

L'inquinamento elettromagnetico: misura, valutazione, gestione e politiche di prevenzione

Fabio Garzia

Ingegneria della Sicurezza a Protezione
Università degli Studi di Roma "La Sapienza" – Polo di Civitavecchia
Via dei Poggi, n. 18 - Civitavecchia, Italia
Tel. 0644585626 - Fax 0644585816 - e-mail fabio.garzia@uniroma1.it
w3.uniroma1.it/sicurezza

Sommario

L'inquinamento elettromagnetico rappresenta un problema particolarmente sentito dall'opinione pubblica ed estremamente delicato in quanto la misura, valutazione, gestione ed attuazione di politiche di prevenzione dello stesso richiedono competenze e professionalità tipiche dell'Ingegneria della Sicurezza, essendo coinvolti aspetti scientifici, tecnici, normativi, gestionali, amministrativi, e di comunicazione del rischio.

1. INTRODUZIONE

Il continuo aumento delle esigenze delle telecomunicazioni ha portato ad una proliferazione del numero di dispositivi di trasmissione telefonica cellulare, televisiva e radiofonica installati ormai ovunque sui tetti delle abitazioni, e quindi all'interno delle aree densamente popolate, con frequentissimi sforamenti dei limiti di intensità di campo elettromagnetico previsti per la tutela della salute delle persone. Tale situazione viene ulteriormente aggravata dalla presenza di linee elettriche ad alta tensione che sommano i loro effetti nocivi alle radiazioni elettromagnetiche già esistenti.

Ciò avviene sovente in edifici in cui i normali occupanti sono maggiormente vulnerabili o comunque sensibili a tali campi elettromagnetici quali scuole e ospedali o comunque all'interno delle abitazioni.

Una corretta politica di tutela dell'ambiente e della salute pubblica non può prescindere da una mappatura e da una corretta valutazione di tutti i dispositivi di emissione elettromagnetica in prossimità di tali edifici, con adeguata misura del livello di campo elettromagnetico presente, al fine di adottare strategie di prevenzione e controllo opportune, come previsto dalle recenti novità legislative.

Infatti la legge 36/2001 - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale del 7 marzo 2001, n.55, all'art.8 (*Competenze delle regioni, delle province e dei comuni*) comma 6, recita testualmente che "I comuni possono adottare un regolamento per assicurare il corretto insediamento urbanistico e territoriale degli impianti e minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici".

Il regolamento di insediamento deve però essere redatto tenendo conto della pre-esistente situazione di inquinamento elettromagnetico, misurando tutte le fonti di emissione elettromagnetica mediante l'utilizzo di tecniche scientifiche e strumentazione adeguata, nonché valutando l'impatto ambientale delle loro emissioni, mediante una valida procedura di modellizzazione matematico-ingegneristica, al fine di individuare correttamente le zone di insediamento dei nuovi impianti, controllare il livello di inquinamento elettromagnetico intorno a quelli già esistenti e provvedere alla stesura del regolamento particolareggiato contenente le modalità e le procedure di autorizzazione e di insediamento degli impianti.

D'altra parte, il Decreto Legislativo del 4 settembre 2002, n. 198, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 13 settembre 2002, n. 215 - Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, impone una risposta rapida da parte dei Comuni alle richieste di installazione di infrastrutture di telecomunicazioni per impianti radioelettrici, permettendo all'installatore di procedere con l'installazione, rispettando

ovviamente dei requisiti base di legge, qualora non ricevesse alcuna indicazione da parte dell'amministrazione comunale nei limiti temporali previsti dalla legge stessa.

Il problema è che nella maggior parte dei casi, le amministrazioni comunali sono totalmente sprovviste di strumenti scientifici, tecnici, gestionali e amministrativi per rispondere, nei ristretti tempi imposti dal Decreto Legislativo 198/2002, alle complesse problematiche che l'inquinamento elettromagnetico genera sul territorio.

Scopo del presente lavoro è quello di illustrare le tecniche di misura e di valutazione del livello di inquinamento elettromagnetico da poter integrare ad una corretta politica di gestione, prevenzione e protezione volte al controllo e alla riduzione dello stesso, utilizzando un approccio multidisciplinare tipico dell'Ingegneria della Sicurezza [1], riportando, come esempio, casi pratici adottati da varie amministrazioni comunali.

2. L'INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO E LE PRINCIPALI FONTI DI EMISSIONE PRESENTI NEI TERRITORI COMUNALI

E' ben noto dalla fisica che le cariche elettriche irradiano intorno ad esse un campo elettrico i cui effetti si estendono a distanza infinita, anche se l'ampiezza di tale campo diminuisce all'aumentare della distanza dalle cariche stesse. In pratica esiste una distanza ben definita, che dipende dalla grandezza delle cariche in gioco, oltre la quale gli effetti del campo elettrico prodotto dalle cariche stesse diventa trascurabile.

Analogamente, una corrente elettrica (flusso di cariche elettriche) genera intorno a sé un campo magnetico con caratteristiche analoghe al campo elettrico sopra indicato (anche se esistono delle differenze fondamentali di base).

Quando si è in presenza di campi elettrici o magnetici variabili nel tempo, la cui frequenza di variazione è abbastanza elevata, i campi elettrico e magnetico si irradiano nello spazio, sotto forma di onde, da cui il nome di onde elettromagnetiche.

