

INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO NELLE AREE METROPOLITANE ITALIANE

MARIA LOGORELLI

Apat - Dipartimento stato dell'Ambiente e metrologia ambientale
Servizio Agenti Fisici

1. Introduzione

L'interesse verso i campi elettromagnetici ha assunto negli ultimi anni un'importanza crescente legata al contemporaneo frenetico sviluppo di nuovi sistemi di telecomunicazione, i cui impianti si sono diffusi in maniera capillare in ambito urbano destando dubbi e preoccupazioni circa la loro pericolosità. Anche l'intensificazione della rete di trasmissione elettrica, conseguente all'aumento della richiesta di energia elettrica, nonché l'urbanizzazione di territori precedentemente disabitati e caratterizzati dalla presenza di elettrodotti o di emittenti radiotelevisive, hanno contribuito a destare perplessità circa i possibili effetti sulla salute derivanti dalla permanenza prolungata in prossimità di tali installazioni. Il fenomeno comunemente definito "inquinamento elettromagnetico" è legato alla generazione di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici artificiali, cioè non attribuibili al naturale fondo terrestre o ad eventi naturali (quale ad esempio può essere il campo elettrico generato da un fulmine), ma prodotti da impianti realizzati per trasmettere informazioni attraverso la propagazione di onde elettromagnetiche (impianti radio-TV e per telefonia mobile), da impianti utilizzati per il trasporto e la trasformazione dell'energia elettrica dalle centrali di produzione fino all'utilizzatore in ambiente urbano (elettrodotti), da impianti per lavorazioni industriali, nonché da tutti quei dispositivi il cui funzionamento è subordinato a un'alimentazione di rete elettrica (tipico esempio sono gli elettrodomestici). Sia nel settore delle radiofrequenze (Impianti radio televisivi – RTV e stazioni radio base – SRB) che in quello delle frequenze estremamente basse (ELF: Extremely Low Frequency) l'entità delle attività di controllo è in fase di continua crescita; ciò è dovuto sia alla crescente pressione sul territorio che alle richieste da parte della popolazione. Attualmente, infatti, l'attività di controllo dell'inquinamento elettromagnetico rappresenta una delle principali emergenze per gli enti competenti (Agenzie regionali per l'ambiente), come ampiamente documentato dalle migliaia di interventi in campo. Laddove sono verificati superamenti dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità vengono intraprese le necessarie azioni di risanamento.

La tendenza futura va verso l'adozione di nuove tecnologie che modificheranno l'assetto ambientale e paesaggistico, principalmente dei siti urbani. L'adozione di tecnologie a basso impatto e una buona pianificazione territoriale consentiranno di raggiungere un buon compromesso tra la diffusione delle sorgenti impattanti e la tutela dell'ambiente.

2. Obiettivo progetto e suo sviluppo

Obiettivo di questo progetto è quello di valutare la qualità ambientale nelle otto maggiori aree metropolitane italiane (Milano, Torino, Genova, Bologna, Firenze, Roma, Napoli, Palermo).

Con il termine "aree metropolitane", visto l'art.22 del Decreto legislativo 267/2000, si intendono quelle parti di territorio costituite da una città centrale e da una serie di centri minori ad essa uniti da contiguità territoriale e da rapporti di stretta integrazione in ordine all'attività economica, ai servizi essenziali alla vita sociale, ai caratteri ambientali, alle relazioni sociali e culturali.

In questo documento sono state prese in considerazione esclusivamente le città centrali.

Una rappresentazione della qualità ambientale per quanto riguarda l'inquinamento elettromagnetico da radiazioni non ionizzanti può essere fatta delineando, ove possibile, la situazione attuale di risposta degli enti preposti (Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente e Assessorati ambientali) in termini di azioni di monitoraggio e controllo e di eventuali azioni di risanamento, in caso di superamento dei limiti imposti dalla legge.

3. Riferimenti legislativi

NORMATIVA EUROPEA:

- **Raccomandazione n. 99/519/CE del 12 Luglio 1999:** "Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz". Tramite questa raccomandazione gli stati membri sono stati invitati ad adottare le misure necessarie ad assicurare un elevato livello di protezione della salute della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici.

NORMATIVA NAZIONALE:

- **DPCM del 23 aprile 1992:** "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". Questo decreto è stato abrogato nell'art. 8 del DPCM 8/07/2003 relativo agli elettrodotti.
- **DPCM 28 settembre 1995:** "Norme tecniche procedurali di attuazione del DPCM 23 Aprile 1992 relativamente agli elettrodotti".
- **DM 10 settembre 1998, n. 381:** "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana" (Tabella 1)

Tabella 1: Limiti di esposizione e valori di esposizione fissati dal DM 10 settembre 1998, n. 381(G.U. Serie Generale n. 257 del 3/11/98)

Limiti di esposizione	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)
$0,1 < f \leq 3 \text{ MHz}$	60	0,2
$3 \text{ MHz} < f \leq 3000 \text{ MHz}$	20	0,05
$3000 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	40	0,01
Valori di esposizione (edifici adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore) $3 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	6	0,016

- **Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001:** "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". Essa da attuazione in modo organico e adeguato alla Raccomandazione del Consiglio della Comunità Europea 1999/519/CE del 12 Luglio 1999.
- **DPCM dell' 8 luglio 2003:** "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti". Questo decreto, per i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità sui campi elettromagnetici alla frequenza di 50 Hz, ha stabilito quanto segue: **100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico**, intesi come valori efficaci. A titolo di misura cautelativa per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla

frequenza di rete (50Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per **l'induzione magnetica il valore di attenzione di $10\mu\text{T}$** , da intendersi come mediana dei valori nell'arco di 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato **l'obiettivo di qualità di $3\mu\text{T}$ per il valore dell'induzione magnetica**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco di 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. (Tabella 2)

Tabella 2: Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità fissati dal DPCM 8/07/2003 (G. U. Serie Generale n.199 del 28/8/03)

	Intensità del campo elettrico (kV/m)	Intensità del campo di induzione magnetica (μT)
Limiti di esposizione	5	100
Valore di attenzione	/	10
Obiettivo di qualità	/	3

- **DPCM dell' 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".

Questo decreto sui limiti di esposizione, valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per c.e.m di alta frequenza ha stabilito quanto segue: nel caso di esposizione a impianti che generano campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenza compresa tra 100kHz e 300GHz, non devono essere superati i limiti di esposizione indicati nella tabella 3, intesi come valori efficaci. A titolo di misura cautelativa 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 3. Ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici, i valori dei campi oggetto del presente decreto, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate, non devono superare i valori di obiettivi di qualità indicati nella tabella 3.

Tabella 3: Limiti di esposizione e valori di attenzione fissati dal DPCM 8/07/2003 (G. U. Serie Generale n.199 del 28/8/03)

Limiti di esposizione	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)
$0,1 < f \leq 3 \text{ MHz}$	60	0.2
$3 \text{ MHz} < f \leq 3000\text{MHz}$	20	0.05
$3000\text{MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	40	0.01
Valori di attenzione $0,1 \text{ MHz} < f \leq 300\text{GHz}$	6	0.016

NORME TECNICHE ITALIANE

- **Norma CEI 211-6:** "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10 kHz, con riferimento all'esposizione umana".
- **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".

NORMATIVE REGIONALI

PIEMONTE

- **Decreto Presidente Giunta Regionale 14 aprile 2000 n. 1/R:** Regolamento regionale recante. "Nuovi criteri di tutela sanitaria ed ambientale per il rilascio dell'autorizzazione regionale all'installazione e modifica degli impianti di teleradiocomunicazioni di cui alla legge regionale 23 gennaio 1989 n. 6".
- **Legge regionale 23 gennaio 1989, n. 6:** "Nuova disciplina in materia di teleradiocomunicazioni".

LOMBARDIA

- **L.R. n. 11 del 11 maggio 2001:** "Norme sulla protezione ambientale dall'esposizione a campi elettromagnetici indotti da impianti fissi per le telecomunicazioni e per la radiotelevisione".
- **Circolare esplicativa BUR n. 13 del 22 marzo 2004:** "Procedimenti autorizzatori per l'installazione degli impianti fissi per le telecomunicazioni e la radiotelevisione. Rapporti tra norma statale e norma regionale".

LIGURIA

- **L.R. 20 dicembre 1999, n. 41:** "Integrazione della legge regionale 21 giugno 1999 n. 18 (Adeguamento delle discipline e conferimento delle funzioni agli Enti locali in materia di ambiente, difesa del suolo ed energia). Inserimento del capo VI bis - tutela dall'inquinamento elettromagnetico".

EMILIA ROMAGNA

- **L.R. n. 30 del 31 ottobre 2000:** "Norma per la tutela della salute e salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico".
- **L. del 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".

TOSCANA

- **L.R. n. 51 dell'11 Agosto 1999:** "Disposizioni in materia di linee elettriche ed impianti elettrici".
- **L.R. n. 54 del 6 Aprile 2000:** "Disciplina in materia di impianti di radiocomunicazione".

LAZIO

- **Regolamento regionale 21 febbraio 2001, n. 1:** "Regolamento regionale per la disciplina delle procedure per l'installazione, la modifica e l'esercizio dei sistemi radioelettrici".
- **Delibera Giunta regionale 4 aprile 2000, n. 1138:** "Disposizioni per l'installazione, la modifica e l'esercizio di impianti di radiocomunicazioni".

CAMPANIA

- **L.R. 24-11-2001, n. 14:** "Tutela igienico sanitaria della popolazione dalla esposizione a radiazioni non ionizzanti generate da impianti per le teleradiocomunicazione".

SICILIA

- **Circolare 12 Agosto 1999, n. 1004:** "Attuazione DM n. 381/98 - Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana".

