

rapporti tecnici
2008

arpa **E·R**

ELETTA 2000

Misura dell'esposizione ai campi elettromagnetici prodotti da sistemi Wi-Fi

Giuseppe Anania

Sezione provinciale Bologna



Campi
elettromagnetici

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	LO STANDARD WI-FI.....	3
3.	NORMATIVA	3
4.	DESCRIZIONE DEL LUOGO DI INDAGINE.....	5
5.	VOLUMI DI RISPETTO.....	6
6.	MISURE CON STRUMENTAZIONE A LARGA BANDA.....	7
7.	CONCLUSIONI.....	11
8.	BIBLIOGRAFIA.....	11

1. INTRODUZIONE

Le reti Wi-Fi sono infrastrutture relativamente economiche e di veloce attivazione e permettono di realizzare sistemi flessibili per la trasmissione di dati usando frequenze radio, estendendo o collegando reti esistenti oppure creandone di nuove. Proprio per la loro versatilità queste tipologie di reti vengono sempre più di sovente utilizzate per lo scambio di dati in strutture aziendali, oppure per creare veri e propri punti di accesso ad internet in locali scolastici, biblioteche, università o aeroporti.

Lo scopo del seguente documento è valutare gli aspetti di impatto ambientale delle reti Wi-Fi attraverso simulazioni e misure dei livelli di esposizione prodotti. Lo scenario di interesse è costituito dall'URP (Ufficio Relazioni con il Pubblico) del Comune di Bologna, dove è offerto ai cittadini un servizio di accesso WiFi, che interessa sia l'interno dell'URP che l'area antistante (Piazza Maggiore).

2. LO STANDARD WI-FI

Il Wi-Fi, abbreviazione di Wireless Fidelity, è il nome commerciale delle reti locali senza fili (WLAN) basate sulle specifiche IEEE 802.11.

Esistono diverse versioni dello standard: la prima commercializzata è l'802.11b, che opera nella banda dei 2.4 GHz; nella stessa banda opera lo standard 802.11g, che tramite una modulazione più efficace riesce a raggiungere velocità di trasmissione dati più elevate. Nella banda dei 5.0 GHz opera l'802.11a che usa la stessa modulazione dell'802.11g e raggiunge la stessa velocità di trasmissione dati. Per le altre caratteristiche si rimanda alla letteratura specializzata [1].

La frequenza prevalentemente utilizzata è quella dei 2,4 GHz, che è una delle frequenze assegnate per usi ISM (industriali, scientifici e medici) e come tale è stata sfruttata per diverse applicazioni. È la frequenza di funzionamento dei forni a microonde, ma anche di dispositivi medici quali la radarterapia. Altre bande di frequenza, assegnate per usi ISM e disponibili per questo tipo di applicazioni sono quella dei 5.15 5.35 GHz e quella dei 5.47 5.725 GHz.

Queste bande di frequenze sono lasciate ad uso libero solo per le applicazioni che prevedono EIRP (Massima Potenza Equivalente Irradiata da antenna Isotropica, prodotto del valore della potenza al connettore di antenna per il guadagno) estremamente limitate [2], in particolare per la banda dei 2.4 GHz, utilizzabile sia in ambiente indoor che in ambiente outdoor, pari a $EIRP_{MAX} = 100$ mW, per la banda dei 5.15-5.35 GHz, utilizzabile in ambiente indoor, pari a $EIRP_{MAX} = 200$ mW e infine per la banda dei 5.47 5.725 GHz, che può essere utilizzata sia in ambiente indoor che in ambiente outdoor, il limite è pari a $EIRP_{MAX} = 1000$ mW.

3. NORMATIVA

Il quadro normativo sulla protezione della popolazione dai campi elettromagnetici è ampio e comprende norme europee, nazionali e regionali.

A livello europeo la Raccomandazione 1999/512/CE "Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz" del 12 luglio 1999 [3] fa riferimento alle linee guida dell'ICNIRP "Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)" [4].

La normativa italiana comprende la legge del 22 febbraio 2001 n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" [5] e i suoi Decreti attuativi. Per quanto concerne il campo delle Radio Frequenze e Micro Onde il riferimento specifico è il DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni dai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" [6].

Il quadro normativo è completato dal Decreto Legislativo n. 259 "Codice delle Comunicazioni elettroniche", in vigore dal 1 agosto 2003 [7].