Le principali e più diffuse fonti di generazione di inquinamento elettromagnetico (intendendosi con tale termine i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenza inferiore a 300 GHz) sono rappresentate dalle stazioni radiobase per telefonia cellulare e dagli elettrodotti. La loro diffusione capillare sul territorio è dovuta al fatto che le stazioni radiobase sono fondamentali per garantire il funzionamento dei sistemi di telefonia cellulare mentre gli elettrodotti sono fondamentali per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica.



Fig.1 Esempio di: a) stazione radiobase per telefoni cellulari; b) Elettrodotto

Mentre le stazioni radiobase emettono onde elettromagnetiche ad alta frequenza, che si irradiano in maniera intenzionale e tale da garantire la massima copertura del servizio, gli elettrodotti emettono campi elettrici e magnetici in maniera non intenzionale ma inevitabile e tali campi restano per lo più localizzati intorno ad essi, giacché tali campi variano a frequenza industriale (50 Hz).

Tali fonti producono un inevitabile aumento del livello dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici rispetto al livello naturale e tale aumento viene comunemente definito inquinamento elettromagnetico o, con un termine più caratteristico, elettrosmog.

Gli effetti sul corpo umano, le tecniche di misura, gli strumenti utilizzati, le tecniche di riduzione e molti altri fattori coinvolti nelle politiche di gestione dell'inquinamento elettromagnetico variano fortemente a seconda che si tratti di campi elettrici, di campi magnetici, e di campi elettromagnetici, e in funzione della loro frequenza di variazione e delle caratteristiche della fonte di emissione. Per tale motivo è necessario disporre di competenze trasversali e multidisciplinari, tipiche dell'Ingegneria della Sicurezza, per fronteggiare efficacemente tale problematica.

3. EFFETTI BIOLOGICI E SANITARI

Nell'ambito della protezione dai campi elettromagnetici non ionizzanti si assiste ad una certa confusione nell'utilizzo dei termini di interazione, effetto biologico ed effetto sanitario.

Si parla di interazione quando l'organismo umano, interagisce con un campo elettromagnetico con il risultato di una perturbazione del suo equilibrio precedente. L'interazione non implica, necessariamente, un effetto biologico di una certa rilevanza né, tantomeno, un effetto sanitario.

Si parla di effetto biologico quando, a seguito dell'interazione, l'organismo presenta variazioni di tipo morfologico o funzionale nell'ambito di strutture di livello superiore a quello molecolare, dal punto di vista organizzativo.

Si parla di effetti sanitari quando l'effetto biologico supera i limiti di efficacia dei meccanismi di adattamento dell'organismo, che variano con l'età, il sesso, lo stato di salute, il tipo di attività del soggetto, le condizioni ambientali esterne e la presenza di altri agenti nocivi.

Mentre sono ormai ben chiari e noti gli effetti sanitari relativi a risposte acute dell'organismo umano quali aumento della temperatura corporea e di particolari organi interni, stimolazione di tessuti e strutture eccitabili, variazioni comportamentali, rispetto ai quali è possibile fissare, con precisione, adeguati limiti di esposizione ai campi elettromagnetici [2-5], i possibili effetti a lungo termine, quali la cancerogenesi, sono ancora in fase di studio o comunque i risultati ottenuti dalle varie ricerche scientifiche hanno spesso fornito risultati tra di loro discordanti o, addirittura, in alcuni casi contrastanti, provocando un acceso dibattito, tutt'ora in corso, sulla necessità di adottare o meno alcuni criteri di protezione e sulla validità dei limiti stabiliti dalla legislazione italiana.

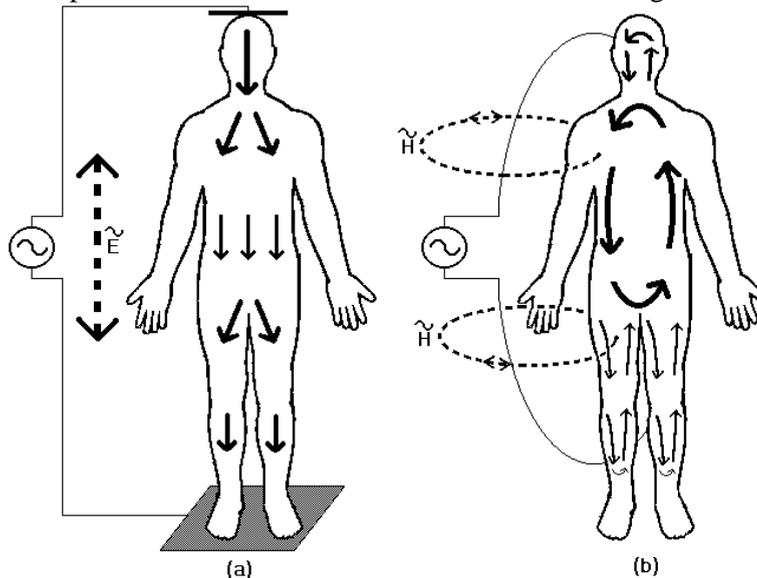


Fig. 2 Esempio di correnti indotte nel corpo umano da: a) campi elettrici; b) campi magnetici

In tal senso sono stati creati autorevoli organismi a livello internazionale quali l'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection o Commissione Internazionale sulla Protezione dalle Radiazioni non ionizzanti), ufficialmente riconosciuto dal WHO (World Health Organization o Organizzazione Mondiale della Sanità), dal IARC (International Agency for

Research on Cancer o Agenzia Internazionale), dal ILO (International Labour Office o Ufficio Internazionale del Lavoro), e dal IEC (International Electro-technical Commission o Commissione Elettrotecnica Internazionale). Compito del ICNIRP è quello di promuovere la ricerca in tale campo e raccoglierne costantemente i risultati al fine di fornire un aggiornamento costante sui possibili effetti sull'organismo umano.

