



COMUNE DI CERNUSCO SUL NAVIGLIO

REGOLAMENTO PER IL CORRETTO INSEDIAMENTO

URBANISTICO DEGLI IMPIANTI RADIOELETTRICI

Ex Art. 8 comma 6 Legge 36/2001

ALLEGATO 1 - Relazione tecnica relativa alla individuazione delle aree destinate ad installazione di Stazioni Radio Base.

Cernusco Sul Naviglio

Provincia di Milano

Giugno 2010



Sindaco: Eugenio Alberto COMINCINI

Assessore alla Gestione del Territorio: Giordano MARCHETTI

Responsabile del Procedimento: Marco ACQUATI

Comune di Cernusco Sul Naviglio - Area Tecnica

Marco ACQUATI (Direttore)

Susanna COLOMBO (Ecologia)

Francesco ZURLO (Edilizia Privata)

Elaborazione:

EcoEngineering S.r.l.

Via del Pettrosso, 1

00040 ARDEA RM

www.ecoengineering.it



AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
PER LA QUALITÀ CERTIFICATO DA DNV
= UNI EN ISO 9001:2008 =

Marco Lazzaro BRUSCHI (Responsabile di Progetto)

Alessandro ROSA (Modelli elettromagnetici)

Daniela BRUSCHI (Tecnico)

RT1054F

Indice

1 . INTRODUZIONE.....	7
1.1 PREMESSA.....	7
1.2 DESCRIZIONE DEL DOCUMENTO.....	8
2 . RIFERIMENTI	11
3 . RESPONSABILITÀ E COMPETENZE.....	13
3.1 LA LEGGE QUADRO 36/2001	13
3.2 COMPETENZE DELLO STATO	13
3.3 COMPETENZE DELLE REGIONI	16
3.4 COMPETENZE DELLE PROVINCE E DEI COMUNI.....	17
3.5 TABELLA SINOTTICA DELLE COMPETENZE.....	18
4 - CARATTERISTICHE FISICHE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE E LORO EFFETTI	
BIOLOGICI	19
4.1 RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI	19
4.2 COME LE RADIAZIONI NON IONIZZANTI INTERAGISCONO CON IL CORPO UMANO.....	22
4.3 GLI EFFETTI ACUTI DELLE RADIAZIONI NON IONIZZANTI SUL CORPO UMANO.....	23
4.4 GLI EFFETTI NON TERMICI DELLE RADIAZIONI NON IONIZZANTI.....	23
4.5 GLI EFFETTI INDIRETTI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	25
4.6 I VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE STABILITI DALL'ICNIRP	25
4.7 I LIMITI IN ITALIA.....	29
4.7.1 I limiti per la popolazione	29
4.7.2 I limiti per i lavoratori.....	31
4.8 I LIMITI NEL RESTO DEL MONDO.....	33
5 . DESCRIZIONE DEI VARI TIPI DI SERVIZIO.....	34
5.1 ELETTRODOTTI.....	34
5.2 SERVIZI DI TELECOMUNICAZIONE	39
5.3 CONFRONTO TRA VARI TIPI DI ESPOSIZIONE.....	44
6 . LA PERCEZIONE DEL RISCHIO PER LA SALUTE DOVUTO AI CAMPI ELETTROMAGNETICI....	45
6.1 I TERMINI DEL PROBLEMA	45
6.2 LA PERCEZIONE DEL RISCHIO	46
6.3 SOGGETTI IPERSENSIBILI	47
6.4 LA POSIZIONE DELL'ORGANIZZAZIONE MONDIALE DELLA SANITÀ	48