La normativa regionale (per la Regione Emilia Romagna) comprende la LEGGE REGIONALE n. 30 del 31.10.2000 "Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico" e le successive modifiche ed integrazioni [7]; inoltre comprende una serie di delibere della

Giunta Regionale che forniscono le indicazioni operative sulle procedure localizzative/autorizzative da seguire per le varie tipologie di impianto.

La **Legge n. 36 del 22 febbraio 2001** fornisce alcune definizioni che è bene richiamare:

LIMITE DI ESPOSIZIONE: È il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori.

VALORE DI ATTENZIONE: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate.

Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge.

OBIETTIVI DI QUALITÀ : si riferiscono:

- [1] ai criteri localizzativi, agli standard urbanistici, alle prescrizioni e alle incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le proprie competenze;
- [2] ai valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

L'art. 3 del DPCM 8 luglio 2003 al comma 1 a proposito di limiti di esposizione e valori di attenzione recita: *“Nel caso di esposizione a impianti che generano campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz, non devono essere superati i limiti di esposizione di cui alla tabella 1 dell'allegato B, intesi come valori efficaci”*; si riporta di seguito tale tabella:

Intervallo di frequenza	Valore efficace di intensità di campo elettrico E (V/m)	Valore efficace di intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza dell'onda piana equivalente S (W/m ²)
0.1 – 3 MHz	60	0.2	---
3 – 3000 MHz	20	0.05	1
3 – 300 GHz	40	0.1	4

Al comma 2 recita: *“A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine eventualmente connessi con le esposizioni ai campi generati alle suddette frequenze all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari, si assumono i valori di attenzione indicati nella tabella 2 dell'allegato B”*; si riporta di seguito tale tabella :

Intervallo di frequenza	Valore efficace di intensità di campo elettrico E (V/m)	Valore efficace di intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza dell'onda piana equivalente S (W/m ²)
0.1 – 300 GHz	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

L'articolo 4, per gli obiettivi di qualità, recita che i valori di immissione, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate, non devono superare i valori indicati nella tabella 3 dell'allegato B, che viene di seguito riportata:

Intervallo di frequenza	Valore efficace di intensità di campo elettrico E (V/m)	Valore efficace di intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza dell'onda piana equivalente S (W/m ²)
0.1 – 300 GHz	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Per gli impianti WI-Fi, in ambito nazionale, sono in vigore due decreti per quanto concerne i regimi autorizzativi:

Decreto ministeriale 28 maggio 2003: *"Condizioni per il rilascio delle autorizzazioni generali per la fornitura al pubblico dell'accesso radio LAN alla rete ed ai servizi di telecomunicazioni"* [9].

Decreto Ministeriale 4 ottobre 2005: *"Modifica del decreto 28 maggio 2003, concernente: "Condizioni per il rilascio delle autorizzazioni generali per la fornitura al pubblico dell'accesso radio LAN alla rete ed ai servizi di telecomunicazioni"*[10]

L'uso di dispositivi Wi-Fi all'interno una proprietà privata non necessita di autorizzazione, mentre, il D.M. 28 Maggio 2003 richiede un'autorizzazione generale dal Ministero, che ha valenza di D.I.A e viene disciplinata dall'articolo 2 ter della .R. 30/2000 e successive modifiche (impianti a bassa potenza). per offrire servizi Wi-Fi nella banda ISM su suolo pubblico, con obbligo di identificazione degli utenti di tali servizi.

Infine, per l'installazione dei singoli impianti la normativa regionale non prevede alcun tipo di autorizzazione, una volta che il soggetto richiedente abbia conseguito dal Ministero delle Comunicazioni (ora Ministero dello Sviluppo Economico – Comunicazioni) un'autorizzazione generale, che ha anche valenza di D.I.A., e che, in Emilia Romagna, non viene disciplinata in modo specifico dalla L.R. 30/2000 e successive modifiche, ma rientra nell'art. 2 ter (impianti a bassa potenza).

4. DESCRIZIONE DEL LUOGO DI INDAGINE

L'indagine è stata effettuata presso l'URP del Comune di Bologna in Piazza Maggiore n. 6 poiché rappresenta uno dei luoghi di maggiore fruizione per il servizio di accesso internet wireless.

In questi uffici sono installati due AP (Access Point) (**Fig. 3.1**) per dare servizio agli utenti che si collegano alla rete tramite notebook.