4. Reti di monitoraggio, controllo ed azioni di risanamento

Lo sviluppo delle **reti di monitoraggio e controllo** rappresenta senza dubbio una delle principali novità in vista nel panorama delle metodiche per la valutazione, tramite misure, del inquinamento elettromagnetico ambientale. Assieme alla preparazione dei catasti elettromagnetici, costituisce una delle principali innovazioni con cui chi esercita le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale, così come previsto dalla Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, si dovrà confrontare nel prossimo futuro. Una rete di monitoraggio o di controllo è costituita da un certo numero di stazioni di rilevamento distribuite sul territorio da sorvegliare (tipicamente un Comune o una Provincia) e da una centrale che provvede al controllo della operatività delle stazioni periferiche ed alla raccolta, elaborazione, presentazione, diffusione ed archiviazione permanente dei dati rilevati. Ad oggi, diverse aziende hanno realizzato o sono in procinto di realizzare, stazioni per misure in continuo dei campi elettromagnetici con i relativi sistemi di acquisizione, trasferimento ed elaborazione dati. È diffuso l'utilizzo di centraline PMM 8055 S tramite cui si effettuano monitoraggi in continuo e remoti di campi a larga banda da 5 Hz a 40 GHz impiegando diversi sensori. In particolare per i campi elettromagnetici generati dai sistemi di teleradiocomunicazione il Ministero delle Comunicazioni ha in corso di realizzazione, per il tramite della Fondazione Ugo Bordoni (FUB) una rete per il monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico sul territorio nazionale con il coinvolgimento attivo delle Regioni, delle Province Autonome e dei Comuni. Essa si basa su un sistema per la trasmissione dei dati misurati verso Centri di Controllo Locali e verso il Centro di Raccolta Nazionale, istituito presso il Ministero delle Comunicazioni. Si utilizzano sensori a larga banda che rilevano l'intensità totale del campo elettromagnetico dovuta a tutte le possibili sorgenti operanti a diverse frequenze (es. 3 MHz – 3000 MHz). Per garantire che la rete di monitoraggio risponda adeguatamente alle attese della cittadinanza si è assunto di distribuire le centraline di misura sul territorio seguendo la densità della popolazione. Il criterio di dimensionamento prevede una centralina ogni 50.000 abitanti circa.

Nel seguito vengono analizzate le situazioni nelle diverse città considerate.

TORINO

Per quanto riguarda la città di Torino nel 2001 è stato presentato un progetto sull'esposizione a campi elettromagnetici dovuti ad impianti per telefonia mobile tramite una valutazione del livello di fondo in ambiente urbano con modelli previsionali e rilevazioni strumentali.

(Anglesio L., Benedetto A., Bonino A., Colla D., Martire F., Saudino Fusette S. e D'Amore G. ARPA Piemonte - Dip. di Ivrea). L'obiettivo di questo progetto è stato, quindi, quello di realizzare uno strumento conoscitivo della complessa situazione espositiva della popolazione a campi elettromagnetici a radiofrequenza, identificando il contributo delle reti per la telefonia mobile al fondo medio in ambiente urbano, in modo da fornire all'amministrazione elementi adeguati per la programmazione e la regolamentazione di questo servizio. Questo lavoro descrive la realizzazione di una tecnica di monitoraggio per la caratterizzazione della radiazione elettromagnetica a radiofrequenza presente in una grande area urbana, quale la città di Torino. In particolare, è stata valutata l'intensità della radiazione in funzione dell'altezza dal suolo, della dislocazione urbana e della frequen-

za, identificando i contributi dovuti a differenti tipologie di sorgenti, quali trasmettitori radiofonici, trasmettitori televisivi e stazioni radio base per telefonia mobile. Il contributo di queste ultime sorgenti è stato anche valutato teoricamente sovrapponendo le emissioni provenienti da tutti gli impianti installati nel comune di Torino e valutando mappe di isointensità a diversi livelli dal suolo, tenendo conto dell'orografia del terreno. I livelli così determinati teoricamente sono stati confrontati con quelli misurati nell'intervallo di frequenze di funzionamento delle stazioni radio base per telefonia mobile.

Il fondo ambientale è stato caratterizzato secondo il seguente protocollo:

- si è considerata la suddivisione dell'area urbana nelle dieci circoscrizioni, per ciascuna delle quali è stata definita una griglia di punti nei quali effettuare la rilevazione del fondo (vedi figura 1);

Fig. 1 Distribuzione dei punti di misura all'interno delle 10 circoscrizioni del comune di Torino in ciascuna delle 10 circoscrizioni in cui è suddivisa la città di Torino è stato scelto un numero di punti di misura, circa equispaziati, funzione delle dimensioni della singola circoscrizione e della densità di popolazione. Seguendo questo metodo, sono stati individuati 38 siti nei quali eseguire misure a tre altezze differenti: piani bassi (piano terra -piano rialzato -1° piano), piani intermedi (2°-5° piano), piani alti (5°-10° piano), per valutare la dipendenza del livello di fondo a radiofrequenza dalla quota. (Dip. di Ivrea; ARPA Piemonte)



- per ogni sito è stato individuato, mediante una prima serie di misure in banda larga, il punto a più elevato valore di campo in cui successivamente sono state effettuate le rilevazioni con analisi spettrale del fondo.

L'analisi spettrale ha permesso di individuare tutti i segnali presenti, assegnando a ciascuna frequenza il relativo contributo al livello globale di campo elettromagnetico a radiofrequenza, evidenziando quei segnali che forniscono i contributi maggiori nelle diverse zone della città.

Le misure sono state eseguite con la seguente strumentazione:

- Misuratore a banda larga di campo elettrico e magnetico WANDEL & GOLTERMANN EMR - 300; corredato da sensore isotropo di campo elettrico a larga banda, con frequenza di risposta compresa nell'intervallo 100 kHz-3 GHz, tipo 8, s.n. K 0035.

- Analizzatore di spettro HP8594E oppure HP8562A con antenna TES1000, con risposta nell'intervallo 100 kHz – 1 GHz.

Le misure in banda larga sono state effettuate ad un'altezza di 1.5 m dal terreno o dal pavimento sottostante posizionando il sensore isotropo su di un supporto dielettrico ed adottando opportuni accorgimenti per non perturbare il campo. I dati rilevati corrispondono al campo totale (somma quadratica delle tre componenti ortogonali) dovuto ai segnali presenti nell'intervallo di frequenze 100 kHz ÷ 3GHz.

L'antenna utilizzata per l'analisi spettrale è di tipo unidirezionale ed ha una risposta assimilabile ad un dipolo.

L'antenna di misura viene montata su di un cavalletto dielettrico posizionando il centro elettrico all'altezza di 1.5 m dal pavimento sottostante. Per determinare la risultante del vettore campo elettrico globale la sonda è stata posizionata lungo tre direzioni mutuamente ortogonali in modo da considerare il contributo al campo totale dei segnali provenienti da direzioni diverse e con polarizzazioni differenti.

Una sintesi dei livelli di fondo misurati in 38 siti è riportata in tabella 4. La tabella 4 riassume i dati sperimentali ottenuti in banda stretta suddivisi per tipologia di segnale (radio-TV e telefonia) ed in funzione dell'altezza. Per ogni altezza (piani bassi, intermedi ed alti) sono riportati i valori medi e la deviazione standard del campo elettrico dovuto a segnali radiotelevisivi, ai segnali di telefonia mobile ed alla somma di tutti i segnali.

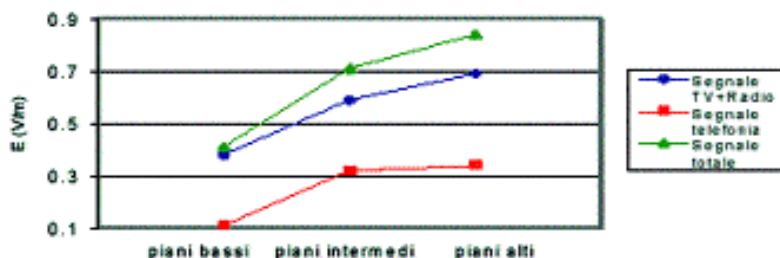
Tabella 4: Dati sperimentali ottenuti in banda stretta (Dip. Di Ivrea; ARPA Piemonte)

		Piani bassi	Piani intermedi	Piani alti
$E_{radioTV}$	Valor medio	0,38 V/m	0,59 V/m	0,69 V/m
	Dev. std	0,29 V/m	0,44 V/m	0,54 V/m
$E_{telefonia}$	Valor medio	0,11 V/m	0,32 V/m	0,34 V/m
	Dev. std.	0,10 V/m	0,31 V/m	0,42 V/m
E_{totale}	Valor medio	0,41 V/m	0,71 V/m	0,84 V/m
	Dev. std	0,28 V/m	0,44 V/m	0,59 V/m

Dall'esame della tabella 4 si può osservare che mediamente i valori di campo aumentano con l'altezza e che il valore di campo RF a cui la popolazione è esposta risulta compreso tra $0.41 \pm 0.28 \text{ V/m}$ e $0.84 \pm 0.59 \text{ V/m}$.

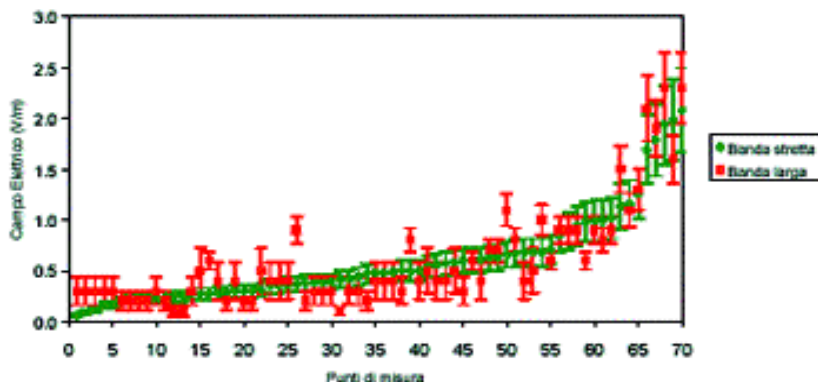
Una rappresentazione grafica dei risultati riportati in tabella 4 è illustrata nella figura 2 seguente. È evidente un aumento del valore medio di esposizione in funzione dell'altezza (piano) a cui è stata effettuata la misura, come è pure marcata la preponderanza dei segnali radiotelevisivi rispetto a quelli provenienti da stazioni radio base per telefonia mobile.