6.4.1	Cosa è l'OMS e qual'è la sua funzione	48
6.4.2	La posizione dell'OMS relativamente ai campi statici.....	49
6.4.3	La posizione dell'OMS relativamente ai campi elettrici e magnetici in bassa frequenza.....	53
6.4.4	La posizione dell'OMS relativamente ai campi elettromagnetici ad alta frequenza utilizzati per la telefonia ed il Wireless	56
6.4.5	La posizione dell'OMS relativamente alla ipersensibilità ai campi elettromagnetici.....	60
7 . MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ DI MAPPATURA ELETTROMAGNETICA DEL TERRITORIO.....		64
7.1	DATI DI BASE PER L'ATTIVITÀ DI MAPPATURA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	64
7.2	ATTIVITÀ DI SIMULAZIONE AL COMPUTER DEGLI IMPIANTI RADIOELETTRICI.....	67
7.3	RISULTATI DELLE ATTIVITÀ DI MAPPATURA ELETTROMAGNETICA.....	70
8 . DEFINIZIONE DELLE AREE RELATIVE ALLA LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI RADIO BASE PER TELEFONIA CELLULARE		71
8.1	CONSIDERAZIONI CIRCA LE ESIGENZE DEL SERVIZIO	71
8.1.1	Generalità.....	71
8.1.2	Concetti di base circa la capacità di un sistema radiomobile	71
8.1.3	Tecniche di accesso multiplo.....	72
8.1.4	Strategie di copertura cellulare	73
8.1.5	Pianificazione e ripartizione delle celle	73
8.1.6	Vincoli fisici per una rete cellulare.....	74
8.2	CONSIDERAZIONI CIRCA LA PROPAGAZIONE DEL SEGNALE IN AMBIENTE RADIOMOBILE	74
8.3	AREE COMUNALI RESE DISPONIBILI PER INSTALLAZIONI DI IMPIANTI	75
8.4	RISULTATI DELLE ATTIVITÀ DI SIMULAZIONE	81
9 . BIBLIOGRAFIA		84
10 . ALLEGATI.....		87
10.1	TAV. 01: CALCOLO DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DEGLI IMPIANTI DI TELEFONIA MOBILE E DEI PRINCIPALI IMPIANTI DI RADIODIFFUSIONE ESISTENTI - VALUTAZIONE A LIVELLO DEL TERRENO.....	87
10.2	TAV. 02: CALCOLO DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DEGLI IMPIANTI DI TELEFONIA MOBILE E DEI PRINCIPALI IMPIANTI DI RADIODIFFUSIONE ESISTENTI - VALUTAZIONE ALLA QUOTA DI 10 METRI.	87
10.3	TAV. 03: CALCOLO DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DEGLI IMPIANTI DI TELEFONIA MOBILE E DEI PRINCIPALI IMPIANTI DI RADIODIFFUSIONE ESISTENTI - VALUTAZIONE ALLA QUOTA DI 20 METRI.	87
10.4	TAV. 04: CALCOLO DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DEGLI IMPIANTI DI TELEFONIA MOBILE DEI SITI COMUNALI PREVISTI. VALUTAZIONE A LIVELLO DEL TERRENO.....	87
10.5	TAV. 05: CALCOLO DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DEGLI IMPIANTI DI TELEFONIA MOBILE DEI SITI COMUNALI PREVISTI. - VALUTAZIONE ALLA QUOTA DI 10 METRI.	87



10.6 TAV. 06: CALCOLO DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DEGLI IMPIANTI DI TELEFONIA MOBILE DEI SITI COMUNALI PREVISTI. - VALUTAZIONE ALLA QUOTA DI 20 METRI. 87

Allegati

Alla presente relazione sono allegate sei tavole in formato A1 riportanti rispettivamente:

- Tav. 01: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti - Valutazione a livello del terreno;
- Tav. 02: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti - Valutazione alla quota di 10 metri;
- Tav. 03: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti - Valutazione alla quota di 20 metri;
- Tav. 04: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti con il contributo degli impianti previsti nelle aree comunali - Valutazione a livello del terreno;
- Tav. 05: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti con il contributo degli impianti previsti nelle aree comunali - Valutazione alla quota di 10 metri;
- Tav. 06: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti con il contributo degli impianti previsti nelle aree comunali - Valutazione alla quota di 20 metri.

1. Introduzione

1.1 Premessa

Il problema dell'inquinamento elettromagnetico causato dai sistemi di telecomunicazione con il passare del tempo e con l'incremento dei servizi stessi è sempre più sentito dalla popolazione del Comune di Cernusco Sul Naviglio.

Il territorio del Comune, infatti, è sede di molte installazioni di impianti di telecomunicazione potenzialmente in grado di produrre livelli di campo elettromagnetico significativi rispetto a quelli che sono i limiti fissati dalla Legge.

Alcuni esempi di quanto sopra sono di seguito elencati:

- i siti radioelettrici utilizzati come Stazioni Radio Base per Telefonia Cellulare;
- il sito della torre dell'acquedotto utilizzato da una Stazione Radio Base, due radio private e come ripetitore per il servizio di radiofonia e come sede di ponti radio.

In particolare, le SRB sono la tipologia di impianti più recente e, allo stato attuale, quella più in evoluzione a seguito dello sviluppo della nuova tecnica trasmissiva l'UMTS che richiede la modifica delle stazioni esistenti con l'inserimento di ulteriori portanti.

La tecnologia legata alla tecnica trasmissiva UMTS prevede potenze di trasmissione inferiori alla tecnica trasmissiva GSM; questo fa sì che, se da un lato vi è una potenza media immessa sul territorio inferiore, dall'altro comporta che vi sia un aumento del numero di SRB totali.

In futuro ci saranno ulteriori sviluppi a seguito dell'evoluzione tecnologica. Sono attualmente in fase di sviluppo progetti relativi alla rete GSM-R che contribuirà a migliorare la sicurezza della circolazione ferroviaria.

È in fase di avvio lo sviluppo commerciale anche in Italia del sistema Wi-Max che porterà la connettività Internet veloce (la cosiddetta "Banda Larga") a tutti i cittadini andando ad eliminare sensibilmente la disparità creata tra chi ha accesso ai servizi Internet e chi no (Digital Divide).

È a fronte di questa situazione il Comune di Cernusco Sul Naviglio ha deciso di predisporre il "Piano per la localizzazione delle Stazioni Radio Base" ed il relativo regolamento di attuazione.