L'ICNIRP in un documento prodotto nel 1998 [2] ha già indicato come possibili cause di induzione di leucemia infantile i campi magnetici a bassa frequenza di valore superiore a 0,2 microTesla, conclusione a cui è giunto anche il IARC in un documento prodotto nel 2001 [3], elevando tale limite di rischio a 0,4 microTesla. Per quanto riguarda altri rischi di tipo sanitario tale organismo afferma che allo stato attuale è necessario eseguire ulteriori ricerche poter confermare o escludere con certezza eventuali relazioni esistenti tra campi elettrici, magnetici, elettromagnetici e insorgenza di disturbi e malattie nel corpo umano.

4. MISURA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

La misura dei campi elettromagnetici risulta essere un'operazione estremamente delicata e complessa, perché le caratteristiche di tali campi variano con la frequenza, con la distanza dalla sorgente e con una serie di altri parametri. Inoltre anche gli strumenti variano in funzione del tipo di campo da misurare e tendono ad interagire con essi, alterando i risultati della misura.

La forma e l'intensità del campo elettromagnetico nello spazio circostante una certa sorgente dipendono dalle caratteristiche della sorgente stessa e dalla presenza di altri oggetti o sorgenti nei dintorni che possano perturbare, in maniera significativa, il campo stesso.

Il campo elettromagnetico che viene irradiato nell'ambiente presenta caratteristiche variabili al variare della distanza da esso, ed è dunque consuetudine individuare 2 zone differenti:

- 1) zona di campo vicino reattivo, che si estende dalla superficie della sorgente sino ad una distanza, detta di transizione, che è paragonabile alla lunghezza d'onda λ e che può andare da $\lambda/2\pi$ sino a 3λ , in funzione della lunghezza d'onda stessa e delle dimensioni D della sorgente emettitrice;
- 2) zona di campo radiativo, che si estende dalla distanza di transizione della zona di campo vicino reattivo sino all'infinito, e che può essere ulteriormente suddivisa in:
 - a) zona di campo vicino radiativo, detta anche zona di Fresnel, che si estende dalla distanza di transizione sino a una distanza R_0 , detta di Rayleigh, uguale al più grande tra i due valori λ e $2D^2/\lambda$, ($R_0 = \max(\lambda, 2D^2/\lambda)$);
 - b) zona di campo lontano, detta zona di Fraunhofer, che si estende dalla distanza di Rayleigh, pari a ($R_0 = \max(\lambda, 2D^2/\lambda)$), sino all'infinito.

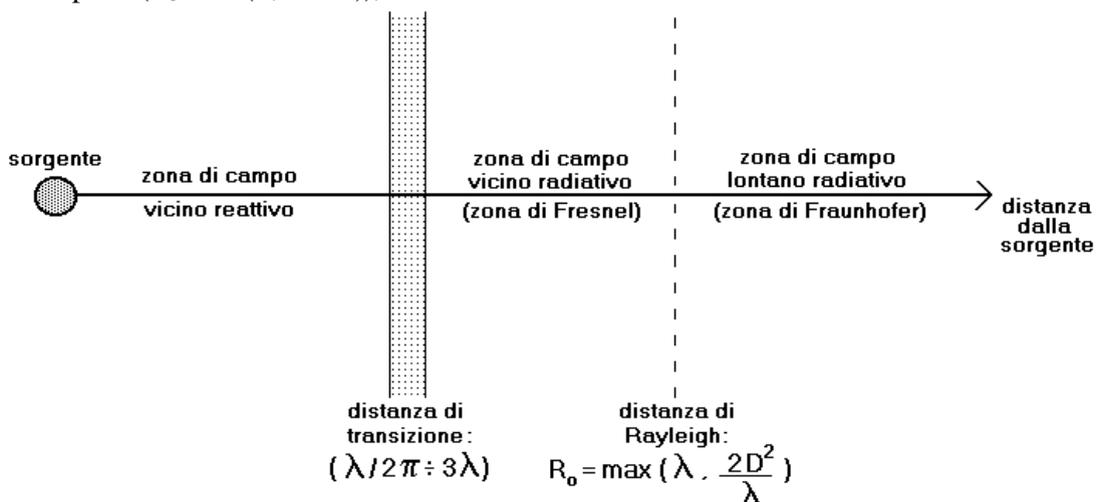


Fig.3 Zone di campo in funzione della distanza dalla sorgente di emissione

La suddivisione dello spazio intorno alla sorgente in tali zone è di notevole importanza per quanto riguarda le procedure di misurazione, poiché tali zone variano al variare della lunghezza d'onda. Se si pensa infatti ad una sorgente di emissione nella gamma delle onde medie, la cui lunghezza d'onda

si aggira intorno ai 200-600 metri, le misure vengono eseguite per lo più nella regione di campo vicino radiativo o, eventualmente, se ci si avvicina maggiormente alla sorgente, nella regione di campo reattivo. Se si pensa invece ad una sorgente nella banda della telefonia mobile o cellulare, la cui lunghezza d'onda si aggira sui 20-40 cm, le misure vengono eseguite praticamente sempre nella regione di campo radiativo.

Le definizioni di campo vicino e campo lontano derivano dalle approssimazioni matematiche, derivanti da opportune considerazioni teoriche, che permettono di semplificare la soluzione delle equazioni di Maxwell. Tali definizioni prescindono, però, da quelli che sono gli effetti sulla salute umana dovuti all'assorbimento di campi elettromagnetici i quali dipendono dal livello di potenza assorbita.

