

Analisi dell'inquinamento elettromagnetico nell'ambiente: requisiti dei sistemi di misura e problemi aperti

G. Licitra ^(*), F. Francia ^(*)

^(*) ARPAT – Dipartimento di Pisa, Via Vittorio Veneto, 27, 56127 Pisa
g.licitra@arpat.toscana.it

***Abstract** – Environmental measures represents one of the more complex task, in any sector, because of their high number of parameters that could bias the result of the measure. When dealing with measures to assess the exposure of people to radiofrequency and microwaves electromagnetic fields these difficulty are increased by those related to the lack of perception of the electromagnetic radiation and to its extreme susceptibility to the proximity of conductors. It often involves the same operator, if not skilled enough. Therefore, methods that minimize interferences of the detected field by the instrumental chain, are growing. Preliminary test, in lab and on the field, on the new UMTS signals have highlighted a partial inadequacy of the instruments presently used for the measurement of the electromagnetic fields from sources that use 2G standard and before. In this context, the multi-band stations on which Line of Search 2 is gathering the maximum effort of innovation and optimisation, could represent the key element of the monitoring nets of the next future, thanks to their capability to provide an elevated degree of confidence on the typology and on the time history of existing sources.*

Introduzione

Notoriamente, le misure ambientali rappresentano uno dei compiti più complessi da svolgere, in qualsiasi settore, a causa dell'elevato numero di parametri che possono influenzare il risultato della misura. Nel caso delle misure rivolte alla quantificazione dell'esposizione delle persone ai campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde, a queste difficoltà si aggiungono quelle legate alla non percezione sensoriale della radiazione elettromagnetica e alla sua estrema sensibilità alla vicinanza di oggetti conduttori, a causa dei fenomeni di accoppiamento, che spesso coinvolgono l'operatore stesso se non opportunamente consapevole della problematica. Per questi motivi, metodologie di misura che minimizzino la possibilità di alterazione del *misurando* da parte della catena strumentale, includendo in tale accezione anche la componente umana, stanno riscuotendo un successo sempre maggiore. I sistemi di misura non presidiati, quali quelli allo studio in questa linea, si collocano in questo ambito e appaiono rappresentare lo strumento principale per passare dalla fase di misura puntuale a quella di monitoraggio continuo dei livelli di campo elettromagnetico con un elevato grado di confidenza sulla tipologia e sull'andamento temporale delle caratteristiche di emissione delle sorgenti presenti. Test preliminari, in laboratorio e sul campo, sui segnali associati al nuovo standard UMTS hanno messo in luce una parziale inadeguatezza della strumentazione finora usata per la misurazione del campo elettromagnetico generato dalle sorgenti che utilizzano standard di emissione delle precedenti generazioni. In questo contesto, le stazioni di rilevazione multibanda, sulle quali si concentra il massimo sforzo di innovazione ed ottimizzazione della Linea di Ricerca 2, potrebbero rappresentare l'elemento chiave delle reti di monitoraggio del prossimo futuro.

Normativa recente e tecniche di misura

Attualmente, la procedura amministrativa che deve essere seguita per ottenere l'autorizzazione all'installazione di una Stazione Radio Base (SRB) per telefonia cellulare è quella indicata dal D. Lgs. 4 settembre 2002, n. 198, meglio noto come decreto Gasparri. Tra la documentazione che occorre presentare, la norma indica anche una stima del campo generato dall'impianto (Allegato A del decreto), compendiata da una stima del fondo ambientale, al fine di ottenere il campo elettrico complessivo. Tradizionalmente, il fondo

ambientale viene stimato, principalmente, in due maniere: attraverso valutazioni modellistiche, se si è in possesso delle informazioni necessarie su tutte le sorgenti presenti (eventualità attualmente puramente teorica), o attraverso misure puntuali con sensori a banda larga. Il primo metodo soffre della scarsa conoscenza che ancora oggi, in assenza di un catasto degli impianti, si ha sulla presenza di eventuali altre sorgenti, mentre il secondo, risultando una *fotografia* della situazione al momento della misura (di durata generalmente molto limitata nel tempo), risulta scarsamente indicativo delle caratteristiche di emissione, in particolare della potenza, delle sorgenti attive al momento della misura. In generale, quindi, nessuno dei due metodi è in grado di garantire che il livello di fondo stimato sia effettivamente quello massimo riscontrabile in un dato punto, ovvero sia il fondo ambientale da utilizzare per il calcolo del campo elettrico complessivo, che deve, invece, rappresentare la situazione maggiormente gravosa dal punto di vista dell'esposizione della popolazione. Questo, sia in base ad un elementare principio di cautela che nell'ambito di applicazione della

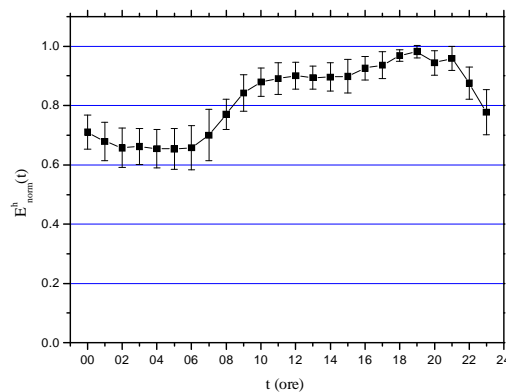


Figura 1 Andamento temporale medio normalizzato dell'emissione di una stazione radio base per telefonia cellulare ottenuto dopo un monitoraggio in continua di alcune settimane.

normativa vigente, che richiede esplicitamente che il confronto con i limiti sia effettuato con i livelli maggiori misurati, o prevedibili, in un qualsiasi intervallo di 6 minuti.

