

AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO



REGIONE LAZIO
Assessorato all'Ambiente
e Cooperazione tra i Popoli

RAPPORTO
SUI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI
NELLA REGIONE LAZIO
DEFINIZIONI, LIVELLI DI ESPOSIZIONE
E AZIONI DI TUTELA



ARPALAZIO

AGENZIA REGIONALE
PROTEZIONE AMBIENTALE
DEL LAZIO

I Campi Elettromagnetici nel Lazio. Definizioni, livelli di esposizione e azioni di tutela

Report C.E.M.
APQ8 int. n° 4



ARPALAZIO

AGENZIA REGIONALE
PROTEZIONE AMBIENTALE
DEL LAZIO



Indice

Introduzione Corrado Carrubba	>	5
Prefazione Filiberto Zaratti	>	5
Premessa Giovanna Bargagna	>	7
CAPITOLO 1 - I CAMPI ELETTROMAGNETICI		
1.1 Elementi di fisica: campi elettrici, magnetici, elettromagnetici ed onde elettromagnetiche	>	8
1.2 Campi elettromagnetici e salute pubblica	>	11
1.2.1 - Meccanismi di interazione, effetti biologici ed effetti sanitari	>	11
1.2.2 - Studi epidemiologici	>	13
1.2.3 - La classificazione degli agenti cancerogeni	>	14
1.3 Sorgenti di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici	>	15
1.3.1 - Sorgenti a bassa frequenza - elettrodotti e cabine di trasformazione	>	16
1.3.2 - Esposizione da sorgenti a bassa frequenza	>	18
1.3.3 - Sorgenti ad alta frequenza ed esposizione	>	19
CAPITOLO 2 - IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO		
Premessa	>	26
2.1 Linee guida internazionali	>	26
2.1.1 - Grandezze e limiti	>	26
2.1.2 - Linee guida ICNIRP	>	27
2.1.3 - Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea	>	29
2.2 La normativa italiana sui campi elettromagnetici	>	30
2.2.1 - La legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico	>	31
2.2.2 - Decreti attuativi della legge quadro e i limiti di esposizione	>	33
2.2.3 - Autorizzazione degli impianti di comunicazione	>	35
2.3 La normativa regionale	>	36
CAPITOLO 3 - LE SORGENTI DI C.E.M. SUL TERRITORIO REGIONALE		
Premessa	>	37
3.1 Sorgenti a bassa frequenza	>	37
3.2 Sorgenti ad alta frequenza	>	38
CAPITOLO 4 - IL CONTROLLO NELLA REGIONE LAZIO		
Premessa	>	42
4.1 Il ruolo di ARPA Lazio	>	42
4.2 Le attività di controllo	>	44
4.1.1 - Le tipologie di controllo e il risanamento	>	44
4.1.2 - Le attività svolte nel periodo 2001-2007	>	44



CAPITOLO 5 - IL MONITORAGGIO DELLE SORGENTI A RADIOFREQUENZA

5.1 La domanda del territorio	>	47
5.2 Dal controllo al monitoraggio	>	47
5.3 Il monitoraggio in continuo dei livelli di C.E.M.	>	48
5.3.1 - Obiettivi e benefici	>	48
5.3.2 - Il piano nazionale di monitoraggio dei C.E.M.	>	48
5.3.3 - La rete regionale	>	49
5.4 Il monitoraggio nella Regione Lazio	>	52
5.4.1 - Il posizionamento delle centraline	>	52
5.4.2 - Le modalità operative	>	52
5.5 I risultati del monitoraggio 2002-2005	>	54
5.5.1 - L'attività provinciale	>	54
5.5.2 - I siti monitorati	>	55
5.5.3 - I livelli di campo rilevati	>	56



Introduzione

Lo sviluppo dei sistemi di telecomunicazioni e della rete per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica, congiunto con l'espansione delle aree urbanizzate, ha comportato un notevole aumento della popolazione potenzialmente esposta a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ed ha generato nell'opinione pubblica una preoccupazione crescente per il rischio elettromagnetico.

La complessità del tema ha spesso impedito la costruzione di una informazione completa ed efficace sulla reale consistenza del rischio, sulle precauzioni adottate dal legislatore, sul sistema dei controlli messi in atto.

In questo scenario tanto la legge istitutiva che la normativa di settore hanno attribuito all'Agenzia un ruolo importante nell'ambito della protezione dell'ambiente dai campi elettromagnetici, assegnando ad essa compiti di controllo sulle emissioni generate dagli impianti esistenti e di valutazione preventiva delle emissioni che sarebbero prodotte da nuovi impianti per i quali si richiede l'autorizzazione alla realizzazione.

Con questa pubblicazione ARPA Lazio intende da un lato fornire al cittadino, in modo sintetico ma chiaro, gli elementi di conoscenza ed i riferimenti normativi, necessari alla costruzione di una opinione consapevole, dall'altro dare evidenza dell'attività svolta all'interno dei processi di vigilanza, controllo e autorizzazione.

Corrado Carrubba

Commissario straordinario ARPA Lazio

5

cinque

Prefazione

Uno dei problemi sanitari e ambientali più controversi e dibattuti di questi ultimi anni è sicuramente l'inquinamento elettromagnetico, generato da impianti radioelettrici (antenne) fissi e mobili, e impianti per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica.

La velocissima innovazione tecnologica degli ultimi anni, ha portato comunque ad una crescita esponenziale delle fonti di onde elettromagnetiche, con un aumento considerevole dei livelli di campo elettromagnetico a cui tutti noi siamo esposti quotidianamente.

Di fronte a questa situazione ritengo sia una scelta opportuna e pienamente condivisibile l'adozione del Principio di Precauzione, come elemento fondante della Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", al fine di minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici, a una fonte cioè i cui effetti, specialmente a lungo termine, non sono accertati scientificamente.

La legge quadro inoltre demanda alla Regione la possibilità di stabilire le modalità per il rilascio delle autorizzazioni alla installazione degli impianti, nonché l'individuazione degli strumenti e delle azioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità intesi come criteri localizzativi, standard urbanistici, prescrizioni e incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili.

Per esercitare tali competenze la Giunta Regionale ha approvato con la deliberazione n. 106 del 23 febbraio 2006 la proposta di legge: "Norme concernenti gli impianti radioelettrici con frequenza di trasmissione fino a 300 Ghz e gli elettrodotti", introducendo molte importanti disposizioni tra le quali:

- **AREE SENSIBILI:** La Regione, le Province e i Comuni, per garantire la corretta localizzazione urbanistico territoriale degli impianti radioelettrici (antenne) e minimizzare l'esposizione ai cam-



Report

C.E.M.

APQ8 inf. n° 4

pi elettromagnetici della popolazione, con particolare riguardo ai luoghi destinati alla permanenza di minori, di anziani e alla degenza di persone affette da patologie, individuano aree sensibili all'interno delle quali sono vietate nuove installazioni di antenne e delocalizzate le esistenti.

- **DIVIETI:** È vietato installare antenne: su ospedali, case di cura e di riposo, edifici adibiti al culto, scuole ed asili nido, luoghi di detenzione e pena, parchi pubblici, parchi gioco, aree verdi attrezzate, impianti sportivi, oratori, orfanotrofi e strutture similari, ivi comprese le relative pertinenze, che ospitano soggetti minorenni; sugli edifici costruiti abusivamente e che non abbiano ancora ottenuto il titolo abilitativo edilizio in sanatoria, sui beni immobili di interesse artistico, storico, archeologico e etnoantropologico. Le antenne attualmente installate su queste tipologie di immobili dovranno essere rimosse.
- **OBBLIGO DELL'ADOZIONE DI REGOLAMENTI COMUNALI PER L'INSTALLAZIONE DELLE ANTENNE DI TELEFONIA MOBILE:** I Comuni adottano un regolamento per la localizzazione dei nuovi impianti di telefonia mobile e per la delocalizzazione di quelli esistenti installati in area di divieto, a tale fine viene indetta una apposita conferenza istruttoria alla quale partecipano l'Agenzia regionale per la protezione ambientale (ARPA), le aziende sanitarie locali competenti per territorio, nonché i portatori di interessi diffusi costituiti in associazioni o comitati ai sensi della legge 241/90.
- **RISANAMENTO DEGLI ELETTRODOTTI:** Sono realizzati con percorso interrato i nuovi elettrodotti che hanno una distanza inferiore a cinquanta metri da ospedali, case di cura e di riposo, luoghi di detenzione e pena, edifici adibiti al culto, scuole, asili nido, impianti sportivi, oratori, orfanotrofi e strutture similari, ivi comprese le relative pertinenze, che ospitano soggetti minorenni, i vecchi elettrodotti non conformi alla normativa vigente dovranno essere risanati, i gestori a tal fine presentano un piano alla Provincia.
- **DELOCALIZZAZIONE DELLE CABINE ELETTRICHE PRESENTI ALL'INTERNO DEGLI EDIFICI:** È vietata la realizzazione di nuove cabine elettriche all'interno di edifici con destinazioni d'uso residenziali, scolastiche e sanitarie, e dovranno essere trasferite le cabine presenti negli edifici, a tal fine i gestori presentano un piano alla Provincia.
- **CATASTO DELLE ANTENNE E DEGLI ELETTRODOTTI:** È finalmente istituito il catasto delle antenne e degli elettrodotti per censire tutti gli impianti esistenti nella regione.
- **OSSERVATORIO REGIONALE E FONDO PER LA RICERCA E LA DIVULGAZIONE:** È istituito il fondo regionale per la ricerca e la divulgazione delle conoscenze scientifiche relative agli effetti derivanti dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, con particolare riguardo all'inquinamento elettromagnetico all'interno delle abitazioni.
- **ACCESSO AI DATI AMBIENTALI:** È garantito l'accesso, a chiunque ne faccia richiesta, ai dati ambientali relativi all'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, nonché la più ampia diffusione dei medesimi dati.

In questo contesto il presente report ambientale è sicuramente un importante contributo tecnico per chiunque voglia approfondire una tematica così attuale e controversa, capace di suscitare grande interesse da parte dell'opinione pubblica.

Filiberto Zaratti

Assessore all'Ambiente e Cooperazione tra i Popoli



Premessa

Finalità dell'Accordo di Programma Quadro "Sviluppo Sostenibile e promozione della qualità ambientale" è l'attuazione di un percorso programmatico in grado di integrare la sostenibilità ambientale, all'interno dell'azione regionale, come elemento strutturale e non come vincolo o fattore aggiuntivo alle singole iniziative.

Il raggiungimento di questo risultato è indissolubilmente legato all'affermarsi di un modello culturale di approccio alle politiche ambientali e di sviluppo socio-economico fondato sul principio di un utilizzo "durevole e rispettoso" delle risorse naturali.

La complessità e trasversalità di questo processo coinvolgono direttamente numerosi soggetti quali le istituzioni, gli utenti/consumatori e il sistema produttivo.

Gli obiettivi generali individuati all'interno dell'Accordo Quadro sono:

- rafforzare le politiche di sviluppo sostenibile del sistema regionale anche attraverso un'attività preventiva di informazione e di educazione ambientale;
- definire con maggiore razionalità la spesa ambientale e quella rivolta allo sviluppo sociale ed economico, orientando i soggetti pubblici e privati verso un'azione locale capace di un utilizzo durevole e razionale delle risorse ambientali;
- individuare strumenti e sedi per la partecipazione ed il confronto permanente con i soggetti pubblici e privati, anche al fine di concertare le scelte di tutela e sviluppo sostenibile del territorio regionale;
- operare per una rinnovata capacità qualitativa di progettualità da intendersi quale elemento chiave per un effettivo miglioramento della tutela e della valorizzazione dell'ambiente in grado di produrre ricadute in termini economici e sociali sulla popolazione locale;
- promuovere iniziative regionali ed incentivare azioni locali a rilevante impatto occupazionale, con particolare attenzione alle nuove professioni in campo ambientale e a quelle innovative;

Tali obiettivi necessitano, per essere raggiunti, di una serie di azioni strategiche individuate in tre attività principali:

- potenziamento dell'Autorità Ambientale della Regione del Lazio (asse I);
- promozione della qualità ambientale (asse II);
- informazione, formazione, educazione ambientale ed implementazione del progetto LABLAZIO (asse III).

Il Progetto "Intervento 4 – Redazione dei reports ambientali" costituisce una parte significativa e integrativa delle attività previste dall'asse II (Promozione della qualità ambientale e informazione ambientale), linea di intervento I (Indagine conoscitiva e Rapporto sullo Stato dell'Ambiente).

La Regione Lazio al fine di approfondire il tema dei "campi elettromagnetici" e in particolare l'analisi delle sorgenti e delle azioni di tutela, ha affidato lo sviluppo di un apposito documento ad AR-PA Lazio.

Arch. Giovanna Bargagna
Direttore Regionale Ambiente e Cooperazione tra i Popoli



Capitolo 1 I campi elettromagnetici

1.1 Elementi di fisica: campi elettrici, magnetici, elettromagnetici ed onde elettromagnetiche

Col termine “campo elettromagnetico” o “radiazione elettromagnetica” si intende il complesso di grandezze e fenomeni fisici governati da un insieme di equazioni che James Maxwell mise a punto nella seconda metà del XIX secolo, riprendendo e completando il lavoro sperimentale e teorico sull'elettricità ed il magnetismo compiuto da un grande numero di studiosi (come Galvani, Volta, Oersted, Laplace, Ampere, Faraday per citare solo i più noti) nei due secoli precedenti.

Occorre inoltre specificare che i termini campo elettrico, campo magnetico, campo elettromagnetico, onda elettromagnetica non sono sinonimi, ma rappresentano fenomenologie diverse che hanno diverse modalità di interazione con i recettori biologici.

Il **campo elettrico** è la grandezza fisica che caratterizza una regione di spazio le cui proprietà dipendono dalla distribuzione delle cariche elettriche. In particolare, il campo elettrico può essere caratterizzato come segue:

- si manifesta con una forza che agisce su qualunque carica elettrica introdotta nello spazio sede di campo elettrico;
- è descritto mediante un vettore E (detto *vettore campo elettrico*, o semplicemente *campo elettrico*) che in ogni punto della regione di spazio indica la direzione, l'intensità ed il verso della forza che agisce su una carica puntiforme unitaria posta in quel punto;
- è generato da cariche elettriche in quiete o in movimento;
- la sua intensità si misura in volt al metro (V/m);
- a causa della forza che esercita sulle cariche, il campo elettrico è in grado di provocare *correnti elettriche* nei materiali *conduttori*.

Il **campo magnetico** è la grandezza fisica che caratterizza una regione di spazio le cui proprietà dipendono dalle distribuzioni delle correnti elettriche. In particolare, il campo magnetico si può caratterizzare come segue:

- si manifesta con una forza che agisce su qualunque altra corrente elettrica o carica elettrica non in quiete introdotta nello spazio sede di campo magnetico;
- è generato da correnti elettriche o una carica elettrica elementare non in quiete;
- può essere descritto mediante un *vettore* H (detto *intensità del campo magnetico* che si misura in amperes/metro A/m); a volte per la misura del campo magnetico può essere utilizzata l'induzione magnetica B che è data dal prodotto dell'intensità del campo magnetico H per la permeabilità magnetica μ del mezzo ($B = \mu H$). L'unità di misura dell'induzione magnetica è il *tesla* (T); essendo quest'unità di misura molto grande, si utilizzano spesso i sottomultipli *millitesla* (mT), *microtesla* (μ T) e *nanotesla* (nT), rispettivamente 10^{-3} , 10^{-6} e 10^{-9} T.

Carica elettrica e corrente elettrica sono dunque le **sorgenti materiali** rispettivamente del campo elettrico e del campo magnetico come sintetizzato nello schema seguente:



TIPOLOGIA DI CAMPO	CAMPO ELETTRICO	CAMPO MAGNETICO
Generato da:	qualsunque oggetto dotato di carica elettrica	qualsunque conduttore percorso da corrente elettrica
Fenomenologia: È una regione di spazio nella quale si manifestano forze che agiscono su	oggetti dotati di carica elettrica	conduttori percorsi da corrente elettrica

Se si esaminano i fenomeni elettrici e magnetici considerando come essi si manifestano al variare del tempo, un **campo elettrico** può essere generato, oltre che da una distribuzione di carica elettrica, anche da un campo magnetico **variabile nel tempo** e, con una analogia simile, un **campo magnetico** può essere generato, oltre che da una distribuzione di corrente elettrica, anche da un campo elettrico **variabile nel tempo**.

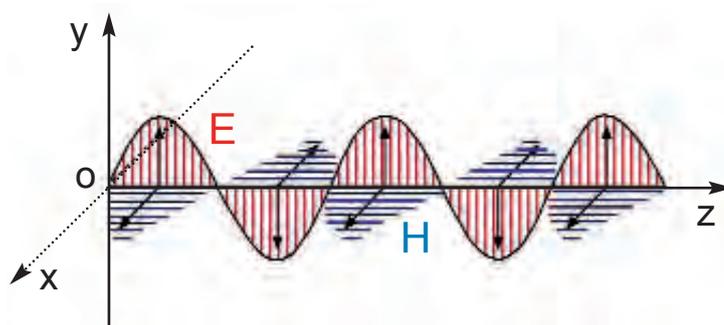
In regime **variabile nel tempo**, **campo elettrico e campo magnetico divengono uno la sorgente (cioè la “causa”) dell’altro**. Il campo elettrico ed il campo magnetico, in tali condizioni, possono essere considerati come due aspetti di un’unica grandezza fisica (il **campo elettromagnetico**) in grado di propagarsi nello spazio. Il fenomeno è indicato anche con il termine di **radiazione elettromagnetica**.

La struttura spaziale del campo in funzione della distanza mostra che in prossimità della sorgente prevalgono il **campo elettrico** ed il **campo magnetico**, mentre per distanze maggiori di circa una **lunghezza d’onda** diviene prevalente il **campo elettromagnetico** dovuto alla mutua generazione, cioè alla **radiazione**. In particolare, nelle **immediate vicinanze** di una sorgente (antenna, apparato industriale a radiofrequenza, elettrodomestico) e fino a circa un decimo di lunghezza d’onda di distanza da essa, il campo elettrico ed il campo magnetico sono del tutto **indipendenti uno dall’altro**, essendo legati e determinati dalle rispettive “sorgenti fisiche” (cariche e correnti); essi perciò non possono essere ricavati uno dall’altro e devono essere valutati separatamente. A **distanze superiori**, la struttura dei campi assume le caratteristiche della **radiazione** (ovvero si manifesta la “mutua generazione” tra campo elettrico e campo magnetico), che permangono per distanze dalla sorgente superiori a circa una lunghezza d’onda.

I campi elettromagnetici si propagano a distanza indefinita dalla sorgente, assumendo una struttura detta di tipo **radiativa** nella quale il campo elettrico ed il campo magnetico sono perpendicolari tra di loro ed alla direzione di propagazione.

In molti casi le ampiezze dei campi radiativi variano in modo sinusoidale tanto nel tempo quanto nello spazio. Nelle condizioni indicate, la radiazione elettromagnetica è rappresentata da un’**onda elettromagnetica**.

Figura 1 Propagazione onda elettromagnetica

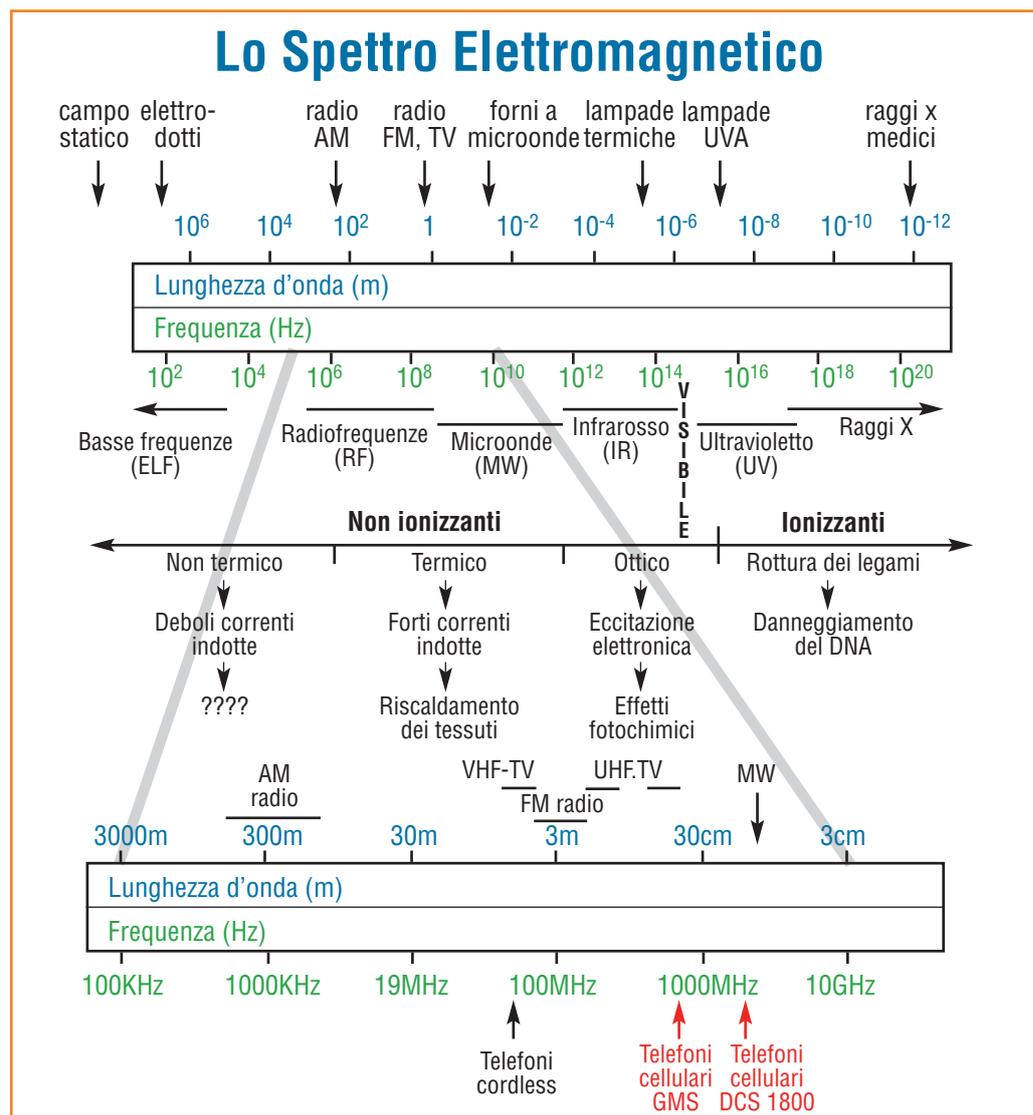


L'onda elettromagnetica trasporta energia; la *densità di potenza* (energia trasportata per unità di tempo e di superficie, espressa in watt al metro quadrato, W/m^2) trasportata è proporzionale al prodotto delle intensità del campo elettrico e del campo magnetico e costituisce un'altra grandezza accessibile di misura attraverso la quale caratterizzare l'intensità della radiazione.