L'obiettivo è quello di monitorare e tenere sotto controllo l'esposizione ai campi elettromagnetici con la consapevolezza che la maggior parte della esposizione fa riferimento a situazioni che si sono venute creando nel corso degli anni e che si riferiscono a servizi primari quali ad esempio l'elettricità e le telecomunicazioni che rappresentano uno specchio del nostro modello di sviluppo.

Lo scopo di questo progetto è quello di dotare l'Amministrazione di uno strumento che consenta di attuare una gestione consapevole del problema, basata su dati di fatto oggettivi e che consentano una funzione di governo del territorio tipica delle Amministrazioni locali negli interessi generali della collettività.

1.2 Descrizione del documento

In base agli obiettivi esplicitati nel paragrafo precedente questo documento avrà un approccio multidisciplinare. La parte tecnica avrà certamente un peso importante, perché solo dati di fatto oggettivi possono dare luogo a scelte consapevoli da parte di chi è preposto a prendere decisioni.

Propedeutici al presente documento sono state le attività di studio del territorio e della relativa situazione con riferimento ai campi elettromagnetici in alta frequenza.

Tali attività sono descritte nei documenti:

- RT1051 - "Censimento degli impianti radioelettrici esistenti";
- RT1052 - "Identificazione dei luoghi di particolare interesse e monitoraggio dei campi elettromagnetici".

I documenti di cui sopra sono richiamati in bibliografia.

Nel presente documento si darà evidenza del il percorso logico che ha portato alla formulazione del piano di insediamento delle Stazioni Radio Base. A tale scopo sono svolte delle simulazioni basate sullo sviluppo di modelli elettromagnetici delle sorgenti radioelettriche e rappresentazioni digitali del territorio comunale.

La problematica in oggetto ha delle implicazioni che possono riguardare anche aspetti sanitari. In questo senso è stata svolta una ricerca relativamente alla posizione della comunità scientifica allo stato attuale al fine di inquadrare tale problematica in modo oggettivo e con riferimento a metodologie note ed universalmente accettate.

Si è anche operata una definizione del quadro legislativo con riferimento alla tematica dei campi elettromagnetici, in particolare con riferimento a quelle che sono le competenze delle Amministrazioni.

Per le Amministrazioni prendere decisioni sull'onda della emotività al di là di quelli che sono gli ambiti dettati dalla Legge, potrebbe comportare il pericolo di successive esposizioni a contenziosi legali che, in caso di soccombenza in giudizio, comporterebbero l'esposizione a cause civili intentate dai gestori danneggiati per rivalsa dei maggiori oneri sostenuti e/o dei mancati guadagni.

Identiche considerazioni possono essere fatte per il mancato rispetto delle procedure dettate dalla Legge quando si è in presenza di iter autorizzativi definiti. Un esempio può essere il caso delle richieste di installazione delle SRB presentate alle Amministrazioni in accordo a quanto previsto dal "Codice delle Comunicazioni". In questo caso infatti, la concessione delle autorizzazioni una volta che siano rispettati i requisiti stabiliti dalla Legge è un atto dovuto dall'Amministrazione.

Con gli obiettivi di multidisciplinarietà sopra esposti il presente documento avrà quindi una struttura composta come di seguito descritto:

- **Capitolo 1.** Introduzione del lavoro ed indicazione degli obiettivi;
- **Capitolo 2.** Indicazione dei riferimenti Legislativi e Normativi;
- **Capitolo 3.** Analisi della Legge Quadro e definizione dei compiti e delle responsabilità delle varie Amministrazioni dello Stato;
- **Capitolo 4.** Sono richiamati alcuni concetti fondamentali propedeutici ad un approccio oggettivo alla problematica dell'esposizione ai campi elettromagnetici. Sono introdotti i risultati circa gli effetti dei campi elettromagnetici e di come questi si relazionano ai limiti di Legge. È introdotta anche una panoramica relativamente ai limiti prescritti da altre nazioni.
- **Capitolo 5.** Sono descritte le principali tipologie di servizio che generano campi elettromagnetici. In questo contesto sono fornite alcune indicazioni relativamente a grandezze tipiche per le varie tipologie di servizio.
- **Capitolo 6.** Sono introdotte alcune considerazioni relativamente alle modalità di percezione del rischio da parte del pubblico. Sono introdotti i riferimenti allo stato dell'arte con cui l'OMS e lo IARC classificano i rischi da campi elettromagnetici.
- **Capitolo 7.** Si sono effettuate attività di modellizzazione delle sorgenti presenti e si è determinata l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici ;
- **Capitolo 8.** Si sono operate delle simulazioni al fine di determinare le effettive esigenze di copertura dei gestori al fine di determinare le aree comunali da potere destinare alla localizzazione delle Stazioni Radio Base con il vincolo della salvaguardia della esposizione della popolazione ad esposizioni indebite ai Campi Elettromagnetici;
- **Capitolo 9.** È riportata la principale bibliografia utilizzata.

Sono inoltre parte integrante del lavoro sei tavole in formato A1 del territorio comunale di Cernusco Sul Naviglio nelle quali sono riportati gli esiti complessivi delle attività.

