

CAMPI ELETTROMAGNETICI IL WI-FI NON PREOCCUPA?

IL RAPIDO DIFFONDERSI DI IMPIANTI WI-FI ALIMENTA IL DIBATTITO SUGLI EVENTUALI EFFETTI DANNOSI PER LA SALUTE. ARPA EMILIA-ROMAGNA HA EFFETTUATO UN'INDAGINE ALL'INTERNO DI UNA SCUOLA. IN OGNI CONDIZIONE DI UTILIZZO I VALORI RILEVATI SONO DI MODESTA ENTITÀ, AMPIAMENTE INFERIORI A QUELLI DI RIFERIMENTO PREVISTI DALLA NORMATIVA.

Il rapido diffondersi di impianti di tipo Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) in ambito pubblico, come ad esempio all'interno di centri commerciali, alberghi, treni, biblioteche, scuole, utilizzati al fine di garantire e rendere disponibile la connessione a internet in banda larga, ha generato e continua ad alimentare il dibattito se i livelli di campo elettromagnetico emessi da tali apparati possano o meno essere dannosi per la salute.

Seppur siano disponibili in letteratura studi e documenti che trattano l'argomento delle emissioni delle reti *wireless* ("senza fili"), alcuni redatti tra i più autorevoli organismi internazionali quali l'Organizzazione mondiale della sanità, l'Agenzia europea dell'ambiente e il Consiglio d'Europa, rimane comunque alta la preoccupazione soprattutto quando gli impianti Wi-Fi vengono installati all'interno di strutture scolastiche. D'altro canto, l'uso e lo sviluppo di queste tecnologie *wireless* all'interno di istituti scolastici è incentivato e finanziato a livello nazionale dal governo, che con il Piano eGov 2012 del ministero per la Pubblica amministrazione e l'innovazione, e il successivo decreto-legge n. 104 del 2013, ha previsto fondi da dedicare agli istituti scolastici, al fine di consentire l'acquisizione di dotazioni tecnologiche per servizi di connettività *wireless*, finalizzati a favorire l'uso delle nuove tecnologie e dei contenuti digitali nella didattica, anche dove risulta problematica la connessione via cavo all'interno degli edifici.

internet, inviano segnali radio all'utente, grazie ad antenne di ridotte dimensioni (figura 1).

Benché in commercio vi siano diverse tipologie e modelli di impianti Wi-Fi, essi comunque rispondono tutti ai medesimi standard internazionali del settore (Ieee) e pertanto hanno in generale caratteristiche emissive simili tra loro.

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. L'emendamento più recente è l'Ieee 802.11n, che permette di raggiungere velocità di trasmissione fino a circa 0,5 Gb/s.

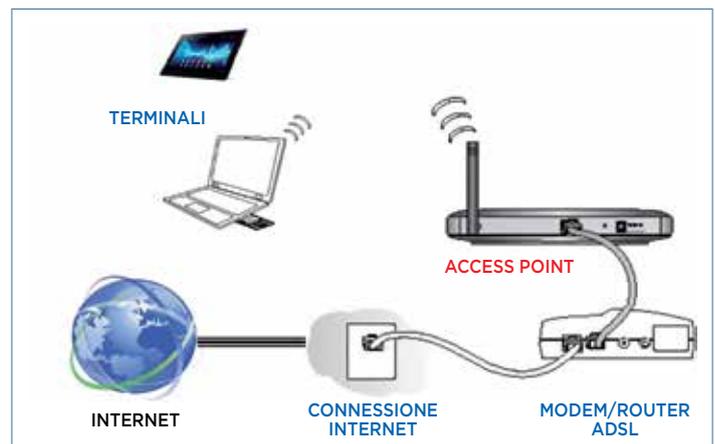


FIG. 1
RETE WI-FI

Schema di una rete Wi-Fi.