Fig. 2 Valori di campo in funzione dell'altezza di misura e del tipo di segnale (Dip. di Ivrea; ARPA Piemonte)



In figura 3 sono confrontati i valori di campo elettrico RF ottenuti utilizzando strumentazione in banda larga con quelli ottenuti mediante catena strumentale in banda stretta.

Fig.3 Confronto fra valori sperimentali ottenuti tramite misuratore in banda larga (rosso) con i valori forniti dal sistema di misura in banda stretta (Dip. di Ivrea; ARPA Piemonte)



Per poter effettuare una valutazione teorica dei livelli di esposizione al campo elettromagnetico dovuto alle stazioni radio base sono stati geo-riferiti tutti gli impianti di telefonia mobile presenti sul territorio comunale.

Tali impianti, il cui numero è pari a 330, supportano 1440 elementi radianti o celle, con una media di 4,4 celle per impianto. Il metodo di calcolo utilizzato per la valutazione del livello di fondo è basato sull'approssimazione di "campo lontano".

Questo metodo di calcolo è sufficientemente adeguato per descrivere la distribuzione del campo elettrico (E) nella zona di campo lontano, cioè a distanze dalla sorgente superiori a $2D^2/\lambda$ (D = dimensione massima della sorgente, λ = lunghezza d'onda).

Per valutare il valore globale del campo elettromagnetico a radiofrequenza dovuto alle reti di impianti per telefonia mobile, è stata effettuata una analisi integrata delle emissioni elettromagnetiche dovute ai 330 impianti presenti sul territorio comunale, considerando le sovrapposizioni dei livelli generati in ogni punto dai singoli impianti.

Sono state quindi ricavate le mappe di isointensità di campo elettromagnetico dovuto a SRB a 1.5m, 7.5m e 16.5m dal suolo, consentendo di individuare aree urbane critiche per l'esposizione della popolazione a radiofrequenze in relazione alla densità di infrastrutture per la telefonia mobile installate.

Tutte le valutazioni sono state effettuate ipotizzando cautelativamente una condizione di massimo carico dell'impianto, corrispondente al caso in cui tutti i canali gestiti dall'impianto sono attivi simultaneamente alla massima potenza disponibile.

I risultati del monitoraggio eseguito hanno permesso di realizzare uno strumento conoscitivo della complessa situazione espositiva della popolazione a campi elettromagnetici a radiofrequenza dovuti alle sorgenti radio televisive ed alla telefonia mobile.

Il valore misurato di esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza, mediato su tutto il territorio della città di Torino, risulta pari a 0.38 V/m in corrispondenza dei piani bassi, a 0.59 V/m in corrispondenza dei piani intermedi e a 0.69 V/m in corrispondenza dei piani alti. È quindi possibile concludere che i valori di campo a cui la popolazione è esposta risultano di gran lunga inferiori al livello cautelativo dei 6 V/m fissato dal D.M. n. 381/98.

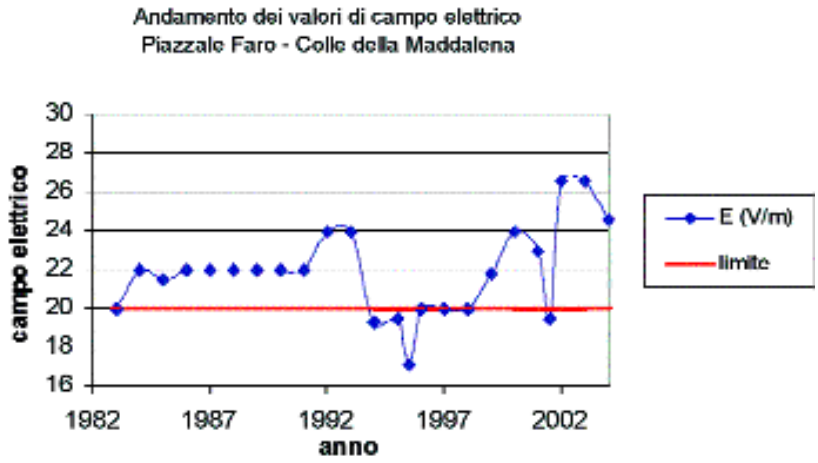
I risultati delle misure in banda stretta, inoltre, dimostrano che il segnale elettromagnetico a radiofrequenza è principalmente dovuto ai segnali radiotelevisivi, fatta eccezione per le zone intercettate dai coni di irraggiamento delle stazioni radio base nelle loro immediate vicinanze.

Il confronto tra i valori di campo elettromagnetico relativo ai segnali telefonici misurati con strumentazione in banda stretta e quelli calcolati utilizzando il modello di calcolo basato sulla propagazione in campo lontano, ha provato la natura cautelativa dell'approssimazione alla base del modello utilizzato. Infatti i segnali misurati, dovuti a SRB, risultano sempre inferiori a quelli calcolati e ne costituiscono in media il 10% in corrispondenza dei piani bassi, il 25% in corrispondenza dei piani intermedi ed il 30% in corrispondenza dei piani alti.

Si può concludere quindi che l'approccio adottato per la valutazione previsionale dei siti è sempre una sovrastima dei livelli di esposizione della popolazione effettivamente presenti e misurabili.

Tra il 1983 e il 2002 è stato monitorato dall'attuale Dipartimento di Ivrea dell'ARPA Piemonte Piazzale Faro sul Colle della Maddalena (vedi Fig.4):

Fig.4 Andamento dei valori di campo elettrico Piazzale faro- Colle della Maddalena (Dip.di Ivrea; ARPA Piemonte)



Nel periodo tra maggio 2002 e giugno 2003 è stato effettuato un monitoraggio sistematico dei livelli di esposizione a campi elettromagnetici presso il Colle della Maddalena (Finanziamento Direzione Sanità Pubblica della Regione Piemonte) per analizzare la variabilità temporale delle emissioni dai trasmettitori e la loro influenza sui livelli di esposizione medi.

Sono stati individuati circa 100 impianti distribuiti sul crinale della collina torinese. La tipologia delle indagini è stata la seguente:

- misure in banda stretta in quattro punti del sito (un punto fisso con cadenza settimanale e tre-mensile) (Tabella 5)

Tabella 5: Misure in banda stretta in quattro punti della collina torinese (Dip. Di Ivrea; ARPA Piemonte)

Punto di misura	Valore di Campo elettrico (V/m)
Piazzale Faro (cadenza settimanale)	26,6
Parco giochi adiacente ai tralicci	18,8
Parcheggio del bar Brich	5,4
Piazzale antistante la casa del Parroco a Superga	13,0

- misure in banda larga con centraline in tre abitazioni (Tabella 6)

Abitazione	Periodo misura	Livello massimo Campo elettrico	Livello minimo Campo elettrico	Livello medio Campo elettrico
Casa 1 Parco Rimembranza	8 giugno / 8 luglio 2002	(15.9 ± 2.4) V/m	(10.1 ± 1.5) V/m	(14.6 ± 2.2) V/m
Casa 2 Parco Rimembranza	5 luglio / 23 settembre 2002	(12.6 ± 1.9) V/m	(10.0 ± 1.5) V/m	(10.9 ± 1.6) V/m
Casa 3 Zona Eremo	1 ottobre / 21 ottobre 2002	(9.49 ± 1.42) V/m	(1.03 ± 0.15) V/m	(2.92 ± 0.44) V/m

Tabella 6: Misure in banda larga con centraline in tre abitazioni. (Dip. Di Ivrea; ARPA Piemonte)

- misure in banda larga spot per confronto e validazione dati

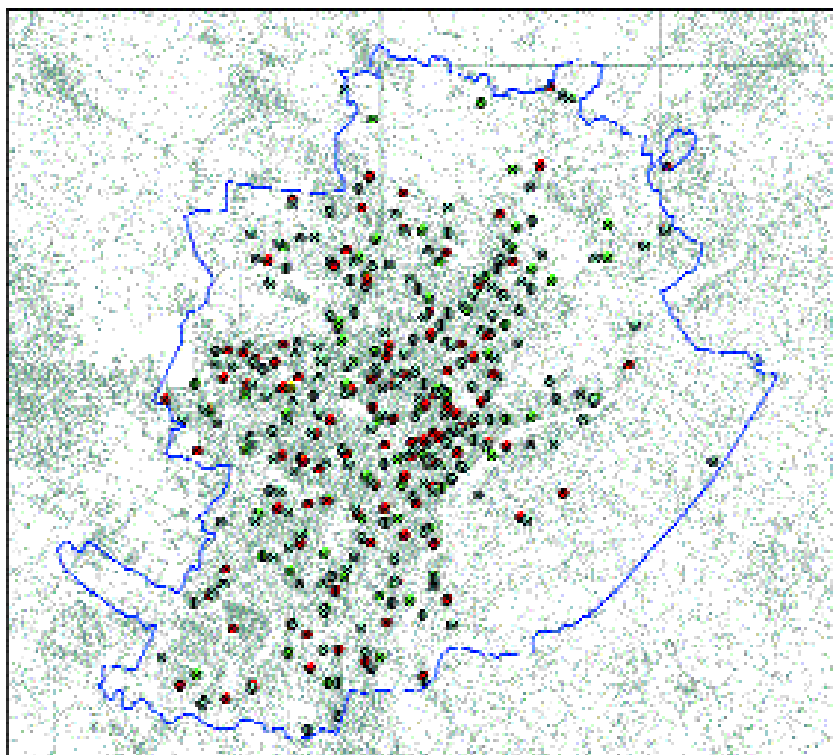
La situazione del Colle della Maddalena è estremamente critica per quanto riguarda il superamento dei limiti.

Si è inoltre riscontrata una significativa variabilità delle emissioni delle singole radio e televisioni e delle condizioni di trasmissione relativamente alla frequenza utilizzata.

Si ha una dettagliata conoscenza dei livelli di esposizione della popolazione.