2. Riferimenti

I principali riferimenti legislativi nazionali nel settore dei campi elettromagnetici sono di seguito riportati:

- Legge n° 36 del 22 febbraio 2001, 'Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici'.
- Decreto Legislativo n. 259 del 1 agosto 2003, ' Codice delle Comunicazioni Elettroniche'.
- DPCM 8 luglio 2003 (in G.U. n. 199 del 28 agosto 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.
- DPCM 8 luglio 2003 (in G.U. n. 200 del 29 agosto 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 e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti.
- Norma Italiana CEI 211-6, del Gennaio 2001 - "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz – 10 KHz, con riferimento all'esposizione umana".
- Norma Italiana CEI 211-7, del Gennaio 2001 - "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz con riferimento all'esposizione umana".
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 N° 81 e sue modifiche ed integrazioni " Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Tale normativa risulta essere indicativa e non esaustiva in quanto sono poi da considerare una serie di norme regionali.

In particolare per la Lombardia sono stati emanati i seguenti riferimenti:

- Legge Regionale Lombardia N° 11 del 11 maggio 2001 "Norme sulla protezione ambientale dall'esposizione a campi elettromagnetici indotti da impianti fissi per le telecomunicazioni e per la radiotelevisione";
- Regolamento Regionale Regione Lombardia N°6 del 19 novembre 2001 " Regolamento attuativo delle disposizioni di cui all'Art. 4, comma 14, all'articolo 6, comma 4, all'articolo 7 comma 12 e all'articolo 10, comma 9 della l.r. 11 maggio 2001". Norme sulla protezione ambientale dall'esposizione a campi elettromagnetici indotti da impianti fissi per le telecomunicazioni e per la radiotelevisione";
- Legge Regionale Lombardia N° 4 del 6 marzo 2002 "Norme per l'attuazione della programmazione regionale e per la modifica e l'integrazione di disposizioni legislative";

I riferimenti di cui sopra sono stati emanati precedentemente alla Legge Quadro 36/2001 e del Codice delle Comunicazioni; questo fa sì che in alcuni casi sono in contrasto con le Leggi Nazionali. Questo ha fatto sì che il riferimento a tale Legislazione è stato fatto per quanto applicabile.

Oltre ai riferimenti di Legge introdotti in precedenza, ve ne sono altri che, pur non avendo valenza di Legge, è il caso di ricordare:

- Direttiva 89/336/CEE. Direttiva in materia di riavvicinamento degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica.
- ICNIRP - Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz). 1998.
- Dichiarazione del Comitato Internazionale di Valutazione per l'indagine sui Rischi Sanitari dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM). 2002.
- RACCOMANDAZIONE DEL CONSIGLIO dell'Unione Europea del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz.
- DIRETTIVA 2004/40/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 29 aprile 2004 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE).

3. Responsabilità e competenze

3.1 La Legge quadro 36/2001

Di fondamentale importanza è la definizione di quelle che sono le competenze nel campo degli impianti radioelettrici. La Legge Quadro 36/2001 fissa i limiti entro i quali ogni Amministrazione può operare ed è pertanto di fondamentale importanza.

L'adozione di misure al di fuori delle proprie competenze, infatti, potrebbe esporre le Amministrazioni locali a rinvii in giudizio da parte dei Gestori dei servizi con conseguenti danni economici per tutta la collettività.

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi della legge 36/2001.

3.2 Competenze dello Stato

Come si evince chiaramente dall'art 4, allo Stato competono le funzioni principali in materia di regolamentazione dei livelli di campo elettromagnetico e ciò risponde all'esigenza di soddisfare il preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee in relazione alle finalità perseguite. Prima fra tutte è attribuita allo Stato la funzione di determinare:

- i limiti di esposizione che (sulla base della definizione fornita dall'art. 3, comma 1, lettera b) corrispondono ai «valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori per le finalità di cui all'art. 1, comma 1, lettera a);
- i valori di attenzione che (secondo la definizione dettata dall'art. 3, comma 1, lettera c) corrispondono ai «valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate per le finalità di cui all'art. 1, comma 1, lettere b) e c). Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge»;
- gli obiettivi di qualità, in quanto valori di campo come definiti dall'Art. 3, comma 1, lettera d).

In quanto collegate con la funzione sopra richiamata, sono da subito segnalate le prerogative previste dall'art. 4, comma 1, lettere e) ed h):

- individuare le tecniche di misurazione e di rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico;
- determinare i parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti.

Queste funzioni sono state esercitate, innanzitutto, attraverso l'emanazione dei due D.P.C.M. dell'otto luglio 2003 citati in precedenza:

- DPCM 8 luglio 2003 (in G.U. n. 199 del 28 agosto 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;
- DPCM 8 luglio 2003 (in G.U. n. 200 del 29 agosto 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 e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti.