L'onda elettromagnetica è caratterizzata dalla intensità (legata all'ampiezza dell'onda), dalla frequenza (numero di cicli d'onda completi che si susseguono nell'unità di tempo) e dalla lunghezza d'onda (distanza nello spazio tra due successive creste d'onda). La velocità di oscillazione periodica di un fenomeno infatti, come nel caso della corrente o dei campi elettromagnetici, viene misurata in Hertz, ove 1 Hz corrisponde ad una oscillazione al secondo.

In Figura 2 è mostrato l'insieme continuo delle frequenze denominato "spettro elettromagnetico" e la nomenclatura relativa ai vari intervalli di frequenza noti.

Figura 2 Spettro della radiazione elettromagnetica



Le radiazioni elettromagnetiche trattate nella presente pubblicazione appartengono, in accordo con quanto riportato in Figura 2, alle *radiazioni non ionizzanti*. Con tale termine si indicano le onde elettromagnetiche di frequenza sino all'ultravioletto, caratterizzate dal fatto che l'energia del fotone non è in grado di ionizzare l'atomo o la molecola poiché è minore di 12,4 eV, valore che rappresenta l'energia necessaria a ionizzare l'atomo di idrogeno. Tale energia è invece posseduta dai raggi ultravioletti, dai raggi X e dai raggi gamma che sono radiazioni elettromagnetiche ionizzanti.

1.2 Campi elettromagnetici e salute pubblica

Storicamente le preoccupazioni sui possibili effetti nocivi causati dalla esposizione ai campi elettromagnetici risalgono ai primi anni '80. Gli studi scientifici che inizialmente sono stati concentrati sugli effetti termici dei campi elettromagnetici hanno, negli anni, dedicato maggiore attenzione ai possibili effetti derivanti da esposizioni prolungate nel tempo ed a più bassa intensità, i quali non sono in grado quindi di determinare un riscaldamento dei tessuti.

1.2.1 Meccanismi di interazione, effetti biologici ed effetti sanitari

In generale, i campi elettromagnetici interagiscono con la materia attraverso i cosiddetti "meccanismi di interazione" cioè una serie di fenomeni che sono strettamente dipendenti dalle proprietà elettriche e magnetiche della materia e dalle caratteristiche di campi. Ciò si verifica anche nel corpo umano quando è esposto a campi elettromagnetici: in conseguenza dei meccanismi di interazione, infatti, si determinano una serie di effetti biologici alcuni dei quali possono determinare un effetto sanitario e quindi un danno alla salute.

Appare quindi di fondamentale importanza stabilire la differenza tra l'effetto biologico e il danno sanitario provocato dalla esposizione.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (O.M.S.) fornisce una chiara distinzione tra i due effetti:

“L'effetto biologico si verifica quando l'esposizione alle onde elettromagnetiche provoca qualche variazione fisiologica notevole o rilevabile in un sistema biologico. Un effetto di danno alla salute si verifica quando l'effetto biologico è al di fuori dell'intervallo in cui l'organismo può normalmente compensarlo, e ciò porta a qualche condizione di danno alla salute”.

Ciò posto, e chiarito che l'effetto biologico non si configura necessariamente in un danno alla salute, rimane da stabilire in quali condizioni un campo elettromagnetico può avere effetti sulla salute umana.

A questo punto, come anticipato, occorre sottolineare che i meccanismi di interazione e quindi gli effetti biologici, sono assai dipendenti dalla frequenza del campo elettromagnetico e, naturalmente, dalla sua intensità. A tale proposito, è ormai pratica diffusa distinguere gli effetti dovuti ai campi elettromagnetici in due categorie: quelli indotti dai *campi a bassa frequenza* (in genere associati ad elettrodotti, centrali elettriche, cabine primarie e secondarie, stazioni elettriche) e quelli indotti dai *campi a radiofrequenza (RF) e microonde (MW)* (stazioni radiobase, emittenti radio-televisive, ponti radio, radar).

In Tabella 1 è riportata una classificazione delle tipologie, la lunghezza d'onda, la frequenza e la sorgente delle onde elettromagnetiche significative per l'esposizione umana.



Tabella 1 Classificazione delle onde elettromagnetiche per tipologia, lunghezza d'onda, frequenza e sorgente

ONDE	LUNGHEZZA D'ONDA	SIGLA	FREQUENZA	TIPO DI APPLICAZIONE
FREQUENZA ULTRA BASSA	> 10000 km	ULF	0 – 3 Hz	Applicazioni industriali
FREQUENZA ESTREMAMENTE BASSA	10000 km – 100 km	ELF	3 – 3000 Hz	Elettrodotti, Elettrodomestici
FREQUENZA BASSISSIMA	100 km – 10 km	VLF	3 – 30 kHz	Applicazioni industriali, Telecomunicazioni, Telefonia, Telegrafia
BASSA FREQUENZA (onde lunghe)	10 km – 1 km	LF	30 – 300 kHz	Telecomunicazioni
MEDIA FREQUENZA	1 km – 100 m	MF	300 – 3000 kHz	Telegrafi interfonici, Telefonia, Radiofonia
ALTA FREQUENZA (onde corte)	100 m – 10 m	HF	3 – 30 MHz	Antenne televisive e radio
ALTISSIMA FREQUENZA (onde ultracorte)	10 m – 1 m	VHF	30 – 300 MHz	Radiofonia, Televisione
ULTRA ALTA FREQUENZA (microonde ultracorte)	1 m – 10 cm	UHF	300 – 3000 MHz	Televisioni, Ponti radio, Telefonia mobile, Radiomobile
FREQUENZA SUPERIORE (microonde super alte)	10 cm – 1 cm	SHF	3 – 30 GHz	Telecomunicazioni, TV satellitare
FREQUENZA ESTREMAMENTE ALTA (microonde estremamente alte)	1 cm – 1 mm	EHF	30 – 300 GHz	Telecomunicazioni, Elettroterapia, Radioastronomia – Radar

Va precisato che tale suddivisione è abbastanza arbitraria ma in questo contesto ciò non è di rilevante importanza poiché ogni altra possibile suddivisione non escluderebbe la contemporanea presenza, con diversa rilevanza, dei meccanismi di interazione tipici delle basse frequenze anche alle alte frequenze, e viceversa. Ciò che è rilevante è la prevalenza di una classe di meccanismi rispetto alle altre e quindi di effetti, in dipendenza dalla frequenza del campo elettromagnetico.

In generale i campi RF a frequenze al di sopra di circa 1 MHz provocano soprattutto riscaldamento, facendo muovere ioni e molecole d'acqua entro il mezzo in cui questi si trovano. Anche bassi livelli di energia RF producono una piccola quantità di calore, ma questo è smaltito dai normali processi di termoregolazione del corpo senza che la persona se ne renda conto.

I campi RF di frequenze al di sotto di circa 1 MHz inducono soprattutto cariche e correnti elettriche, che possono stimolare le cellule di tessuti come nervi e muscoli. Delle correnti elettriche esistono già all'interno del corpo, come fattore normale delle reazioni chimiche che fanno parte della vita. Se i campi RF inducono correnti che superano in misura significativa il livello di fondo nel corpo, vi è la possibilità di conseguenze negative per la salute.



Per quanto concerne i campi elettrici e magnetici a frequenze estremamente basse (ELF), la loro azione fondamentale sui sistemi biologici consiste nell'induzione di cariche e correnti elettriche. Studi sul campo elettrico hanno indicato che, a parte la stimolazione dovuta alle cariche elettriche indotte sulla superficie del corpo, gli effetti di esposizioni fino a 20 kV/m sono pochi ed innocui. Non è stato dimostrato che i campi elettrici abbiano alcun effetto sulla riproduzione e lo sviluppo di animali ad intensità superiori a 100 kV/m.

Anche nel caso dei campi magnetici vi è poca evidenza sperimentale confermata, che i campi magnetici ELF possano influenzare la fisiologia ed il comportamento dell'uomo, alle intensità che si riscontrano in casa o nell'ambiente. L'esposizione di volontari, per diverse ore, a campi magnetici ELF fino a 5 mT ha avuto poco effetto su numerosi parametri clinici e fisiologici, tra cui variazioni nel sangue, ECG, ritmo cardiaco, pressione sanguigna e temperatura corporea.

1.2.2 Studi epidemiologici

Molti studi epidemiologici sull'uomo hanno considerato possibili connessioni tra l'esposizione a campi RF ed un aumento del rischio di cancro. Al momento attuale questi studi non forniscono un'informazione sufficiente per un'appropriate valutazione del rischio di cancro nell'uomo in conseguenza dell'esposizione a campi RF, perché i loro risultati sono incoerenti. Ciò può essere spiegato da differenze nel progetto, nell'esecuzione e nell'interpretazione degli studi, comprese differenze nell'identificazione dei soggetti esposti in misura significativa e nella ricostruzione retrospettiva delle esposizioni.

Per quanto riguarda le esposizioni ai campi a bassa frequenza, nel 1979, Wertheimer e Leeper segnalano un'associazione tra la leucemia infantile e certe caratteristiche dei circuiti che collegavano le case dei soggetti alle linee di distribuzione dell'elettricità. Da allora, è stato condotto un gran numero di studi per verificare questo importante risultato. Un'analisi di questi lavori da parte dell'Accademia Nazionale delle Scienze degli Stati Uniti nel 1996 ha suggerito che la residenza vicino a elettrodotti fosse associata ad un aumento del rischio di leucemia infantile (rischio relativo $RR=1,5$), ma non di altre forme di cancro. Da questi studi non emergeva un'analoga associazione tra il cancro e l'esposizione residenziale degli adulti.

Molti studi su soggetti esposti per motivi professionali a campi ELF, condotti nell'ultimo decennio, presentano molte contraddizioni. Essi suggeriscono che possa esserci un piccolo aumento del rischio di leucemia tra i lavoratori elettrici. Tuttavia, in molti di questi studi non sono stati tenuti in appropriata considerazione i fattori di confondimento, come ad esempio l'esposizione agli agenti chimici presenti negli ambienti di lavoro. Le valutazioni dell'esposizione a campi ELF non presentavano una buona correlazione con il rischio di cancro nei soggetti esposti. Quindi, non risultava confermata una relazione di causa ed effetto tra l'esposizione a campi ELF e il cancro.

L'Istituto Nazionale per le Scienze di Sanità Ambientale (National Institute of Environmental Health Sciences, NIEHS) degli Stati Uniti negli anni '90 ha realizzato il programma RAPID, durato 5 anni, nel quale ha replicato ed esteso quegli studi presenti in letteratura che segnalavano effetti con potenziali implicazioni per la salute ed ha condotto ulteriori studi per stabilire se effettivamente l'esposizione a campi ELF avesse qualche conseguenza sulla salute umana.

Nel giugno 1998, il NIEHS ha convocato un gruppo di lavoro internazionale per una revisione critica dei risultati della ricerca, in cui usando i criteri stabiliti dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (International Agency for Research on Cancer, IARC) ha concluso che i campi ELF debbano essere considerati come un "possibile cancerogeno per l'uomo".



“Possibile cancerogeno per l’uomo” è la più bassa di tre categorie (“possibilmente cancerogeno per l’uomo”, “probabilmente cancerogeno per l’uomo” e “cancerogeno per l’uomo”) usate dalla IARC per classificare l’evidenza scientifica relativa ad agenti potenzialmente cancerogeni. La IARC di Lione (*International Agency for Research on Cancer*) ha due ulteriori classificazioni dell’evidenza scientifica: “non classificabile” e “probabilmente non cancerogeno per l’uomo”, ma il gruppo di lavoro del NIEHS ha ritenuto che vi fosse abbastanza evidenza per eliminare queste categorie.

“Possibile cancerogeno per l’uomo” è una classificazione usata per denotare un agente per il quale vi sia una limitata evidenza di cancerogenicità nell’uomo ed un’evidenza meno che sufficiente negli animali da esperimento. Quindi la classificazione è basata sulla solidità dell’evidenza scientifica, non su quanto l’agente sia cancerogeno, ovvero su quanto elevato sia il suo rischio di cancro. Quindi, “possibile cancerogeno per l’uomo” significa che esiste una limitata evidenza credibile che suggerisca che l’esposizione a campi ELF può provocare il cancro. Mentre non si può escludere, in base all’evidenza disponibile, che l’esposizione a campi ELF causi il cancro, per risolvere il problema sono necessarie ulteriori ricerche, focalizzate e di alta qualità.

1.2.3 La classificazione degli agenti cancerogeni

La classificazione, basata sull’evidenza scientifica, della cancerogenesi sull’uomo dei diversi agenti, è stata codificata dalla I.A.R.C. di Lione (*International Agency for Research on Cancer*) ed adottata dalla W.H.O.

- **Gruppo 1: l’agente è cancerogeno per l’uomo.**
È un agente per il quale l’evidenza scientifica di cancerogenesi è manifestamente provata.
- **Gruppo 2 articolato in due sottogruppi:**
 - **Gruppo 2 A: l’agente è probabilmente cancerogeno per l’uomo.**
È un agente per il quale esiste una limitata evidenza di cancerogenesi per l’uomo e una maggiore evidenza risultante da esperimenti su animali.
 - **Gruppo 2 B: l’agente è possibilmente cancerogeno per l’uomo.**
È un agente per il quale esiste una limitata evidenza di cancerogenesi per l’uomo e una inadeguata evidenza risultante da esperimenti su animali.
- **Gruppo 3: l’agente non è classificabile quanto alla sua cancerogenità per l’uomo.**
È un agente per il quale le evidenze di cancerogenesi per l’uomo e quelle risultanti da esperimenti su animali sono inadeguate.
- **Gruppo 4: l’agente è probabilmente non cancerogeno per l’uomo.**
È un agente per il quale mancano le evidenze di cancerogenesi per l’uomo e tale mancanza è confermata da esperimenti su animali.

Il Rapporto della I.A.R.C. del giugno 2001 ha inserito i campi magnetici a frequenze estremamente basse (quelli generati dagli elettrodotti e non quelli elettrici o elettromagnetici ad alta frequenza generati, ad esempio, dagli impianti per telefonia mobile) nel gruppo 2 B.

Si evidenzia che:

- non è prevista la classificazione “non cancerogeno per l’uomo” in quanto non è possibile per nessun agente l’esclusione assoluta di potenziale cancerogenicità;
- nel gruppo 2 B sono inseriti gli agenti a più debole connessione causale di cancerogenicità (in tale gruppo è stato inserito anche il caffè).



1.3 Sorgenti di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

Dall'inizio del secolo le applicazioni industriali, civili e di servizio delle sorgenti di campo elettromagnetico hanno conosciuto uno sviluppo enorme, interessando ogni aspetto della vita lavorativa, domestica e delle relazioni tra le persone. Il numero e le tipologie delle sorgenti sono cresciuti oltre ogni previsione e recentemente lo sviluppo del settore delle telecomunicazioni ha prodotto un consistente aumento delle fonti di inquinamento elettromagnetico.

In Tabella 2 sono elencate le principali classi di sorgenti ambientali di campi elettromagnetici, distinguendo tre bande di frequenza secondo una terminologia (“basse frequenze”, “frequenze intermedie” e “alte frequenze”) non proprio rigorosissima, ma che è entrata nel linguaggio comune ed ha anche avuto un certo riconoscimento nell'ambito del progetto europeo COST-244-bis. Per ogni sorgente viene anche indicato se l'emissione di campi elettromagnetici sia una conseguenza accidentale del funzionamento della sorgente, oppure ad essa funzionale; inoltre, viene indicato se la sorgente emette prevalentemente campo elettrico, magnetico o elettromagnetico. Le sorgenti di campi elettromagnetici possono essere suddivise in sorgenti che irradiano le emissioni intenzionalmente e non intenzionalmente. Le non intenzionali sono dovute ad apparati che emettono campi elettromagnetici come effetto secondario rispetto allo scopo per il quale sono stati realizzati. Esempi sono le linee elettriche, gli apparecchi di riscaldamento a induzione e a radiofrequenza, i forni a microonde, nei quali il processo primario non è utilizzato per irradiare energia nell'ambiente esterno. Emissioni non intenzionali sono quelle degli oggetti riflettenti che, quando sono investiti da un campo elettromagnetico, si comportano come sorgenti secondarie. Le emissioni intenzionali sono dovute agli apparati che hanno come scopo l'emissione di onde elettromagnetiche; appartengono a questa categoria i sistemi di telecomunicazione.

Tabella 2 Classi di sorgenti di campi elettromagnetici

BANDA DI FREQUENZA		SORGENTE	TIPO DI EMISSIONE	CAMPI EMESSI
Basse frequenze ELF	fino a 3 kHz	Produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica (centrali, cabine, elettrodotti aerei ed interrati)	Accidentale	Elettrico e magnetico
		Utilizzo dell'energia elettrica (impianti elettrici ed apparecchi utilizzatori)		
		Varchi magnetici (sistemi antifurto e per la rilevazione dei transiti)	Intenzionale localizzata	Magnetico
Frequenze intermedie	da 3 kHz a 3 MHz	Sistemi domestici per la cottura ad induzione magnetica (frequenze tipiche 25 ÷ 50 kHz, potenze dell'ordine di qualche chilowatt)	Intenzionale localizzata	Magnetico
		Varchi magnetici (sistemi antifurto e per la rilevazione dei transiti)		
		Emittenti radiofoniche a onde medie	Intenzionale a diffusione	Elettrico e magnetico
Alte frequenze	oltre 3 MHz	Varchi magnetici (sistemi antifurto e per la rilevazione dei transiti - fino a 10 MHz)	Intenzionale localizzata	Magnetico (ed elettrico)
		Emittenti radiofoniche a modulazione di frequenza (88 ÷ 108 MHz)	Intenzionale a diffusione	Elettromagnetico
		Emittenti televisive VHF e UHF (fino a circa 900 MHz)		
		Stazioni radiobase per la telefonia cellulare (900 MHz e 1800 MHz circa)		
		Ponti radio	Intenzionale focalizzata	
Radiocivili alla navigazione aerea (radar, radiofari)				

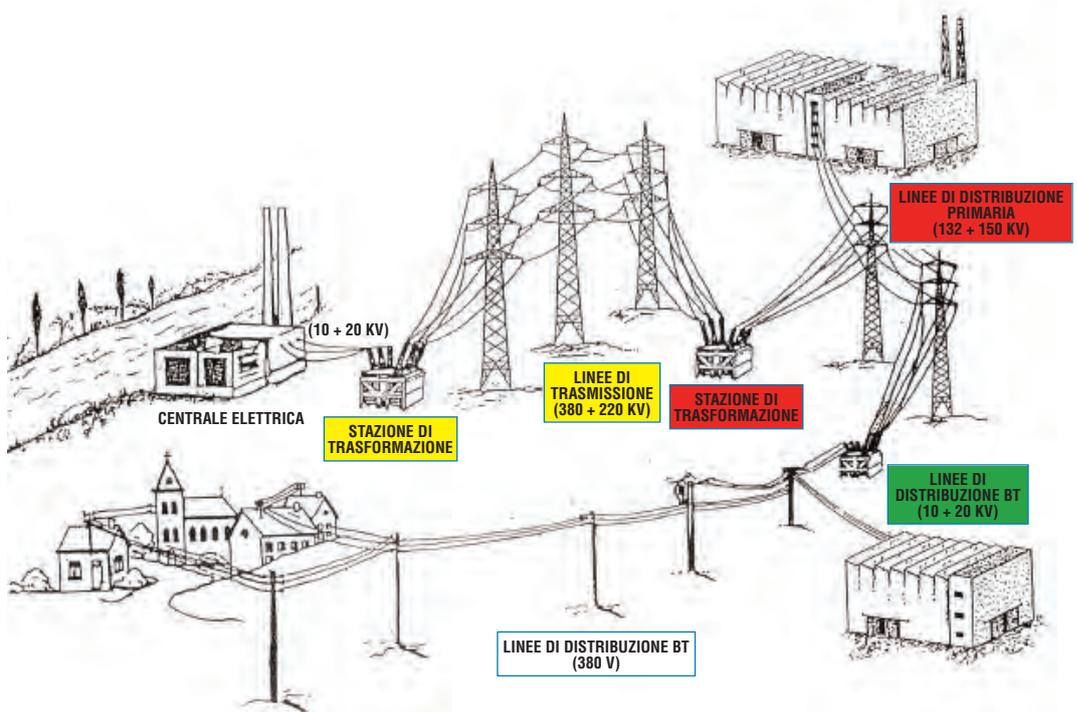


1.3.1 Sorgenti a bassa frequenza - elettrodotti e cabine di trasformazione

Gli impianti che producono, trasportano, distribuiscono e utilizzano l'energia elettrica sono distinguibili in due raggruppamenti principali: quelli che utilizzano corrente continua (frequenza zero) e quelli che impiegano corrente alternata con frequenza di 50 Hz. La principale applicazione a *corrente continua* è costituita dall'alimentazione dei treni italiani, che utilizzano una tensione continua di 3.000 Volt (V). Tutte le applicazioni con corrente continua non comportano condizioni espositive particolarmente critiche e non sono comprese nel novero delle sorgenti oggetto di attenzione da parte dei cittadini e dei media. Per tali motivazioni non si considererà questo tipo di tematica, e si focalizzerà l'attenzione sugli impianti e le applicazioni funzionanti a 50 Hz.