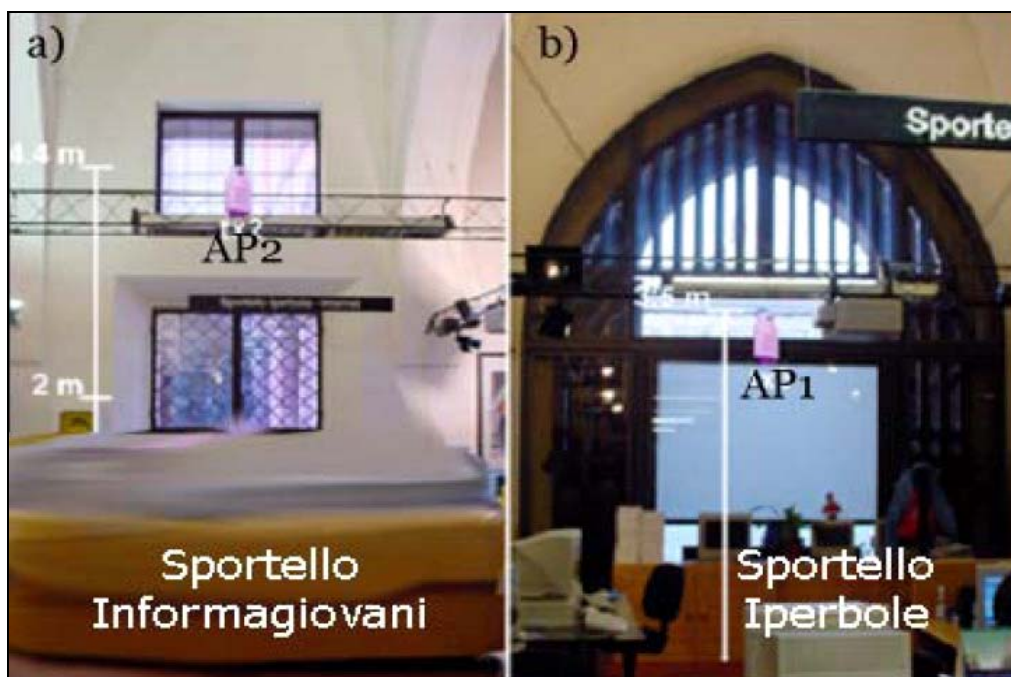


Fig. 3.1

L'AP1 è installato a parete, nell'area dello Sportello Iperbole, su una vetrata anti-sfondamento ad un'altezza di 3.5 m dal piano di calpestio. Anche l'AP2 è installato a parete, nell'area dello Sportello Informagiovani, ad un'altezza di 4.4 m dal piano di calpestio.

Sia l'AP1 che l'AP2 sono Access Point CISCO Aironet 1100 operanti su standard IEEE 802.11b/g (Freq. 2.4 GHz). La massima potenza irradiata possibile, in accordo con le normative, è di 100 mW EIRP (20 dBm).

Ogni AP utilizza due antenne omnidirezionali integrate con diversità con guadagno pari a 2.2 dBi ciascuna, quindi la potenza massima al connettore d'antenna è pari a 17.8 dBm.

5. VOLUMI DI RISPETTO

Per meglio comprendere l'andamento del campo elettrico generato da questi tipi di apparati sono stati calcolati il volume di rispetto e le sezioni orizzontali e verticali del campo elettrico. I calcoli sono stati effettuati col software NFA3D [11], che utilizza formule valide nell'ipotesi di campo lontano e in condizioni di spazio libero, senza quindi considerare l'effetto dell'eventuale presenza di oggetti nell'ambiente sulla propagazione.

Per le simulazioni è stata utilizzata l'antenna di cui al paragrafo precedente (Access Point CISCO Aironet 1100), con guadagno di 2.2 dBi. Le simulazioni sono state effettuate nell'ipotesi di caso peggiore, assumendo cioè che gli apparati irradiano la massima potenza consentita, che nel caso in esame è pari a 100 mW EIRP. Dal punto di vista tecnico ciò significa che, tenendo conto del guadagno massimo delle antenne di 2.2 dBi la potenza al connettore d'antenna è di 17.8 dBm (0.060 W). Come altezza di riferimento per il centro elettrico dell'antenna è stata scelta quella dell'AP1 (=3.5 m).