Gli impianti realizzati e attivi nella città di Torino (aggiornamento al 30/09/2003) sono 425 (vedi Fig. 5):

Fig. 5 - Rappresentazione della dislocazione degli impianti realizzati e attivi nella città di Torino



● TIM (122 SRB) ● VODAFONE (92 SRB) ● WIND (76 SRB) ● H3G (135 SRB) ● TOT 425

(Dip. di Ivrea; ARPA Piemonte)

Sono stati utilizzati modelli di simulazione per la valutazione teorica dei livelli di campo

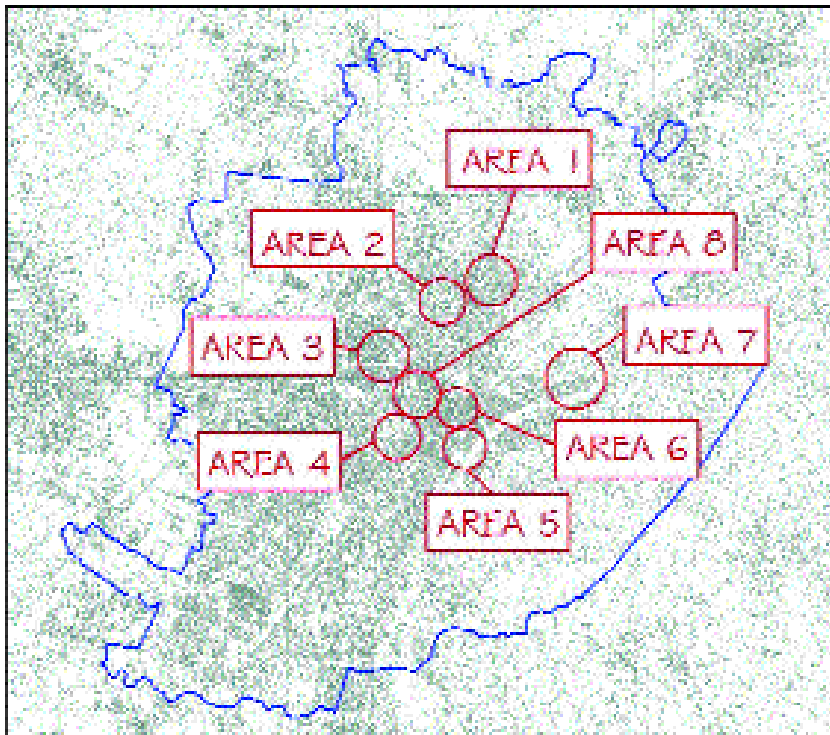
elettrico prodotto da sistemi fissi di teleradiocomunicazione nel comune di Torino, non considerando le attenuazioni e riflessioni dovute alla presenza di edifici e valutando la configurazione massima del sistema irradiante (tutte le portanti attive al massimo della potenza).

Sono state valutate le seguenti percentuali di popolazione esposta a livelli di campo elettrico (non considerando le attenuazioni e riflessioni dovute alla presenza di edifici) prodotto da sistemi fissi per teleradiocomunicazione nel comune di Torino:

- 19%: $E = 1,0 - 2\text{V/m}$
- 41%: $E = 0,5 - 1\text{V/m}$
- 40%: $E < 0,5\text{V/m}$

Sono state valutate otto aree in cui si sono presentati superamenti dei 6 V/m ad otto piani fuori terra (22,5 m) (vedi Fig. 6)

Fig. 6 Otto aree in cui si sono presentati superamenti dei 6 V/m ad otto piani fuori terra (Dip.di



Ivrea; ARPA Piemonte)

A titolo di esempio sono state riportate le valutazioni di dettaglio delle aree 3 (zona Via Boucheron) e 4 (Corso Vittorio Emanuele II) ed il confronto con i dati di misura. In queste zone è possibile escludere l'intercettazione di edifici con aree aventi valore di campo superiore ai 6 V/m.

Nella città di Torino sono posizionate centraline della Fondazione Ugo Bordoni (vedi Fig. 7 e tabella 7) per un monitoraggio in continuo dei livelli di campo elettrico prodotto da sistemi fissi di teleradiocomunicazione.

Fig. 7 Rappresentazione della dislocazione delle centraline FUB (Dip.di Ivrea; ARPA Piemonte)

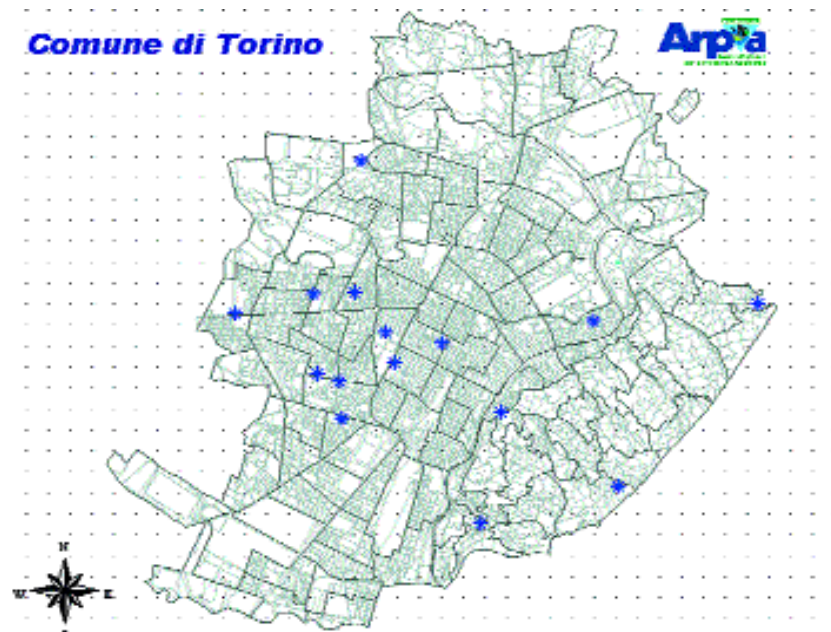
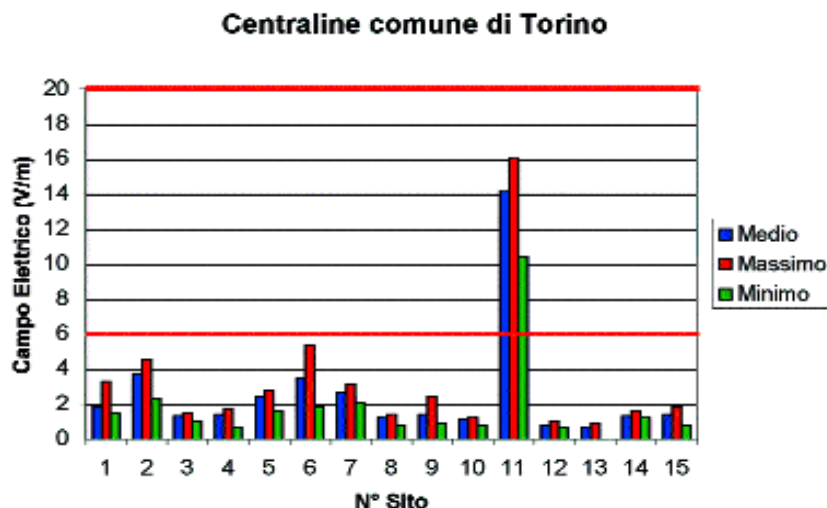


Tabella 7: Campagne di monitoraggio in continuo concluse nella città di Torino (Fondazione Ugo Bordoni: www.fub.it)

Nome del Sito (n. sito)	Indirizzo	Data Inizio Misure	Data Fine Misure
Palagiustizia (1)	Via	9-12-2003	21-01-2004
Condominio (2)	Corso Racconigi, 151	23-12-2003	30-01-2004
Politecnico di Torino (3)	Via	14-01-2004	6-02-2004
Scuola Balbis Garrone (4)	Via	13-02-2004	10-03-2004
Condominio (5)	Corso Svizzera, 41	6-02-2004	12-03-2004
Condominio (6)	Corso Marche, 4	21-01-2004	18-02-2004
Condominio (7)	Corso Monte Grappa, 56	18-02-2004	31-03-2004
Condominio (8)	Corso Belgio, 115	30-01-2004	10-03-2004
Abitazione (9)	Strada del Mainero, 161/12	13-02-2004	18-03-2004
Abitazione (10)	Via Sansovino, 205/2	10-03-2004	7-04-2004
Casa Parrocchiale (11)	Presso Basilica di Superga	16-03-2004	14-04-2004
Ufficio (12)	Via Confienza, 10	31-03-2004	27-04-2004
Condominio (13)	Via Tripoli, 10/32	25-03-2004	27-04-2004
Condominio (14)	Largo Lancia, 46	23-04-2004	19-05-2004
Condominio (15)	Corso Lanza, 86	25-05-2004	25-06-2004

In Fig. 8 sono riportati i valori, medio, massimo e minimo del campo elettrico per ogni sito considerato in tabella 7.

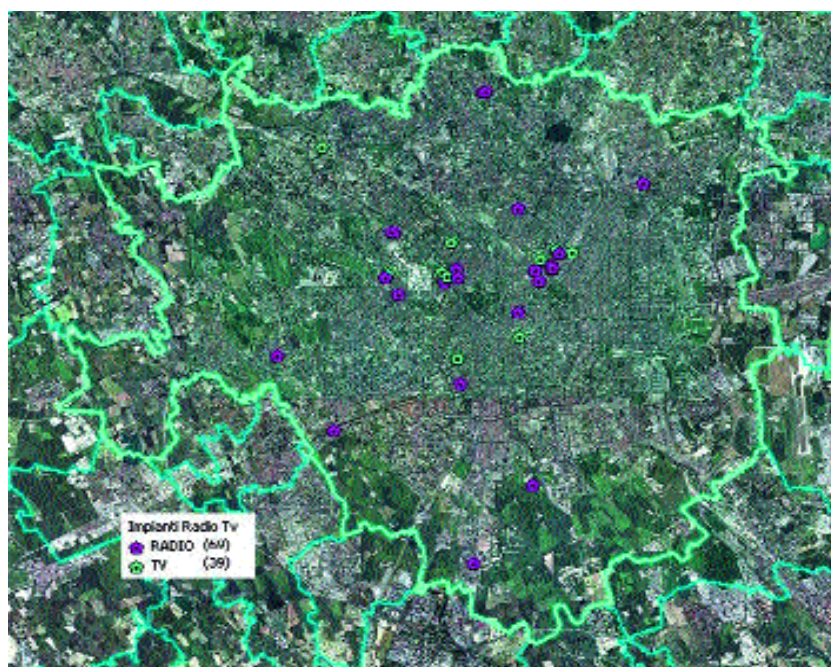
Fig.8 Rappresentazione grafica dei valori medio, massimo e minimo del campo elettrico per ogni sito monitorato nel comune di Torino. (Dip.di Ivrea; ARPA Piemonte)