Altre funzioni attribuite allo Stato sono:

- la promozione dell'attività di ricerca e di sperimentazione tecnico-scientifica. In particolare sarà compito del Ministro della Sanità promuovere un programma pluriennale di ricerca epidemiologica e di cancerogenesi sperimentale al fine di approfondire i rischi connessi all'esposizione a campi elettromagnetici a bassa ed alta frequenza;
- il coordinamento dell'attività di raccolta, elaborazione diffusione dei dati;
- l'istituzione del Catasto nazionale delle sorgenti fisse e mobili dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Il Catasto nazionale opererà in coordinamento con i Catasti regionali di cui all'art. 8, comma I, lettera d);
- la realizzazione di accordi di programma con i gestori di elettrodotti ovvero con i proprietari degli stessi, delle reti di trasmissione o con coloro che ne abbiano, comunque, la disponibilità, nonché con gli esercenti di impianti per emittenza radiotelevisiva e telefonia mobile; questi accordi di programma contribuiscono al perseguimento della finalità di cui all'art. 1, comma 1, lettera c) in quanto serviranno per promuovere tecnologie e tecniche di costruzione degli impianti che consentano di minimizzare le emissioni nell'ambiente e di tutelare il paesaggio;

- la definizione dei tracciati degli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV (quelli con tensione inferiore a 150 kV verranno, invece, definiti dalle Regioni ai sensi dell'ad. 8, comma 1, lettera b).

Particolarmente rilevante è, infine, la funzione di determinare i criteri di elaborazione dei piani di risanamento di cui all' art. 9, comma 2.

Lo Stato esercita alcune delle funzioni di sua competenza attraverso il Comitato interministeriale per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento elettromagnetico istituito dall' art. 5 della legge quadro. In particolare, il Comitato svolge le seguenti attività:

- promuovere l'attività di ricerca e di sperimentazione tecnico-scientifica (art. 4, comma 1, lettera b);
- realizzare accordi di programma con i gestori di elettrodotti ovvero con i proprietari degli stessi o delle reti di trasmissione o con coloro che ne abbiano, comunque, la disponibilità, nonché con gli esercenti di impianti per emittenza radiotelevisivi e telefonia mobile;
- promuovere la realizzazione di intese e accordi di programma con le imprese produttrici di apparecchiature di uso domestico, individuale o lavorativo che producono campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, al fine di favorire e sviluppare tecnologie che consentano di minimizzare le emissioni (art. 12, comma 2);
- presentare al Ministro dell'Ambiente una proposta per promuovere la realizzazione di intese e accordi di programma con i gestori di servizi di trasporto pubblico che producono campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, al fine di favorire e sviluppare tecnologie che consentano di minimizzare le emissioni (art. 13);
- esprimere i pareri di cui agli artt. 4, comma 2, lettere a) e b), 4, comma 4, 5, comma 1 e 12, comma 1;
- svolgere funzioni di monitoraggio.

3.3 Competenze delle Regioni

Determinante è il ruolo che le Regioni saranno chiamate a svolgere per dare concreta attuazione alla legge Esse dovranno:

- adottare, ex art. 9, entro dodici mesi dall'entrata in vigore del decreto di cui all' art. 4, comma 2 lettera a), su proposta dei soggetti gestori e sentiti i comuni interessati, un piano di risanamento al fine di adeguare in modo graduale e, comunque, entro il termine di 24 mesi, gli impianti radioelettrici già esistenti, ai valori di attenzione e agli obiettivi di qualità che verranno stabiliti;
- individuare (art. 8, lettera a) i siti di trasmissione, quelli degli impianti per la telefonia mobile, degli impianti radioelettrici e degli impianti per la radiodiffusione; ciò dovrà avvenire ai sensi della legge 31 luglio 1997 n. 249 e nel rispetto del decreto di cui all'art. 4, comma 2, lettera a) e dei principi stabili da regolamento di cui all'art. 5;
- definire (art. 8, lettera b) i tracciati degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV (dovranno essere, altresì, previste le relative fasce di rispetto sulla base dei parametri di cui all'art. 4);
- definire (art. 8. lettera e) le modalità per il rilascio delle autorizzazioni all'installazione degli impianti sopra descritti; ciò dovrà avvenire in conformità ai criteri di semplificazione amministrativa, nonché tenendo conto dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici preesistenti;
- realizzare e gestire (art. 8, lettera d) un Catasto regionale che opererà coordinandosi con quello nazionale;
- individuare (art. 8, lettera e) gli strumenti e le azioni per il raggiungimento .degli obiettivi di qualità di cui all'art. 3, comma 1, lettera d) numero 1;
- concorrere (art. 8, lettera f) nell'approfondimento delle conoscenze scientifiche relative agli effetti per la salute, in particolare quelli a lungo termine.

3.4 Competenze delle Province e dei Comuni

Nell'ambito delle materie di cui ai punti che precedono, le Regioni dovranno definire le competenze che spettano alle Province e ai Comuni, nel rispetto di quanto previsto dalla legge 31 luglio 1997, n. 249.

Ai sensi dell'art. 14 spettano alle amministrazioni provinciali e comunali le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale per l'attuazione della legge-quadro.

Nell'esercizio di questa specifica funzione di controllo e vigilanza, le amministrazioni provinciali e comunali si avvalgono delle Agenzie regionali per l'ambiente e, ove queste non siano ancora operanti, si potranno avvalere del supporto tecnico:

- dell'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente (ANPA);
- dei presidi multizonali di prevenzione (PMP);
- dell'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza sul lavoro (ISPESL);
- degli ispettori territoriali del Ministero delle Comunicazioni.