Nelle **figure 4.1 e 4.2** vengono riportate rispettivamente la sezione orizzontale, alla quota di 3.5 m, e la sezione verticale del campo elettrico.

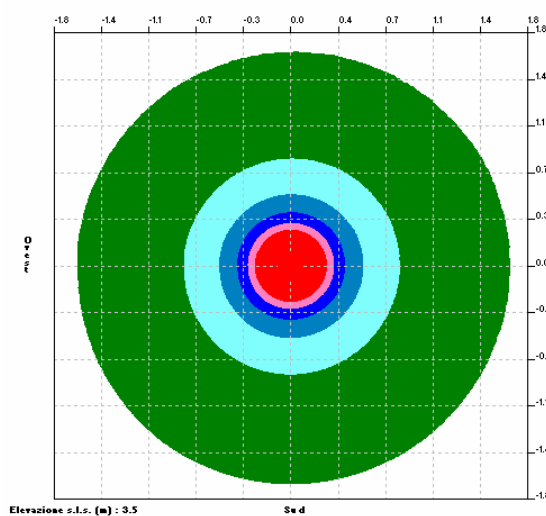


Fig. 4.1

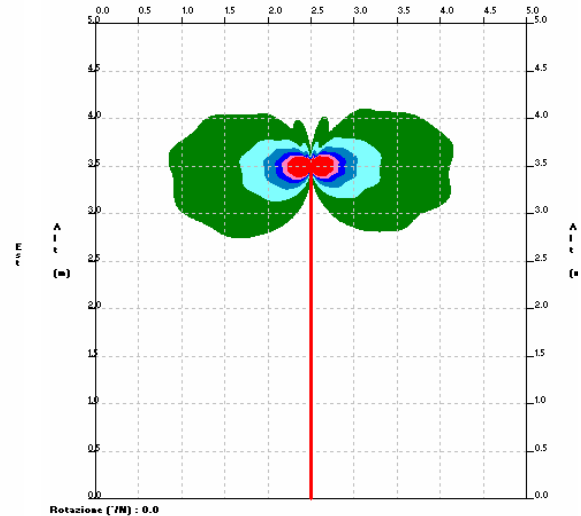


Fig. 4.2

LEGENDA



Il volume di rispetto è stato considerato come il parallelepipedo (**Fig. 4.3**) contenente il volume reale, di forma più complessa, all'interno del quale i valori di intensità di campo elettromagnetico risultano superiori a quelli di riferimento.

Nel caso in esame, poiché gli AP sono installati in zone a permanenza non inferiore alle quattro ore o altamente frequentate, si deve fare riferimento al valore di attenzione e obiettivo di qualità di 6 V/m. E' stato inoltre effettuato l'analogo calcolo considerando come campo limite il 10% del valore di attenzione, cioè 0.6 V/m, per valutare se, ai sensi della norma CEI 211-10 [12] par. 8.2 (classi di attenzione)¹, sulla base del

¹ Vengono definiti come appartenenti alla Classe 1 gli impianti che soddisfano ad almeno una delle seguenti condizioni:

- a) Caratteristiche funzionali del sistema di trasmissione: l'interposizione sulla tratta radio tra trasmettitore e ricevitore di persone o altri ostacoli introduce un degrado nella comunicazione tale da interrompere in modo automatico ed immediato l'emissione di potenza elettromagnetica.
- b) Accessibilità: in qualunque punto accessibile il campo elettrico prodotto dalla sorgente in esame è inferiore al 10% del limite di esposizione applicabile.
Se nessun punto all'interno del volume del 10% del limite di campo risulta accessibile, l'impianto appartiene alla classe di attenzione 1.

Al successivo paragrafo 8.3 la norma CEI 211-10 recita: "Se l'impianto appartiene alla Classe 1 esso è conforme ai limiti."

potenziale impatto sull'ambiente circostante e del potenziale livello di esposizione risultante, gli impianti in esame possono essere ritenuti come appartenenti alla Classe 1.