In effetti, la variabilità di emissioni degli impianti, legata sia alla tipologia del servizio espletato (si pensi alle radio FM che possono interrompere i programmi durante il periodo notturno) che all'utilizzo che ne fanno i clienti (ad esempio, per la telefonia cellulare i livelli di emissione delle SRB sono proporzionali al traffico utenti, che raggiunge il suo massimo durante il giorno, piuttosto che durante la notte), è un fenomeno ben noto che rende a volte problematico scegliere il momento in cui fare il controllo. Si veda, a tal proposito, la figura 1, dove è mostrato l'andamento temporale medio dell'emissione di una SRB, ottenuto dopo alcune settimane di monitoraggio in continuo. ARPAT ha trovato soluzione a questa situazione effettuando, o richiedendo, misure di fondo con catena strumentale a banda stretta, che, pur risultando più onerose dal punto di vista della complessità tecnica che comportano, hanno dimostrato di fornire tutte quelle garanzie che le valutazioni modellistiche o le misure con i sensori a banda larga non sono in grado di fornire. Infatti, utilizzare la tecnica in banda stretta, consente di tenere sotto controllo tutte le sorgenti presenti, anche se non attive contemporaneamente, e di valutare l'effetto del loro funzionamento simultaneo, ovvero dell'eventuale aumento della potenza utilizzata in trasmissione. Inoltre, questo tipo di misure sono risultate determinanti per l'individuazione di impianti microcellulari, generalmente non segnalati dai gestori, che pur funzionando a potenze relativamente più basse delle normali

SRB, sono suscettibili, in alcuni casi di contribuire localmente in maniera preponderante al fondo ambientale.

Requisiti per il sistema di monitoraggio

Sulla base delle considerazioni precedenti e sulla scorta dell'esperienza accumulata nell'attività di controllo, è possibile fornire alcune indicazioni sui requisiti minimi che una stazione di rilevamento multibanda dovrebbe possedere, sia dal punto di vista dei dati da immagazzinare e/o elaborare, che da quello dell'autonomia operativa. Per il primo aspetto, per ogni canale è auspicabile una frequenza di campionamento variabile con continuità fra 10 secondi e 360 secondi (6 minuti). I dati da acquisire dovrebbero comprendere, almeno i seguenti parametri: data, ora, e valore istantaneo del segnale relativo a ciascun asse e suo risultante (modulo del vettore) in valore efficace (rms); data, ora e valore medio del risultante su prefissato periodo di tempo T (es. $T = 6$ minuti); la media dovrebbe essere una media mobile sul periodo T ; data, ora e valore massimo della risultante o della sua media (di cui al punto precedente) su un prestabilito periodo (es. 1 ora, un giorno o la durata della missione); data, ora, valore dei parametri ambientali (umidità, temperatura) e parametri di funzionamento della stazione (tensione di alimentazione); potrebbe essere utile disporre di un sensore che informi se durante la misura sta piovendo. D'altra parte, il sistema dovrebbe poter essere alimentato sia tramite rete sia mediante sistema di alimentazione autonomo. Quest'ultimo va, ovviamente, utilizzato quando l'alimentazione da rete non è disponibile. L'autonomia richiesta al sistema di alimentazione dipende naturalmente dalla configurazione della stazione (numero dei moduli, dimensioni delle memorie di massa, sistema di collegamento con la centrale di controllo) e dalle impostazioni scelte per la misura (frequenza di campionamento, cicli di misura richiesti, quantità di dati immagazzinati, frequenza e durata dei collegamenti con la centrale remota, ecc.). Si può stimare che la durata di una missione possa oscillare fra una settimana e un mese. Un eventuale alleggerimento delle richieste di energia al sistema di alimentazione può essere ottenuto scegliendo opportune strategie di misura che riducano i periodi di accensione della stazione (ad es., un primo periodo di misura continuativo per caratterizzare l'ambiente elettromagnetico, seguito da successivi cicli di durata ridotta, effettuati in momenti significativi della giornata, opportunamente intervallati).