Il sistema delle applicazioni per la produzione, la distribuzione e il consumo dell'energia elettrica a 50 Hz è schematizzata in Figura 3.

Figura 3 Sistema degli elettrodotti a 50 Hz



La produzione avviene in centrali elettriche che possono essere di tipo idroelettrico, geotermico o utilizzare vari tipi di combustibili; l'energia elettrica prodotta è quindi trasformata per avviarla al trasporto, verso i luoghi d'impiego che possono distare anche centinaia di chilometri. Per il trasporto in Italia sono utilizzati elettrodotti alimentati con tensioni di 220.000 e 380.000 Volt (o altissima tensione, in sigla AAT) che presentano solitamente un consistente impatto ambientale. Le linee possono essere a semplice terna (tre fasi) o a doppia terna (sei fasi): nel caso degli elettrodotti a 380 kV la corrente di ogni fase è trasportata con conduttori "trinati", ovvero sono impiegati tre conduttori ogni fase come visibile in Figura 4 (18 cavi per 6 fasi).



Figura 4 Elettrodotto 380 kV a doppia terna "trinata"

La distribuzione dell'energia elettrica avviene generalmente con linee alimentate a 132 kV e 60 kV (linee ad alta tensione o AT), e successivamente a 15 kV (linee a media tensione o MT) e a 380 o 220 V (linee a bassa tensione o BT). Sul territorio sono frequenti le stazioni di trasformazione per l'abbassamento della tensione da 132 kV a 15 kV e a 380 V.

In Figura 5 è riportata una stazione di trasformazione AT/MT con in evidenza al centro, la linea AT a doppia terna in entrata e sulla sinistra la linea MT a doppia terna in uscita.

Figura 5 Stazione primaria AT/MT: linea AT in entrata e MT in uscita

Analogamente ai sistemi di trasformazione AT/MT insistono sul territorio numerose cabine MT/BT per la trasformazione della tensione a 380 e 220 V, inserite spesso direttamente negli edifici, anche di tipo residenziale. In quest'ultimo caso si verificano frequentemente contenziosi tra le famiglie che vivono negli appartamenti attigui e le società che gestiscono gli impianti.

1.3.2 Esposizione da sorgenti a bassa frequenza

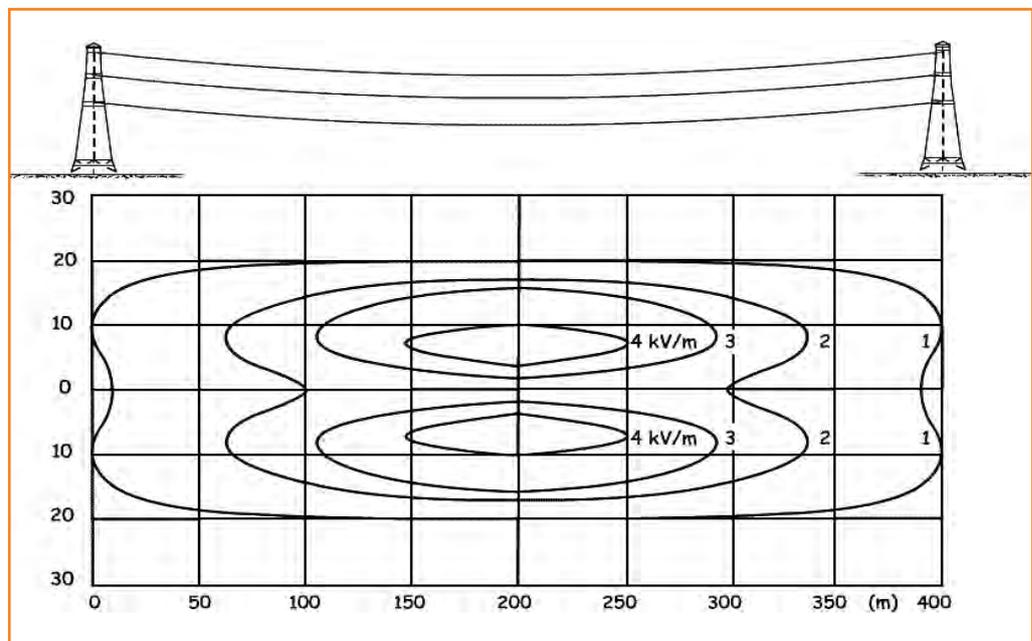
Alle basse frequenze, fino a 10 kHz ed in particolare alla frequenza di 50 Hz di funzionamento degli elettrodotti, il campo elettrico e il campo magnetico possono essere considerati indipendenti l'uno dall'altro e l'esistenza dell'uno è indipendente dall'esistenza dell'altro.

Il campo magnetico è generato dalle correnti elettriche che scorrono nei conduttori. A questa frequenza il campo magnetico, è espresso, in genere, in termini di induzione magnetica misurata in mT (microtesla, milionesimo di tesla). L'induzione magnetica è proporzionale al valore della corrente che genera il campo magnetico. Quando la corrente è nulla, il campo magnetico è nullo ed è nulla l'induzione magnetica.

Il campo elettrico è generato dalle tensioni elettriche (misurate in volt e suoi multipli; 1 kV = 1000 volt) tra i conduttori. Il campo elettrico è proporzionale al valore della tensione elettrica che lo ha generato. Quando la tensione elettrica è nulla, il campo elettrico è nullo.

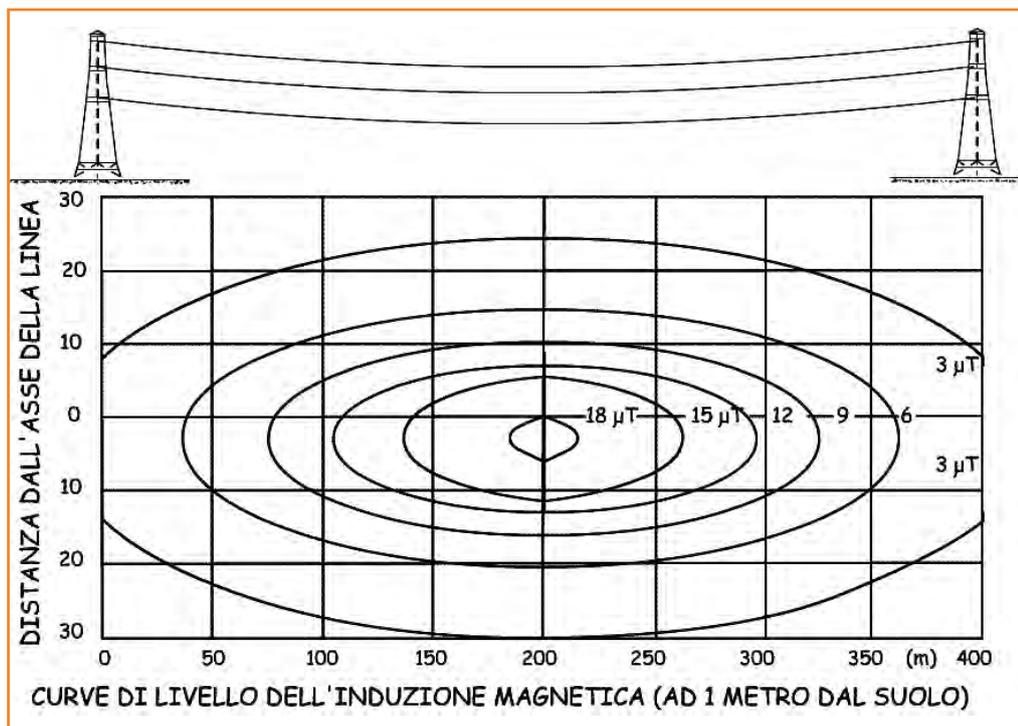
Maggiore è la tensione della linea, maggiore è il campo elettrico da essa prodotto. Poiché la tensione di esercizio per ciascun tipo di linea ha un valore costante, il campo elettrico generato è costante e diminuisce molto rapidamente con la distanza dalla linea. In Figura 6 è rappresentato l'andamento tipico del campo elettrico generato da un elettrodotto trifase in funzione della distanza.

Figura 6 Profilo laterale delle curve di livello del campo elettrico E (a 1 m dal suolo) sotto una tipica campata di una linea a 380 kV a doppia terna



Il campo magnetico generato da un elettrodotto dipende dalla corrente trasportata cioè dalle condizioni di carico della linea che non sono costanti poiché sono legate alla richiesta di energia che varia durante le ore del giorno e i periodi dell'anno. Maggiore è l'energia richiesta, maggiore è la corrente trasportata dalle linee e quindi maggiore è il campo magnetico generato che diminuisce anch'esso molto rapidamente con la distanza dalla linea. In Figura 7 è rappresentato il campo magnetico generato da un elettrodotto trifase in funzione della distanza con riferimento alla corrente nominale.

Figura 7 Profilo laterale delle curve di livello dell'induzione magnetica B sotto una tipica campata di una linea a 380 kV



In generale il campo magnetico generato dagli elettrodotti non subisce apprezzabili attenuazioni da parte delle strutture edilizie e quindi il campo all'interno di una abitazione è dello stesso ordine di grandezza di quello esterno.

Diversamente, il campo elettrico è fortemente attenuato da qualunque struttura ed in particolare da quelle edilizie che possono introdurre un fattore di attenuazione di circa 100.

1.3.3 Sorgenti ad alta frequenza ed esposizione

Le sorgenti che impiegano radiofrequenze e microonde sono numerose e interessano gli ambienti di lavoro, quelli domestici e l'ambiente esterno.

Le comuni emittenti radio FM utilizzano frequenze dell'ordine di 100 MHz (88-108 MHz), molte altre applicazioni radio utilizzano frequenze inferiori (onde lunghe) o superiori (emittenti di servizi e di controllo impianti).

Le emittenti televisive utilizzano frequenze da circa 200 MHz (VHF), fino a circa 900 MHz (UHF), con una maggiore concentrazione nel range tra 700 e 900 MHz.

La telefonia cellulare attualmente impiega frequenze nel range tra 900 MHz e 960 MHz, per i sistemi TACS e GSM, mentre il sistema cellulare DCS utilizza frequenze attorno a 1800 MHz.

I nuovi sistemi di terza generazione a banda larga (UMTS), utilizzano frequenze di circa 2,2 GHz. Nella tabella 1.3 sono riportate le bande di frequenza impiegate per i principali servizi di telecomunicazione in Italia.

Tabella 3 Bande di frequenze utilizzate dai principali servizi di telecomunicazioni

SERVIZIO	BANDA DI FREQUENZA	NOTE
Radiofonico AM	500 - 1600 kHz	Diffusione radiofonica a onde medie in modulazione di ampiezza
TV VHF-I/II	50 - 88 MHz	Diffusione radiotelevisiva
Radiofonico FM	88 - 108 MHz	Diffusione radiofonica a modulazione di frequenza
TV VHF-III	170 - 220 MHz	Diffusione radiotelevisiva
TV UHF-IV/V	470 - 850 MHz	Diffusione radiotelevisiva
Telefonia eTACS	870 - 950 MHz	Cellulari "analogici"
Telefonia GSM	880 - 960 MHz	Cellulari digitali europei
Telefonia DCS	1710 - 1880 MHz	Cellulari "dual band"
Telefonia UMTS	1900 - 2170 MHz	Cellulari "3G"

1.3.3.a Impianti per la diffusione radiofonica

I ripetitori delle emittenti radio possono irradiare potenze variabili da poche centinaia di Watt (W), fino ad alcune decine di migliaia di Watt (decine di kW). Alcuni apparati per trasmissioni intercontinentali possono irradiare potenze dell'ordine di centinaia di kW.

La potenza dipende dal tipo di utilizzo e dal bacino d'utenza da servire, che per le radio a modulazione di frequenza (FM), può essere costituito da un'area urbana, da un gruppo di comuni, da un'intera provincia o da un bacino a carattere regionale.

In base a queste esigenze il ripetitore radio FM può essere collocato:

1. in area urbana, utilizzando un traliccio o un edificio di altezza adeguata;
2. sulle colline circostanti un centro abitato o una pianura;
3. sui crinali di montagne (anche oltre i 2.000 m), per irradiare su bacini di grande dimensione e trasferire i segnali ad esempio dal versante adriatico a quello tirrenico.

I siti dei ripetitori radio FM sono sorti senza una precisa programmazione e le conseguenze non sono state certamente positive. I gestori hanno cercato di occupare tutte le posizioni dominanti, senza particolari considerazioni per l'impatto ambientale, per le norme urbanistiche e di tutela ambientale, per la protezione della popolazione dai campi elettromagnetici.

Frequentemente le strutture di sostegno delle antenne sono state costruite senza le necessarie autorizzazioni delle Amministrazioni Comunali, occupando aree protette o crinali di montagne, con un pesante impatto ambientale.

Nel passato, quando non esisteva un regime legislativo specifico per le nuove installazioni, in alcuni casi i tralicci sono stati installati sui pendii retrostanti le abitazioni, provocando condizioni di rischio in quanto pur irradiando in direzione opposta, le antenne vengono a trovarsi alla stessa altezza delle case: la radiazione irradiata all'indietro, determina l'esposizione della popolazione residente con elevati valori di campo elettromagnetico.

I principali fattori di rischio sono da individuare in:

1. *irradiazione di potenze troppo elevate;*
2. *altezza insufficiente dei tralicci;*
3. *eccessiva vicinanza alle abitazioni.*



Figura 8 Sistemi radianti FM

Queste considerazioni indicano che i ripetitori per il servizio radiofonico in modulazione di frequenza costituiscono un problema aperto, con situazioni a rischio da risanare.

Un discorso a parte meritano gli impianti di diffusione radiofonica in onda media e modulazione di ampiezza (AM) (Figura 9) i quali sono generalmente caratterizzati da potenze di trasmissione elevate. Questi impianti sono generalmente collocati in aree isolate e solo in alcuni casi inseriti in contesti urbanizzati. Tuttavia analogamente a quanto descritto per gli impianti radio in modulazione di frequenza la presenza di questi impianti costituisce un problema aperto.

Figura 9 Sistemi radianti in onda media

1.3.3.b Impianti per la diffusione radiotelevisiva

Molte considerazioni effettuate per i siti dei ripetitori radiofonici sono valide anche per i ripetitori televisivi: anch'essi sono stati costruiti senza un preciso quadro di riferimento normativo e in qualche caso, si sono formati *siti misti* radiofonici e televisivi. Occorre tuttavia rilevare che la disponibilità economica generalmente superiore delle aziende per l'emittenza televisiva, ha portato a costruire strutture più complesse e razionali, con apparati irradianti installati ad altezze superiori e relativi valori di campo elettromagnetico più contenuti. I siti in cui si hanno situazioni a rischio dovute prevalentemente o esclusivamente a ripetitori televisivi sono piuttosto rari, in quanto prevalgono quasi sempre i contributi generati dai ripetitori radio.

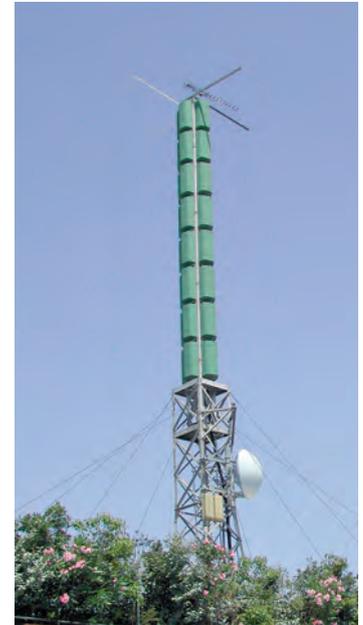


Figura 10 Sistemi radianti per la diffusione televisiva

1.3.3.c Emittenti di radioamatori e di servizi pubblici e privati

Questi impianti utilizzano potenze piuttosto limitate e solitamente non determinano condizioni critiche, anche in ragione della loro generale “discontinuità” delle emissioni. Alcune di queste emittenti (radioamatori, esercito, forze di polizia ecc.) godono di particolari normative che rendono difficile l'acquisizione dei dati relativi ai ripetitori.

Figura 11 Sistemi radianti radioamatoriali e di servizi pubblici e privati



1.3.3.d Impianti fissi della telefonia cellulare

I sistemi fissi per la telefonia mobile (stazioni radio base o SRB) si sono sviluppati rapidamente nel corso degli ultimi anni; i dati indicano che il mercato è ancora lontano dalla saturazione e che lo sviluppo prosegue.

Relativamente alla tipologia dei sistemi cellulari, il primo ad avere successo commerciale è stato il TACS (*Total Access Communication System*), che garantiva il “roaming” e la continuità di collegamento. A questo sistema ormai dimesso dal 31 dicembre 2005, si è sovrapposto il GSM (*Global System for Mobile communication*), avente una architettura europea e caratterizzato da sofisticate tecniche digitali. Sia il TACS che il GSM utilizzano frequenze comprese tra 900 e 1.000 MHz, i sistemi DCS 1800 utilizzano frequenze di circa 1800 MHz, i nuovi sistemi UMTS invece utilizzano frequenze di circa 2,2 GHz.

Questi sistemi di telecomunicazione sono di tipo cellulare in quanto applicano una tecnica che consiste nel riutilizzo della stessa frequenza più volte in luoghi diversi e sufficientemente lontani tra loro. Per ottenere questo risultato si suddivide il territorio in aree aventi dimensioni limitate, dette celle, ognuna delle quali è servita da una SRB che opera quindi con potenza ridotta. L'utilizzo di potenze inferiori a quelle tipiche dei sistemi di comunicazione non cellulari, quali quelli che effettuano trasmissioni radiofoniche e televisive, è una importante caratteristica degli impianti SRB.

Il sistema GSM utilizza segnali con modulazione digitale su due bande, GSM 900 (937.1÷958.7 MHz) e GSM 1800 o DCS (1850.1÷1879.1 MHz). Questa tecnica consente di adottare la modalità di accesso a divisione di tempo (TDMA - Time Division Multiple Access) per la trasmissione su una stessa frequenza portante di più canali radio.

La stazione non trasmette continuamente, ma emette su una data frequenza in intervalli di tempo prefissati, detti “timeslot”, che ricorrono ciclicamente. In questo modo con una stessa frequenza vengono serviti più utenti, pari al numero totale di timeslot (trama) realizzati su quella frequenza, che nell'attuale sistema GSM è pari ad 8.

Una caratteristica fondamentale del sistema GSM è il tipo di modulazione digitale del segnale che riguarda sia la sua fase che la sua frequenza (GMSK - Gaussian Minimum Shift Keying). In relazione al tipo di modulazione, risulta che la banda relativa ad ogni portante è di 200 kHz. Solitamente le SRB trasmettono fino ad un massimo di 8 portanti.

La distanza massima entro cui può essere realizzato il collegamento telefonico è variabile generalmente da 0,5 a 35 km, tuttavia dato il limite di utenti che ogni singola SRB può servire, la densità di installazioni SRB in aree urbane è grande e ancora in fase di crescita. A fronte di una maggiore penetrazione nell'ambiente urbano rispetto ai trasmettitori radiotelevisivi, gli impianti SRB presentano una minore potenza in antenna dando luogo, quindi, ad esposizioni più localizzate. Gli impianti sono costituiti da un minimo di uno ad un massimo di tre sistemi di antenne (celle) che emettono in modo molto direttivo e, nel caso di più sistemi, generalmente lungo direzioni che differiscono di 120°.



Figura 12 Stazione radio base

La potenza massima irradiata dal sistema cellulare GSM e DCS generalmente di circa 40-60 W, e scende a circa 20 W nei sistemi UMTS. Come si può notare questi valori sono decisamente inferiori alle potenze irradiate dalle emittenti radio FM che possono superare anche valori di 10.000 - 20.000 W e che non irradiano in modo direttivo (irradiazione omnidirezionale).

In Tabella 4 è riportato il tipo di servizio e le potenze generalmente associate alle varie tipologie di impianti.