Ai Comuni è riconosciuta la facoltà di adottare un regolamento per assicurare il corretto insediamento urbanistico e territoriale degli impianti e minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

3.5 Tabella sinottica delle competenze

Di seguito per comodità si riporta una tabella sinottica relativa alle competenze stabilite dalla Legge Quadro 36/2001.

ENTE	COMPETENZE
STATO	<ul style="list-style-type: none">• Determinare:<ul style="list-style-type: none">- i limiti di esposizione;- i valori di attenzione;- gli obiettivi di qualità;- i parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti;- i criteri di elaborazione dei piani di risanamento;• Individuare le tecniche di misurazione e di rilevamento.• Promuovere l'attività di ricerca e di sperimentazione tecnico-scientifica.• Coordinare l'attività di raccolta, elaborazione e diffusione dei dati.• Istituire il Catasto nazionale delle sorgenti fisse e mobili dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.• Realizzare gli accordi di programma.• Definire i tracciati degli elettrodotti.
REGIONI	<ul style="list-style-type: none">• Adottare un piano di risanamento.• Individuare i siti di trasmissione, quelli degli impianti per la telefonia mobile, degli impianti radioelettrici e degli impianti per la radiodiffusione.• Definire i tracciati degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV;• Definire le modalità per il rilascio delle autorizzazioni all'installazione degli impianti sopra descritti.• Realizzare e gestire un Catasto regionale;• Individuare gli strumenti e le azioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità di cui all'art. 3 comma 1 lettera d) numero 1;• Concorrere nell'approfondimento delle conoscenze scientifiche relative agli effetti per la salute.
PROVINCE E COMUNI	<ul style="list-style-type: none">• Controllo e vigilanza sanitaria e ambientale per l'attuazione della legge quadro.• Ai Comuni è riconosciuta la facoltà di adottare un regolamento per assicurare il corretto insediamento urbanistico e territoriale degli impianti e minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

4 - Caratteristiche fisiche delle onde elettromagnetiche e loro effetti biologici

4.1 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

I campi elettromagnetici sono un fenomeno naturale e per molti aspetti inevitabile anche se solo recentemente l'uomo ha imparato a generarli ed a sfruttare le loro caratteristiche.

A fronte delle sorgenti elettromagnetiche che tutti conosciamo, quali gli elettrodotti, gli impianti di trasmissione radiotelevisivi e le stazioni dei telefonini, vi sono una quantità di sorgenti di radiazioni elettromagnetiche assolutamente naturali che, da sempre, convivono con l'Uomo quali ad esempio:

- la luce emessa dal sole;
- la luce emessa da una lampada o dal fuoco del caminetto;
- il calore emesso da un calorifero.

Alla superficie della terra esiste un campo magnetico statico terrestre pari in media a circa 0,5 Gauss (1 Tesla = 10.000 Gauss). Questo è il nostro "fondo naturale magnetico statico". Il campo magnetico terrestre varia da una regione all'altra del globo terrestre. La componente verticale è massima ai poli (0,67 Gauss) e nulla all'equatore, mentre la componente orizzontale è massima all'equatore (0,37 Gauss) e nulla ai poli.

Inoltre, durante le tempeste solari si verificano perturbazioni geomagnetiche, dovute ad un'intensificazione del flusso del plasma solare. In queste circostanze si ottengono sulla superficie terrestre brusche variazioni del fondo magnetico naturale, con componenti spettrali dominanti nella regione delle basse e bassissime frequenze (VLF, ULF) e variazioni di intensità dell'ordine delle decine di nano Tesla.

L'uomo non ha recettori specifici per i campi elettromagnetici, essendo in grado di percepire unicamente la radiazione elettromagnetica nello spettro del visibile, che chiamiamo "luce". Ciò probabilmente in quanto non esistono in natura campi elettromagnetici di intensità tale da poter essere potenzialmente dannosi per l'uomo, o da poter essere utilizzati per differenti fini dal sistema neurosensoriale.

Viceversa la magnetosensibilità è molto diffusa nel mondo animale. In particolare alcune famiglie di roditori, di uccelli migratori, i piccioni viaggiatori, alcune specie di insetti quali le api, sono in grado di percepire anche a deboli variazioni del campo magnetico terrestre.

Da un punto di vista fisico il comportamento dei campi elettromagnetici ed i loro effetti si basano sui medesimi principi. Il parametro determinante è la frequenza, la quale indica il numero di oscillazioni dell'onda elettromagnetica al secondo.

L'unità di misura è l'Hertz (Hz). 1 Hz indica 1 oscillazione al secondo. Di solito si utilizzano i multipli dell'Hz per indicare le frequenze.