MILANO

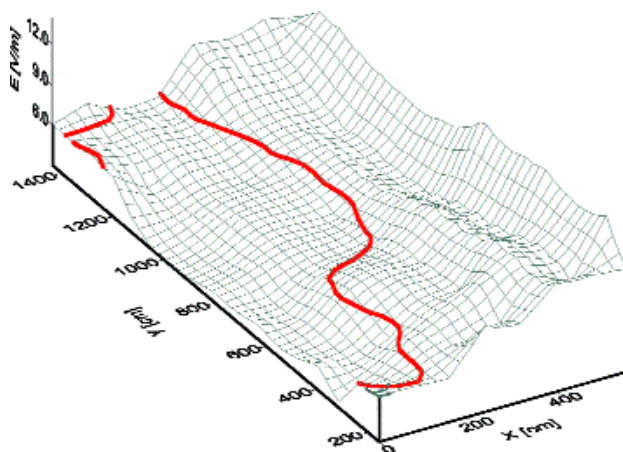
Considerata l'alta concentrazione di impianti broadcasting radio-televisivi presenti sul territorio urbano della città di Milano (Fig. 9), l'attività di ARPA si è concentrata, senza comunque trascurare anche le restanti tipologie di sorgenti di campo e.m., nell'effettuazione di numerose campagne di misura delle intensità dei campi a radiofrequenza atte ad accertare il rispetto dei limiti di legge per l'esposizione della popolazione.

Figura 9. Dislocazione degli impianti broadcasting MF e TV nella città di Milano (ARPA Lombardia)



Il fenomeno dei trasferimenti di emittenti radiofoniche in modulazione di frequenza all'interno del perimetro urbano avutosi negli anni passati, ed ancora in atto, rende necessario un continuo aggiornamento della situazione espositiva nelle aree circostanti i siti emittenti. Tre degli attuali sette principali siti di aggregazione di impianti radioemittenti presentano situazioni non a norma con il valore di attenzione di 6 V/m previsto dal DPCM 8 luglio 2003. Tali situazioni sono state (e vengono generalmente) indagate in due distinte fasi. La prima è rappresentata dalla mappatura a banda larga secondo una prefissata griglia spaziale dell'area indagata (tipicamente terrazze di abitazioni) allo scopo di individuare il punto di maggiore intensità di campo (Fig. 10 a titolo d'esempio: griglia con passo 80 cm a 150 cm dal piano calpestabile, valori in V/m).

Figura 10. Superficie di livello ricavata dalle isolinee di campo elettrico (ARPA Lombardia)

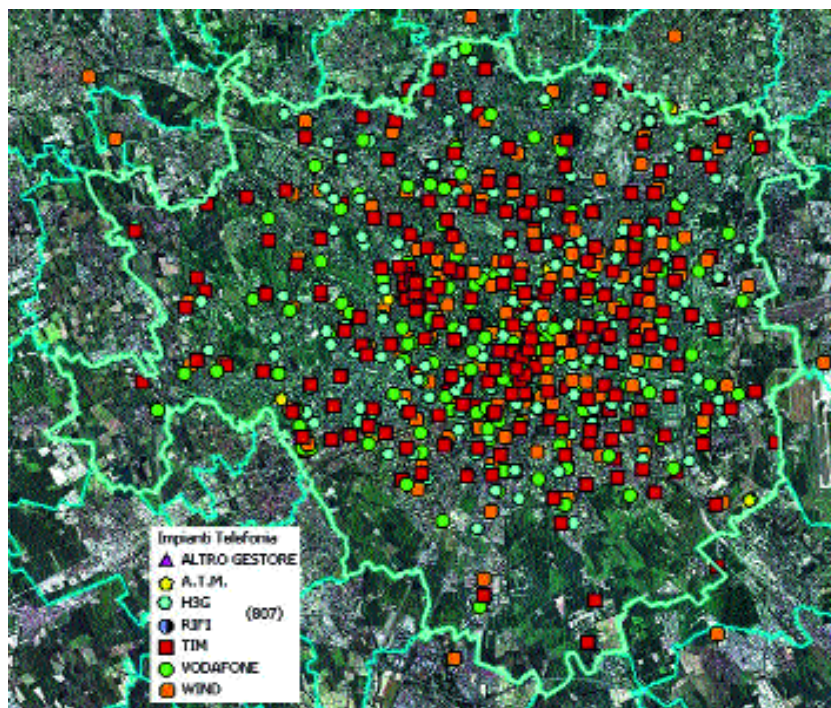


La seconda consiste nella determinazione, tramite analisi spettrale del campo, dei principali contributi in frequenza.

Nessuno dei siti suddetti presenta invece attualmente superamenti del limite di esposizione di 20 V/m. Un quarto sito è ad oggi esercito con potenze inferiori a quelle censite al fine di mantenere il rispetto dei livelli di legge in attesa che venga messo in atto il piano di risanamento definitivo. La zona ad esso circostante è dal 2001 costantemente controllata per mezzo di centraline fisse a banda larga.

Per quanto riguarda la tipologia più numerosa in termini di densità impianti, ma la meno impattante in termini di inquinamento elettromagnetico, quella cioè delle stazioni fisse per la telefonia mobile (Fig. 11), l'attività di controllo in campo per l'accertamento del rispetto dei limiti viene effettuata solo nelle aree intercettate dai fasci principali di radiazione delle antenne ed entro un raggio non superiore a qualche decina di metri. Ad oggi non si sono riscontrati superi del valore di attenzione nelle normali condizioni di esercizio degli impianti. Solo in tre casi si è evidenziato, tramite analisi spettrale, un supero potenziale in corrispondenza di abitazioni (balconi e terrazzi) del valore di 6 V/m nell'ipotesi di attivazione di tutti i canali e portanti alla massima potenza dichiarata. In questi casi si è riesaminato il nulla osta all'esercizio diminuendo opportunamente il numero dei canali attivabili.

Figura 11. Dislocazione degli impianti radiobase nella città di Milano (ARPA Lombardia)

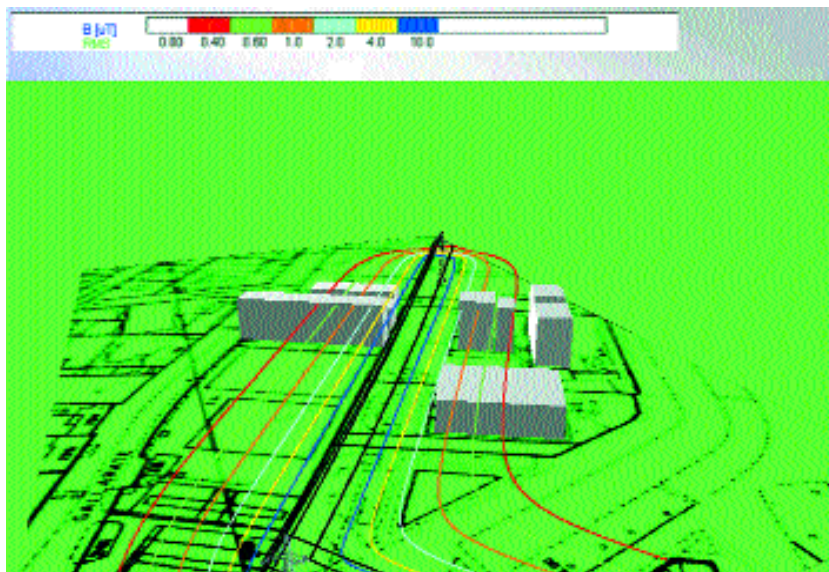


Dopo un periodo sperimentale iniziato nel 2002 e prossimo alla scadenza, durante il quale si sono gestite sul territorio cittadino 8 centraline EIT 4070 e 10 centraline PMM dual-band per un totale di 22 postazioni, è ora in corso di stesura definitiva la convenzione tra ARPA Lombardia e Fondazione Ugo Bordoni per la realizzazione della rete di monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico a radiofrequenza tramite centraline a banda larga. Sono previste su tutta la Lombardia 200 centraline di cui una sessantina verranno destinate al territorio di Milano. Esse verranno dislocate con criteri differenti: 50% in siti potenzialmente a rischio di superamento dei limiti, 30% in siti "sensibili" (scuole, ospedali, etc.) e il rimanente 20% secondo le richieste dei cittadini.

L'attività inerente i campi a frequenza di rete vede attualmente impegnata ARPA, in collaborazione con ASL Città di Milano, in uno studio di valutazione della distribuzione dei valori di campo induzione magnetica, generato da elettrodotti ad alta tensione e cabine di trasformazione insistenti sul Comune di Milano, preliminarmente alla individuazione e quantificazione dei residenti esposti a un predefinito livello di campo.

A titolo d'esempio in figura 12 viene mostrata una simulazione del campo magnetico in una delle aree residenziali oggetto dell'indagine.

Figura 12. Campata dal sostegno 20 al sostegno 21 – Carico di Corrente pari al valore minimo delle mediane mensili rilevate negli anni 2002... 2004: 347 A – visione in 3D delle curve di isolivello relative all'andamento dei valori di campo di induzione magnetica calcolate ($0.4\mu\text{T}$, $0.6\mu\text{T}$, $1.0\mu\text{T}$, $2.0\mu\text{T}$, $4\mu\text{T}$ e $10\mu\text{T}$). Le curve sono riferite alla quota di 20 metri dal suolo.(ARPA Lombardia)



GENOVA

La città di Genova è caratterizzata da una morfologia molto tormentata. Soprattutto nel centro storico dove i palazzi sono molto vicini tra loro e raggiungono quote elevate, l'impatto di antenne (SRB e RTV) ed elettrodotti è alquanto rilevante.

Al momento vengono effettuati monitoraggi in prossimità di punti sensibili come scuole e abitazioni vicino ad elettrodotti o vicino a SRB e RTV.