Tabella 4 Valori tipici di frequenza, di potenza in antenna per i vari sistemi di telecomunicazione

TIPO	FREQUENZA	POTENZA
Emittenti radio AM	500 ÷ 1600 kHz	1 ÷ 500 kW
Emittenti radio FM	88 ÷ 108 MHz	1 ÷ 12 kW
Emittenti TV	VHF II: 52.5 ÷ 88 MHz VHF III: 174 ÷ 223 MHz UHF IV: 470 ÷ 590 MHz UHF V: 614 ÷ 838 MHz	0.1 ÷ 1 kW
Stazioni RB (downlink)	TACS: 910 ÷ 950 MHz GSM: 925 ÷ 960 MHz DCS: 1805 ÷ 1880 MHz UMTS: 2110 ÷ 2170 MHz	30 ÷ 40 W

1.3.3.e Ponti radio

Sono sistemi ausiliari di trasmissione dei segnali utilizzati per moltissime applicazioni, come controllo impianti (ENEL, Telecom ecc.), trasmissione segnali dell'emittenza radiotelevisiva, attività dei servizi di soccorso ecc.



Le frequenze usate appartengono alle microonde e le potenze sono solitamente inferiori a 1 W. Le potenze irradiate dalle parabole trasmettenti sono particolarmente basse, in quanto sono utilizzati fasci estremamente direttivi di radiazione, diretti al centro delle parabole riceventi, queste ultime poste anche a parecchi chilometri di distanza. L'esigua potenza disponibile non è minimamente dispersa, non creano quindi condizioni di rischio per la popolazione delle aree limitrofe.

L'installazione di tralicci con parabole anche di grandi dimensioni (diametro di due metri o superiore), può comunque incontrare forti opposizioni da parte dei cittadini: tuttavia scrupolose valutazioni e rilevazioni strumentali non supportano in alcun modo i timori di rischi da campi elettromagnetici.

Figura 13 Ponti radio



1.3.3.f Comunicazioni satellitari

Le comunicazioni satellitari con basi a terra sono in continua espansione e ormai coprono una vasta gamma di attività. Le frequenze usate sono di parecchi GHz e i fasci irradiati sono direttivi verso i satelliti. L'irradiazione dei satelliti verso terra può ricadere in senso inverso su larghe aree della superficie terrestre.

Tra le applicazioni si ricordano i satelliti meteorologici, quelli per telecomunicazioni (radio e TV satellitari), per telefonia satellitare, militari, per lo studio dell'ambiente ecc. I valori di campo elettromagnetico non pongono problemi protezionistici in quanto l'irradiazione verso i satelliti è paragonabile a un ponte radio, mentre l'irradiazione verso terra è caratterizzata da campi elettromagnetici di piccola entità.

1.3.3.g Radar

Gli apparati radar sono impiegati per scopi militari, civili, meteorologici ecc., utilizzano campi elettromagnetici piuttosto complessi, con frequenze di parecchi GHz.

L'esame preventivo o le rilevazioni strumentali pongono problemi tecnici non indifferenti e richiedono strumentazione adeguata. Per l'esame di queste situazioni è opportuno vengano attivati centri specializzati, ad esempio uno ogni regione, considerando la complessità delle situazioni espositive e l'esiguo numero di apparati che pongono problemi di esposizione per la popolazione.



Capitolo 2 Il quadro normativo di riferimento

Premessa

Il quadro normativo relativo ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici è nato e si sta articolando in un clima caratterizzato da particolare cautela e tensione. Infatti, la preoccupazione da parte della popolazione in merito agli effetti sulla salute dei campi elettromagnetici e, di contro, il costante processo di espansione del settore delle telecomunicazioni sono fattori che alimentano quotidianamente il dibattito socio-politico, oramai stabile da quasi dieci anni, che si tramuta in una costante evoluzione e variazione della normativa vigente soprattutto a livello nazionale e regionale, rispetto a quella comunitaria.

In tale senso, la nuova tendenza italiana nella predisposizione della normativa di settore, più attenta sul terreno della tutela rispetto all'approccio internazionale, è quella di tenere comunque in debito conto il rischio (principalmente rappresentato dalla generazione di malattie neoplastiche nei soggetti esposti) connesso con esposizioni prolungate nel tempo a livelli molto bassi, anche in assenza di una accertata connessione di causa-effetto tra esposizione e patologia. La scelta è quindi basata sul principio della "prudent avoidance", che afferma come sia prudente evitare o quanto meno ridurre per quanto possibile un'esposizione ad un agente esterno, in presenza di dubbi sulla sua innocuità.

2.1 Linee guida internazionali

2.1.1 Grandezze e limiti

Le normative internazionali per la protezione della popolazione dalle esposizioni alle radiazioni non ionizzanti si basano su un'attenta valutazione della documentazione scientifica esistente, con particolare riguardo ai possibili effetti sanitari "acuti", e fissano livelli di esposizione che, se non superati, non comportano alcun effetto negativo immediato sulla salute degli individui esposti.

La definizione di tali livelli prevede due fasi distinte:

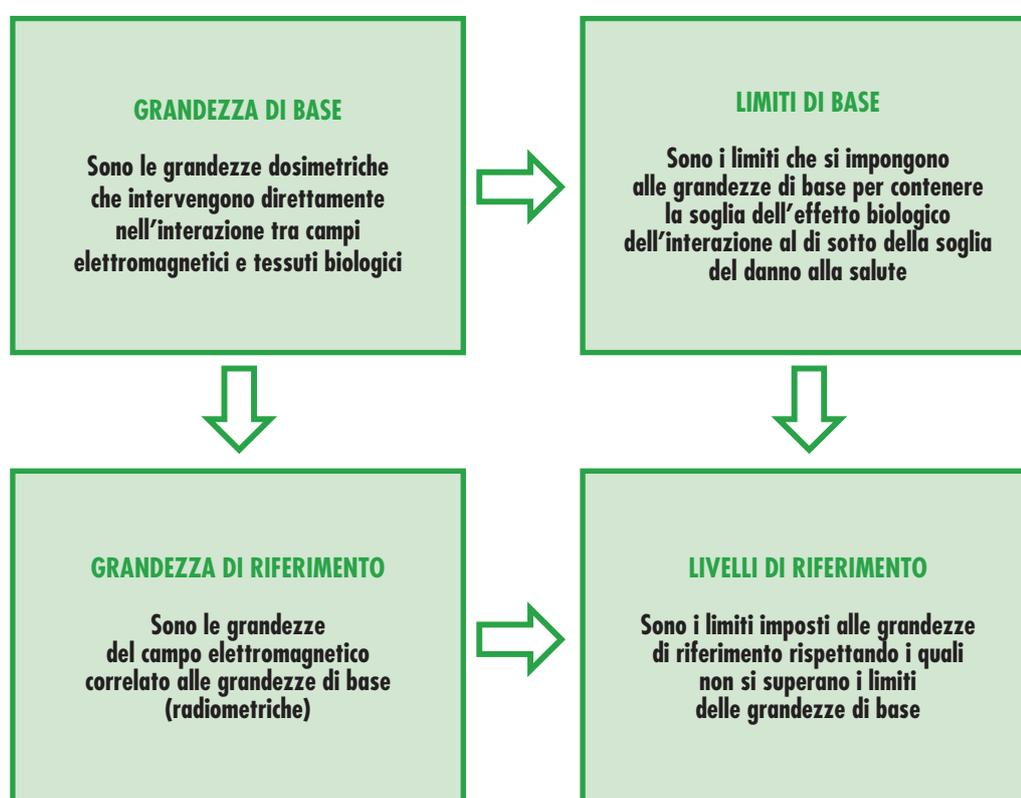
- FASE 1) Considerando la transizione dall'effetto biologico al danno alla salute, si individuano i valori soglia delle grandezze di base al di sopra dei quali si manifestano effetti sanitari, cioè risposte acute sull'organismo (si veda Linee guida dell'I.C.N.I.R.P. – International Commission on Non Ionizing Radiation Protection – del 1998). Tali valori, detti 'limiti di base', sono misurabili direttamente sul corpo umano e dipendono dalla frequenza del campo elettromagnetico.
- FASE 2) Si definiscono i 'livelli di riferimento' mediante grandezze radiometriche, quali il campo elettrico, magnetico e densità di potenza, che caratterizzano l'ambiente in cui avviene l'esposizione in assenza di soggetti esposti. Sono grandezze esterne al corpo umano e quindi facilmente misurabili con una strumentazione adeguata.

Ai limiti di base, ridotti di un fattore di sicurezza tipicamente pari a 50, si fanno corrispondere i valori del campo elettrico, magnetico e di densità di potenza esterni che, per le modalità di definizione, assumono praticamente il significato di limiti di esposizione per la prevenzione dagli effetti acuti.



Il non superamento di tali limiti di esposizione fornisce quindi la certezza che non sia oltrepassato il confine che separa l'effetto biologico dal danno acuto alla salute: in altre parole, il rispetto dei limiti di riferimento implica sempre quello dei limiti di base, mentre non è sempre vero il contrario. Questo processo logico adottato dalla totalità delle organizzazioni scientifiche per individuare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici (detto razionale), è rappresentato schematicamente nella Figura 14.

Figura 14 Schematizzazione del razionale per l'individuazione dei limiti di esposizione ai C.E.M.



È necessario, infine, evidenziare che il problema dell'individuazione degli effetti dei campi elettromagnetici sulla salute è oggi ricondotto alla specificazione della classe di effetti cosiddetti "acuti" o a breve termine, per i quali le organizzazioni scientifiche internazionali concordemente hanno accertato la fondatezza; tuttavia, le attuali evidenze scientifiche non consentono ancora di verificare la sussistenza degli eventuali e possibili effetti a lungo termine.

2.1.2 Linee Guida ICNIRP

Fino a pochi anni fa l'organizzazione che costituiva il principale riferimento mondiale era l'IRPA/INIRC (*International Radiation Protection Association/International Non Ionizing Radiation Committee*) che, fondata nel 1977, dopo anni di intensa attività è stata sciolta nel 1992 ed è stata sostituita dall'ICNIRP.



I *limiti primari* (o limiti di base), proposti dall'IRPA/INIRC, sono espressi in termini di Densità di Corrente Indotta che fluisce nel corpo umano, misurata in Ampère al metro quadrato (A/m^2), per i campi a frequenza compresa tra 1 Hz e 10 MHz, mentre per le frequenze superiori, da 10 MHz fino a 300 GHz, la grandezza fisica che meglio consente di esprimere i limiti primari è il SAR (*Specific Absorption Rate* - rateo di assorbimento specifico). Tale grandezza esprime la quantità di energia assorbita dalla massa unitaria corporea nell'unità di tempo e si misura in Watt al chilogrammo (W/kg).

L'ICNIRP, dopo aver analizzato la letteratura scientifica del settore e revisionato le linee guida pubblicate nel 1988 dall'IRPA/INIRC, ha emanato nel 1998 le linee guida sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 1Hz e 300 GHz (*Guidelines for limiting of exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields up to 300 GHz*).

I limiti proposti dall'ICNIRP sono basati su effetti acuti accertati sperimentalmente, come la stimolazione di muscoli e nervi periferici, scosse ed ustioni derivanti dal contatto con conduttori ed un aumento della temperatura dei tessuti dovuti all'assorbimento di energia.

L'ICNIRP ha adottato, per l'individuazione dei limiti di base, criteri scientifici diversi per i vari intervalli di frequenza, basati sui dati attualmente disponibili sugli effetti biologici e sanitari delle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici dipendenti dal tempo.

La Tabella 5 mostra i limiti di base riferiti alla popolazione.

Tabella 5 Limiti di base per la popolazione per campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (ICNIRP, 1998)

INTERVALLO DI FREQUENZA	DENSITÀ DI CORRENTE (mA/m^2)	SAR MEDIATO SUL CORPO INTERO (W/kg)	SAR LOCALIZZATO (CAPO E TRONCO) (W/kg)	SAR LOCALIZZATO (ARTI) (W/kg)	DENSITÀ DI POTENZA (W/m^2)
Fino a 1 Hz	8	-	-	-	-
1 – 4 Hz	$8/f^*$	-	-	-	-
4 Hz – 1 kHz	2	-	-	-	-
1 –100 kHz	$f/500$	-	-	-	-
100 KHz -10MHz	$f/500$	0.08	2	4	-
10 MHz -10 GHz	-	0.08	2	4	-
10 – 300 GHz	-	-	-	-	10

[* nella tabella con f è indicata la frequenza in kHz]

Nella Tabella 6 si riportano i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione per le varie tipologie d'esposizione. I livelli di riferimento sono stati definiti assumendo condizioni di massimo accoppiamento del campo con gli individui esposti, in modo da fornire il massimo grado di protezione.



Tabella 6 Livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (valori efficaci dei campi non perturbati) (ICNIRP 1998)

INTERVALLO DI FREQUENZA	INTENSITÀ DEL CAMPO ELETTRICO (V/m)	INTENSITÀ DEL CAMPO MAGNETICO (A/m)	INDUZIONE MAGNETICA (μT)	DENSITÀ DI POTENZA DELL'ONDA PIANA EQUIVALENTE S_{eq} (W/m ²)
Fino a 1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	-
1 – 8 Hz	10000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
8 – 25 Hz	10000	$4000 / f$	$5000 / f$	-
0,025 – 0,8 Hz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	-
0,8 – 3 kHz	$250 / f$	5	6,25	-
3 – 150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 – 1 MHz	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-
1 – 10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-
10 – 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 – 2000 MHz	$1,375 \times f^{1/2}$	$0,003 \times f^{1/2}$	$0,0046 \times f^{1/2}$	$f / 200$
2 – 300 GHz	61	0,16	0,20	10

Note

- f come indicato nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.
- Se i limiti di base sono rispettati e possono essere esclusi effetti avversi indiretti, i valori di intensità di campo possono essere superati.
- Per frequenze comprese tra 100 kHz e 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 e B^2 devono essere mediati su qualsiasi intervallo di 6 minuti.
- Tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di picco per le intensità di campo sono ottenuti per mezzo di un fattore moltiplicativo ricavato per interpolazione dal fattore 1.5 a 100 kHz al fattore 32 a 10 MHz. Per frequenze superiori a 10 MHz si suggerisce che il valore di picco della densità di potenza dell'onda piana equivalente, mediato sulla durata dell'impulso, non ecceda più di 1000 volte i limiti su S_{eq} , o che l'intensità di campo non ecceda più di 32 GHz, effetti di tipo uditivo attraverso espansione termoelastica sono limitati da questa procedura.
- Per frequenze superiori a 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 e B^2 devono essere mediati su qualsiasi intervallo temporale pari a $68 / f^{1.05}$ minuti (f in GHz).
- Nessun valore del campo elettrico è indicato per frequenze <1 Hz, trattandosi praticamente di campi elettrici statici. Per la maggior parte delle persone la fastidiosa percezione di cariche elettriche superficiali non si verifica ad intensità del campo inferiori a 25 kV/m. Scintille in grado di provocare stress o fastidio dovrebbero essere evitate.

2.1.3 Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea

Il Consiglio dell'Unione Europea ha emanato una Raccomandazione agli Stati Membri (12 luglio 1999) per l'adozione di un quadro comune di normative, a partire da varie considerazioni fra le quali il diritto di tutti i cittadini di avere lo stesso livello di protezione e l'esistenza di normative diverse nei vari Stati, fonte di confusione e di sfiducia da parte dei cittadini verso la scienza e le autorità sanitarie.



In questo senso, dunque, il Consiglio raccomanda in particolare che le normative comuni:

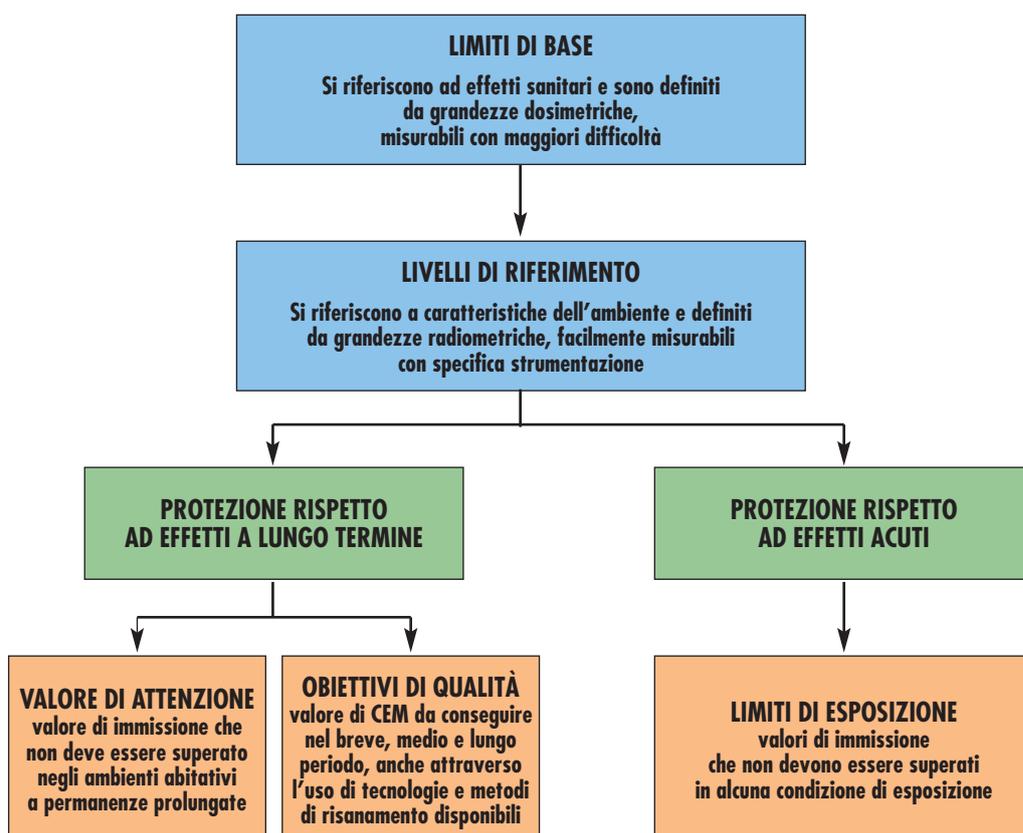
- siano basate sui migliori dati scientifici disponibili;
- prevedano limiti di base e livelli di riferimento;
- siano conformi alle raccomandazioni dell'ICNIRP.

La raccomandazione è stata approvata dai Paesi dell'Unione con il solo voto contrario dell'Italia, dove si è scelto di adottare una politica di protezione basata su un approccio più cautelativo.

2.2 La normativa italiana sui campi elettromagnetici

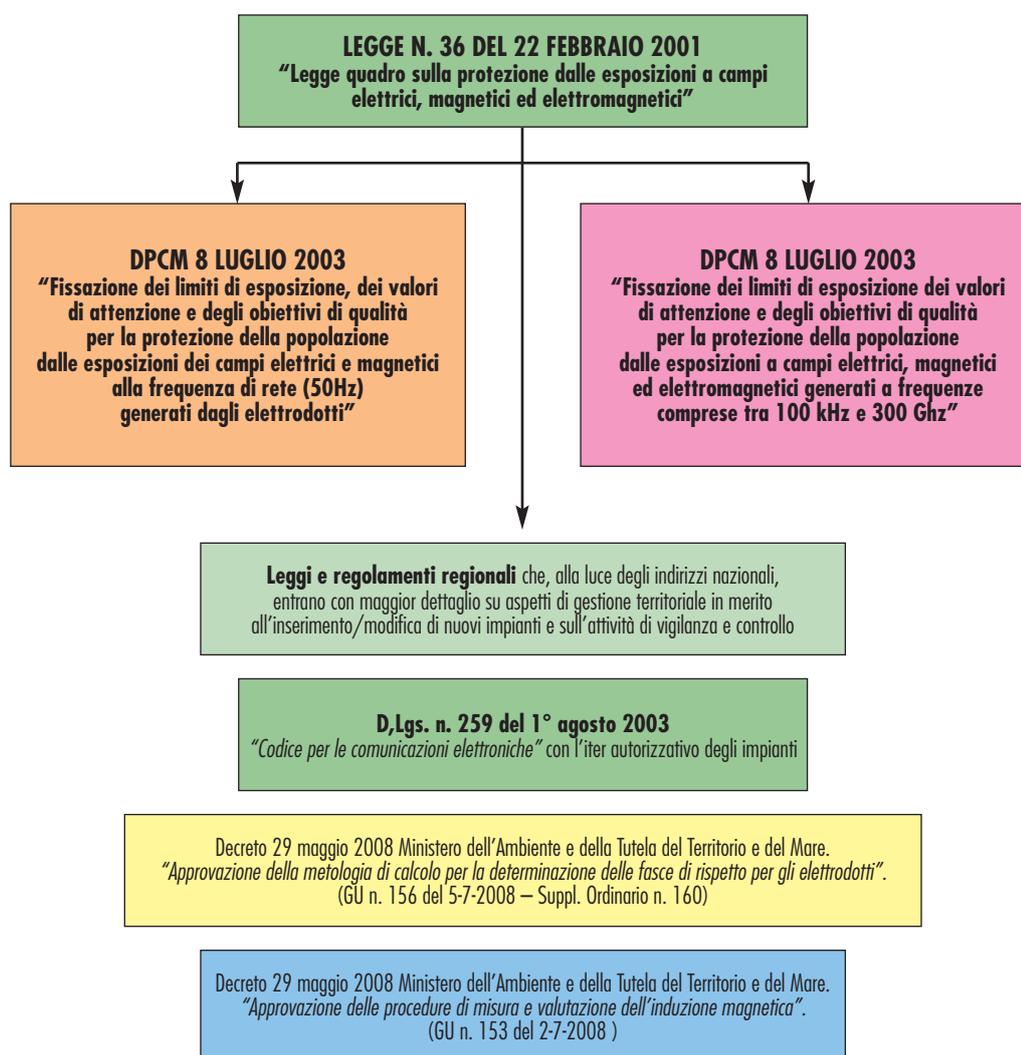
Come accennato nel paragrafo precedente in Italia, rispetto all'approccio europeo rivolto alla protezione dagli effetti acuti dei campi elettromagnetici, in attesa dei risultati della ricerca scientifica, sono state intraprese delle azioni a fronte di un rischio potenzialmente serio. Alla luce di ciò, per la scelta dei limiti non si prevedono grandezze dosimetriche, ma soltanto livelli di riferimento (ossia grandezze radiometriche), ed inoltre tali limiti vengono introdotti per la tutela della salute umana non solo nel breve termine, ma anche nel lungo termine. Infatti, sulla scorta del principio della "prudent avoidance", la nostra normativa definisce oltre che *limiti di esposizione* che tutelano dagli effetti sanitari accertati (effetti acuti), anche *valori di attenzione* da rispettare negli ambienti adibiti a permanenze prolungate, e *obiettivi di qualità* finalizzati alla ulteriore riduzione delle esposizioni secondo uno schema protezionistico riportato in figura 15.