Hz	1 Hertz
kHz (chiloHz)	1000 Hz
MHz (megaHz)	1.000.000 Hz
GHz (gigaHz)	1.000.000.000 Hz

Le radiazioni elettromagnetiche di solito sono classificate in funzione della loro energia (proporzionale alla frequenza) nello spettro delle radiazioni elettromagnetiche in radiazioni ionizzanti e non ionizzanti; di seguito è riportata una rappresentazione schematica dello spettro elettromagnetico.

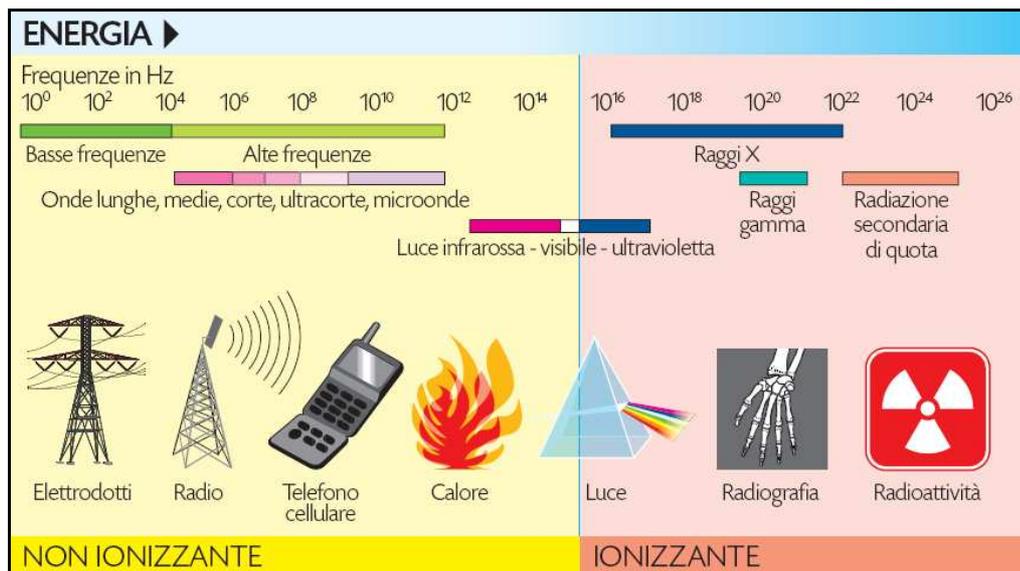


Fig. 4.1-1. Rappresentazione dello spettro elettromagnetico (Fonte Provincia di BZ)

Le **radiazioni ionizzanti** sono onde elettromagnetiche di frequenza estremamente alta (raggi X e raggi gamma), che possiedono un'energia sufficiente per produrre la ionizzazione (cioè per creare atomi o parti di molecole elettricamente carichi positivamente e negativamente), rompendo i legami atomici che tengono unite le molecole nelle cellule.

Con il termine **radiazioni non ionizzanti** si intende quella parte dello spettro elettromagnetico in cui l'energia è troppo bassa per rompere i legami atomici. Le radiazioni non ionizzanti comprendono la radiazione ultravioletta, la luce visibile, la radiazione infrarossa, i campi a radiofrequenze (10 kHz e 300 MHz) e microonde (300 MHz a 300 GHz), i campi a frequenza estremamente bassa (o campi ELF, dall'inglese Extremely Low Frequency tipicamente generati dalla trasmissione di energia elettrica tramite elettrodotti a frequenze di 50 Hz) ed i campi elettrici e magnetici statici.

Come già evidenziato nella fig 4.1-1 le radiazioni non ionizzanti sono a loro volta suddivise in due macro tipologie, basse frequenze ed alte frequenze.

Basse frequenze (0 Hz – 10 kHz). I campi (elettrici e magnetici) a frequenza estremamente bassa, si formano prevalentemente in corrispondenza di apparecchiature o cavi elettrici in ambienti domestici o lavorativi, oppure a ridosso delle linee ad alta tensione o dei trasformatori. Per le basse frequenze il campo elettrico ed il campo magnetico devono essere considerati separatamente. Il fattore determinante è però il campo magnetico che, a differenza del campo elettrico, è assai più difficile da schermare.

Alte frequenze (10 kHz – 300 GHz). I campi a radiofrequenza e microonde, sono utilizzati soprattutto nelle telecomunicazioni, per esempio nei trasmettitori, nella telefonia mobile o anche a livello domestico nei forni a microonde. Per frequenze oltre i 30 MHz il campo elettrico e magnetico tendono a divenire un fenomeno unico, interdipendente, denominato campo elettromagnetico. Esso è relativamente facile da schermare (per esempio muri degli edifici, tetti di lamiera o le tappezzerie a conduzione elettrica).

4.2 Come le radiazioni non ionizzanti interagiscono con il corpo umano

Di seguito si riportano i meccanismi tipici di interazione delle radiazioni non ionizzanti con il corpo umano, come definito dall'ICNIRP.