Per l'alta frequenza vengono utilizzate 4 centraline della FUB (Tabella 8) e strumentazione portatile per misure spot di campo magnetico.

Per la bassa frequenza vengono effettuate misure su 24-48 ore con strumentazione portatile su segnalazione di esposti.

Tabella 8: Campagne di monitoraggio in continuo concluse nella città di Genova (Fondazione Ugo Bordoni: www.fub.it)

Nome del Sito	Indirizzo	Data Inizio Misure	Data Fine Misure
Abitazione	Via Gropallo, 5	18-04-2003	29-04-2003
Abitazione	Via Sonnino, 8A/12	24-04-2003	29-04-2003
Abitazione	Via Cornigliano, 19	8-05-2003	5-06-2003
Privato	Corso Europa	8-07-2003	6-08-2003
Privato	Via della Libertà	10-07-2003	24-09-2003
Privato	Via Priano, 19	5-06-2003	1-07-2003
Privato	Via Chiesa delle Grazie, 3	10-06-2003	30-09-2003
Privato	Via Palloa, 6	6-08-2003	10-09-2003
Privato	Via dei Mille, 15/21	14-08-2003	21-10-2003
Ufficio	Via Gropallo, 5 C.247134	12-08-2003	14-08-2003
Ufficio	Via Gropallo 5 C.232012	24-09-2003	6-10-2003
Ufficio	Via Gropallo 5 C.232015	1-10-2003	8-10-2003
Privato	Via Dodecaneso, 46/10	8-10-2003	4-11-2003
Privato	Via Flora, 9/5	21-10-2003	26-11-2003
Privato	Via Byron, 9/7	26-11-2003	15-12-2003
Privato	Via Tanini, 24A/9	27-01-2004	24-02-2004
Privato	Salita San Barnaba, 21-A-18	25-12-2003	14-01-2004
Ufficio C.232012	Via Gropallo, 5	14-01-2004	23-01-2004
Privato	Via Duse, 74/13	25-02-2004	22-03-2004
Privato	Via Mylius, 7/13	30-03-2004	17-04-2004
Privato	Vico dei Cartai, 5/12A	2-04-2004	24-05-2004
Privato	Via Assarotti, 5/7	7-05-2004	7-06-2004
Privato	Via Cantore, 23/20	27-05-2004	25-06-2004
Privato	Via della Torrazza, 21/8	10-06-2004	25-06-2004

Comunque è stato rilevato un numero limitatissimo di casi si superamento dei limiti imposti dalla normativa nazionale.

Recentemente si sono verificati superamenti relativi a 3 siti RTV nelle alture a circa 500 m dalla zona urbana e un impianto radio base disposto sul tetto di una abitazione nel centro storico. Le relative azioni di risanamento sono ancora da iniziare.

BOLOGNA

Il monitoraggio dei campi elettromagnetici, finalizzato soprattutto alle emissioni di campi elettromagnetici ad alta frequenza, in particolare alle Stazioni Radio Base per la telefonia mobile, è stato avviato nel corso del 2003. La rete di monitoraggio è costituita da alcune centraline rilocabili (4 centraline di proprietà dei gestori che sono state messe a disposizione dell'ARPA Emilia Romagna dal Comune di Bologna; 4 centraline PMM di proprietà dell'ARPA Emilia Romagna e 4 centraline messe a disposizione dalla FUB) che vengono periodicamente (circa ogni 14 giorni) spostate al fine di consentire il monitoraggio di diverse aree del territorio, soprattutto in prossimità di siti sensibili come scuole, ospedali, case di cura, asili ecc. Il posizionamento avviene in accordo col Comune competente. La messa in opera di questo monitoraggio ha riscontrato alcune difficoltà iniziali, legate alla delicatezza della strumentazione, alla difficoltà della taratura ed in generale a problemi di funzionamento tipici di strumentazioni innovative, con conseguente aggravio di attività e forte incidenza dei tempi morti per gli operatori. Tuttavia attualmente la realizzazione di monitoraggi sta procedendo con maggiore regolarità. Ad oggi, nel comune di Bologna, sono state effettuate diverse campagne di monitoraggio in continuo (Tabella 9). Il parametro misurato è il campo elettrico (E) e la sua unità di misura è il Volt/metro (V/m). In tabella si riporta il valore medio massimo (Emax) riferito a un intervallo di tempo di 6 minuti, rilevato nell'arco della giornata.

Tabella 9: Campagne di monitoraggio in continuo concluse nel comune di Bologna nel 2003/2004 (ARPA Emilia Romagna : www.arpa.emr.it)

Comune	Sito di misura e posizionamento stazione	Indirizzo/Località	Impianti presenti	Distanza da impianto più vicino (m)	Data inizio misurazione	Data fine misurazione	Valore di riferimento normativo (V/m)	Valore massimo misurato (V/m)	Valore medio misurato (V/m)
BOLOGNA	abitaz. Privata (terrazzo 8° piano)	Via Benedetto Marcello n. 20 -	1 SRB	60	16-01-2003	22-01-2003	6:00	1:09	1:06
BOLOGNA	abitaz. Privata (terrazzo 8° piano)	Via Vittoria n. 24	1 SRB	80	30-01-2003	6-02-2003	6:00	1:01	0:09
BOLOGNA	abitaz. Privata (lastrico 3° piano)	Via S. Stefano, 6	1 SRB	30	19-02-2003	27-02-2003	6:00	0:08	0:06
BOLOGNA	abitaz. Privata (terrazzo 3° piano)	Via B. Gigli, 3	1 SRB	30	6-03-2003	13-03-2003	6:00	1	0:09
BOLOGNA	abitaz. Privata (lastrico 8° piano)	via riva reno-via lame (pos.1 PMM)	3 SRB	35	14-04-2003	22-04-2003	20:00	4:08	2:03
BOLOGNA	abitaz. Privata (lastrico 8° piano)	via riva reno-via lame (pos.2 PMM)	3 SRB	25	22-04-2003	30-04-2003	20:00	5:02	3:09
BOLOGNA	abitaz. Privata (lastrico 8° piano)	via riva reno-via lame (pos.1 FUB)	3 SRB	35	30-05-2003	13-06-2003	20:00	4:07	3:09
BOLOGNA	abitaz. Privata (lastrico 8° piano)	via riva reno-via lame (pos.2 FUB)	3 SRB	25	13-06-2003	25-06-2003	20:00	3:08	2:09
BOLOGNA	abitaz. Privata (terrazzo 5° piano)	Strada Maggiore	1 SRB	10	30-05-2003	13-06-2003	6:00	1	1
BOLOGNA	abitaz. Privata (terrazzo 4° piano)	Via Turati 12	2 SRB	50	18-06-2003	4-07-2003	6:00	1:04	1:03
BOLOGNA	abitaz. Privata (balcone 1° piano)	Via Turati 14	2 SRB	60	4-07-2003	22-07-2003	6:00	1:05	0:03
BOLOGNA	abitaz. Privata (terrazzo 6° piano)	Via Breventani, 1	2 SRB	120	18-06-2003	26-06-2003	6:00	2:03	2:02
BOLOGNA	scuola (atrio interno 4° piano)	Scuole-Via Mazzini	1 SRB	180	22-07-2003	5-09-2003	6:00	0:08	0:05
BOLOGNA	abitaz. Privata (giardino)	San Luca	RADIO-TV	< 500	7-08-2003	22-08-2003	6:00	1:04	1:01
BOLOGNA	Aeroporto (interno - torre di controllo)	Aeroporto interna alla torre di controllo	3 SRB	70	8-09-2003	17-09-2003	6:00	3:03	2:08
BOLOGNA	Aeroporto (balcone torre di controllo)	Aeroporto esterno	3 SRB	70	22-08-2003	8-09-2003	6:00	2:09	2:04

segue

segue

Comune	Sito di misura e posizionamento stazione	Indirizzo/Località	Impianti presenti	Distanza da impianto più vicino (m)	Data inizio misurazione	Data fine misurazione	Valore di riferimento normativo (V/m)	Valore massimo misurato (V/m)	Valore medio misurato (V/m)
BOLOGNA	abitaz. Privata (lastrico 6° piano)	Via Borghi Mamò 9	1 SRB	40	12-11-2003	26-11-2003	6:00	4:02	3:04
BOLOGNA	abitaz. Privata (balcone 6° piano)	Viale della Repubblica 9	1 SRB	75	26-11-2003	16-12-2003	6:00	1:04	1
BOLOGNA	abitaz. Privata (balcone 6° piano)	Via Breventani 4	2 SRB	70	17-09-2003	3-02-2004	6:00	4:02	3:08
BOLOGNA	abitaz. Privata (lastrico solare)	Via Saffi 34	2 SRB	16	19-12-2003	8-01-2004	20	3:05	2:09
BOLOGNA	abitaz. Privata (balcone 6° piano)	Via Breventani 4	2 SRB	70	17-09-2003	3-02-2004	6:00	4:02	3:08
BOLOGNA	abitaz. Privata (lastrico solare)	Via Saffi 34	2 SRB	16	19-12-2003	8-01-2004	20	3:05	2:09
BOLOGNA	abitaz. Privata (Balcone ultimo piano)	Via Fondazza c/ Via Dante	1 SRB	45	2-03-2004	18-03-2004	6:00	1:04	1:01
BOLOGNA	abitaz. Privata (Balcone 3° piano)	Via Toscanini 12	1 SRB	30	18-03-2004	5-04-2004	6:00	4	3:02

Per quanto riguarda le basse frequenze (elettrodotti), è stato avviato nel 2002 il monitoraggio con una centralina fissa nei Giardini margherita di Bologna, in prossimità di linee elettriche interrato e di una cabina di trasformazione, con relativa diffusione dei dati via web (sito Internet della sezione ARPA di Bologna).

La rete di monitoraggio dei Giardini Margherita è stata progettata e realizzata per controllare unicamente l'emissione di campo magnetico nell'ambiente circostante l'impianto oggetto del controllo. Essa è formata da quattro centraline di misure fisse, ubicate in posizioni significative ai fini della valutazione dell'emissione, la cui collocazione è stata indicata nell'ambito della concessione edilizia:

Centralina n. 1: uscita dei cavi di media tensione dalla cabina di primaria.

