetto ai 3.885 km quadrati della copertura attuale. Tale esplosione è possibile attribuirlo alla concomitanza di diversi elementi: da una parte, come dicevamo, la necessità di estendere la banda larga in aree non servite, dall'altra la opportunità di implementare nuove soluzioni per il cittadino, oltre alla possibilità di sperimentare nuove forme di comunicazione.

3. Esperienze nazionali di reti wireless

Le opportunità applicative offerte in ambito metropolitano dalle nuove reti wireless (MESH o meno che siano), denominate anche MuniWireless (Municipal Wireless network) trovano conferma nelle crescenti applicazioni sviluppate in molte città italiane ed estere. Solo negli USA nel 2006 sono state censite 281 iniziative (Filadelfia, San Francisco, Los Angeles, New York,...) destinate a diventare 306 per la fine di quest'anno. Ma rilevanti sono anche le installazioni in Corea del Sud (Seul), Francia (Parigi), Gran Bretagna (Londra).

Anche in Italia stiamo assistendo ad una rapida diffusione, recente è l'annuncio del progetto di Milano



Wireless. Analizzando i primi risultati disponibili di molte di queste esperienze, emerge che per evitare fallimenti economici è fondamentale definire correttamente gli obiettivi ed il modello di business del progetto, fissando in modo coerente le aree della città da coprire e la tipologia dei servizi da offrire.

Rimanendo nel contesto italiano vale la pena descrivere, se pur sommariamente, le esperienze più significative; pur sapendo che il loro numero è destinato a crescere.

RomaWireless: è un Consorzio senza scopo di lucro con l'obiettivo di stendere una maglia wi-fi che copra un'ampia parte dell'area urbana della Capitale. L'idea di RomaWireless è la predisposizione di una rete di hot-spot per garantire l'accesso Internet senza fili in dei luoghi simbolo della Città caratterizzati da una forte capacità di aggregazione: ad esempio le Ville Storiche; così Villa Borghese, Villa Ada, Villa Torlonia e Villa Doria Pamphili sono state dotate di connettività wireless, a partire dal 1° Agosto 2005 data dell'inaugurazione con l'Amministrazione della città ha battezzato la rete Wi-Fi e che ha sancito l'inizio di questa nuova realtà tecnologica al servizio dei cittadini. Successivamente al progetto delle Ville, è partito quello denominato "Viaggio in Roma", presentato il 14 Marzo 2006, che prevede l'estensione della copertura Wi-Fi, alle aree di interesse

archeologico e artistico. Una volta dispiegata la rete è prevista alla creazione di portali di prossimità che forniranno informazioni profilate e georeferenziate al turista contestualmente al luogo che in quel momento vive, consentendogli di conoscere, oltre a servizi, eventi, cenni storici, etc, percorsi insoliti e continuamente aggiornati, anche grazie alle esperienze del turista stesso che potrà interagire con una community digitale del turista. www.romawireless.com

Torino wireless: l'esperienza di Torino segue una doppia logica: garantire connettività ai cittadini per usufruire di servizi *online* o semplicemente per utilizzare la rete e migliorare l'attività degli operatori comunali che lavorano sul territorio (redazione di stato di avanzamento lavori fatti direttamente sul cantiere dal tecnico di sorveglianza oppure registrazione dei dati su un incidente stradale svolta dal vigile luogo del fatto). Sono in cantiere servizi interni di videoconferenza e l'ampliamento della sperimentazione della remotizzazione dei posti di lavoro, scelta che comporta benefici sia sulla qualità della vita dei dipendenti che in termini di impatto ambientale.

Trento: è attivo *Wilmafree*, il servizio che consente di navigare in Internet gratuitamente e senza fili. Richiesto dal consiglio comunale, sollecitato dai cittadini, *Wilmafree* allinea

Trento alle maggiori città europee e dà ai cittadini, ai turisti, ai docenti e agli studenti la possibilità di sperimentare la tecnologia wireless. Nata come iniziativa sperimentale pubblica finanziata dal Fondo Progetti della Provincia, *Wilmafree* è stata realizzata grazie alla collaborazione di ITC-Irst, Università degli Studi di Trento, Comune di Trento e Alpikom, operatore di telecomunicazioni trentino che ha curato la realizzazione e la gestione dell'infrastruttura nella città. Il laboratorio a cielo aperto ora però va oltre la fase sperimentale per diventare un servizio permanente, che potrebbe anche allargarsi ad altre aree del centro.