Come funziona una rete Wi-Fi

La rete Wi-Fi è una rete di telecomunicazioni, principalmente finalizzata a rendere disponibile la connessione a internet in banda larga, a dispositivi mobili e fissi, tramite segnali radio. Essa è composta da dispositivi di ricetrasmisione denominati *Access Point* (Ap) che collegati a una rete cablata

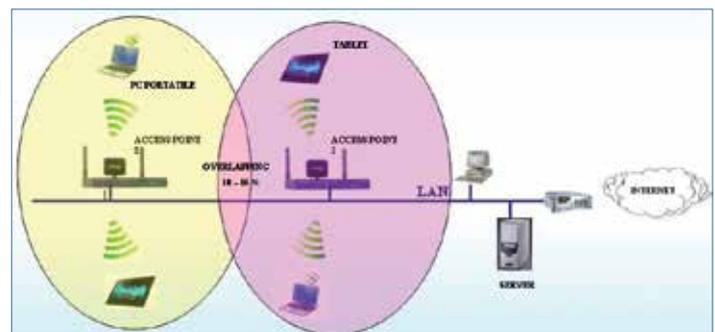


FIG. 2
RETE WI-FI

Le celle di copertura degli Access Point sono spesso parzialmente sovrapposte per evitare l'interruzione del segnale nei casi di mobilità dei terminali.

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.

In particolare per quanto riguarda l'Italia e gli altri paesi dell'Unione europea, la normativa tecnica di settore Ets 300-328-2 impone, per i dispositivi Wi-Fi, di non irradiare con una potenza (Eirp) superiore ai 100 milliwatt.

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 a uso libero solo per le applicazioni che prevedono potenze estremamente limitate; nello specifico:

- per la banda dei 2.4 GHz, utilizzabile sia in ambiente *indoor* che in ambiente *outdoor*, pari a Eirpmax = 100 mW (stessa tipologia degli apparati misurati nella indagine illustrata)
- per la banda dei 5.15 ÷ 5.35 GHz, utilizzabile in ambiente *indoor*, pari a Eirpmax = 200 mW
- 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 Eirpmax = 1000 mW.

Considerata la modesta potenza imposta dalle normative del settore, il raggio di copertura è limitato a poche decine di metri; pertanto per poter coprire aree più vaste, si usano in genere più *Access Point* collegati tra loro. Le celle di copertura sono spesso parzialmente sovrapposte per evitare l'interruzione del segnale nei casi di mobilità dei terminali (figura 2). Un dispositivo, anche se conforme alle specifiche dello standard, non può utilizzare il logo ufficiale se non ha superato le procedure di certificazione

stabilite dal consorzio Wi-Fi Alliance, che testa la compatibilità dei componenti con gli standard Ieee 802.11. La presenza del marchio Wi-Fi su un dispositivo garantisce quindi l'interoperatività con gli altri dispositivi certificati, anche se prodotti da aziende diverse.

Le misure

Alla luce di questo quadro di riferimento, senza entrare nel merito di aspetti prettamente sanitari legati all'esposizione a dispositivi Wi-Fi, sono stati indagati i livelli di emissione di campo elettromagnetico in ambiente scolastico, dovuti al funzionamento di tali apparati, al fine di fornire ulteriori elementi di conoscenza utili all'approfondimento della tematica in oggetto.

A seguito della richiesta pervenuta dall'Istituto comprensivo statale di Minerbio (Bo), Arpa Emilia-Romagna, Sezione provinciale di Bologna, ha effettuato in data 20 gennaio 2014 un'approfondita indagine strumentale all'interno dell'istituto scolastico.

Le misurazioni effettuate all'interno della scuola hanno interessato sia i luoghi posti in prossimità degli impianti, collocati vicino al soffitto lungo il corridoio al piano terra, sia l'interno delle classi e sono state eseguite considerando diverse modalità di funzionamento degli impianti Wi-Fi. Poiché la sorgente Wi-Fi (*Access Point*), non emette in modo continuativo – il campo elettrico generato dall'impianto non è costante nel tempo, ma varia in funzione del traffico dati che deve gestire – il campo elettrico sarà più elevato quando l'*Access Point* è collegato a un terminale e quest'ultimo è in modalità di scaricamento (*download*) di dati. Per tale ragione, durante i rilievi si è cercato di porsi cautelativamente nelle condizioni di maggior esposizione per gli utenti, ovvero collegando uno o più apparati (anche contemporaneamente) in modalità di

download dati continuo, scaricando un video della durata di alcuni minuti, in modo da determinare un'emissione continua mediante un flusso di dati costante e di durata significativa. Tale modalità si deve pertanto considerare come una "forzatura" delle normali e specifiche condizioni di funzionamento degli *Access Point*, soprattutto tenendo conto della funzione principale per la quale questi Ap sono stati installati all'interno di strutture scolastiche. Infatti, durante l'uso dei vari applicativi didattici, quali per esempio il *Registro elettronico*, il tempo in cui il terminale è in modalità di "scarico" dati collegato all'Ap più vicino è verosimilmente più breve, rispetto all'uso che è stato impostato durante lo svolgimento dei rilievi strumentali effettuati nella presente indagine.