In genere è consuetudine distinguere i campi elettromagnetici a bassa frequenza (0 Hz ÷ 10 kHz) dai campi elettromagnetici ad alta frequenza (10 kHz ÷ 300 GHz). Tali campi presentano comportamenti differenti sia dal punto di vista della propagazione che dell'interazione con la strumentazione di misura.

Le misure dei campi elettrici e dei campi magnetici a bassa frequenza viene, nella maggior parte dei casi, effettuata nella regione di campo vicino reattivo, cioè per distanze inferiori alla lunghezza d'onda che, per frequenze dell'ordine dei 10 kHz, si aggira intorno ai 10 km.

Nella regione in cui vengono effettuate tali misure i campi elettrico e magnetico sono scorrelati, dipendendo rispettivamente dalle tensioni che sono presenti all'interno dell'apparecchiatura o nella linea nella quale si effettua la misura, e dalle correnti che circolano in esse. In tale situazione non ha senso parlare della grandezza tipica delle regioni di campo lontano, rappresentata dall'impedenza Z_0 dell'onda piana. Infatti, nella situazione in considerazione, il rapporto tra campo elettrico e campo magnetico può essere notevolmente inferiore a Z_0 nel caso in cui si consideri un sistema elettrico che lavora a bassa tensione e in cui circolino correnti elevate, mentre può essere notevolmente superiore a Z_0 nel caso in cui si consideri un sistema elettrico che lavora ad alta tensione e in cui circolino correnti ridotte.

A causa delle correlazioni tra i campi elettrico e magnetico, è necessario misurare separatamente le due grandezze che sono in genere caratterizzate da una grande variabilità di ampiezza, frequenza fondamentale, contenuto armonico, polarizzazione, variazioni temporali e spaziali.

Le normative nazionali di riferimento per la misura dei campi elettrici e magnetici a bassa frequenza sono rappresentate dalle norme CEI 211-6 [6].

Le misure ad alta frequenza possono presentare una serie di problematiche in funzione: del tipo e del numero di sorgenti presenti; della frequenza, della modulazione, della polarizzazione e delle altre caratteristiche del campo elettromagnetico irradiato; delle caratteristiche del campo nel punto di interesse della misura che può trovarsi nella regione di campo induttivo o radiativo (vicino o lontano); della finalità delle misure che possono essere effettuate per sorveglianza, indagine sistematica, analisi puntuale o interventi di bonifica. Tali problematiche orientano la scelta delle tecniche di misura e della strumentazione da utilizzare. E' molto importante conoscere le caratteristiche degli strumenti di misura e soprattutto il sensore di misura, la grandezza misurata e il principio di misura, valutando con attenzione eventuali effetti secondari sulla misurazione quali la modulazione, la presenza di armoniche, e l'emissione di radiazioni elettromagnetiche su frequenze diverse da quelle considerate.

Le normative nazionali di riferimento per la misura dei campi elettrici e magnetici a bassa frequenza sono rappresentate dalle norme CEI 211-7 [7].

Si è già detto che la misura dei campi elettromagnetici risulta essere comunque un'operazione complessa e richiede, comunque, un'indagine preliminare circa la sorgente da misurare e la modalità di emissione, in quanto le fonti di inquinamento elettromagnetico non emettono, in genere, in maniera uniforme nello spazio, ma secondo direzioni privilegiate. Inoltre il diagramma spaziale di emissione può variare a seguito dell'introduzione di una sorgente secondaria, le cui emissioni interferiscono con quelle della sorgente primaria. In tal modo si possono venire a determinare dei punti caldi dove i campi si sovrappongono costruttivamente e possono raggiungere valori elevati e analogamente dei punti d'ombra dove i campi si sovrappongono distruttivamente e possono raggiungere valori minimi o nulli.

Per tale motivo ogni volta che si esegue una misura non è possibile controllare un numero ridotto di punti ma è necessario eseguire una capillare mappatura del campo, ricorrendo ad un numero sufficientemente elevato di misurazioni.

E' dunque evidente il motivo per cui i sistemi di monitoraggio automatico possono comunque non fornire una situazione reale e dettagliata del territorio. Infatti le centraline di controllo, una volta ubicate, forniscono una misura del campo solo nel punto stesso e non nello spazio circostante, e si è già detto che la misura in un solo punto del livello di campo elettromagnetico può non risultare significativa. Per ottenere lo stesso livello di precisione ed accuratezza di un operatore umano esperto, sarebbe necessario installare un numero di centraline di controllo comunque elevato che, moltiplicato per il numero di sorgenti presenti sul territorio, porterebbe il costo del sistema automatico di monitoraggio a livelli proibitivi.

Per questi e per altri motivi è auspicabile che l'operazione di misura del livello elettromagnetico sia condotta da un operatore esperto e qualificato piuttosto che da un sistema automatico.

5. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda il quadro normativo nazionale, il riferimento principale è rappresentato dalla legge 36/2001, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale del 7 marzo 2001, n.55, come "Legge-quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" [8].

In tale legge si coglie la consapevolezza della necessità di una politica integrata di prevenzione e controllo dell'inquinamento ambientale che deve coinvolgere sia l'utilizzo della migliore tecnologia disponibile sia la ricerca sistematica di alternative localizzative, impiantistiche e gestionali.