Centralina n. 2: perimetro esterno Cabina Primaria lato Scuola Fortuzzi.

Centralina n. 3: punto recettore più vicino alla Cabina Primaria su via Castiglione.

Centralina n. 4: perimetro esterno Scuola Fortuzzi, punto più vicino alla Cabina Primaria. Esse acquisiscono ogni secondo il valore efficace della induzione magnetica e forniscono la media su 6 min. delle 360 misure effettuate in tale periodo temporale.

Le centraline di misura vengono settimanalmente interrogate da ARPA Sezione Provinciale di Bologna al fine di valicare e rendere pubblici i dati tramite un grafico per ogni centralina nel quale si evidenzia la variazione temporale del valore efficace di induzione magnetica mediato su 6 min.

A settembre 2004 dovrebbe concludersi questa campagna di monitoraggio, visto che non si sono rilevati superamenti dei valori di campo magnetico.

Durante il primo semestre 2004 nel comune di Bologna sono state fatte alcune misure ELF (B = intensità del campo di induzione magnetica ed E = intensità del campo elettrico) riportate qui di seguito (vedi Tabella 10):

Tabella 10 - Misure ELF fatte nel comune di Bologna (ARPA Emilia Romagna)

			Data Misura	Misure B + E	Misure b	Misure E	Valori misurati			
							<0.2 microT	0.2-0.5 microT	0.5-3 microT	>10 microT
Bologna	Comune	Via Ristori, 6 - Cabina Enel MT/bt	cabina MT/bt	9	9	0	0,00%	0,00%	99,80%	0,00%
Bologna	Comune	scuola Tambroni, via Mauri	cabina MT/bt	17	17	0	(aula 5 marzo 04) 36,80%	63,1% 74,73%	0,03% 8,86%	0,00% 0,00%
Bologna	Comune	Via Siepelunga, 20 Appartamento Sig.	cabina MT/bt	2	2	0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bologna	Ausl	Via Vasco de Gama, 35 Sig.ra Stassi, nono piano	elettrodi 737-758	6	5	1	17,10%	81,60%	0,00%	0,00%
Bologna	Comune	scuola Tambroni, via Mauri	cabina MT/bt	4	4	0	(aula 5 maggio 04) 100,00%	0,00% 0,00%	0,00% 0,00%	0,00% 0,00%
Bologna	Comune	Linea FS e Terna 765-712 Sig. Verasani Via Fattori 1	elettrodottco	9	7	2	0,00%	14,50%	85,50%	0,00%

FIRENZE

Per rispondere alla enorme richiesta da parte della cittadinanza di verifiche puntuali a fronte della crescita del numero degli impianti è stato sperimentato per la prima volta a Livorno (maggio 1999) e successivamente in altre città, il protocollo d'intesa tra gestori degli impianti per la telefonia cellulare, amministrazioni locali, ARPAT ed azienda USL che introduceva:

- l'obbligo di valutazioni preventive;
- la pianificazione della collocazione degli impianti in un piano complessivo per tutti i gestori;
- il concetto che l'onere economico del controllo non dovesse incidere sulla pubblica amministrazione ma, basandosi sul principio "chi inquina paga", sul gestore che induceva il controllo.
- lo sviluppo di un modello di comunicazione per l'informazione alla cittadinanza.

L'approvazione della legge regionale n. 54 del 6 Aprile 2000 fa propri i principi alla base dei protocolli di intesa sopra citati.

A partire dal 2004 inoltre ARPAT ha stipulato un accordo con la Fondazione Ugo Bordoni che prevede una più diffusa utilizzazione di centraline mobili per la misurazione del campo elettromagnetico prodotto dalle stazioni di telefonia cellulare in alcune città toscane tra cui Firenze.

Nella seguente tabella vengono riportati i risultati delle misurazioni dei campi elettromagnetici emessi dalle stazioni di telefonia cellulare presenti sul territorio fiorentino sulla base della convenzione stipulata nel corso del 2004 con la Fondazione Ugo Bordoni che prevede l'utilizzazione di centraline mobili nei punti più critici. (Tabella 11)
(Inserire tabella 11)

Tabella 11: Campagne di monitoraggio in continuo concluse nella città di Firenze (ARPA Toscana ; www.arpat.toscana.it)

Stazione controllata	Gestore	Punto di misura	Ubicazione	Comune	Periodo	Massimo	Media	Limite
Via Cocchi 53	wind	Via Cocchi 57	Appartamento	Firenze	set-04	0,45 v/m	0,45 v/m	6 v/m
Via Marsuppini 2	tim	Via di Ricorbioli 54	Appartamento	Firenze	agosto-settembre 2004	0,7 v/m	0,53 v/m	6 v/m
Via Giolitti	wind	Via Venosta 54	Appartamento	Firenze	ago-04	1,54 v/m	1,39 v/m	6 v/m
Via Pio Fedi	H3g	Via dei Bassi 3	Scuola	Firenze	lug-04	0,6 v/m	0,52 v/m	6 v/m
Via Pisana 106	tim	Via Pisana 110	Appartamento	Firenze	giugno_luglio 2004	1,35 v/m	1,03 v/m	6 v/m
Viale Giannotti	h3g	Via Traversari 75	Appartamento	Firenze	giu-04	1,98 v/m	1,33 v/m	6 v/m
Viale del Saletto 10	h3g	Via S.Maria a Cintoia 8	Scuola	Firenze	giu-04	0,48 v/m	0,47 v/m	6 v/m
Viale del Saletto c/o centrale telecom	tim	Via S.Maria a Cintoia 8	Scuola	Firenze	giu-04	0,48 v/m	0,47 v/m	6 v/m
Viale Duse 30/B	h3g-vodafone	Via dell'Arcolaio 25	Appartamento	Firenze	giu-04	2,62 v/m	2,07 v/m	6 v/m
Via Soldani 23	tim	Via dell'Arcolaio 25	Appartamento	Firenze	giu-04	2,62 v/m	2,07 v/m	6 v/m
Via di Mantignano 8	blu-h3g	Via di Mantignano 154	Scuola	Firenze	maggio-giugno 2004	0,74 v/m	0,47 v/m	6 v/m
Viale Cadorna 44	vodafone-h3g	Viale Cadorna 40	Appartamento	Firenze	maggio-giugno 2004	1,27 v/m	1,08 v/m	6 v/m
Viale Giannotti 18	tim	Viale giannotti 41	Scuola	Firenze	mag-04	0,45 v/m	0,45 v/m	6 v/m
Viale Giannotti	h3g	Viale Giannotti 41	Scuola	Firenze	mag-04	0,45 v/m	0,45 v/m	6 v/m
Via Felice Cavallotti 11	wind	Via Felice Cavallotti 6/8	Scuola	Firenze	mag-04	0,6 v/m	0,48 v/m	6 v/m
Via Pisana 689	vodafone-tim-wind	Piazza Dolci 1	Scuola	Firenze	aprile-maggio 2004	0,45 v/m	0,45 v/m	6 v/m
Viale Lavagnini 41	blu	Viale Lavagnini 37	Scuola	Firenze	aprile-maggio 2004	1,13 v/m	0,96 v/m	6 v/m
Viale Lavagnini 26	blu	Viale Lavagnini 37	Scuola	Firenze	aprile-maggio 2004	1,13 v/m	0,96 v/m	6 v/m

segue

segue

Stazione controllata	Gestore	Punto di misura	Ubicazione	Comune	Periodo	Massimo	Media	Limite
Via delle Mantellate 1/a	tim	Viale Lavagnini 37	Scuola	Firenze	aprile-maggio 2004	1,13 v/m	0,96 v/m	6 v/m
Viale Spartaco Lavagnini terreno orti sociali	vodafone h3g	Viale Lavagnini 37 Via della Pieve 58/c	Scuola Scuola	Firenze Rignano sull'Arno	aprile-maggio 2004 aprile-luglio 2004	1,13 v/m 0,72 v/m	0,96 v/m 0,50 v/m	6 v/m 6 v/m
Viale dei Cadorna 44	h3g-nokia-vodafone-tim	Viale Corsica 2/a	Scuola	Firenze	aprile-maggio 2004	0,56 v/m	0,52 v/m	6 v/m
Viale Matteotti 28	wind	Viale Matteotti 22	Scuola	Firenze	aprile-maggio 2004	1,38 v/m	1,19 v/m	6 v/m
Viale Morgagni 57-51	wind-vodafone	Viale Morgagni 32	Scuola	Firenze	marzo-aprile 2004	0,72 v/m	0,62 v/m	6 v/m
Viale Etruria	h3g	Via Lunga 64	Appartamento	Firenze	apr-04	1,46 v/m	1,18 v/m	6 v/m
Via Benedetto Marcello	tim	Via Benedetto Marcello 10	Appartamento	Firenze	apr-04	2,32 v/m	1,95 v/m	6 v/m
Via Cavour 14	tim	Via Cavour 8	Appartamento	Firenze	apr-04	0,49 v/m	0,46 v/m	6 v/m
Viale Etruria	tim	Viale Etruria 2	Scuola	Firenze	apr-04	0,89 v/m	0,66 v/m	6 v/m
Via Luisa Sanfelice 19	vodafone	Via Filippo Brunetti 22	Appartamento	Firenze	marzo-aprile 2004	0,95 v/m	0,77 v/m	6 v/m
Via Luisa Sanfelice 19	vodafone	Via Faentina 145	Area Pettini	Firenze	marzo-aprile 2004	0,51 v/m	0,45 v/m	6 v/m
Viale Morgagni 57/51	wind-vodafone	Viale Morgagni 51	Casa Studente	Firenze	marzo-aprile 2004	3,60 v/m	2,74 v/m	6 v/m
Via Ximenes (campo sportivo 2 strade)	wind-tim	Via Ximenes 70	Scuola	Firenze	marzo-aprile 2004	0,62 v/m	0,52 v/m	6 v/m
Via del Sansovino	h3g-wind	Via del Sansovino 202	Appartamento	Firenze	marzo-aprile 2004	0,86 v/m	0,70 v/m	6 v/m

ROMA

L'ARPA Lazio Sezione di Roma è provvista di 7 centraline EIT 4070 per il monitoraggio in continuo fornite dalla Fondazione Ugo Bordoni nell'ambito del progetto di rete nazionale per il monitoraggio dei campi elettromagnetici del Ministero delle Comunicazioni; dispone inoltre di una centralina PMM 8055 che consente di effettuare monitoraggi sia alle alte che alle basse frequenze. Recentemente l'Agenzia ha acquisito, sempre dalla FUB, altre 12 centraline PMM dual-band.