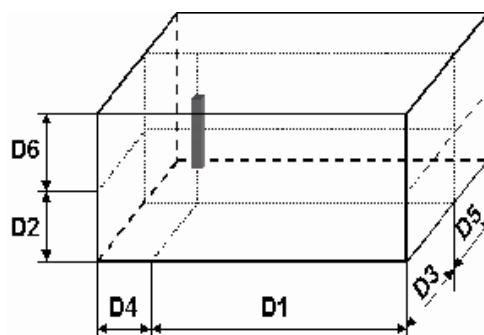


Fig. 4.3

Le dimensioni calcolate sono riportate nella **tabella 4.1**:

Valore di riferimento	D1(m)	D2(m)	D3(m)	D4(m)	D5(m)	D6(m)
VALORE DI ATTENZIONE/ OBIETTIVO DI QUALITA' - 6 V/m	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0.1
10 % DEL VALORE DI ATTENZIONE/ OBIETTIVO DI QUALITA' - 0.6 V/m	2.7	1.3	2.7	2.7	2.7	1.0

Tabella 4.1

La formula di spazio libero, con la quale sono state effettuate le valutazioni per il calcolo dei volumi di rispetto, vale in condizioni di campo lontano dalla sorgente. Tale zona, conformemente a quanto indicato in [13], si può assumere che inizi ad una distanza dalla sorgente pari alla maggiore fra le due quantità 3λ e $2D^2/\lambda$. Nel caso in esame, per la banda dei 2.4 GHz, la lunghezza d'onda vale: $\lambda = 0.125$ m, quindi $3\lambda = 0.375$ m e, considerando come antenna un dipolo a $\lambda/2$, $2D^2/\lambda = 0.0625$ m; la condizione più stringente per individuare la zona di campo lontano risulta quindi essere la prima e quindi, nel caso in esame, la regione di campo lontano si estende a partire da 0.375 m dalla sorgente.

Poiché le dimensioni del volume di rispetto riferito ai 6 V/m risultano inferiori alla distanza alla quale vale l'ipotesi di campo lontano è maggiormente cautelativo, dal punto di vista protezionistico, individuare come volume di rispetto un cubo di lato 37 cm.

Le dimensioni del volume di rispetto riferito a 0.6 V/m (10% del valore di attenzione) sono tali per cui nell'ambiente di indagine vengono interessati anche punti accessibili alla popolazione. Pertanto gli impianti in esame non possono essere classificati come appartenenti alla Classe di attenzione 1.

6. MISURE CON STRUMENTAZIONE A LARGA BANDA

Le misure sono state effettuate il 17 giugno 2008 dalle ore 10,30 in poi, con misuratore a larga banda avente le caratteristiche tecniche riportate in **tabella 5.1** e in conformità a quanto prescritto nelle Norme CEI 211-7 [13]. Il misuratore a larga banda consente di rilevare il valore di campo elettrico nell'intervallo di frequenze tra 100 kHz e 3 GHz e di confrontarlo direttamente con i valori di attenzione previsti dalla normativa (paragrafo 3).

L'incertezza delle misure eseguite, quando il valore è superiore alla sensibilità strumentali (pari a 1 V/m), come previsto dalla norma CEI 221-7 è contenuta entro il valore di 3 dB.

STRUMENTO DI MISURA		Misuratore di campo elettromagnetico a larga banda
Nome	EMR 300	
Modello	2244/31	
Numero di matricola	R-0084	
SONDA		Isotropica tipo 8.2
Numero di matricola	O-0075 R-0084	
intervallo di frequenza	100 kHz - 3 GHz	
intervallo di misura	1 V/m - 800 V/m	
isotropia (sonda + unità di misura)	± 1 dB (per f > 1 MHz)	
risposta in frequenza	± 2.4 dB (per 100 MHz ≤ f ≤ 3 GHz)	

Tabella 5.1

Durante tutto il periodo di misura erano presenti circa 20 utenti, tutti collegati, in modo non continuativo, ai due AP.

Nella **tabella 5.2** vengono riportati i risultati ottenuti, mentre nella **figura 5.1** viene rappresentata l'area d'indagine con indicati i punti di misura. Come si può notare molti dei valori di campo misurati risultano inferiori alla sensibilità strumentale.