Le finalità della legge sono: la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici; la promozione della ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine e l'attivazione di misure di cautela; la tutela dell'ambiente e del paesaggio nonché la promozione dell'innovazione tecnologica volta alla minimizzazione dell'intensità e degli effetti dei campi in oggetto.

Gli ambiti di applicazione riguardano gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia che espongono ai campi in oggetto i soggetti indicati al precedente articolo. La legge in oggetto si applica quindi agli elettrodotti, agli impianti radioelettrici, agli impianti per telefonia mobile, ai radar e agli impianti di radiodiffusione, si applica limitatamente ai dispositivi di uso domestico, individuale e lavorativo, si applica con riserva nei riguardi delle Forze armate e delle Forze di Polizia, non si applica nei casi di esposizione intenzionale a fini diagnostici e terapeutici.

In tale legge non sono indicati i limiti per l'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, che sono oggetto di appositi decreti successivi del Presidente del Consiglio emessi in data 8 luglio 2003 (GU n. 199 del 28-8-2003 - 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 . GU n. 200 del 29-8-2003 - 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).

Per quanto riguarda i limiti di esposizione a radiofrequenza, vale quanto indicato nella tabella 1.

| Frequenza f (MHz) | Valore efficace di intensità di campo elettrico E (V/m) | Valore efficace di intensità di campo magnetico H (A/m) | Densità di potenza dell'onda piana equivalente (W/m ²) |
|-------------------|---|---|--|
| 0,1 ÷ 3 | 60 | 0,2 | - |
| 3 ÷ 3.000 | 20 | 0,05 | 1 |
| 3.000 ÷ 300.000 | 40 | 0,01 | 4 |

Tabella 1 Limiti di esposizione a impianti che generano campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti).

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

| Frequenza f (MHz) | Valore efficace di intensità di campo elettrico E (V/m) | Valore efficace di intensità di campo magnetico H (A/m) | Densità di potenza dell'onda piana equivalente (W/m ²) |
|-------------------|---|---|--|
| 0,1 ÷ 300.000 | 6 | 0,016 | 0,1 (3 MHz – 300 GHz) |

Tabella 2 – Valori di attenzione

Per quanto riguarda i limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 µT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci. A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 µT, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

La legge 36/2001 all'art.8 (*Competenze delle regioni, delle province e dei comuni*) comma 6, recita testualmente che "I comuni possono adottare un regolamento per assicurare il corretto insediamento urbanistico e territoriale degli impianti e minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici", fornendo, di fatto, uno strumento di pianificazione.

D'altra parte, il Decreto Legislativo del 4 settembre 2002, n. 198, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 13 settembre 2002, n. 215 - Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, impone una risposta rapida da parte dei comuni alle richieste di installazione di infrastrutture di telecomunicazioni per impianti radioelettrici, permettendo all'installatore di procedere con l'installazione, rispettando ovviamente dei requisiti base di legge, qualora non ricevesse alcuna indicazione da parte dell'amministrazione comunale nei limiti temporali previsti dalla legge stessa, rischiando di rendere vana la pianificazione prevista dal regolamento comunale.

Il problema è che nella maggior parte dei casi, le amministrazioni comunali sono totalmente sprovviste di strumenti scientifici, tecnici, gestionali e amministrativi per rispondere, nei ristretti tempi imposti dal Decreto Legislativo 198/2002, alle complesse problematiche che l'inquinamento elettromagnetico genera sul territorio, da cui le difficoltà che le suddette amministrazioni trovano nel trovare una corretta politica di gestione del problema che da una parte tuteli la salute dei cittadini e dall'altra non ostacoli la realizzazione di infrastrutture importanti per lo sviluppo del nostro paese.

6. PERCEZIONE DEL RISCHIO ELETTROMAGNETICO

Tutto ciò che costituisce il prodotto del progresso tecnologico viene in genere associato a rischi, percepiti o realmente esistenti, che possono essere di vario genere, e in tal senso non sfuggono tutti quei sistemi che, direttamente o indirettamente costituiscono una fonte di emissione di campi elettromagnetici.

Ovunque è sempre più crescente la preoccupazione riguardo sorgenti quali stazioni radio base per telefonia cellulare, trasmettitori radiotelevisivi, ponti radio, elettrodotti, radar, telefoni cellulari, soprattutto per le possibili conseguenze negative sulla salute, con particolare riguardo nei confronti dei bambini, con il risultato di assistere ad una forte opposizione da parte di quella popolazione interessata dalle emissioni elettromagnetiche di una delle sorgenti elencate, sia nel caso in cui debbano essere installate nel loro territorio sia nel caso in cui esse siano già esistenti ed attive.

Gli eventi hanno dimostrato che l'opposizione da parte della popolazione alle innovazioni non dipende solo dalla scarsa conoscenza delle eventuali conseguenze sulla salute prodotte dalle

innovazioni stesse, ma anche alla percezione, da parte della gente, del rischio che non viene tenuto nella dovuta considerazione e non trova spazio nella comunicazione tra il mondo scientifico, le istituzioni, l'industria e i cittadini.

Al fine di comprendere come viene percepito il rischio da parte della gente, è molto importante operare una distinzione tra quello che è un pericolo e quello che è un rischio per la salute. Un pericolo è rappresentato da un oggetto o da un insieme di circostanze che sono in grado di danneggiare, potenzialmente, la salute di una persona mentre il rischio rappresenta la possibilità o la probabilità che una persona possa essere danneggiata da un dato pericolo.