Figura 15 I limiti adottati nella normativa nazionale



In accordo con tale approccio nel corso degli anni sono state emanate diverse norme per cui lo scenario, allo stato attuale, è costituito da numerosi riferimenti di livello nazionale e regionale, che si riportano sintesi nella Figura 16.

Figura 16 La normativa di settore vigente in Italia



2.2.1 La legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico

La “*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*” (Legge n.36 del 22 febbraio 2001) detta i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute dei lavoratori e della popolazione dall’esposizione a campi elettromagnetici generati da qualsiasi tipo di impianto che operi con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz, nonché la tutela dell’ambiente e del paesaggio.

La legge quadro si fonda sul Principio di Precauzione sancito dall’articolo 174 del Trattato che istituisce la Comunità Europea. Il principio di precauzione ha una precisa definizione comunitaria: es-



so comprende quelle specifiche circostanze in cui le prove scientifiche sono insufficienti o incerte e vi sono indicazioni, ricavate da una preliminare valutazione scientifica obiettiva, che esistono ragionevoli motivi di temere che gli effetti potenzialmente pericolosi sull'ambiente, la salute umana, animale o vegetale, possano essere incompatibili con il livello di protezione prescelto. (Comunicazione della Commissione al Consiglio del 2 febbraio 2000).

Con la legge vengono finalmente definiti o individuati tutti gli strumenti che possono consentire la riduzione dell'inquinamento elettromagnetico nei nostri ambienti di vita: dagli atti normativi agli atti di pianificazione, dagli strumenti economici allo sviluppo di tecnologie, fino alle forme di educazione del cittadino. In primo luogo, la legge attribuisce competenze allo Stato, alle Regioni, alle Province e ai Comuni, come di seguito presentato in sintesi.

Competenze dello Stato

- Fissare limiti, valori di attenzione e obiettivi di qualità;
- Promuovere attività di ricerca e di sperimentazione;
- Coordinare la raccolta e la diffusione dei dati;
- Istituire il catasto nazionale delle sorgenti fisse e delle aree interessate dall'emissione delle stesse;
- Stabilire i criteri per l'attuazione dei piani di risanamento indicando tempi e priorità;
- Stabilire le metodologie di misurazione;
- Attivare accordi di programma con i titolari dei vari impianti al fine di sviluppare le migliori tecnologie possibili per minimizzare gli impatti sanitari e ambientali;
- Definire i tracciati degli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e determinare delle fasce di rispetto per tali infrastrutture che rappresentano un vincolo per eventuali sviluppi urbanistici;
- Stabilire una disciplina apposita per le autorizzazioni e l'esercizio di elettrodotti con tensione superiore a 150 kV;
- Istituire un Comitato interministeriale per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento elettromagnetico che ha il compito di monitorare gli adempimenti previsti dalla legge.

Competenze delle Regioni

- Emanare leggi regionali di recepimento della Legge quadro, anche per la definizione delle competenze di Province e Comuni;
- Localizzare l'emittenza radiotelevisiva;
- Fissare i criteri per l'installazione degli impianti per la telefonia cellulare che tengano conto oltre che della tutela della salute anche della tutela dell'ambiente e del paesaggio;
- Definire i tracciati degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV, determinando le rispettive fasce di rispetto;
- Fissare i criteri per il rilascio delle autorizzazioni alla installazione degli impianti di competenza regionale;
- Realizzare il catasto regionale in stretto coordinamento con quello nazionale;
- Individuare strumenti e azioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità;
- Concorrere all'approfondimento delle conoscenze scientifiche relative agli effetti sulla salute, in particolare quelli a lungo termine, derivanti dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.



Altri due elementi fondamentali della legge sono le attività di controllo in materia di inquinamento elettromagnetico e le sanzioni. Per il primo punto è stabilito che le competenze in materia di controllo e vigilanza sono delle Amministrazioni provinciali e comunali che le esercitano tramite le Agenzie Regionali per l'Ambiente (ARPA). In merito al quadro sanzionatorio sono previste sanzioni che vanno da 2 a 600 milioni per il non rispetto dei limiti, e da 2 a 200 milioni per il mancato rispetto delle norme di tutela dell'ambiente e del paesaggio; infine, è prevista la sospensione da 2 a 4 mesi, fino alla revoca in caso di recidiva, per inosservanza delle prescrizioni previste dall'autorizzazione, dalla concessione o dalla licenza per l'installazione e l'esercizio degli impianti.

2.2.2 Decreti attuativi della Legge Quadro e i limiti di esposizione

In applicazione della legge quadro sono stati emanati:

- a) due decreti per la definizione dei valori limite di campo elettrico, magnetico e elettromagnetico generati rispettivamente dagli elettrodotti e dalle sorgenti a radiofrequenza. Tali decreti non comprendono le esposizioni del personale sui luoghi di lavoro. I suddetti decreti sono:
 - il **DPCM 8 luglio 2003** *“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni dei campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti”*, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana il 28 agosto 2003, in base al quale è stato definito il regime di limiti normativi da rispettare connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.
 - il **DPCM 8 luglio 2003** *“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”*, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana il 29 agosto 2003, in base al quale è stato definito il regime di limiti normativi da rispettare per le emissioni a radiofrequenza, escluse le sorgenti pulsate quali i radar.
- b) due decreti riguardanti aspetti operativi:
 - Decreto 29 maggio 2008 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. *“Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”*. (GU n. 156 del 5-7-2008 - Suppl. Ordinario n.160).
 - Decreto 29 maggio 2008 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. *“Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica”*. (GU n. 153 del 2-7-2008)

2.2.2.a Elettrodotti

Si presentano in forma schematica i limiti introdotti dalla normativa vigente per gli elettrodotti.

Tabella 7 Limiti per i campi elettrico e magnetico generati dagli elettrodotti (DPCM 8 luglio 2003)

Limiti di esposizione (valori efficaci)		Valore di attenzione * (mediana dei valori di Campo Magnetico nell'arco delle 24 h nelle normali condizioni di esercizio) 10 μT	Obiettivo di qualità ** (mediana dei valori nell'arco delle 24 h nelle normali condizioni di esercizio) 3 μT
Campo Magnetico 100 μT	Campo Elettrico 5 kV/m		

* limiti validi nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere



*** limite da considerare nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree 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*

Ulteriore parametro da rispettare in caso di nuove realizzazioni, sono le *fasce di rispetto*, ossia quelle porzioni di territorio in prossimità di un elettrodotto, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore. Allo stato attuale, tuttavia, l'ampiezza di tali fasce è stata definita solo provvisoriamente sul territorio nazionale, in assenza ancora di una metodologia di calcolo ufficiale da emanarsi con decreto del Ministero dell'Ambiente.

2.2.2.b Sorgenti a radiofrequenza

Di seguito si presentano in forma schematica i limiti introdotti dalla normativa vigente per le sorgenti a radiofrequenza.

Tabella 8 Limiti di esposizione

Limiti di esposizione	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m ²)
0,1 < f ≤ 3 MHz	60	0,2	-
3 < f ≤ 3000 MHz	20	0,05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0,1	4

Tabella 9 Valori di attenzione

Valori di attenzione *	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m ²)
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz < f ≤ 300 GHz)

** valido 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*

Tabella 10 Obiettivo di qualità

Obiettivo di qualità **	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m ²)
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz < f ≤ 300 GHz)

*** all'aperto nelle aree intensamente frequentate, per le quali si intendono anche superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente per il soddisfacimento di bisogni sociali, sanitari e ricreativi*



2.2.3 Autorizzazione degli impianti di comunicazione

Il “Codice per le comunicazioni elettroniche” (D.Lgs. n.259 del 1° agosto 2003) detta disposizioni in materia di:

- a) reti e servizi di comunicazione elettronica ad uso pubblico, ivi comprese le reti utilizzate per la diffusione circolare di programmi sonori e televisivi e le reti della televisione via cavo;
- b) attività di comunicazione elettronica ad uso privato;
- c) tutela degli impianti sottomarini di comunicazione elettronica;
- d) servizi radioelettrici.

Per quanto attiene l'aspetto di tutela ambientale e sanitaria, il Codice delle Comunicazioni – art. 87 – definisce i procedimenti autorizzatori relativi all'installazione di infrastrutture di comunicazione elettronica per impianti radioelettrici intesi come torri, tralicci, impianti radio-trasmittenti, ripetitori di servizi di comunicazione elettronica, stazioni radio base per reti di comunicazioni elettroniche mobili GSM/UMTS, per reti di diffusione, distribuzione e contribuzione dedicate alla televisione digitale terrestre, per reti a radiofrequenza dedicate alle emergenze sanitarie ed alla protezione civile, nonché per reti radio a larga banda punto-multipunto nelle bande di frequenza all'uopo assegnate.

Nel seguito si mostrano gli elementi principali del procedimento autorizzatorio.

ENTE COMPETENTE AL RILASCIO DELL'AUTORIZZAZIONE

L'installazione di infrastrutture per impianti radioelettrici e la modifica delle caratteristiche di emissione di questi ultimi è **autorizzata dagli Enti locali**.

DOCUMENTAZIONE TECNICA

L'istanza di autorizzazione alla installazione di infrastrutture deve essere corredata di documentazione tecnica atta a comprovare il rispetto dei limiti, attraverso l'utilizzo di modelli predittivi conformi alle prescrizioni della CEI in conformità con quanto indicato nell'allegato 13.

Nel caso di installazione di **impianti con potenza** in singola antenna uguale od **inferiore ai 20 Watt** (tecnologia UMTS), fermo restando il rispetto dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità sopra indicati, è sufficiente la denuncia di inizio attività (DIA) presentata secondo modelli specifici.

PARERE TECNICO PREVENTIVO

ARPA, ricevuta la documentazione tecnica, deve trasmettere all'Ente locale competente, entro 30 giorni dalla richiesta **un parere tecnico preventivo** in merito alla compatibilità del progetto con i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, stabiliti uniformemente a livello nazionale.



CONFERENZA DI SERVIZI

(Nel **caso di motivato dissenso** di una Amministrazione che deve pronunciarsi entro 30 giorni dalla prima convocazione della Conferenza)

L'approvazione, adottata a maggioranza dei presenti, sostituisce ad ogni effetto gli atti di competenza delle singole Amministrazioni e vale come dichiarazione di pubblica utilità, indifferibilità ed urgenza dei lavori (informazione tempestiva della convocazione e dell'esito della conferenza al Ministero).

Qualora il motivato dissenso, a fronte di una decisione positiva assunta dalla Conferenza, sia espresso da un'Amministrazione preposta alla tutela ambientale, alla tutela della salute o alla tutela del patrimonio storico-artistico, la decisione è rimessa al Consiglio dei Ministri.

SILENZIO-ASSENSO

Se entro **90 giorni** dalla presentazione del progetto e della relativa domanda non sia stato comunicato un provvedimento di diniego, vige il **silenzi-assenso**.

2.3 La normativa regionale

La Regione Lazio sta provvedendo alla regolamentazione della materia mediante una “*Norma concernente gli impianti radioelettrici con frequenza di trasmissione fino a 300 Ghz e gli elettrodotti*”, che – nel rispetto del principio di precauzione sancito dall’articolo 174 del Trattato istitutivo della Comunità Europea, dei principi fondamentali stabiliti dalla Legge quadro, della normativa statale concernente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, nonché del Codice delle comunicazioni elettroniche – detta norme finalizzate a salvaguardare l’ambiente e il paesaggio e a tutelare la salute della popolazione dalla esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, nonché a garantire il corretto insediamento urbanistico territoriale degli impianti radioelettrici e degli elettrodotti.

Con tale norma si intendono disciplinare in particolare:

- a) i criteri localizzativi, gli standard urbanistici e le prescrizioni per l’insediamento degli impianti radioelettrici e degli elettrodotti;
- b) l’esercizio delle funzioni relative all’individuazione dei siti di trasmissione e degli impianti radioelettrici;
- c) le modalità di rilascio delle autorizzazioni per la realizzazione degli impianti radioelettrici;
- d) le modalità di definizione dei tracciati degli elettrodotti;
- e) le modalità di definizione dei piani di risanamento degli impianti radioelettrici e degli elettrodotti esistenti;
- f) la realizzazione e la gestione del catasto regionale delle sorgenti di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- g) le modalità di promozione della ricerca e della divulgazione delle conoscenze scientifiche in materia di inquinamento elettromagnetico.

Tale norma ad oggi risulta ancora in bozza in attesa di approvazione del Consiglio Regionale.



Capitolo 3 Le sorgenti di C.E.M. sul territorio regionale

Premessa

Come visto nel capitolo precedente, nel nostro ambiente di vita al campo elettromagnetico naturale si sovrappongono emissioni generate da sorgenti artificiali, quali impianti di teleradiocomunicazione, linee per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica, elettrodomestici, macchinari di vario genere (forni, elettrosaldatrici, etc.), le cui radiazioni hanno intensità che talvolta sovrastano enormemente quelle naturali e che possono costituire un rischio per la salute dell'uomo, in relazione ad alcune caratteristiche della sorgente emittente come: potenza, direttività, frequenza della radiazione emessa, collocazione della sorgente rispetto ai soggetti esposti.

In questa sede, visto l'obiettivo di fornire una informazione chiara e completa alla popolazione ed a tutti i soggetti interessati, si forniranno in sintesi i dati inerenti le sorgenti di emissione di c.e.m. dei quali oggi dispongono Regione Lazio e ARPA Lazio, suddividendole in sorgenti che generano campi a *bassa frequenza* (elettrodotti, centrali elettriche, cabine primarie e secondarie, stazioni elettriche) e campi ad *alta frequenza* (stazioni radio base, emittenti radio-televisive, ponti radio, radar).

3.1 Sorgenti a bassa frequenza

Le sorgenti a bassa frequenza di maggior interesse dal punto di vista dei rischi connessi all'esposizione della popolazione sono costituite dalle linee ad altissima e ad alta tensione utilizzate per il trasporto e la distribuzione di energia elettrica e dagli elettrodomestici. Tuttavia, mentre le linee ad alta ed altissima tensione possono essere la causa di elevati livelli di esposizione uniformi e prolungati, l'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati da alcuni elettrodomestici, anche in ragione della distanza tra sorgente e soggetti esposti, è generalmente non uniforme nelle diverse parti del corpo e quasi sempre di breve durata, così da non rappresentare un significativo rischio espositivo.

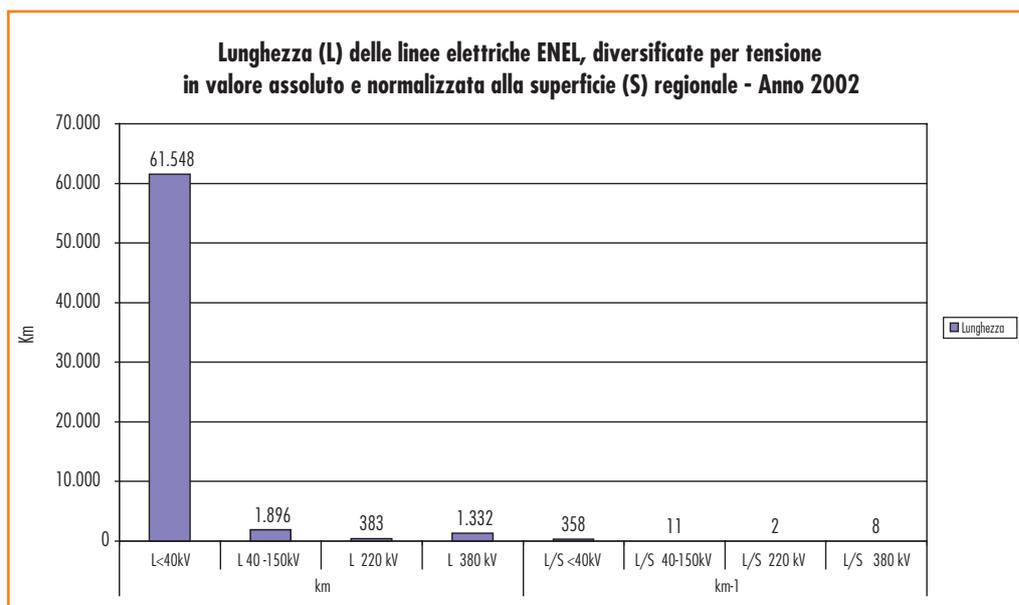
Per questo motivo, si riporta di seguito un dato di sintesi delle linee elettriche ENEL dislocate sul territorio regionale (Figura 17), differenziate per tensione – dato che l'intensità del campo elettrico aumenta con l'aumento della tensione della linea – e rapportate alla superficie del Lazio.

Per comprenderne l'utilizzo e la presenza sul territorio, si consideri che le linee elettriche sono classificabili in funzione della tensione di esercizio come:

- linee ad altissima tensione (380 kV), per il trasporto dell'energia elettrica su grandi distanze;
- linee ad alta tensione (220 kV e 132 kV), per la distribuzione dell'energia elettrica – le grandi utenze (industrie con elevati consumi) possono avere direttamente la fornitura alla tensione di 132KV;
- linee a media tensione (generalmente 15 kV), per la fornitura ad industrie, centri commerciali, grandi condomini ecc.;
- linee a bassa tensione (220-380 V), per la fornitura alle piccole utenze, come le singole abitazioni.



Figura 17 Lunghezza di linee elettriche sul territorio regionale in valore assoluto e diversificate per tensione (km) e Lunghezza delle linee elettriche normalizzata alla superficie regionale e diversificate per tensione (km⁻¹, cioè km di linea per 100 km² di territorio).



Fonte: ISPRA/CTN_AGF su dati di ENEL Terna, ENEL Distribuzione, DEVAL S.p.A., ISTAT.

Per avere un quadro generale, sul territorio laziale le linee elettriche si estendono per 65.159 km (il 5,9% del totale nazionale), per una densità di 378 km di linee elettriche ogni 100 km² di superficie, lievemente superiore a quella media nazionale (365,1).

Analizzando la Tabella 11 si nota, come nel resto d'Italia, che le linee a media e bassa tensione (< 40 kV) sono quelle più sviluppate, costituendo il 94,5% dell'intera rete elettrica regionale.

Tabella 11 Confronto tra densità delle linee elettriche regionale e nazionale.

	L/S <40kV	L/S 40 -150kV	L/S 220 kV	L/S 380 kV	Totale
Lazio	357,3	11,0	2,2	7,7	378,2
Italia	346,0	12,5	3,2	3,3	365,1

Fonte: ISPRA/CTN_AGF su dati di ENEL Terna, ENEL Distribuzione, DEVAL S.p.A., ISTAT.

3.2 Sorgenti ad alta frequenza

I campi elettromagnetici ad alta frequenza (cioè a radiofrequenze e microonde) sono legati soprattutto alla presenza di impianti dedicati alle radiotelecomunicazioni, come i ripetitori radio, radiotelevisivi, e impianti per la telefonia cellulare.



Gli impianti per la diffusione radiofonica e radiotelevisiva (RT), più potenti, sono in genere collocati in aree non urbanizzate (e in altura), mentre le stazioni radio base (SRB) per la telefonia cellulare sono molto diffuse in ambiente urbano. Quest'ultime, tuttavia danno luogo ad un'esposizione meno significativa di quella dovuta ad impianti per la diffusione radiofonica e radiotelevisiva in quanto hanno una potenza in antenna molto più bassa ed una emissione molto più direzionata. L'Italia può essere rappresentato come un Paese a rischio, dal momento che presenta più di 60.000 impianti dedicati alle radiotelecomunicazioni (le stazioni radio base non sono state complessivamente censite) su tutto il territorio, un numero maggiore della media degli altri Paesi europei. Tale dato, tuttavia deve essere considerato anche alla luce della particolare orografia del territorio italiano che impone un notevole frazionamento del numero degli impianti emittenti al fine di garantire la copertura del segnale e quindi il servizio sull'intero paese.

Per offrire un quadro sintetico e significativo, vale specificare che oggi nel Lazio si dispone dei dati relativi alle SRB per la telefonia mobile, opportunamente raccolti allo stato attuale dall'Agenzia stessa; mentre per gli impianti RTV non esiste ad oggi un catasto o archivio informatizzato, che costituisce in effetti uno degli obiettivi primari della legge regionale in fase di approvazione e dei recenti ambiti di collaborazione tra Regione Lazio, ARPA Lazio e Ispettorato Regionale del Ministero delle Comunicazioni.