RIFERIMENTO PUNTO DI MISURA	PUNTO	AMBIENTE DI MISURA	ORA	ALTEZZA DEL PUNTO DI MISURA RISPETTO AL SUOLO [m]	E _{MIN} (V/m)	E _{MAX} (V/m)	E _{MEDIO} (V/m)	E _{MEDIO} * SULLA SEZIONE (V/m)
UFFICI URP COMUNE DI BOLOGNA P.ZZA MAGGIORE 6	A	A 50 CM DALL' AP1. CONDIZIONI NORMALI	10.30	3.50	< 1	< 1	< 1	<1
		A 50 CM DALL'AP1. SCARICAMENTO FILE VIDEO	10.40	3.50	< 1	< 1	< 1	<1
	B	A 15 CM DALL'AP1. CONDIZIONI NORMALI	11.00	3.50	< 1	2.0	1.4	1.4
		A 15 CM DALL'AP1. SCARICAMENTO FILE VIDEO	11.15	3.50	< 1	4.5	1.9	1.9
	C	A CIRCA 40 CM DA POSTAZIONE PC E CON SONDA ALL'ALTEZZA DELLA TESTA DI UN UTENTE- A CIRCA 4 M DA AP1-SCARICAMENTO FILE VIDEO	11.30	1.20	< 1	< 1	< 1	<1
	D	POSTAZIONI INTERNET RISERVATE AL PUBBLICO	11.45	1.90	<1	<1	<1	<1
			11.52	1.50	<1	<1	<1	
			11.59	1.10	<1	<1	<1	
	E	POSTAZIONE SPORTELLO INTERNET IPERBOLE E HOT SPOTS- VICINO AP 2	12.15	1.90	<1	<1	<1	<1
			12.22	1.50	<1	<1	<1	
			12.30	1.10	<1	<1	<1	

Tab. 5.2

* Valori mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano [13].

Nel seguito si forniscono maggiori dettagli relativamente alle misure effettuate.

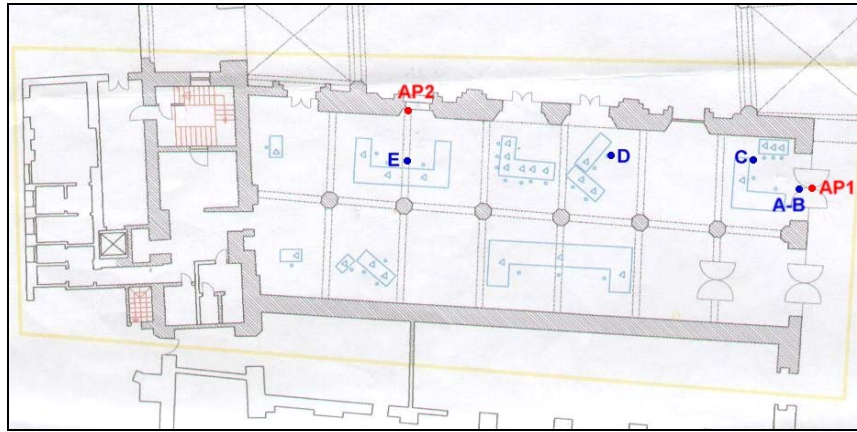


Fig. 5.1

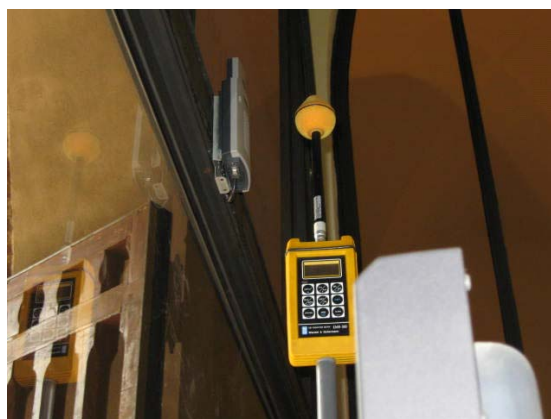
La prima misura è stata effettuata nell'area dello Sportello Iperbole (punti A) posizionando lo strumento a circa 50 cm dall'AP1 e a 3.5 m dal piano di calpestio.



PUNTO A

In questa situazione sono state fatte due misure: la prima in assenza di trasferimento dati, la seconda collegando il notebook all'AP1 e scaricando un file video per tutta la durata dell'acquisizione.

La seconda misura (punto B) è stata effettuata nelle stesse condizioni del caso precedente, con la differenza che in questo caso il sensore è stato posizionato a circa 15 cm dall'AP1. A tale distanza non è soddisfatta la condizione di campo lontano (vedere paragrafo 2), tuttavia, poiché la distanza dall'elemento radiante è superiore a tre volte la dimensione della sonda, la misura risulta conforme a quanto previsto dalla guida CEI 211-7. In questo caso il valore di campo elettrico è sempre superiore alla sensibilità dello strumento e si osserva un ulteriore incremento quando si scarica il file video (con un valore massimo istantaneo pari a 4.5 V/m).