Gli esiti delle misure

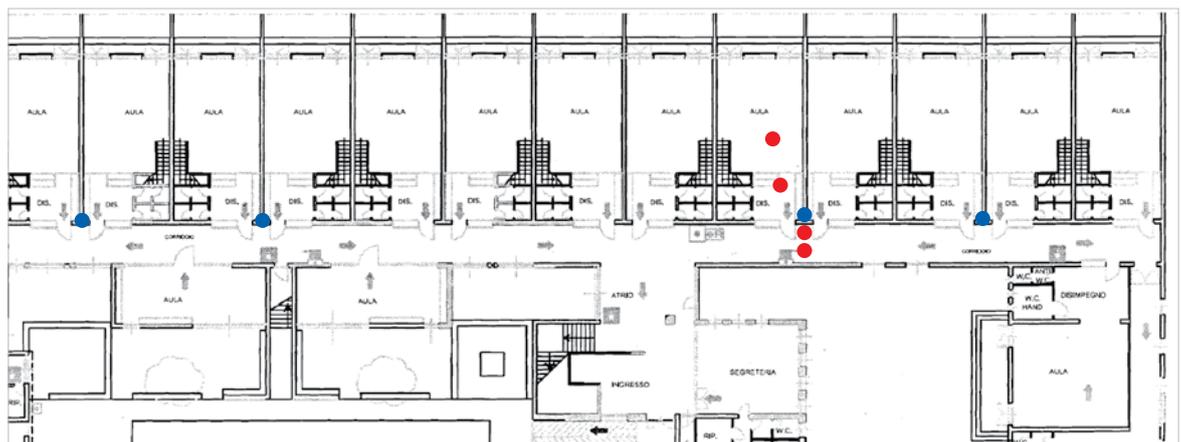
I 4 Ap presenti sono *Access Point* TL-WA901ND operanti su standard Ieee 802.11n/b/g (freq. 2.4 – 2.4835 GHz). La massima potenza irradiata possibile, in accordo con le normative, è di 100 mW Eirp. Ogni Ap utilizza tre antenne omnidirezionali di guadagno pari a 5 dBi ciascuna.

Il sistema dei 4 Ap è configurato in modalità "bridge" (ponte), che consente di non perdere la connessione con il terminale (tablet) in movimento. Tale modalità permette al tablet di avere a disposizione tutti gli accessi attivi, ma la connessione avviene di volta in volta solo con l'Ap più vicino che garantisce la migliore copertura del segnale. Poiché i 4 Ap installati sono tutti dello stesso tipo e hanno le medesime caratteristiche tecniche, le misure sono state eseguite in corrispondenza di uno dei 4, individuato a campione; pertanto i risultati e le considerazioni sull'esposizione al campo elettromagnetico, derivante dalle misure effettuate, possono essere estese e

FIG. 3
WI-FI ISTITUTO
COMPRESIVO
MINERBIO

Schema della rete Wi-Fi e dei punti di misura nell'Istituto comprensivo statale di Minerbio (Bo), dove sono state effettuate le misurazioni.

- Punti di misura
- Access Point



si devono ritenere valide anche per gli altri Ap collocati in corridoio.

Una serie di misure è stata pertanto effettuata in prossimità all'Access Point (Ap1) sia nel corridoio, a un'altezza dal piano di calpestio pari a 1.50 m e a distanze variabili (50 e 80 cm), sia all'interno dell'aula adiacente, in corrispondenza della cattedra e a circa 1 m della porta d'ingresso.

Nella figura 3 viene rappresentato il dettaglio dell'area d'indagine con indicata l'ubicazione dei punti di misura e dell'Access Point più vicino agli stessi.

Le misure sono state effettuate con il solo Ap1 acceso, con tutti e 4 gli Ap accesi, con e senza il trasferimento dati attivo. Sono stati inoltre considerati diversi casi di utilizzo dei tablet sia come collocazione che come numero di dispositivi collegati. Nella tabella 1 sono riportati i risultati delle misure.

Conclusioni

Tutti i valori di campo elettrico rilevati sono risultati in generale, di modesta entità.