Tabella 12 Numero impianti SRB al 31.07.2007 (fonte: Ministero delle comunicazioni).

PROVINCIA	N° IMPIANTI
Frosinone	260
Latina	368
Rieti	160
Roma	2.500
Viterbo	263
LAZIO	3.551

Dalla precedente tabella appare evidente come nella provincia di Roma sia presente un numero di SRB notevolmente superiore al resto della Regione.

Figura 18 Impianti SRB per provincia al 31 luglio 2007

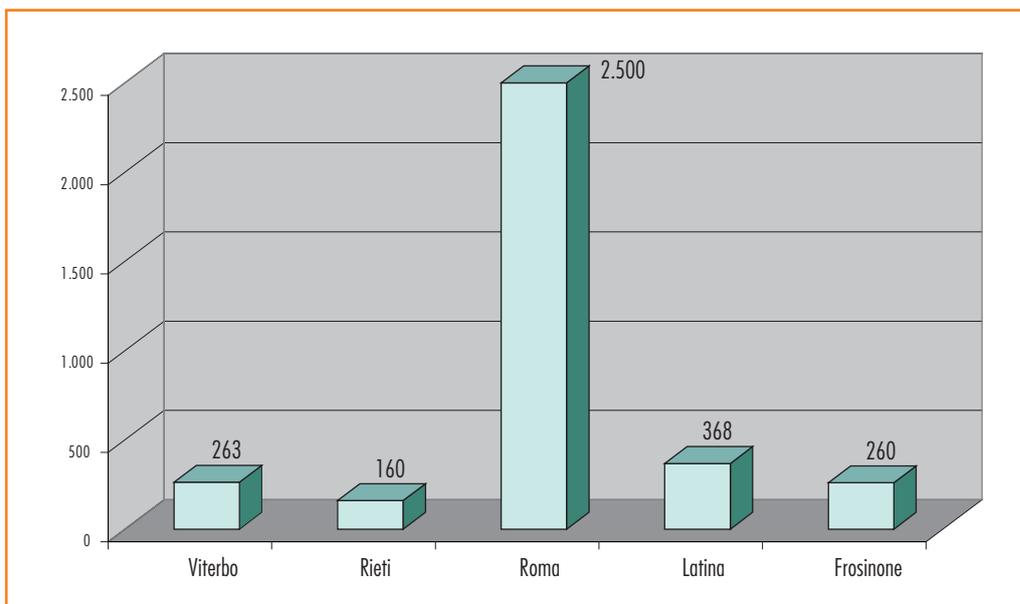


Tabella 12A Dati ISTAT censimento 2001

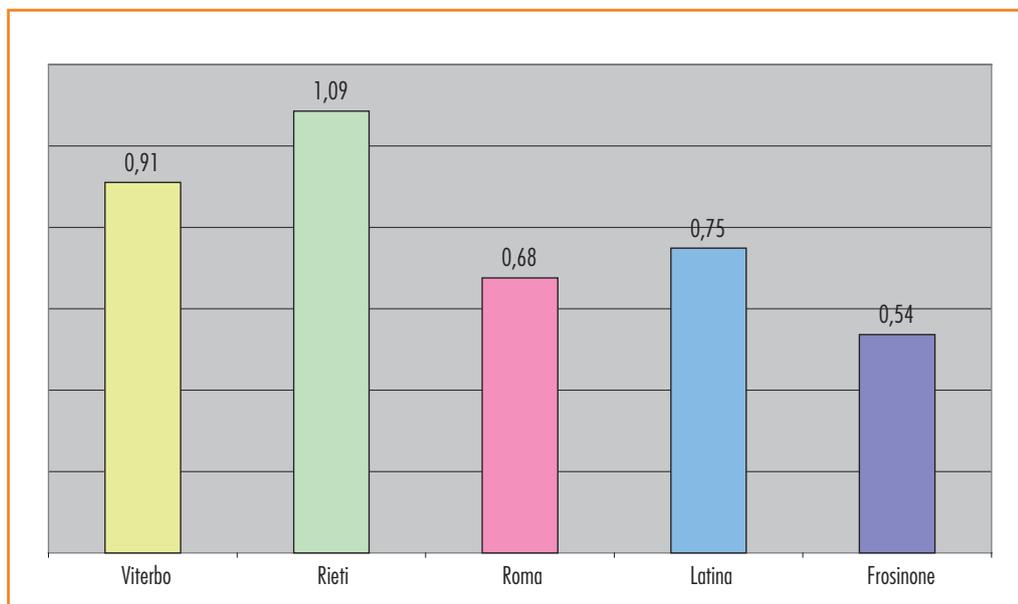
PROVINCE	POPOLAZIONE RESIDENTE	SUPERFICIE (Kmq)	DENSITÀ (ab/Kmq)
Viterbo	288.783	3.612	80
Rieti	147.410	2.749	54
Roma	3.700.424	5.352	691
Latina	491.230	2.251	218
Frosinone	484.566	3.264	148
Lazio	5.112.413	17.228	297

Tabella 12B Distribuzione SRB sul territorio

PROVINCE	NUM. SRB	SRB OGNI 1.000 ABITANTI	NUMERO SRB/SUPERFICIE
Viterbo	263	0,91	0,07
Rieti	160	1,09	0,06
Roma	2.500	0,68	0,47
Latina	368	0,75	0,16
Frosinone	260	0,54	0,08
Lazio	3.551	0,69	0,21

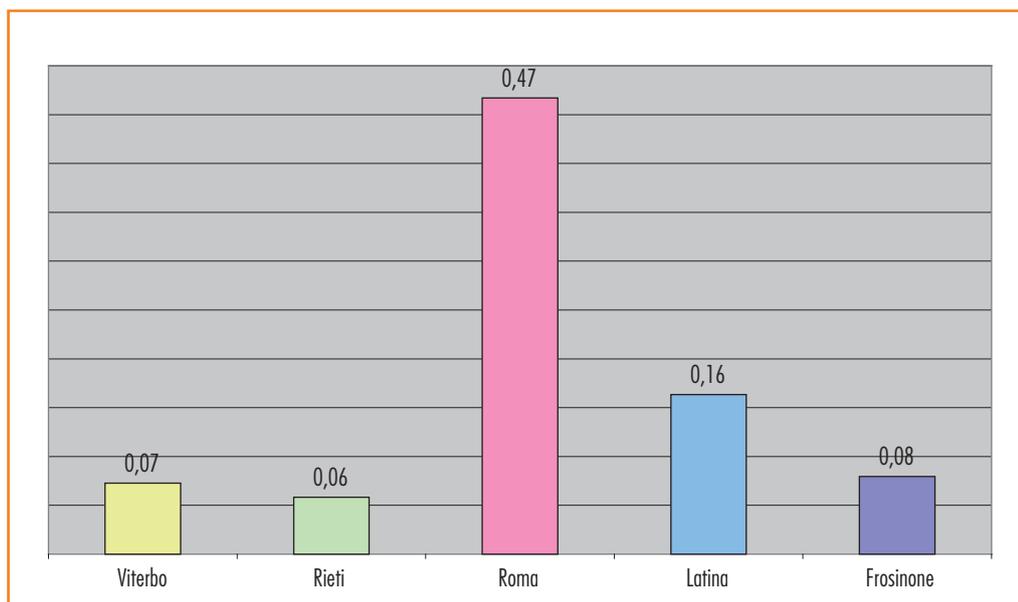


Figura 19 Numero SRB ogni 1.000 abitanti



Analizzando il dato del numero di SRB ogni 1.000 abitanti non si evidenziano significative differenze tra le diverse province, mentre analizzando il numero di SRB in rapporto alla estensione territoriale emerge una significativa differenza tra Roma e le altre province.

Figura 20 Numero SRB per Km²



Capitolo 4 Il controllo nella Regione Lazio

Premessa

In questo scenario legislativo e territoriale, l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio svolge un ruolo determinante di protezione dai campi elettromagnetici, svolgendo compiti di controllo sulle sorgenti di campi elettromagnetici presenti sul territorio e di valutazione preventiva per gli impianti non ancora esistenti.

Nel paragrafo si mostreranno in breve le attività dell'Agenzia in materia di campi elettromagnetici e si presenterà un quadro dei livelli di esposizione rilevati ad oggi sul territorio regionale.

4.1 Il ruolo di ARPA Lazio

L'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio è stata istituita con legge regionale del 6 ottobre 1998, n. 45 come ente strumentale della Regione, le attività svolte dall'ARPA consistono, in particolare, in:

- a) attività di vigilanza, di controllo ed accertamento tecnico attraverso sopralluoghi, ispezioni, campionamenti, misure, analisi di laboratorio, acquisizione di documentazioni ed altre forme, anche su segnalazione di altri enti ed istituzioni, cittadini singoli ed associati, con specifico riguardo a:
 - 1) le condizioni ambientali, le fonti e le cause di inquinamento acustico, dell'aria, delle acque, del suolo e del sottosuolo, i rischi biologici, chimici e fisici per l'ambiente;
 - 2) l'uso pacifico dell'energia nucleare e la protezione dell'ambiente dalle radiazioni e dai campi elettromagnetici;
 - 3) gli interventi per la tutela, il risanamento, il recupero dell'ambiente;
 - 4) il rispetto delle norme vigenti in materia di tutela ambientale;
- b) attività di consulenza, ricerca ed assistenza tecnico-scientifica a favore della Regione, degli enti locali e degli enti gestori delle aree naturali protette relativamente all'esercizio delle rispettive competenze istituzionali in materia ambientale, tra le quali:
 - 1) verifica della congruità e dell'efficacia tecnica della normativa in materia ambientale;
 - 2) formulazione di pareri e proposte relativi ai criteri per la definizione degli standard di qualità dell'aria, delle risorse idriche e del suolo e dei limiti di accettabilità delle sostanze inquinanti;
 - 3) supporto tecnico-progettuale per la pianificazione degli interventi ambientali di area vasta di competenza regionale e per la predisposizione dei piani e progetti ambientali di competenza degli enti locali;
 - 4) supporto tecnico-scientifico per la valutazione di impatto ambientale e per le istruttorie relative all'approvazione di progetti ed al rilascio di autorizzazioni in materia di smaltimento e recupero dei rifiuti, trattamento delle acque reflue, scarichi nelle acque superficiali e sotterranee e sul suolo, emissioni in atmosfera, risparmio energetico ed uso razionale dell'energia, inquinamento acustico, rischio da amianto, radiazioni ionizzanti e campi elettromagnetici;
 - 5) supporto tecnico-scientifico per la valutazione e la prevenzione del rischio di incidenti rilevanti connessi ad attività produttive di cui al decreto del Presidente della Repubblica 17 maggio 1988, n. 175, e successive modificazioni;



- 6) supporto tecnico-scientifico per l'adozione delle azioni di risarcimento del danno ambientale;
- c) attività di supporto tecnico-analitico per i dipartimenti di prevenzione delle aziende USL, ad eccezione delle specifiche attività demandate ad altri enti ed istituti da leggi regionali o nazionali;
- c bis) verifiche, controlli e collaudi impiantistici, anche su richiesta dei soggetti pubblici e privati interessati, già di competenza dei dipartimenti di prevenzione delle aziende USL;
- d) attività informativa sullo stato dell'ambiente mediante comunicazione di dati al sistema informativo regionale per l'ambiente (SIRA);
- e) promozione di iniziative di ricerca di base ed applicata sulle forme di tutela degli ecosistemi, sui fenomeni, cause e rischi dell'inquinamento, sulle applicazioni del marchio CE di qualità ecologica e del sistema di ecogestione e audit, nonché promozione di iniziative di ricerca, assistenza tecnico-scientifica, consulenza e verifica per la diffusione nelle industrie di tecnologie ecologicamente compatibili, di prodotti e sistemi di produzione a ridotto impatto ambientale;
- f) cooperazione a livello tecnico e scientifico con l'agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente ed altri enti ed istituzioni di ricerca del settore;
- g) collaborazione con l'osservatorio epidemiologico regionale del Lazio (...);
- h) collaborazione, nei casi di emergenza, con gli organi competenti per gli interventi di protezione civile ivi comprese le attività antincendio;
- i) cooperazione in programmi di ricerca nazionali e comunitari nelle materie di competenza;
- l) gestione della sezione regionale del catasto dei rifiuti di cui all'articolo 11 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 e successive modifiche, in collegamento con la sezione nazionale del catasto stesso;
- m) promozione delle attività di educazione e di informazione ambientale dei cittadini;
- n) promozione delle attività di formazione, informazione ed aggiornamento professionale degli operatori nel settore ambientale.

In generale, l'attività di ARPA nel campo delle radiazioni non ionizzanti si riconduce a:

1. *valutazioni preventive* ai fini autorizzativi degli impianti radiotelevisivi e delle stazioni radio base per telefonia cellulare;
2. *accertamento della conformità dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici attraverso rilievi strumentali;*
3. *monitoraggio ambientale* ai fini conoscitivi con campagne mirate, controlli su singoli impianti, misure di fondo;
4. *standardizzazione di procedure* per il rilascio di pareri e per misure in campo;
5. *supporto alla Regione nella stesura di leggi regionali, circolari applicative, linee guida;*
6. *formazione / informazione* rivolta alla popolazione e ad operatori tecnici del settore;
7. *sviluppo di nuove metodologie di controllo.*



4.2 Le attività di controllo

4.2.1 Le tipologie di controllo e il risanamento

Le attività di controllo di ARPA nel settore dei campi elettromagnetici sono destinate alle sorgenti di bassa e alta frequenza, potendo distinguersi in due tipologie di controlli:

- *Controlli preventivi* – consentono di determinare i livelli di campo elettromagnetico presenti sul territorio prima della realizzazione di altri impianti, permettendo una valutazione più affidabile e cautelativa dell’impatto risultante dalla presenza di nuove sorgenti. Tali controlli vengono quasi esclusivamente effettuati nell’ambito del procedimento autorizzatorio per l’installazione di nuovi impianti, che si conclude con il rilascio del relativo parere tecnico preventivo da parte di ARPA.
- *Controlli ispettivi* – consentono di determinare i livelli di campo elettromagnetico presenti sul territorio in assenza di una valutazione o pianificazione preventiva, dunque mirano a rilevare lo stato elettromagnetico di un sito sia per motivi conoscitivi sia per verificare la conformità alle direttive progettuali ed alle norme vigenti degli impianti esistenti. Tali controlli vengono effettuati su richiesta di Enti locali, Autorità giudiziarie e Forze dell’ordine, associazioni, rappresentanze civiche e cittadini, nonché su iniziativa dell’Agenzia, al fine di valutare la situazione espositiva nel complesso di un dato territorio.

Nel caso l’Agenzia rilevi in un dato sito – mediante una tecnica di misura detta ‘a banda larga’ – dei livelli di esposizione superiori ai limiti previsti dalle norme di settore, viene attivata una procedura tesa ad accertare il superamento dei limiti e contestualmente a determinare l’impianto/i responsabile/i del superamento – utilizzando una tecnica di misura detta ‘a banda stretta’. Successivamente, si avvia una procedura di ‘riduzione a conformità’ delle emissioni.

Questa procedura prevede in ordine le seguenti fasi:

1. ARPA comunica alla Regione ed al CORECOM la rilevazione di non conformità per un impianto specifico;
2. la Regione apre una procedura di ‘riduzione a conformità’ verso il proprietario dell’impianto, determinando l’intervento necessario affinché l’impianto si riconduca nei termini di legge;
3. il proprietario dell’impianto effettua il risanamento richiesto dalla Regione e ne dà comunicazione;
4. ARPA effettua un controllo per accertare la riconduzione ai termini di legge dell’impianto in esame.

4.2.2 Le attività svolte nel periodo 2001-2007

Le indagini sono state svolte sia in risposta ad esigenze specifiche, spesso dettate da richieste di privati cittadini che sentono la necessità di conoscere l’entità dei campi elettromagnetici in prossimità di una data antenna o di un tratto di elettrodotto, sia allo scopo di valutare la situazione espositiva nel complesso di un dato territorio.

Di pari passo crescono le richieste di pareri tecnici preventivi da parte dei gestori delle reti di telefonia mobile sull’installazione di nuovi apparati, così come dettato dalla vigente normativa.

Nella tabella 13 sono riportati il numero totale di interventi di controllo preventivo (pareri a fini autorizzativi) ed ispettivo (sopralluoghi e ispezioni) effettuati nella regione Lazio dal 2001 al 2007.

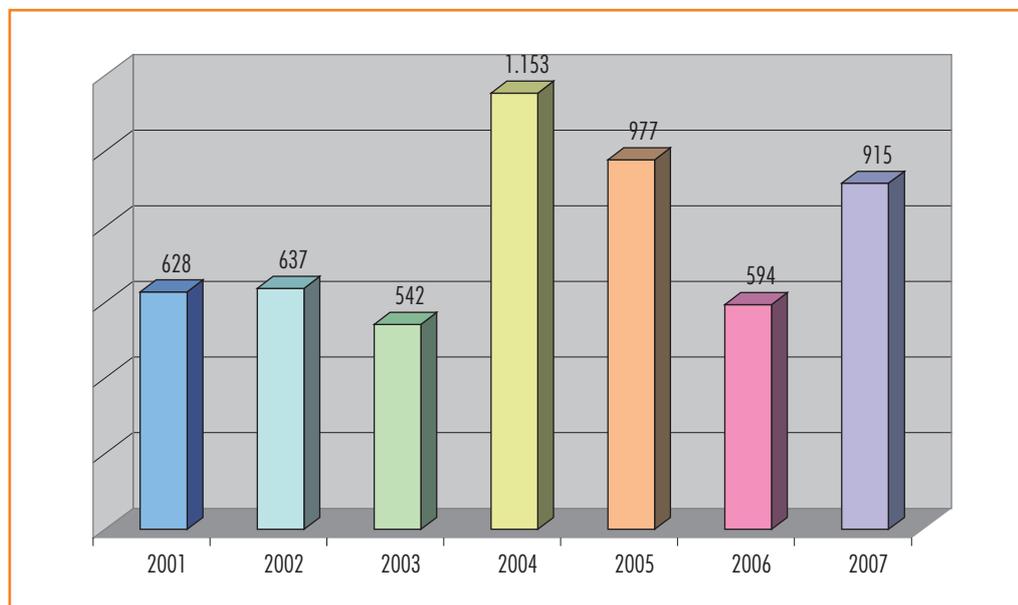


Tabella 13 Controlli sui C.E.M. nella Regione Lazio

Provincia	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007	
	Pareri	Controlli	Pareri	Controlli	Pareri	Controlli	Pareri	Controlli	Pareri	Controlli	Pareri	Controlli	Pareri	Controlli
RM	392	222	368	219	259	311	770	250	490	437	129	162	496	351
LT	80	70	81	81	115	154	88	170	148	30	142	80	101	25
FR	88	56	86	86	58	120	136	220	219	666	227	446	189	219
VT	55	47	82	85	87	16	121	26	97	95	64	63	70	57
RI	13	14	20	20	23	17	38	40	23	69	32	65	59	75
Totale	628	409	637	491	542	618	1.153	706	977	1297	594	816	915	727

In figura 21 sono riportati gli interventi di controllo preventivo eseguiti negli anni 2001-2007.

Figura 21 Distribuzione dei pareri preventivi rilasciati dal 2001 al 2007



Nella figura 22 vengono riportati gli interventi di controllo ispettivo effettuati nel periodo 2001-2007.