PUNTO B

La terza misura (punto C) è stata fatta in prossimità di una postazione PC posizionando la sonda a circa 40 cm dal monitor, a 1.20 m dal suolo (altezza della testa di un utente seduto) e a circa 4 metri da AP1. In questo caso il PC ha scaricato un file video per tutta la durata della misura.



PUNTO C

L'ultima serie di misure (punti D, E) è stata eseguita in prossimità delle postazioni internet degli utenti e vicino alla postazione iperbole. In questo caso le misure sono state effettuate alle tre altezze di 1.90 m, 1.50 m e 1.10 m, come indicato dalla norma [13]. Anche in questi due casi i valori misurati sono minori alla sensibilità dello strumento.



PUNTO D



PUNTO E

7. CONCLUSIONI

Dalle valutazioni e dalle misure effettuate si può affermare che i livelli di campo elettrico emessi da impianti WI-FI risultano di modesta entità e dello stesso ordine di grandezza della sensibilità della strumentazione utilizzata per le misure. Valori più elevati, ma ben inferiori al valore di attenzione, possono essere rilevati in prossimità dell'antenna trasmittente e in condizioni di download continuato e comunque in zone non accessibili alla popolazione.

In ogni caso, come evidenziato anche dalle stime dei volumi di rispetto, l'ubicazione stessa degli apparati assicura che il pubblico non possa accedere all'interno della regione a valori di campo superiori a 6 V/m.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] <http://www.ieee802.org/11/>: IEEE 802.11TM WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS The Working Group for WLAN Standards.
- [2] CEPT ERC/REC/70-03 "ERC Recommendation 70-03 Relating To The Use Of Short Range Devices (Srd)".
- [3] Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 a 3000 GHz (1999/519/CE).
- [4] INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), in "Health Physics", vol. 74, 1998, pp. 494-522.
- [5] Legge n. 36 del 22 febbraio 2001, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. n. 55 del 7 marzo 2001.
- [6] DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz", G.U. n.199 del 28 agosto 2003.
- [7] Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 214 del 15 settembre 2003 - Supplemento Ordinario n. 150.
- [8] Legge Regionale 31 ottobre 2000, n. 30 "Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico". - Successive Integrazioni: L.R. 13/11/2001, n. 34 "Modifica dell'art. 8 della L.R. 31 ottobre 2000, n. 30 Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico", B.U.R. 15 novembre 2001, n. 161; L.R. 25/11/2002, n. 30, "Norme concernenti la localizzazione di impianti fissi per l'emittenza radio e televisiva e di impianti per la telefonia mobile", B.U.R. 25 novembre 2002, n. 162; L.R. 06/03/2008, n. 4 "Adeguamenti normativi in materia ambientale, modifiche e leggi regionali", B.U.R. 6 marzo 2006, n. 30.
- [9] D.M. del 28 maggio 2003, "Decreto Ministeriale di regolamentazione dei servizi Wi-Fi ad uso pubblico", G.U. n° 126 del 3 giugno 2003.
- [10] D.M. del 4 ottobre 2005: Modifica del decreto 28 maggio 2003, concernente: "Condizioni per il rilascio delle autorizzazioni generali per la fornitura al pubblico dell'accesso radio LAN alla rete ed ai servizi di telecomunicazioni", G.U. n. 245 del 20 ottobre 2005.
- [11] <http://www.aldena.it> - Telecomunicazioni ALDENa srl.
- [12] Comitato Elettrotecnico Italiano, Norma CEI 211-10, "Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici in alta frequenza", aprile 2002.
- [13] Norma CEI 211-7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 100 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana".

Si ringrazia:

Ing. Marina Barbiroli – Consorzio Elettra2000;

Ing. Giovanni Farneti - Settore Sistemi Informativi e Telematici del Comune di Bologna;

Dott.ssa Raffaella Zuin – Responsabile Sistema Complesso Campi Elettromagnetici di ARPA Sezione Provinciale di Bologna;

Dott. Daniele Bontempelli – Fisico Competente Servizio Sistemi Ambientali ARPA Sezione Provinciale di Bologna;

Dott. Gianni Marchesini – Tecnico della Prevenzione Servizio Sistemi Ambientali ARPA Sezione Provinciale di Bologna.