In particolare, a impianto spento il valore è risultato inferiore alla soglia di rilevabilità dello strumento, così come all'interno della classe campione, a impianto acceso, quando veniva effettuato il trasferimento dati attraverso un tablet appoggiato sulla cattedra in modalità scarico dati continuo.

Valori leggermente più alti (ma comunque ben inferiori al valore di attenzione e obiettivo di qualità di 6 V/m) sono stati riscontrati quando la misurazione è stata effettuata in corridoio, in prossimità dell'Access Point (a una distanza di circa 80 cm), con 3 terminali attivi e in modalità scarico dati, 2 dei quali però, posizionati all'interno delle aule.

In questo modo, dovendo il segnale attraversare il muro divisorio tra corridoio e aula e garantire un servizio ottimale, l'Access Point si trova nelle condizioni di maggior emissione in corrispondenza del corridoio.

La misurazione ripetuta con le stesse condizioni di funzionamento, ma effettuata all'interno della classe, ha invece evidenziato livelli di campo elettrico decisamente inferiori, al di sotto della soglia di rilevabilità strumentale; ciò dovuto all'effetto schermante del muro divisorio. Inoltre, dal confronto delle misure effettuate con un solo Ap acceso e con tutti gli Ap accesi, nelle stesse condizioni di funzionamento e posizionamento dei tablet (in corridoio),

è emerso che i livelli di campo elettrico misurati sono paragonabili tra loro. Pertanto si osserva, in queste condizioni, che il contributo al campo elettrico deriva essenzialmente dall'Ap più vicino al punto di misura e non risente del contributo degli altri Access Point, seppure attivi. Tenuto conto della limitata potenza di emissione imposta dalla normativa tecniche di settore (pari a 100 mW), che caratterizza tutti gli apparati Wi-Fi operanti sui 2,4 GHz, l'installazione in ambienti indoor di questi impianti in postazioni non accessibili agli utenti

(ad esempio sul soffitto di corridoi) assicura, in ogni condizione di utilizzo, un'esposizione a livelli di campi elettromagnetici ampiamente inferiore ai valori di riferimento previsti dalla normativa italiana vigente.

Cristina Volta, Daniele Bontempelli, Giuseppe Anania, Simone Colantonio

Sezione provinciale di Bologna, Arpa Emilia-Romagna

Nella versione online dell'articolo su www.ecoscienza.eu sono disponibili riferimenti tecnici, normativi e bibliografici sul tema.



TAB. 1
RISULTATI
DELLE MISURE

Risultati delle misure di campo magnetico effettuate nell'Istituto comprensivo statale di Minerbio (Bo).

* Valore inferiore alla soglia di rilevabilità del sensore dello strumento di misura utilizzato.

Luogo	E medio 6 min. (V/m)	Livelli di riferimento normativo E (V/m)
Misure in corridoio		
A 50 cm dalla parete su cui è installato l'Ap1 Impianto spento	E < 0,3*	6
A 50 cm dalla parete su cui è installato l'Ap1 Impianto acceso [solo Ap1] Senza trasferimento dati	E = 0,17	6
A 80 cm dalla parete su cui è installato l'Ap1 Impianto acceso [solo Ap1] Senza trasferimento dati	E = 0,61	6
A 80 cm dalla parete su cui è installato l'Ap1 Impianto acceso [solo Ap1] Trasferimento dati (3 tablet in corridoio)	E = 0,69	6
A 80 cm dalla parete su cui è installato l'Ap1 Impianti accesi [tutti gli Ap] Trasferimento dati (3 tablet in corridoio)	E = 0,67	6
A 80 cm dalla parete su cui è installato l'Ap1 Impianti accesi [tutti gli Ap] Trasferimento dati (1 tablet in corridoio + 2 tablet nelle aule più vicine)	E = 1,03	6
A 80 cm dalla parete su cui è installato l'Ap1 Impianti accesi [tutti gli Ap] Trasferimento dati (2 tablet nelle aule più vicine)	E = 0,86	6
Misure all'interno dell'aula campione		
Cattedra - postazione insegnante Impianti accesi [tutti gli Ap] Trasferimento dati (1 tablet sulla cattedra)	E < 0,15*	6
A circa 1 metro dalla porta d'ingresso Impianti accesi [tutti gli Ap] Trasferimento dati (1 tablet sulla cattedra)	E < 0,15*	6