Ad ogni attività quotidiana è possibile associare un rischio in quanto il rischio zero rappresenta, praticamente, un concetto inesistente, per cui anche l'esposizione ai campi elettromagnetici può essere potenzialmente pericolosa, dipendendo il rischio per la salute dal livello dell'esposizione a tali campi.

Il rischio viene percepito in maniera differente dalle persone che possono accettarlo o rifiutarlo in funzione di vari fattori. Infatti la popolazione percepisce il rischio come trascurabile, accettabile, tollerabile o inaccettabile e lo confrontata con i possibili benefici che dovrebbero superare, con ampio margine, il rischio stesso. La percezione del rischio varia in funzione dell'età, del sesso, della cultura e del grado di istruzione del singolo. La natura stessa del rischio lo porta ad essere percepito in maniera differente, in funzione di coppie di caratteristiche in cui il primo membro tende ad aumentarne la percezione mentre il secondo tende a diminuirlo. Tali coppie sono rappresentate da:

- 1) [esposizione involontaria, esposizione volontaria];
- 2) [mancanza di controllo personale, sensazione di controllo di una situazione];
- 3) [rischio familiare, rischio non familiare];
- 4) [rischio drammatico, rischio non drammatico];
- 5) [equità, disparità].

Per quanto riguarda la coppia [esposizione involontaria, esposizione volontaria], essa rappresenta un fattore molto importante nella percezione del rischio, in particolare modo per quanto riguarda i campi elettromagnetici. Infatti chi non utilizza il telefono cellulare percepisce come elevato il rischio dovuto ai campi elettromagnetici emessi dalle stazioni radio base, anche se la loro intensità può assumere valori relativamente ridotti alla giusta distanza, mentre chi utilizza il telefono cellulare percepisce come basso il rischio dovuto ai campi elettromagnetici emessi dall'apparecchio che egli stesso ha scelto di utilizzare volontariamente, anche se il valore dell'intensità di tali campi può assumere valori molto elevati data la ridotta distanza tra la testa e il dispositivo durante l'utilizzo.

Per quanto riguarda la coppia [mancanza di controllo personale, sensazione di controllo di una situazione], essa diventa molto importante quando si installano infrastrutture quali stazioni radio base, elettrodotti o ponti radio in prossimità di case, scuole, ospedali, parchi giochi, ecc.: se la popolazione interessata non viene coinvolta nel processo di decisione dell'insediamento degli impianti, essa tende a percepire i rischi dovuti all'emissione dei campi elettromagnetici da parte degli impianti stessi come elevati.

Per quanto riguarda la coppia [rischio familiare, rischio non familiare], quando si ha la sensazione di comprendere la tecnologia alla base della generazione del rischio o comunque si ha una certa familiarità con il contesto, allora il rischio tende ad essere percepito in forma ridotta. Se, al contrario, la tecnologia che sta alla base del rischio non risulta essere familiare, non viene compresa o risulta essere di nuova concezione, o se non sono integralmente conosciuti, dal punto di vista scientifico, gli effetti sulla salute, allora il rischio tende ad essere percepito in forma aumentata.

Per quanto riguarda la coppia [rischio drammatico, rischio non drammatico], quando si ha a che fare, o comunque sorge solo il dubbio di possibile insorgenza, di malattie gravi quali il cancro, che comportano pesanti conseguenze, e soprattutto se esse possono interessare la popolazione infantile, allora il rischio viene percepito in maniera drammatica. Se vale il contrario, il rischio viene percepito come non drammatico.

Per quanto riguarda la coppia [equità, disparità], se si considerano situazioni in cui la popolazione è esposta ai campi elettrici e magnetici prodotti da un elettrodotto dal quale non prelevano energia, o se sono esposti ai campi elettromagnetici prodotti da una stazione radio base e non utilizzano un proprio telefono cellulare, la popolazione stessa accetta con molta riluttanza il rischio relativo a tali situazioni.

Per analizzare un esempio di situazione reale che si verifica nel caso dell'inquinamento elettromagnetico, si consideri il caso di un campione di popolazione esposta ai campi elettromagnetici emessi da una stazione radio base pur non disponendo di telefoni cellulari. Tale campione di popolazione percepisce il rischio come elevato per una serie di motivi che sono: il trovarsi in una situazione di esposizione involontaria ai campi elettromagnetici; il trovarsi in una situazione di non equità perché l'esposizione interessa la maggior parte della popolazione mentre solo una ridotta parte di essa, rappresentata dai possessori di telefono cellulare, ne trae giovamento; lo scarso controllo sullo sviluppo e sull'espansione di tali impianti nell'intera comunità; la scarsa conoscenza delle tecnologia che sta alla base della telefonia mobile, nonché la scarsa familiarità con essa; i rischi non vengono sufficientemente caratterizzati dalla conoscenza scientifica attuale; possono esistere delle possibilità di insorgenza di gravi malattie a causa dell'esposizione ai campi elettromagnetici.

Per i motivi sopra esposti le persone considerano essere un loro diritto inalienabile la conoscenza dei dispositivi che li espongono ai campi elettromagnetici, nonché esse vogliono prendere parte ai processi decisionali, controllando direttamente la situazione. E' molto importante che l'informazione pubblica e la comunicazione che avviene tra il mondo scientifico, gli enti statali, l'industria e la popolazione si basi su sistemi efficienti al fine di ridurre la sensazione di paura e di scarsa fiducia verso tutta quella tecnologia che comporta la generazione di campi elettromagnetici. E' inoltre molto importante che lo sviluppo della tecnologia che comporta l'emissione di campi elettromagnetici sia confortata da ricerche scientifiche volte a studiare gli effetti che tali campi possono avere sulla salute.