Figura 22 Distribuzione dell'attività di controllo sul territorio effettuata dal 2001 al 2007

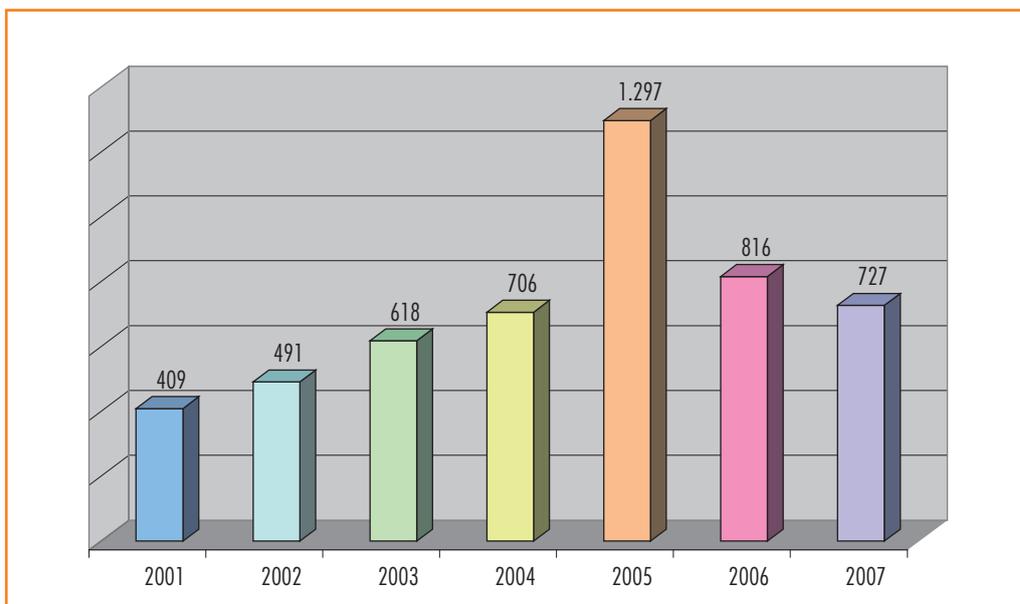
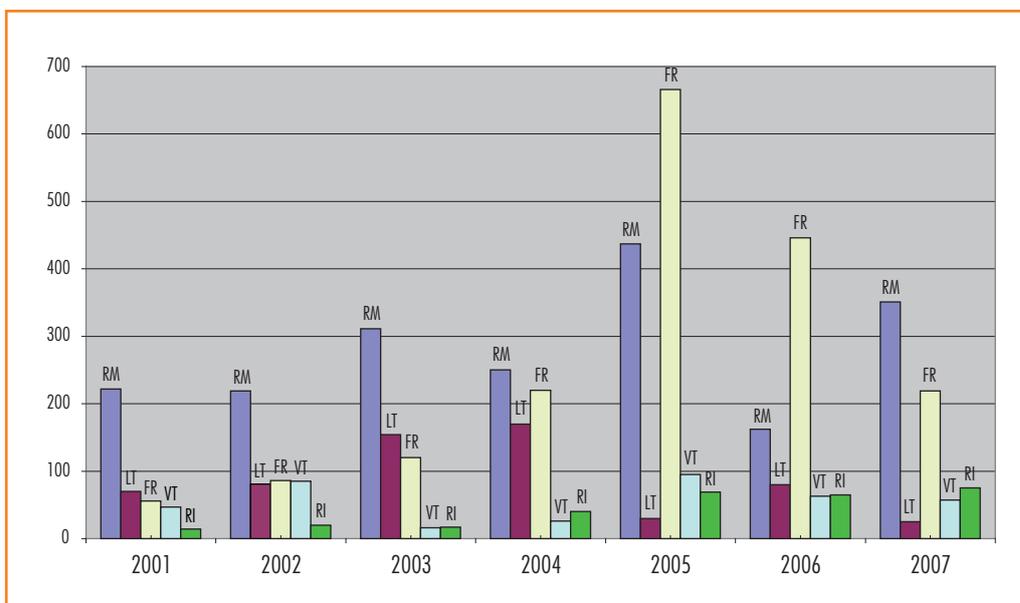


Figura 23 Distribuzione dei controlli per provincia



I dati testimoniano un'intensa attività di controllo. L'aumentata sensibilità delle autorità locali rispetto a problematiche legate ai campi elettromagnetici, nonché la costante preoccupazione della popolazione allarmata dalla crescente presenza di impianti di telecomunicazioni all'interno del tessuto urbano, hanno fatto in modo che il numero di interventi in questo campo sia costantemente aumentato dal 2001 al 2005, raggiungendo un livello stabile nell'ultimo triennio.



Capitolo 5 Il monitoraggio delle sorgenti a radiofrequenza

5.1 La domanda del territorio

Negli ultimi anni il tema dei campi elettromagnetici (c.e.m.) è stato visto dall'opinione pubblica come uno dei principali problemi ambientali e sanitari del Paese ed in particolare della regione Lazio, generando quindi una sensibilità specifica particolarmente forte e diffusa.

Certamente l'incremento sostanziale del numero di impianti installati sul territorio, specialmente relativo alle alte frequenze con gli impianti per la telefonia cellulare che vanno moltiplicandosi per garantire un servizio agli utenti sempre più efficace ed economico (si pensi allo sviluppo del sistema UMTS), ha contribuito ad acuire tale sensibilità, aprendo poi l'attenzione sulle altre fonti di esposizione ai c.e.m. preesistenti, quali gli impianti per la diffusione radiofonica e radiotelevisiva, gli elettrodomestici e gli impianti per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica.

A tal proposito, dunque, si individua di recente una crescente domanda di informazione sul tema specifico a vario titolo, cioè non solo da parte della cittadinanza e delle sue rappresentanze (comitati e rappresentanze civili, associazioni ambientaliste, etc.), ma pure dagli enti locali, dal sistema imprenditoriale, dalle istituzioni scientifiche e sanitarie.

Elementi utili emergono dall'esperienza dell'Agenzia e dai risultati di alcune indagini d'opinione (svolte dall'Agenzia nel triennio 2002-2004), fra le quali appare significativo sottolineare il punto di vista degli operatori del settore e della popolazione, espressi di seguito in sintesi:

- gli operatori del settore nel 2002 (circa 120 intervistati, specie pubbliche amministrazioni e imprese) non avevano individuato nell'esposizione ai c.e.m. una delle criticità principali del Lazio. Mentre in uno studio successivo (2004), emergeva un chiaro aumento del fenomeno segnalato dai Comuni (specie Roma e alcuni Comuni nel frusinate), sia perché aggravati dai procedimenti tecnico-amministrativi per le autorizzazioni all'installazione di impianti, sia perché i cittadini appaiono piuttosto sensibili al loro incremento sul territorio;
- la popolazione regionale (come conferma l'indagine telefonica del 2004 su 2.500 adulti residenti) si presenta mediamente preoccupata per l'inquinamento elettromagnetico dell'ambiente in cui vivono (32% degli intervistati, in particolare nella provincia di Roma). A ciò si accompagna un buon interesse al tema e, nel contempo, un riconoscimento dello scarso livello di informazione, al di là delle notizie fornite dalla stampa e dalla televisione di natura prevalentemente allarmistica, con una crescente richiesta di informazioni e controlli a garanzia della salute.

5.2 Dal controllo al monitoraggio

A questa domanda crescente di controllo e di informazioni, come visto, l'Agenzia ha risposto nel tempo incrementando la quantità e la qualità delle misure sul campo, razionalizzando le procedure di lavoro e potenziando la strumentazione ed il personale qualificato necessario allo scopo.

Tuttavia, ben presto si è reso evidente che, nonostante il legislatore, attento alla evoluzione del sentire della società, abbia intrapreso azioni decise e rivoluzionarie nella formulazione di norme di settore, specie se confrontate con il panorama internazionale, queste scelte hanno comunque contribuito poco all'attenuazione delle tensioni, benché i vari soggetti coinvolti (imprese, amministratori locali, enti di controllo) si fossero abbastanza rapidamente adeguati alla politica nazionale.

Si è assistito, perciò, al maturare di nuove e più complesse necessità della popolazione e degli opera-



tori del settore, le quali non potevano essere soddisfatte dalle attività svolte a livello istituzionale da parte delle autorità di controllo. Le misurazioni in campo effettuate secondo termini di legge, infatti, si caratterizzano per la forte variabilità rispetto all'istante di misura, non consentono uno studio temporale dell'esposizione presente in un dato sito e possono non rispondere all'esigenza del cittadino di sentirsi "garantito e protetto".

Tali limiti rivelano come la funzione di controllo, che continua ad essere svolta con il medesimo impegno da tutte le ARPA/APPA e dalla quale derivano le azioni amministrative previste dalle norme di settore, richieda una integrazione con nuovi strumenti di conoscenza dell'ambiente, capaci di fornire un quadro completo e puntuale delle fonti di inquinamento e dello "stato elettromagnetico" del territorio regionale.

L'evoluzione del fenomeno in termini tecnici, della sua gestione da parte dell'amministrazione locale e della sensibilità sociale allo stesso, dunque, fornisce una nuova domanda di informazione e controllo che si riconduce ad una funzione di monitoraggio capillare del territorio, al quale deve corrispondere un processo di informazione e comunicazione efficace e trasparente, diretto al cittadino ed alla sua richiesta di garanzie per la salute.

5.3 Il monitoraggio in continuo dei livelli di C.E.M.

5.3.1 Obiettivi e benefici

Una delle principali risposte alla nuova domanda di informazione e controllo in materia di esposizione ai campi elettromagnetici, è rappresentata dalla realizzazione di reti di monitoraggio in continuo dei livelli di c.e.m., consistenti nella localizzazione di centraline che effettuano misure per periodi prolungati in siti considerati 'critici' dalla popolazione e ritenuti meritevoli di attenzione da parte del soggetto preposto alla misura.

Questa forma di monitoraggio del territorio consente di raggiungere tre obiettivi di estrema rilevanza:

- informare in modo corretto ed efficace la cittadinanza sui livelli di c.e.m. effettivamente presenti sul territorio, svolgendo un ruolo sociale di attenuazione degli allarmismi e di comprensione effettiva del fenomeno e degli eventuali rischi correlati;
- fornire alla Regione e agli enti locali ulteriori dati e informazioni utili per migliorare il processo di localizzazione e di controllo sul territorio di impianti sorgenti di c.e.m., favorendo le condizioni per uno sviluppo socio-economico che equilibri la tutela dell'ambiente e della salute umana con le esigenze di vita dell'individuo;
- offrire alla comunità scientifica conoscenze complete e organiche sul fenomeno elettromagnetico, potendo disporre di informazioni temporali e spaziali inerenti la distribuzione dei livelli di c.e.m. nell'ambiente correlabili alla presenza di impianti sorgente di emissione.

5.3.2 Il piano nazionale di monitoraggio dei C.E.M.

A conferma dell'impegno profuso dal Paese e degli enti locali su questa delicata tematica, il Ministero delle Comunicazioni ha individuato forme di finanziamento aggiuntive, rispetto a quelle già previste dalla Legge n.36/2001, per lo sviluppo di attività di ricerca nel campo dei c.e.m., per il potenziamento delle autorità deputate al controllo, per la realizzazione di strumenti innovativi nel campo del controllo ambientale.



Tra le varie attività, il Ministero ha affidato alla Fondazione “Ugo Bordini” la progettazione e la realizzazione della rete nazionale di monitoraggio dei livelli di c.e.m., con il fine ultimo di dar vita ad un sistema unificato di monitoraggio su scala nazionale che, perseguendo anche l’obiettivo di informare l’opinione pubblica sui livelli di inquinamento, intende rendere più semplice e trasparente lo sviluppo delle nuove tecnologie.

Il piano nazionale ha previsto una prima fase sperimentale nel 2002 svolta nel Comune di Roma, alla quale ha fatto seguito la creazione della rete nazionale (avviata con la Convenzione tra Ministero e Fondazione nell’aprile 2003 e conclusasi nel dicembre 2005), composta da oltre 1.200 centraline di misura in continuo dei c.e.m. del tipo rilocabile, suddivise per le diverse regioni in proporzione al numero di abitanti.

In questo contesto, quindi, il Ministero ha coinvolto Regioni ed enti locali destinando loro ulteriori risorse, nonché le Agenzie Regionali e Provinciali per la Protezione Ambientale (ARPA/APPA), in quanto presenti sul territorio e deputate alle attività di controllo ambientale, dunque ritenute capaci di offrire un valore aggiunto di conoscenza, esperienza ed operatività indispensabile per selezionare i siti idonei, effettuare misure affidabili e dare significatività ai dati raccolti.

5.3.3 La rete regionale

L’attività di monitoraggio nella regione Lazio ha previsto, in base ai protocolli di collaborazione con la Fondazione, una prima fase di sperimentazione, della durata di 12 mesi (aprile 2002 - aprile 2003), condotta effettuando 50 campagne di misura, localizzate nei comuni di Roma (33) e Viterbo (17).

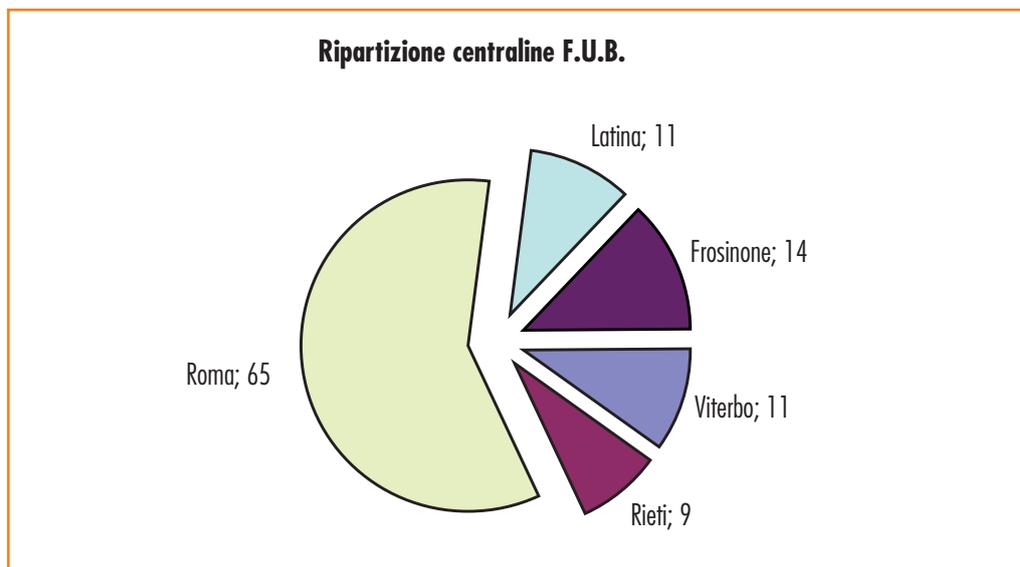
Al termine di tale fase, destinata in gran parte ad edifici scolastici (78%) e nella quale non sono stati individuati siti con valori superiori ai limiti previsti dalla legge (pari a 6 V/m), la Fondazione ha messo a disposizione di ARPA Lazio 15 centraline di misura, consentendo l’avvio della fase di monitoraggio per l’intero territorio regionale.

La rete regionale, tuttavia, raggiunge il suo assetto definitivo nel corso dell’anno 2005, quando la Fondazione consegna all’Agenzia ulteriori 95 centraline di misura (27 a febbraio e 68 a dicembre) che completano il parco strumentale spettante alla regione Lazio e potenziano fortemente la capacità di monitoraggio delle strutture provinciali avviando una nuova fase organizzativa.

Nel complesso, la rete regionale del Lazio per il monitoraggio in continuo dei livelli di c.e.m. è costituita da 110 centraline di misura, ripartite fra le 5 Sezioni Provinciali dell’Agenzia in proporzione alla popolazione residente presso le 5 province (Figura 24), le quali svolgono le azioni di selezione dei siti da monitorare, di installazione e disinstallazione delle centraline, di raccolta e validazione dei dati e, infine, di invio degli stessi al Centro di Coordinamento Regionale dell’Agenzia, responsabile della trasmissione dei dati alla Fondazione e della loro elaborazione a livello regionale.



Figura 24 Ripartizione provinciale delle centraline di misura della Rete di Monitoraggio del Lazio (2005).



Per completezza di presentazione è importante precisare che in termini tecnici le misure effettuate con le centraline della rete di monitoraggio in continuo non possono sostituire le misure effettuate dall'Agenzia nell'ambito dell'attività di controllo istituzionale, cioè non sono valide ai fini della verifica di conformità degli impianti rispetto ai limiti di esposizione previsti dalla normativa nazionale. Per questo motivo la rete regionale è utilizzata ai fini di una ricognizione del fenomeno elettromagnetico sul territorio e di una informazione corretta della popolazione sugli effettivi livelli di esposizione nei luoghi di vita quotidiana, potendo così integrare ed arricchire il quadro conoscitivo dell'Agenzia e dunque migliorare la sua capacità di vigilanza, controllo e prevenzione per la tutela dell'ambiente e della salute umana.

Architettura della Rete di Monitoraggio

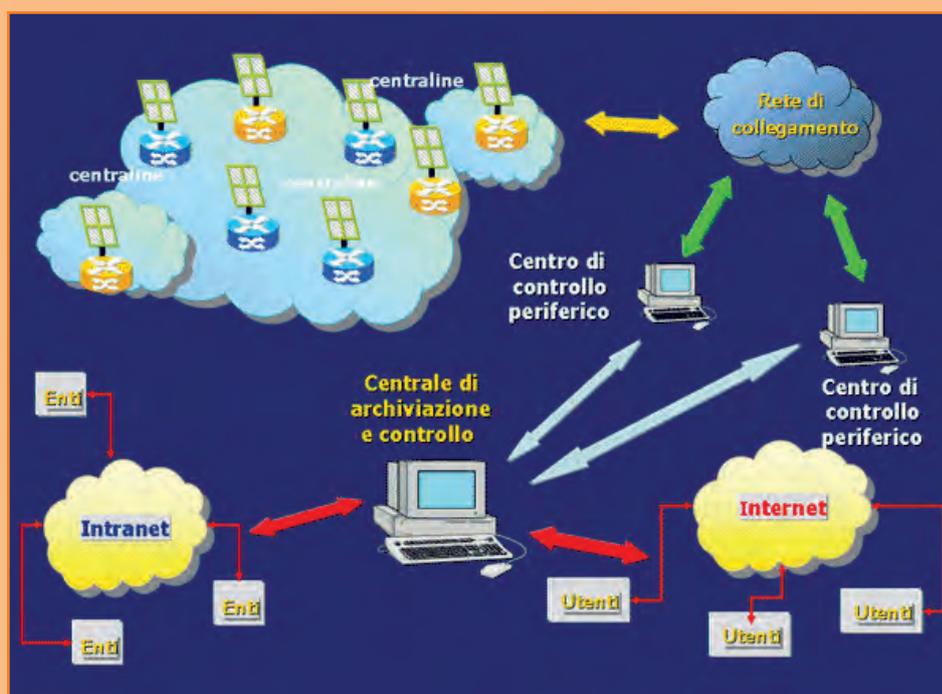
Dal punto di vista tecnico, la rete di monitoraggio viene realizzata mediante l'utilizzo di centraline di misura rilocabili sul territorio, dotate di uno o più sensori isotropici a banda larga, operanti nell'intervallo di frequenza compreso tra 100 kHz e 3 GHz, che registrano in continuo il valore efficace di campo elettrico, mediato su un intervallo di 6 minuti, come previsto dalla normativa vigente.

Le centraline trasmettono, via GSM, i dati ad un centro di controllo periferico, gestito da ciascuna struttura provinciale, il quale, oltre all'acquisizione giornaliera, consente l'elaborazione dei dati mediante software specifici e provvede alla gestione delle informazioni necessarie per disporre di un quadro d'insieme a livello provinciale.

A questo punto, grazie ad un'architettura di collegamento di tipo client-server, il centro di controllo periferico trasmette i dati ad una centrale di controllo ed archiviazione di livello regionale, cui spetta il compito dell'invio presso il centro di raccolta nazionale della Fondazione "Ugo Bordini".

Infine, la Fondazione stessa cura la diffusione al pubblico dei dati raccolti da ciascuna centralina dell'intera rete nazionale, mediante l'apposito sito web <http://www.monitoraggio.fub.it/>.

Figura 25 Architettura della rete regionale



5.4 Il monitoraggio nella regione Lazio

5.4.1 Il posizionamento delle centraline

Come detto, la modalità di monitoraggio in continuo offre importanti benefici fra i quali quello di svolgere un ruolo sociale di attenuazione degli allarmismi, poiché si realizza posizionando in periodi prolungati la centralina di misura in siti considerati ‘critici’. Questo elemento consente al cittadino di conoscere il livello reale di esposizione ai c.e.m. nel luogo di interesse (abitazione privata, edificio scolastico, luogo di lavoro o pubblico che sia) e, non ultimo, offre rassicurazioni perché genera una situazione di controllo permanente, particolarmente apprezzata in virtù delle attuali carenze di informazioni da parte dell’opinione pubblica e delle conseguenti preoccupazioni spesso non corrispondenti ad una effettiva condizione di rischio.

Per questi motivi, la collocazione delle centraline di misura sul territorio definita dalle Sezioni Provinciali di ARPA ha risposto a precisi criteri stabiliti preventivamente, trasparenti e pubblici, che da un lato hanno permesso di evitare la realizzazione di misure non significative (con conseguente dispendio di tempo e di risorse) e dall’altro hanno consentito di svolgere senza condizionamenti o pressioni di varia natura un’attività importante per la comunità.

I criteri fondamentali per selezionare il sito da monitorare sono stati:

- elevata densità di impianti sorgenti di c.e.m. in un’area limitata;
- elevata densità abitativa nell’area di interesse;
- sensibilità della cittadinanza legata alla effettiva esposizione ai c.e.m. nell’area di interesse.

Qualora tali fattori si presentavano contemporaneamente l’Agenzia considerava il sito come ‘critico’, impegnandosi a realizzare una campagna di misura in tempi brevi, altrimenti valutava l’urgenza della situazione caso per caso, anche in relazione alle reali condizioni di esposizione ai c.e.m. documentate da attività di controllo svolte in precedenza.

Con questo approccio, le priorità di posizionamento delle centraline di misura sono state:

Priorità 1 – assegnata a possibili “criticità” ambientali, ovvero elevata densità di impianti correlata alla concentrazione di aree residenziali o di recettori “sensibili” potenzialmente interessati (p.e. scuole, ospedali, etc.), in tal caso sono state monitorate le zone frequentate dalle persone maggiormente esposte ai c.e.m. Particolare urgenza è stata data ai casi di evidente sensibilità e disagio dei cittadini testimoniate dalla presenza di esposti, dalla costituzione di comitati o altro;

Priorità 2 – assegnata a zone ad alta sensibilità sociale, anche indicate dalle Amministrazioni Comunali, a condizione che l’area sia interessata dalla presenza di uno o più impianti sorgente di c.e.m.. Di nuovo, particolare urgenza è stata data ai casi di sensibilità e disagio segnalate da esposti, comitati o altro;

Priorità 3 – assegnata alle aree non caratterizzate da una elevata densità abitativa o sensibilità sociale (p.e. aree extra-urbane o rurali), dove sono presenti sorgenti di c.e.m. che l’Agenzia ha giudicato opportuno esaminare per una conoscenza completa e capillare del fenomeno elettromagnetico del territorio nel suo complesso.