FOCUS

MISURE DI CAMPO ELETTRICO DA WI-FI IN EMILIA-ROMAGNA

L'introduzione dei dispositivi Wi-Fi negli ambienti pubblici, a disposizione della popolazione, risale ormai ad alcuni anni fa, anche se maggiori preoccupazioni sono recentemente derivate dal loro inserimento in ambiente scolastico, in particolare nelle scuole elementari e medie. Senza entrare nel merito di aspetti prettamente sanitari legati all'esposizione da dispositivi Wi-Fi, aspetti per i quali sono competenti altri enti, Arpa Emilia-Romagna ha posto l'attenzione su queste tecnologie a partire già dal 2004, attivandosi per una serie di misure sui livelli di campo elettrico in alcuni luoghi pubblici. Inoltre sono stati predisposti anche studi di valutazione dei livelli di campo elettrico, attraverso il software previsionale normalmente utilizzato per i progetti dei Sistemi Radio Base. Tutte le misurazioni hanno interessato i luoghi posti in prossimità degli impianti, che generalmente sono collocati ad altezze superiori a 2 m dal pavimento, in alcuni casi considerando la sorgente Wi-Fi (*Access Point*) connessa a un terminale, a sua volta in modalità di scaricamento (*download*) dati. Infine, il malfunzionamento di apparecchi elettronici all'interno di una scuola erano stati imputati, dai tecnici installatori, a eventuali livelli elevati campi elettromagnetici: dal momento che, all'interno della scuola, i tecnici Arpa non hanno individuato sorgenti di campi elettromagnetici, hanno rivolto la loro attenzione a due aule dove era stata installata una Lavagna interattiva multimediale (Lim). Nella *tabella 1* sono riportati i risultati delle misure.

In relazione all'intervento effettuato nel 2008 a Bologna, sono state effettuate stime dei valori di campi elettrici, attraverso il software di analisi previsionale utilizzato da Arpa, che permette di valutare, a partire da alcuni dati tecnici dell'impianto e ipotizzando che lo stesso irradi con continuità la massima potenza consentita, i valori di campo elettrico emessi dall'impianto e ricostruire delle mappe di isolivello. In *figura 1* si riporta, a titolo esemplificativo, la sezione verticale della mappa dei valori di campo elettrico prodotti dal sistema posizionato a una altezza dal pavimento pari a 3,5 m, operante nella banda di frequenza a 2.4 GHz e con potenza pari a 0.1 W. Dalle stime previsionali si può sottolineare che in verticale all'*Access Point* e già a circa 80 cm dallo stesso si possono rilevare valori inferiori a 1 V/m, informazione che può già essere utilizzata in fase di progettazione dell'inserimento di questi dispositivi per la diffusione del servizio in ambienti pubblici, sia all'aperto che al chiuso.

TAB. 1 MISURE WI-FI

Esiti delle misure di campo elettrico vicino a postazioni Wi-Fi effettuate da Arpa Emilia-Romagna.

COMUNE POSTAZIONE DI MISURA	ANNO	E MAX su 6 minuti (V/m)
Comune di Pavullo (Mo) - Ospedale 30 cm da AP	2004	E = 0.9
Comune di Ferrara - Prefettura 150 cm da AP	2008	E = 0.6
Comune di Bologna - Ufficio Urp Comune postazioni pubblico	2008	E < 1
Comune di Nonantola (Mo) - Edificio scolastico 150 cm dal pavimento (80 cm da AP)	2010	E = 0.32
Comune di Rimini - Edificio scolastico 150 cm dal pavimento (posizione alunno)	2011	E = 0.3
Comune di Ravenna - Edificio scolastico 150 cm dal pavimento (100 cm da AP)	2013	E = 0.46
Comune di Minerbio (Bo) - Edificio scolastico 150 cm dal pavimento (80 cm da AP)	2014	E = 1.03
Comune di Pianoro (Bo) - Edificio scolastico 150 cm dal pavimento (prossimità della LIM)	2014	E = 0.4
Comune di Meldola (FC) - Edificio scolastico 150 cm dal pavimento (60 cm da AP)	2014	E = 1.2

FIG. 1 STIME PREVISIONALI

Esempio di sezione verticale della mappa dei valori di campo elettrico misurato in un intervento a Bologna nel 2008.