La gestione della comunicazione del rischio elettromagnetico costituisce uno dei fattori chiave per l'attuazione, con successo, di una corretta politica di gestione del problema.

7. GESTIONE E POLITICHE DI PREVENZIONE ADOTTABILI DALLE AMMINISTRAZIONI COMUNALI: IL CASO DEI COMUNI DI NETTUNO (RM) E ALATRI (FR)

Da quanto illustrato sinora è evidente che la gestione dell'inquinamento elettromagnetico rappresenta un problema non indifferente per le amministrazioni comunali, le quali, inevitabilmente, si trovano a dover fronteggiare in continuazione sollevazioni popolari tutte le volte che viene installata una nuova stazione radio base, o infrastruttura analoga, o ricorsi alle vie legale da parte dei gestori delle citate infrastrutture tutte le volte che viene negata, o solamente ritardata, l'autorizzazione all'installazione delle stesse.

Una soluzione estremamente efficace, che è stata messa a punto ed attivata a vari livelli di operatività, insieme ad alcune amministrazioni comunali (Nettuno (Rm), Alatri (Fr)), è rappresentata dall'istituzione di un Presidio Comunale per il controllo dell'inquinamento elettromagnetico che garantisce a tutti i soggetti interessati (amministrazione comunale, cittadini, gestori degli impianti, enti preposti al controllo, ecc.) la massima efficacia e rapidità nella gestione di tale problematica, tenendo conto di tutti gli aspetti scientifici, tecnici, gestionali, normativi, di comunicazione del rischio, amministrativi, ecc., utilizzando un approccio multidisciplinare tipico dell'Ingegneria della Sicurezza.

Le attività del sito sono articolate su due livelli: start-up e operativo.

Nel primo livello il presidio si occupa:

- 1) di censire tutte le fonti di inquinamento elettromagnetico presenti sul territorio comunale e creare un catasto comunale;
- 2) di misurare, mediante tecniche e strumentazioni scientifiche adeguate e avanzate, il livello di inquinamento prodotto da tali fonti;
- 3) di individuare le fonti di inquinamento i cui valori di emissione superano quelli consentiti dalla legge, con particolare attenzione verso le abitazioni, le scuole, gli ospedali, ecc;
- 4) dell'elaborazione o dell'integrazione del regolamento per assicurare il corretto insediamento urbanistico e territoriale degli impianti e minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici, così come previsto dall'art.8 della legge 36/2001;
- 5) dell'istituzione di un sito internet del presidio comunale per il controllo dell'inquinamento elettromagnetico sul quale vengono riportate, sulle relative mappe del territorio comunale,

tutte le sorgenti di inquinamento elettromagnetico censite, i loro livelli di emissione e il loro raggio di azione sul territorio, in maniera tale che ogni cittadino possa accedere alle informazioni che lo interessano direttamente.

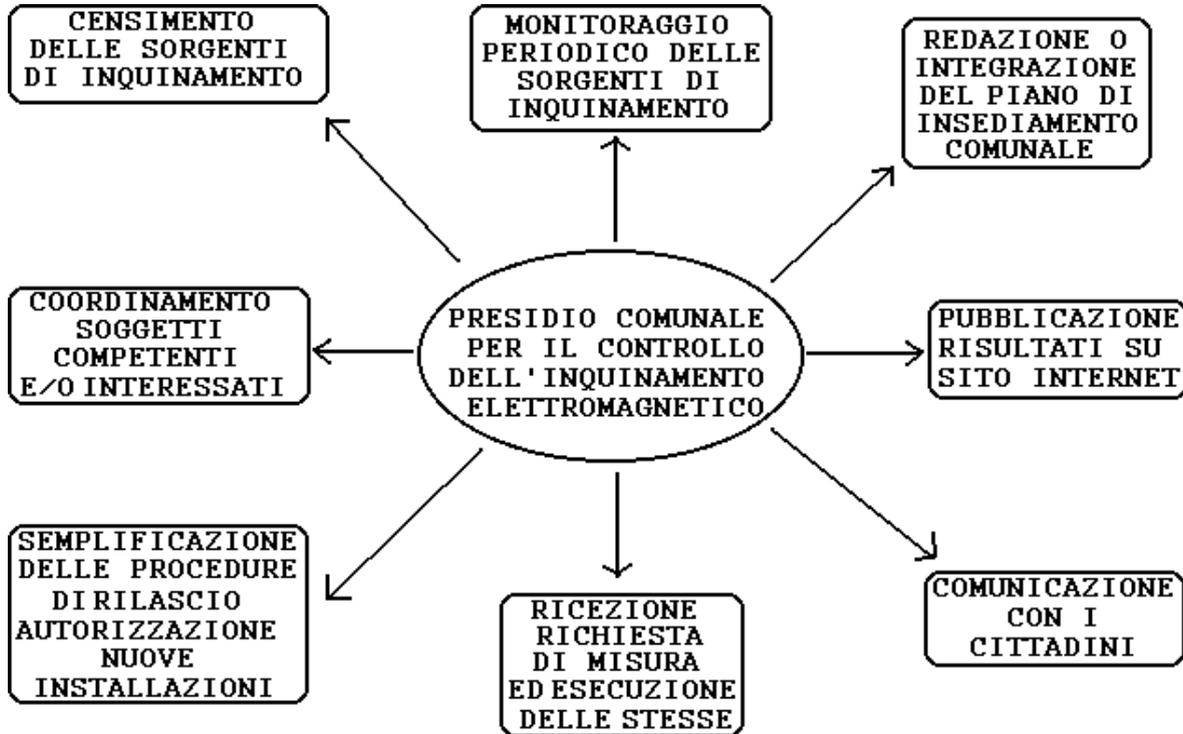


Fig.4 Schematizzazione delle attività del Presidio comunale per il controllo dell'inquinamento Elettromagnetico.