5.4.2 Le modalità operative

La funzione di monitoraggio svolta dalle strutture territoriali dell’Agenzia (Sezioni Provinciali), usufruendo delle centraline di misura a disposizione, è stata articolata in 4 attività principali:

- a) selezione dei siti da monitorare – effettuata come visto secondo criteri prestabiliti e con una organizzazione rispondente alle priorità indicate;
- b) installazione e disinstallazione delle centraline – in ambiente esterno, in posizione significativa rispetto all'impianto sorgente di c.e.m. (cioè in prossimità dell'impianto, nella sua direzione di irraggiamento ed, eventualmente, nella zona in cui si rileva il livello di campo più elevato, mediante una misura preventiva con sensori a banda larga);
- c) raccolta e validazione dei dati – svolta interrogando la centralina via GSM, scaricando i dati relativi alle misure ed effettuando la validazione (cioè la valutazione della affidabilità del dato, con l'eventuale correzione di dati inficiati da fattori di disturbo esterni al livello effettivo di c.e.m. presente del sito);
- d) trasmissione dei dati al Centro di Coordinamento Regionale.

Foto 1-2 Esempi di posizionamento di centraline di misura presso impianti sorgente di C.E.M.



Ciascuna campagna di misura è stata corredata da una descrizione sintetica del sito monitorato (oltre che da un report con il grafico temporale e l'analisi statistica delle misure registrate), contenente:

- coordinate geografiche,
- indirizzo,
- descrizione del sito,
- posizione e tipo di impianto sorgente di c.e.m.,
- tipologia di sito,
- data e ora di installazione e disinstallazione.

L'insieme di queste informazioni è stato archiviato a livello centrale dal Centro di Coordinamento Regionale, il quale, oltre alla trasmissione dei dati alla Fondazione "Ugo Bordoni" per la diffusione al pubblico, ne ha curato l'elaborazione su scala regionale per i fini interni ed esterni all'Agenzia, mediante creazione di un apposito database e di una mappatura su cartografia in formato digitale.

5.5 I risultati del monitoraggio 2002-2005

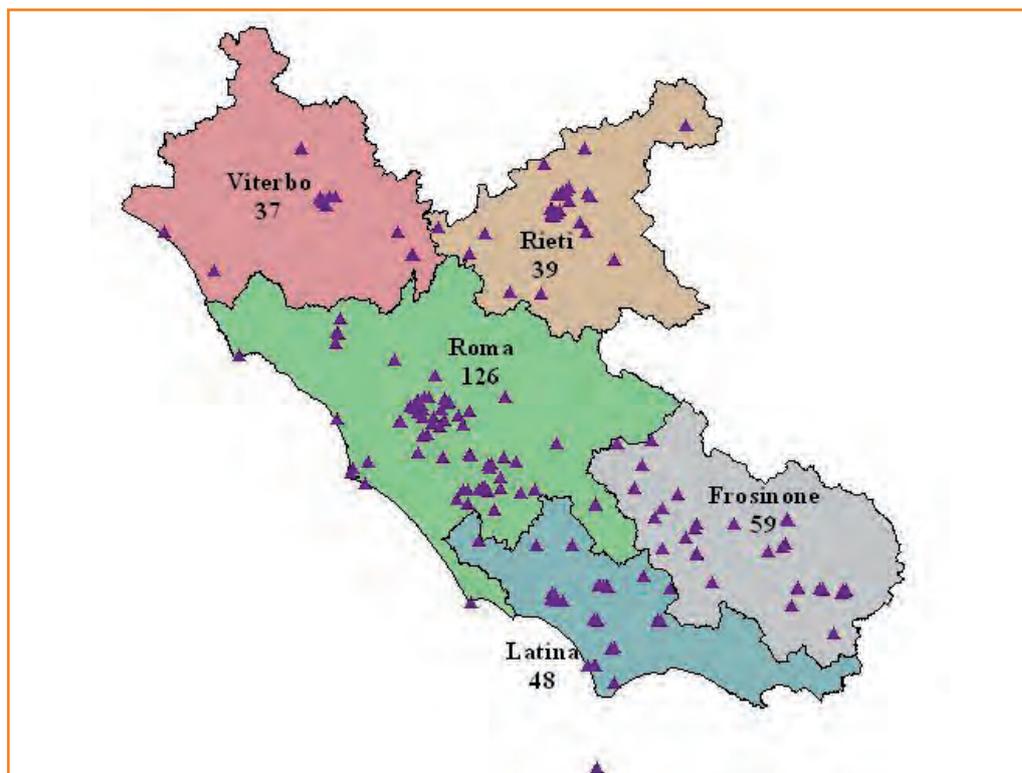
5.5.1 L'attività provinciale

L'attività di monitoraggio in continuo nel territorio regionale, nel corso del quadriennio 2002-2005, ha consentito ad ARPA Lazio di svolgere complessivamente oltre 450 campagne di misura. Nel seguito, tuttavia, si presentano i dati relativi a 309 siti per i quali si detengono dati validati, per un totale di quasi 5.000 giorni di monitoraggio.

Come evidente dalla Figura 26, dove si riportano i siti monitorati ed il numero totale per provincia, una gran parte dell'attività ha riguardato la provincia di Roma (oltre il 40%), anche perché la struttura territoriale dell'Agenzia è stata dotata di risorse umane e strumentali in numero consistente e sin dal principio dell'attività. A seguire, il numero totale di siti sottoposti a misura vede in ordine le province di Frosinone (19%) e Latina (16%), infine Rieti (13%) e Viterbo (12%).

Nel complesso l'Agenzia ha posto sotto monitoraggio siti appartenenti a 66 Comuni, selezionati a partire dalle priorità sopra indicate, che evidentemente rappresentano solamente una parte del territorio regionale. Infatti, poiché in genere gli elementi allarmanti per il cittadino sono la vicinanza fisica e la visibilità dell'impianto sorgente di c.e.m., sino ad oggi le aree di maggiore interesse per il monitoraggio sono corrisposte da una lato alle aree urbane grandi e densamente popolate (p.e. Roma, Viterbo, Latina e Rieti), dall'altro ai piccoli centri abitati limitrofi a zone collinari e montuose dove si posizionano preferibilmente gli impianti di telecomunicazione (p.e. Colli Albani a sud di Roma, diverse zone nella provincia di Frosinone e nell'alta provincia di Latina).

Figura 26 Carta regionale dei siti monitorati in continuo nel periodo 2002-2005



Per un quadro complessivo dell'attività di monitoraggio svolta nel quadriennio sul territorio regionale, si rimanda alla Tabella 14, dove si riporta il dato annuo per provincia del numero di siti monitorati e dei giorni di misura effettuati con le centraline.

Tabella 14 Attività di monitoraggio in continuo svolta nelle province del Lazio, periodo 2002-2005

PROVINCIA	ATTIVITÀ SVOLTE	2002	2003	2004	2005	TOTALE
FROSINONE	Giorni di misura		166	132	717	1.016
	N° siti monitorati		13	11	35	59
LATINA	Giorni di misura		121	49	530	700
	N° siti monitorati		10	4	34	48
RIETI	Giorni di misura		7	17	571	595
	N° siti monitorati		2	3	34	39
ROMA	Giorni di misura	299	330	235	1.226	2.090
	N° siti monitorati	24	35	22	45	126
VITERBO	Giorni di misura		287	35	110	432
	N° siti monitorati		25	4	8	37
Totale	Giorni di misura	299	911	468	3.154	4.832
Totale	N° siti monitorati	24	85	44	156	309

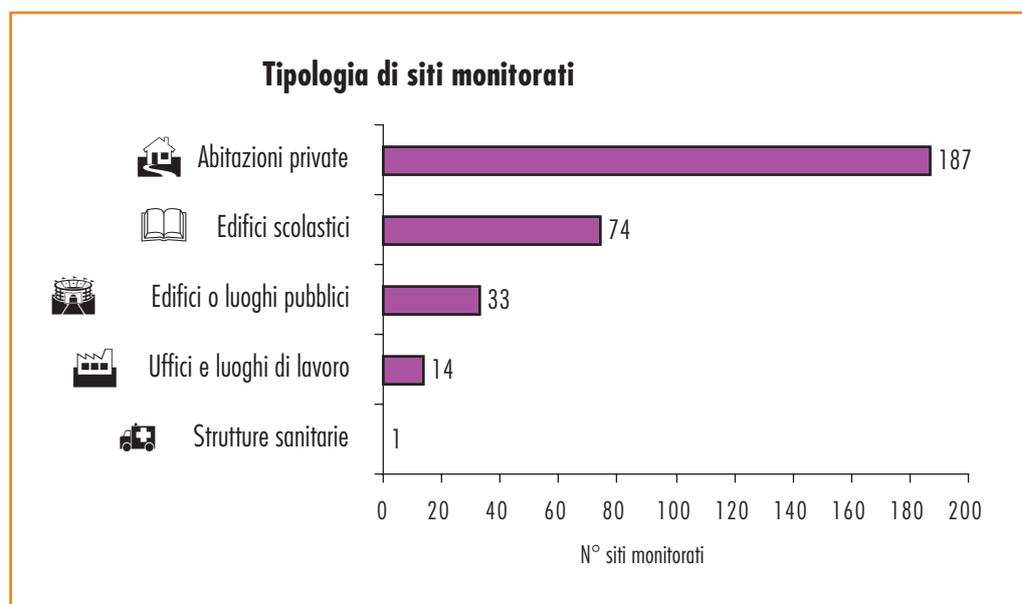
5.5.2 I siti monitorati

L'attività di monitoraggio, come anticipato, è stata destinata in modo prioritario a situazioni ambientali potenzialmente "critiche", ovvero caratterizzate da una concentrazione locale di impianti e di aree residenziali o di recettori "sensibili" potenzialmente interessati (p.e. scuole, ospedali, uffici, etc.), con particolare urgenza per i casi di evidente preoccupazione dei cittadini testimoniata dalla presenza di esposti e di comitati specifici.

Per questo motivo, la tipologia di sito maggiormente sottoposta a monitoraggi è stata l'abitazione privata (60%), segnalando una attenta risposta dell'Agenzia alla domanda di informazioni e garanzie da parte del cittadino nella sua individualità, seguita dall'edificio scolastico (24%, specie nella fase di sperimentazione) e dai luoghi ed edifici pubblici (11%, p.e. piazze, impianti sportivi, mercati rionali, biblioteche, giardini, alberghi, aree monumentali), ed infine dagli uffici e luoghi di lavoro (4,5%).



Figura 27 Tipologia di siti monitorati nel Lazio, periodo 2002-2005



Per completezza, si riporta di seguito la Tabella 15, nella quale si indica con dettaglio provinciale l'attività di monitoraggio effettuata sulle diverse tipologie di siti, nel periodo 2002-2005.

Tabella 15 Tipologie di siti monitorati nelle province del Lazio, periodo 2002-2005

PROVINCIA	TIPOLOGIA DI SITO					TOTALE
	ABITAZIONI PRIVATE	EDIFICI SCOLASTICI	LUOGHI PUBBLICI	LUOGHI DI LAVORO	STRUTTURE SANITARIE	
FROSINONE	50	-	4	5	-	59
LATINA	37	2	7	2	-	48
RIETI	26	10	1	2	-	39
ROMA	56	47	18	4	1	126
VITERBO	18	15	3	1	-	37
Totale	187	74	33	14	1	309

5.5.3 I livelli di campo rilevati

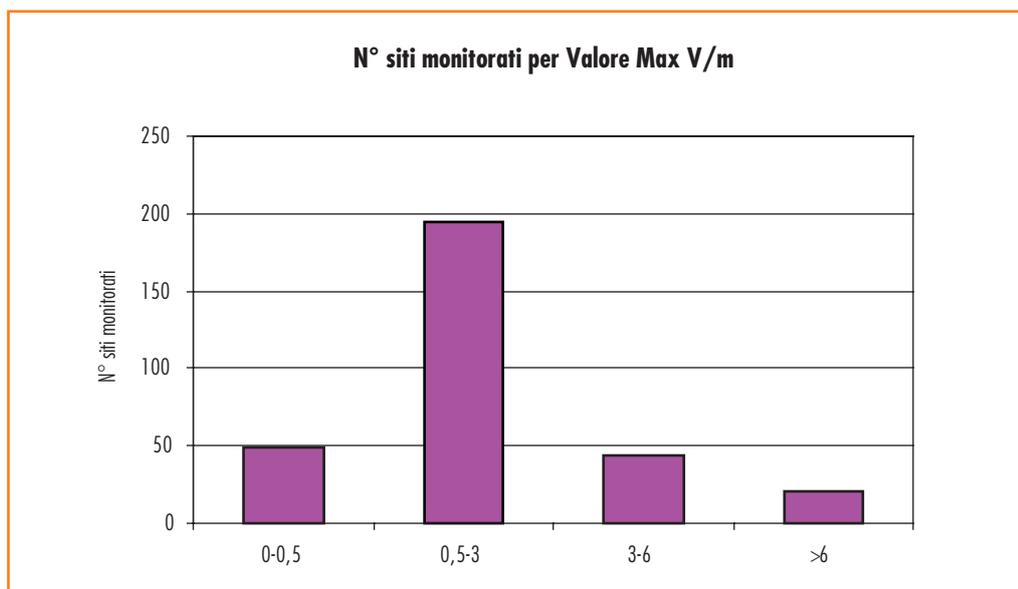
Si presentano ora i risultati principali emersi dall'attività di monitoraggio in continuo dei livelli di c.e.m. nella regione Lazio, ricordando che le misure così effettuate non sono valide ai fini della verifica di conformità degli impianti rispetto alla legge, tuttavia costituiscono una informazione rilevante ai fini conoscitivi del fenomeno e sufficiente per poter approntare l'azione di controllo istituzionale dell'Agenzia.



Inoltre, si precisa che l'indicatore scelto per rappresentare in sintesi il livello di campo elettromagnetico misurato nel corso di una campagna di monitoraggio del singolo sito, è il massimo tra i valori efficaci e validi di V/m registrati nei diversi giorni. Questa scelta, pur costituendo una 'visione pessimistica' del fenomeno rilevato nel sito, può considerarsi come una applicazione del "principio di precauzione" a tutela della popolazione e dei lavoratori dall'esposizione ai c.e.m., di cui si è argomentato al capitolo 2.

Nel complesso, il monitoraggio della regione Lazio ha ottenuto risultati rassicuranti visto che il 93% dei siti ha presentato misure inferiori al limite previsto dalla legge per i ripetitori di telefonia mobile (pari a 6 V/m), con il 79% dei casi al di sotto del valore di 3 V/m.

Figura 28 N° siti monitorati nel Lazio con Valori Max V/m, periodo 2002-2005



Prendendo in analisi il dettaglio provinciale dei livelli di c.e.m. rilevati nel periodo 2002-2005, si osserva come i casi 'critici' sino ad ora rilevati riguardino soprattutto i territori di Frosinone e Latina.

Figura 29 N° siti monitorati con Valore Max V/m, periodo 2002-2005 (dettaglio provinciale)

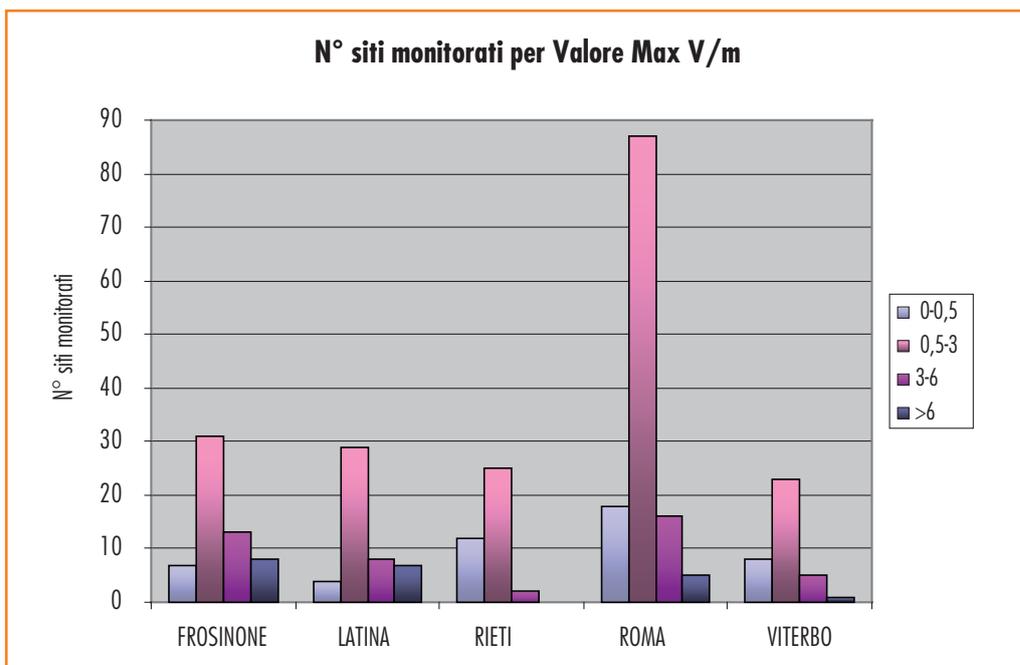
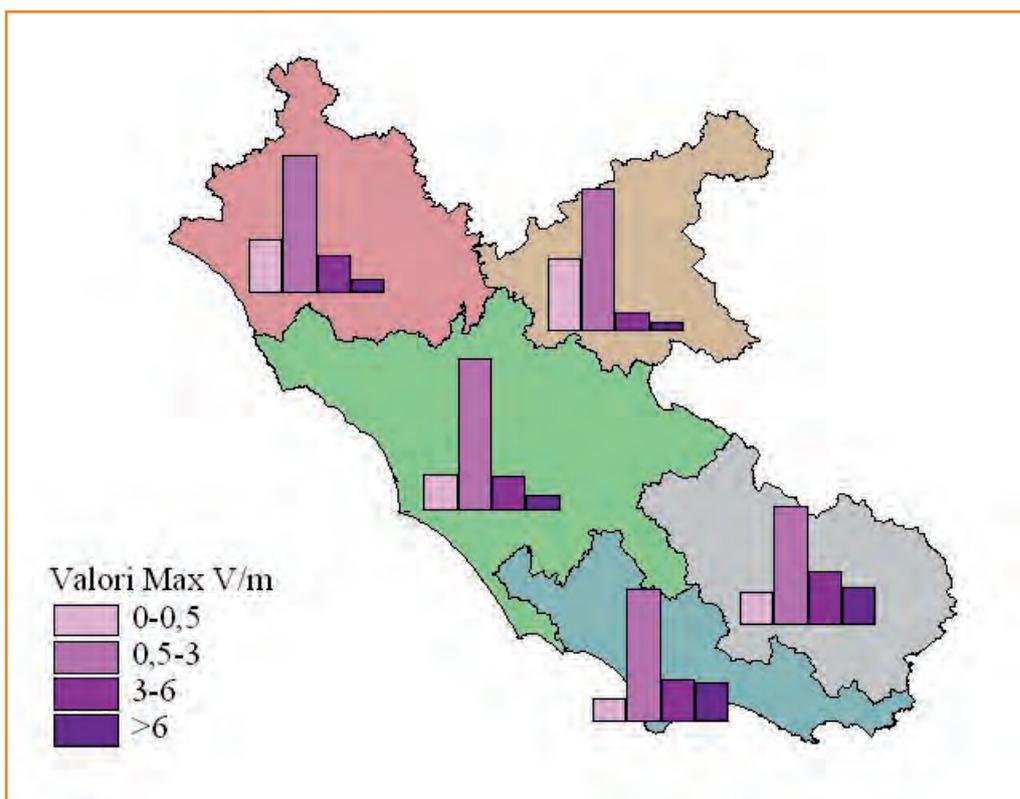


Figura 30 Percentuale di siti monitorati in ogni provincia per Valore Max V/m



Per completezza, si riporta di seguito la Tabella 16, nella quale si indica con dettaglio provinciale l'esito dell'intera campagna di monitoraggio nel periodo 2002-2005, con la specifica del numero complessivo di siti osservati con valore massimo di V/m appartenente alle classi di valori indicate.

Tabella 16 N° siti monitorati con Valore Max V/m, periodo 2002-2005 (dettaglio provinciale)

PROVINCIA	N° SITI MONITORATI PER VALORE MAX V/M				TOTALE
	0-0,5	0,5-3	3-6	>6	
FROSINONE	7	31	13	8	59
LATINA	4	29	8	7	48
RIETI	12	25	2	-	39
ROMA	18	87	16	5	126
VITERBO	8	23	5	1	37
Totale	49	195	44	21	309





A CURA DI:
ARPA LAZIO

DIREZIONE TECNICA:
ING. ROBERTO SOZZI
ING. ALESSANDRO D. DI GIOSA
DR. RICCARDO CASILLI

SERVIZIO AGENTI FISICI - Unità campi elettromagnetici,
radiazioni ionizzanti, inquinamento luminoso -
SEZIONE DI ROMA: **DR. TOMMASO AURELI**

SERVIZIO AGENTI FISICI, ARIA, IMPIANTI E RISCHI
INDUSTRIALI - SEZIONE DI LATINA: **DR.SSA TINA FABOZZI**

FINITO DI STAMPARE:
FEBBRAIO 2009

CONCEPT & PRINTED:
TIPOGRAF SRL