Lo scenario alla luce del passaggio alla telefonia di terza generazione

Il sistema UMTS presenta alcune caratteristiche che lo differenziano sostanzialmente dai precedenti sistemi di 2G, quali il GSM e che comportano alcune difficoltà, ancora non completamente risolte, nella valutazione strumentale dell'esposizione indotta [1]-[2]. GSM e UMTS, infatti, sono due tecnologie diverse. In estrema sintesi, il GSM si basa sulla tecnica TDMA (Time Domain Multiple Access) che prevede l'utilizzo di una stessa portante da parte di più utenti (fino a 8) che si *alternano* l'un l'altro nel tempo. Inoltre, un canale di servizio (BCCH) è sempre attivo alla massima potenza assegnata alla SRB. L'occupazione di banda che ne deriva per ogni portante è di circa 200 kHz. L'UMTS, invece, si basa su una tecnologia che prevede l'utilizzo di una stessa portante da parte di un numero molto superiore di utenti (teoricamente anche più di 100) che non si alternano nel tempo, ma a cui viene assegnato un codice di identificazione univoco (scrambling code), utilizzato per la codifica e per la decodifica della comunicazione. I canali di servizio, chiamati canali comuni (CCH) sono sempre attivi alla massima potenza loro assegnata dall'operatore, come nel caso del GSM, ma sono trasmessi mescolati ai canali utenti (TCH) e l'occupazione di banda che ne deriva è di circa 5 MHz. Ne consegue che, mentre per il GSM è possibile effettuare un'analisi in banda stretta in un qualsiasi momento della giornata e mettere in relazione il risultato della misura con la condizione di massimo traffico della SRB (worst case) attraverso opportune tecniche di estrapolazione, ad esempio moltiplicando il campo elettrico relativo alla sola BCCH per la radice quadrata del numero delle portanti della SRB, per l'UMTS ciò non è più possibile,

perché i canali di controllo sono mescolati ai canali utente e non è possibile valutarne separatamente il contributo senza entrare nel dominio del codice. Questo interessa non perché da un valore estrapolato si voglia comminare una sanzione, ma perché la possibilità di valutare se ripetere o meno la misura in un momento diverso, con condizioni di traffico eventualmente più intenso, non può prescindere dalla possibilità di accertare con sufficiente confidenza l'entità del traffico sostenuto dalla SRB durante l'accertamento. La situazione potrebbe essere risolta se si riuscisse a valutare in qualche modo la percentuale di potenza (ρ) che l'operatore ha assegnato ai canali comuni rispetto a quella totale a disposizione della stazione. Infatti, conoscendo ρ si ottiene:

$$E_{\max} = \frac{E_{\text{mis}}}{\sqrt{\rho}} \quad (1)$$

Tuttavia questa relazione, oltre a presupporre la conoscenza di ρ , è valida solo nell'approssimazione (per eccesso) che la misura sia stata effettuata in condizioni di basso (al limite nullo) traffico utenti. Un notevole passo avanti può essere fatto disponendo di un sistema che permetta di entrare nel dominio dei codici. In questo caso, da misure effettuate in modalità *channel power*, ad esempio, è possibile discriminare il contributo in potenza dei soli segnali di servizio CCH e, quindi, risalire al loro contributo al campo elettrico misurato. ARPAT sta procedendo all'acquisto di un tale sistema ma l'analisi dettagliata delle sue potenzialità non potrà essere effettuata prima di alcuni mesi. Ancora una volta, però, il risultato risulta dipendente dal valore di ρ . Poiché, come accennato, tale parametro è fissato dall'operatore telefonico, in maniera dinamica o statica (cioè, definitivamente) in funzione della sua politica di gestione della rete, per ogni intervento di misura risulta necessario acquisire questa informazione direttamente dal gestore. Al fine di svincolarsi da informazioni ricevute dal soggetto sottoposto a controllo, si sta attualmente investigando la possibilità di ricavare ρ dalle informazioni estratte dall'analisi del segnale nel dominio dei codici.

Conclusioni

Alla luce di quanto detto, è chiaro che un monitoraggio in continua del segnale UMTS può fornire preziose informazioni sull'andamento dei livelli di traffico della SRB, consentendo di individuare con precisione il momento in cui è presumibile che non vi sia traffico utenti e, quindi, il campo misurato è dovuto solo ed esclusivamente ai canali di controllo. Questo è facilmente ottenibile con le centraline che stiamo sviluppando, perché uno dei requisiti essenziali del progetto prevede un funzionamento modulare dell'apparato, in cui a fronte di una richiesta di misura in una specifica banda, possa essere aggiunto o sostituito un numero limitato di componenti in maniera pressoché trasparente per l'utilizzatore. E non si esclude neanche la possibilità che in una futura realizzazione della centralina di monitoraggio sia anche implementata la possibilità di demodulare il segnale UMTS nel dominio dei codici, anche sulla base dell'esperienza che ARPAT accumulerà nell'utilizzo di tali sistemi di decodifica.

Bibliografia

- [1] F. Buscaglia and P. Gianola "Measurement Techniques for UMTS Signals Radiated by Radio Base Stations" *Radiation Protection Dosimetry*, Vol 97 No 4 (2001), Selected papers from a Workshop held in Ivrea, Turin, Italy. April 3-5 2001
- [2] C. Olivier, W. Joseph, L. Martens, "Preliminary electromagnetic measurements of the exposure around a UMTS base station", *Proceedings of the 5th International Congress of the European BioElectromagnetics Association (EBEA 2001)*, pp. 120-121, 6-8 September 2001, Helsinki Finland