Bologna: dal 12 giugno 2007, è possibile connettersi a internet dal proprio portatile in modalità WiFi comodamente seduti a un bar nel centro storico. L'area outdoor interessata al progetto è quella del centro storico e comprende la zona che va dal Comune all'Università. Un progetto voluto dall'amministrazione comunale e dall'Università e a cui partecipano partner privati che mettono le tecnologie a disposizione gratuitamente e che va ad ampliare i servizi della rete civica Iperbole con una copertura temporanea di circa

220 postazioni mobili per una banda massima disponibile per utente di 256 Kb. In occasione dell'avvio delle sperimentazioni è stato anche realizzato un nuovo sito internet per accogliere e orientare gli utenti in movimento con informazioni e servizi del Comune e dell'Università di Bologna.

4. Conclusioni

Il continuo sviluppo delle tecnologie per le comunicazioni wireless sta rendendo possibile e conveniente la realizzazione di reti Mesh basate sullo standard Wi-Fi, ed in futuro anche su WiMAX, per l'accesso a larga banda alla rete Internet e più in generale ai servizi in rete, secondo una modalità operativa anywhere, anytime, any-volume. Tali reti per le loro caratteristiche e costi sono oggi largamente impiegate per servire aree rurali e montane ma anche metropolitane, consentendo alle amministrazioni pubbliche di attuare quelle politiche di Governance Territoriale e di Cittadinanza Digitale.

Anche in Italia sono molte le iniziative già realizzate o programmate. Di rilevante interesse appaiono quelle di reti MuniWireless che possono offrire servizi di e-government, supporto al sistema produttivo, turismo, sicurezza urbana, assistenza alle per-

sone, monitoraggio ambientale, formazione a distanza, ecc.

Allo stato attuale non sussistono particolari problemi tecnologici di rete, anche se ci saranno sicuramente evoluzioni per il miglioramento della sicurezza di rete, capacità di banda, QoS e riduzioni dei costi sia delle infrastrutture/applicazioni che dei terminali di utente (PC con interfacce Wi-Fi, telefonini interoperabili,...). Proprio per rendere tali reti metropolitane ottimizzate ed interoperabili è auspicabile che almeno in campo nazionale ci sia un'azione da parte delle istituzioni e delle imprese del settore affinché le loro architetture e le relative applicazioni siano rispondenti a comuni requisiti. D'altro canto non sfugge a nessuno che oggi il problema del superamento del Digital Divide nel nostro Paese richiede significativi investimenti sulle infrastrutture, sui servizi e sull'alfabetizzazione informatica, ed è bene che questi siano ottimizzati al massimo.

Dall'analisi svolta si evince che, per evitare il fallimento di tali progetti, emerge la fondamentale importanza di una corretta impostazione degli obiettivi e del modello di business del progetto, definendo in modo coerente le aree della città da coprire e la tipologia dei servizi da offrire.

Acronimi

AP	Access Point
BAN	Body Area Network
CCITT and Telephony	Consultative Committee for International Telegraphy
EDGE	Enhanced Data rates for Global Evaluation
Eth	Ethernet
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
Ftth	Fiber to the Home
GAN	Global Area Network
GSM	Global System for Mobile Communications
GPRS	General Packet Radio Service
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
ICT	Information&Communication Technology
IEEE	Institute of Electric and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	Instrument Scientific Medical
IP	Internet Protocol
ISO	International Standard Organization
ITU-T	International Telecommunications Union-Telecommunication Standardization Sector
LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network
MANET	Mobile Ad hoc NETWORKS
METRO	Metropolitan Area Network
MIMO	Multiple Input Multiple Output

MuniWireless	Municipal Wireless network
Mu-Fi	Municipal Wi-Fi network
PAN	Personal Area Network
PLMN	Public Land Mobile Network
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality Of Service
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VoIP	Voice Over IP
WAN	Wide Area Network
Wifi	Wireless Fidelity
WMAN	Wireless Metropolitan Area Network
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
xDSL	Digital Subscriber Line

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano l'ing. Giovanni Manco Coordinatore della Commissione Telecomunicazioni dell'Ordine degli Ingegneri di Napoli per gli utili consigli sull'argomento.

Note

1 Le versioni dello standard non riportate in tabella riguardano l'estensione o il miglioramento funzionale:
802.11d:Roaming, 802.11e: Gestione Qualità del Servizio, 802.11f: Inter Access Point Protocol per il collegamento di più reti wireless, 802.11h: Gestione spettro 5GHz, 802.11i: Sicurezza