Nel secondo livello il presidio si occupa:

- 1) della misura periodica di tutte le fonti di inquinamento elettromagnetico presenti nel territorio comunale, controllando eventuali sforamenti dei limiti di emissione che possono verificarsi volontariamente o involontariamente dopo l'installazione degli impianti;
- 2) dell'aggiornamento costante del sito internet con i dati ottenuti dalle misure periodiche;
- 3) di garantire la presenza periodica, presso le strutture del Comune, di personale qualificato a disposizione dei cittadini per fornire tutte le informazioni necessarie;
- 4) dell'attivazione di un indirizzo di posta elettronica al quale il cittadino può rivolgersi per manifestare le proprie preoccupazioni, dubbi o perplessità circa la presenza di una sorgente di inquinamento elettromagnetico intorno ai luoghi dove vive o lavora e ricevere tutta l'assistenza necessaria;
- 5) della ricezione delle segnalazioni da parte dei cittadini, al fine di poter rispondere direttamente ad essi circa la presenza, intorno alle proprie abitazioni, di eventuali sorgenti inquinanti, provvedendo all'esecuzione immediata di misure di campo e fornendo risposte circa l'esito degli esami e degli eventuali piani di risanamento sviluppati insieme all'amministrazione comunale;
- 6) della consulenza scientifica e tecnica nei confronti degli uffici comunali preposti per l'autorizzazioni all'installazione di nuovi impianti, coordinandosi con gli enti interessati (ARPA, ASL, ecc.), al fine di garantire il rilascio delle stesse nei tempi previsti dalla legge, rispettando le direttive di insediamento previste dal regolamento comunale e verificando, mediante opportuni modelli di calcolo preventivo, che l'installazione di nuove strutture non provochi un superamento dei limiti di legge. Tutto ciò è possibile grazie alla mappatura elettromagnetica del territorio eseguita periodicamente che fornisce uno stato reale della situazione piuttosto che un'indicazione teorica;
- 7) del coordinamento della comunicazione verso i cittadini, nel caso di installazione di nuovi impianti, mediante incontri mirati con la popolazione interessata, l'amministrazione

comunale e il proprietario dell'impianto, al fine di ridurre la percezione del rischio da parte dei soggetti interessati;

- 8) di elaborare piani di risanamento opportuni, per le fonti che superano i limiti di legge, di concerto con l'amministrazione comunale, il proprietario dell'impianto inquinante, il gestore e tutti gli enti interessati.

Come si vede, tale Presidio è in grado di conciliare le esigenze, talora contrastanti, di tutela per possibili rischi alla salute dei cittadini con quelle di insediamento delle infrastrutture per le radiocomunicazioni e trasporto di energia elettrica, rappresentando un valido strumento operativo in grado di fornire, in tempi rapidi, risposte concrete per la gestione dell'inquinamento elettromagnetico.

8. CONCLUSIONI

L'inquinamento elettromagnetico rappresenta un problema estremamente importante e delicato per le amministrazioni comunali e la gestione dello stesso richiede numerose competenze, essendo coinvolti aspetti scientifici, tecnici, normativi, gestionali, amministrativi, di comunicazione del rischio, che risultano essere cognizioni multidisciplinari tipiche dell'Ingegneria della Sicurezza.

Tale approccio multidisciplinare è stato efficacemente utilizzato insieme ad alcune amministrazioni comunali (Nettuno (Rm), Alatri (Fr)), mettendo a punto uno strumento operativo denominato Presidio Comunale per il controllo dell'inquinamento elettromagnetico, che permette una gestione rapida ed efficiente del problema, in grado di mediare tra le esigenze, talora contrastanti, dei vari soggetti coinvolti nel problema.

Bibliografia

- [1] F.Garzia, G.M.Veca, L'Inquinamento elettromagnetico – Fondamenti tecnici e principi normativi, Carocci Editore (2002).
- [2] ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Health Physics, Vol. 74, n. 4, pp. 494-522 (1998)
- [3] IARC (International Agency for Research on Cancer), Evaluation of carcinogenic risks to humans: static and extremely low frequency electric and magnetic fields", IARC Monographs, Vol.80, June 2001.
- [4] IRPA/INIRC, Guidelines on limits of exposure to radiofrequency electromagnetic fields in the frequency range from 100 kHz to 300 GHz, Health Physics, Vol. 54: 115-123 (1988).
- [5] IEEE, Standard for Safety Levels with respect to human exposure to radiofrequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz, Revision of ANSI C95.1.1882, 1991.
- [6] CEI 211-6, Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana, CEI Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano, 2001
- [7] CEI 211-7, Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana, CEI Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano, 2001
- [8] Legge 22 febbraio 2001, n.36 - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. (G.U. del 7 marzo 2001, n.55)
- [9] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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 . (GU n. 199 del 28-8-2003)
- [10] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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. (GU n. 200 del 29-8-2003)
- [11] Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n. 198 - Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, a norma dell'articolo 1, comma 2, della legge 21 dicembre 2001, n. 443. (G.U. 13 settembre 2002, n. 215)