Dal 2001 è attiva una centralina di monitoraggio in continuo presso la Scuola Leopardi a Monte Mario.

Il funzionamento della rete di monitoraggio in continuo prevede l'installazione delle centraline in siti opportunamente selezionati, con un periodo di permanenza medio di circa 15 giorni e successiva ricollocazione al termine di detto periodo. La rete, operante dal maggio 2003, ha consentito di monitorare 44 siti a Roma e Provincia.

Nel 2002 è stata effettuata – di concerto con la FUB ed il Comune di Roma – una campagna di monitoraggio che ha permesso di monitorare su tutto il territorio comunale circa 33 siti.

Per quanto riguarda le misure spot l'Agenzia esegue interventi di misura sia su richiesta (da parte di enti locali, magistratura, privati cittadini, associazioni...), sia autonomamente sulla base di un'attività programmata. Nel 2003 sono stati effettuati, in alta ed in bassa frequenza, complessivamente 300 interventi di misura.

Per le misure spot, viene impiegata la seguente strumentazione: per le alte frequenze, misuratori a banda larga PMM 8053 e Wandel e Goltermann EMR 300, analizzatore di spettro Advantest; per le basse frequenze misuratori PMM 8053 e Wandel e Goltermann EFA 300.

Qui di seguito, si riportano le campagne di monitoraggio effettuate attraverso le centraline della Fondazione Ugo Bordoni (Tabella 12) negli anni 2002-2003-2004.

Nome del Sito	Indirizzo	Data Inizio Misure	Data Fine Misure
Elementare Don Bosco	Piazza Monte Baldo,2	15-11-2002	21-11-2002
Scuola Materna Vaglia	Via Vaglia	15-11-2002	25-11-2002
Teatro Argentina	Largo Argentina	20-06-2002	4-07-2002
Privato	Via Cecilio Stazio	17-04-2002	17-05-2002
Istituto Tropea	Via San Tarcisio 137	28-06-2002	4-07-2002
Istituto Luigi Rizzo	Piazzale degli Eroi	11-04-2002	31-05-2002
Liceo Virgilio	Via Giulia	31-05-2002	6-06-2002
Scuola Elementare Nuzzo	Via Rubellia	5-11-2002	14-11-2002
Scuola Media Montale	Via Casal Bianco	5-11-2002	14-11-2002
Palazzo Baleani	Corso Vittorio Emanuele	26-06-2002	2-07-2002
Comando dei Vigili Urbani	Piazza Mastai	31-05-2002	6-06-2002
Privato Antistio	Via Antistio	10-06-2002	19-06-2002
Seminario Pianellari	Via dei Pianellari	31-05-2002	6-06-2002
Istituto Comprensivo Villari	Via Ramiro Fabiani,45	8-11-2002	14-11-2002
Istituto Pisacane	Via dell'Acqua Bullicante	12-12-2002	31-12-2002
Istituto G. Cagliari	Largo Volumnia	26-11-2002	2-12-2002
Istituto Comprensivo 'Via La Spezia 23'	Via Orvieto,45	26-11-2002	2-12-2002

segue

segue

Nome del Sito	Indirizzo	Data Inizio Misure	Data Fine Misure
Elementare Massa Marittima	Via di Monte Capre	2-12-2002	9-12-2002
Istituto Solidati Tiburzi	Via di Vigna Pia	2-12-2002	9-12-2002
Elementare D. Marvasi	Via Marvasi	9-12-2002	16-12-2002
Istituto Via Fosso dell'Osa	Via Fosso dell'Osa	13-12-2002	19-12-2002
Istituto Bartolomei	Via Asmara	16-12-2002	7-01-2003
Istituto C. Ferrini	Via di Villa Chigi	16-12-2002	31-12-2002
Scuola elementare "Madonna della Neve"	Via di Torsapienza,36	14-02-2003	21-02-2003
Scuola Media Statale Moscati	Via Padre Semeria, 28	14-02-2003	21-02-2003
Istituto Piazza dei Mirti	Piazza dei Mirti	21-02-2003	28-02-2003
193° Circolo didattico via dei Quinqueremi	Via dei Quinqueremi, 19	21-02-2003	28-02-2003
Istituto Morelli	Via Zandonai, 118	28-02-2003	7-03-2003
Scuola Elementare Piero della Francesca	Via T. Signorini, 78	28-02-2003	13-03-2003
Scuola Statale Olgiata	Via Cassia Km 18.7	7-03-2003	13-03-2003
Ministero delle Comunicazioni	Viale America, 201	1-08-2002	8-08-2002
Istituto Comp.sivo Pzza R. di Sicilia	Piazza R. di Sicilia	18-03-2003	27-03-2003
Scuola Mat. Elementare Maria Immacolata	Via Jenner, 10	18-03-2003	27-03-2003
Istituto I Folletti	Via Licio Giorgeri,58	5-11-2003	18-11-2003
Abitazione	Via San Cipriano	13-11-2003	28-11-2003
Privato	Via Pisino,151	23-02-2004	27-02-2004
Privato	Via Pisino,155	28-02-2004	13-03-2004
Privato	Via Casignana,90 - Morena	7-05-2004	13-05-2004
Asilo Nido	Via Silveri	5-05-2004	11-05-2004
Privato	Via Bel Poggio,170b	19-05-2004	28-05-2004
Privato	Via Granito Belmonte - Ostia	7-06-2004	24-06-2004
Edificio fronte torre Acea	Via della Vittoria,31 - Ostia	7-06-2004	24-06-2004

NAPOLI

Per quanto riguarda la regione Campania l'accordo con la Fondazione Ugo Bordoni è in via di definizione. A settembre 2004 dovrebbero essere disponibili alcune centraline FUB per il monitoraggio continuo di alcune aree "calde" di Napoli.

Attraverso ,infatti, controlli effettuati sul territorio tramite strumentazione portatile sono stati rilevati superamenti dovuti soprattutto alla concentrazione di impianti RTV nelle zone di Montefaito e Collina Camaldoli.

Le azioni di risanamento delle sorgenti elettromagnetiche in queste zone non sono ancora iniziati per una serie di problemi economici e di gestione del territorio. Si sta, comunque, discutendo in merito alla faccenda.

Per quanto riguarda la telefonia mobile, i dati di misurazioni effettuate non hanno portato a casi di superamento dei limiti di legge.

PALERMO

Il Servizio Ambiente del Comune di Palermo ha realizzato un data base, con relativa mappa, di tutte le SRB (Stazioni Radio Base) presenti nel territorio di Palermo. Per il rilevamento dei livelli d'inquinamento elettromagnetico ha chiesto al LIP di Palermo, adesso ARPA, di effettuare le analisi che quest'ultimo ha effettuato servendosi di una sonda Holaday 6005 e di un analizzatore di spettro LG SA7270 con antenne log periodica e biconica. Sono stati effettuati rilevamenti successivi di 6 minuti ciascuno e sono stati considerati i valori medi massimi del campo elettrico efficace del campo magnetico e della densità di potenza dell'onda piana equivalente rilevati secondo quanto prescritto dal DM 381/98 e in base alle linee guida dell'ANPA (ora APAT). In seguito il LIP ha adottato il criterio di verificare preliminarmente gli impianti di I generazione o installati in date antecedenti all'emanazione del DM 381/98 e della Circolare dell'Ass. Reg. Sanità 1004 del 12/08/99. Dal 2001 ad oggi su segnalazione del Comune o da parte di cittadini, per i dati in nostro possesso, sono stati effettuati 82 interventi di monitoraggio e di questi solamente in 2 siti sono stati riscontrati superamenti dei limiti di cui all'art. 4 del DM 381/98 e che tali superamenti sono stati determinati esclusivamente da SRB TACS. In seguito il gestore della SRB ha provveduto ad eliminare la situazione di inquinamento. In atto non è operativo nessun progetto di monitoraggio in continuo dell'inquinamento elettromagnetico. L'ARPA si è dotata di strumenti per effettuare in maniera stabile il monitoraggio della città di Palermo in collaborazione con il Comune, con cui è stato siglato un protocollo d'intesa. Si dovrebbe procedere, nel prossimo futuro al posizionamento di queste unità mobili per il rilevamento in continuo.

5. CONCLUSIONI

Nelle otto città considerate – Torino, Milano, Genova, Bologna, Firenze, Roma, Napoli, Palermo – si evidenzia una discreta attività di controllo e monitoraggio dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici soprattutto per quanto riguarda gli impianti a radiofrequenza.

È evidente una maggiore sensibilità della popolazione agli impianti radio televisivi (RTV) e stazioni radio base (SRB), visti i molteplici casi di azioni di controllo richieste dai privati. Dai dati forniti dalle varie ARPA (Piemonte, Lombardia, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Lazio e Campania) e dall'Assessorato ambientale del Comune di Palermo, si registra un limitato numero di casi di superamento dei limiti di legge e una rilevante presenza di valori risultati di gran lunga al di sotto di tali limiti.

Questi dati sono stati raccolti grazie alla gentile collaborazione dei seguenti referenti: Dr.ssa Laura Anglesio (ARPA Piemonte), Giuseppe Campilongo (ARPA Lombardia), ing. Massimo Valle (ARPA Liguria), dr.ssa Rubini, dr. Alberti e dr. Polluzzi (ARPA Emilia Romagna), ing. Luigi Capano (ARPA Lazio), dr. Mansi (CRIA - Regione Campania) e ing. Mazzon (Assessorato ambiente del Comune di Palermo).

Vista la caratteristica di pluriannualità di questo progetto, nel tempo si potranno raccogliere ed analizzare anche i dati relativi a quei centri minori che insieme alle città centrali costituiscono le aree metropolitane ed individuare indicatori maggiormente confrontabili per definire sempre più nel dettaglio e in modo omogeneo la qualità ambientale in queste zone del nostro paese.