Accoppiamento con i campi elettrici a bassa frequenza

L'accoppiamento di campi elettrici variabili nel tempo con il corpo umano dà luogo ad un flusso di cariche elettriche (corrente elettrica), alla polarizzazione di cariche legate (formazione di dipoli elettrici) e al riorientamento di dipoli elettrici già presenti nei tessuti. L'importanza relativa di questi diversi effetti dipende dalle proprietà elettriche del corpo, cioè dalla conducibilità elettrica (che governa il flusso della corrente elettrica) e dalla permittività (che governa l'entità degli effetti di polarizzazione). La conducibilità e la permittività elettriche variano con il tipo di tessuto corporeo e dipendono anche dalla frequenza del campo applicato. I campi elettrici esterni al corpo inducono su questo una carica superficiale; quest'ultima dà luogo a correnti indotte nel corpo, la cui distribuzione dipende dalle condizioni di esposizione, dalle dimensioni e dalla forma del corpo e dalla sua posizione nel campo.

Accoppiamento con i campi magnetici a bassa frequenza

L'interazione fisica dei campi magnetici variabili nel tempo con il corpo umano dà luogo a campi elettrici indotti ed alla circolazione di correnti elettriche. L'intensità del campo indotto e la densità di corrente sono proporzionali al raggio della spira, alla conducibilità elettrica del tessuto nonché alla velocità di variazione ed al valore dell'induzione magnetica. Per una data intensità e una data frequenza del campo magnetico, i campi elettrici più intensi sono indotti laddove le dimensioni della spira sono maggiori. L'esatto percorso e l'intensità della corrente indotta in ciascuna parte del corpo dipende dalla conducibilità elettrica del tessuto. Il corpo non è elettricamente omogeneo; tuttavia, la densità delle correnti indotte può essere calcolata usando modelli realistici dal punto di vista anatomico ed elettrico assieme a metodi di calcolo che presentano un alto grado di risoluzione anatomica.

Assorbimento di energia elettromagnetica

L'esposizione a campi elettrici e magnetici a bassa frequenza normalmente dà luogo ad un assorbimento di energia trascurabile e non produce alcun aumento misurabile di temperatura nel corpo. Invece, l'esposizione a campi elettromagnetici di frequenza superiore a circa 100 kHz può portare a significativi assorbimenti di energia e aumenti di temperatura. In generale, l'esposizione a un campo elettromagnetico uniforme (onda piana) dà luogo a una deposizione e ad una distribuzione dell'energia nel corpo molto disuniformi, che devono essere valutate mediante misure e calcoli dosimetrici.

4.3 Gli effetti acuti delle radiazioni non ionizzanti sul corpo umano

Uno degli effetti acuti più evidente è quello termico che provoca un aumento della temperatura, locale ad un organo o generale, provocando l'intervento del sistema di termoregolazione dell'organismo. Questi effetti sono provocati principalmente dall'esposizione a radiofrequenza compresa tra 100 kHz – 300 GHz. L'assorbimento di potenza è misurato dalla grandezza SAR (Specific Absorption Rate) la cui unità di misura è il W/Kg (Watt su chilogrammo).

Per frequenza inferiori ai 100 kHz gli attuali standard protezionistici prendono in considerazione la prevenzione di effetti acuti dovuti all'induzione di correnti elettriche interne nel soggetto esposto, ad esempio le correnti indotte possono produrre fibrillazione ventricolare o stimolazione dei tessuti nervosi.

4.4 Gli effetti non termici delle radiazioni non ionizzanti

Questo tipo di effetti sono connessi ad esposizioni croniche a campi di intensità inferiore alle soglie di insorgenza degli effetti acuti cui al precedente punto, non accertati dalla ricerca scientifica, per i quali esistono solo alcune evidenze non conclusive, soprattutto di tipo epidemiologico e limitatamente alle frequenze estremamente basse.

La ricerca scientifica non ha ancora fatto piena luce sulle conseguenze reali che tali effetti possono avere per la salute umana. In alcuni casi si dispone soltanto di dati sperimentali (ottenuti cioè con prove in vitro o su cavie animali). In altri, i risultati ottenuti appaiono contraddittori.

Sulla base degli studi attuali l'IARC (International Agency for Research on Cancer) classifica i campi elettromagnetici a bassa frequenza come un agente "Possibilmente cancerogeno per l'uomo".

Questa è una classificazione utilizzata per denotare un agente in relazione al quale vi sia una limitata evidenza di cancerogenicità nell'uomo ed un'evidenza meno che sufficiente di cancerogenicità negli animali da laboratorio.

Tale classificazione corrisponde alla più debole tra le tre categorie ("cancerogeno per l'uomo", "probabilmente cancerogeno per l'uomo" e "possibilmente cancerogeno per l'uomo") utilizzate dall'IARC per classificare i cancerogeni potenziali sulla base delle evidenze scientifiche pubblicate.

Per dare un'idea del significato di tale classificazione in comparazione con altre sostanze o agenti fisici comuni.

Classificazione	Esempi di agenti
Cancerogeno per l'uomo (normalmente in base ad una forte evidenza di cancerogenicità nell'uomo)	Asbesto bevande alcoliche benzene iprite gas radon radiazioni solari tabacco (fumato e non fumato) raggi X e radiazione gamma
Probabilmente cancerogeno per l'uomo (normalmente in base ad una forte evidenza di cancerogenicità negli animali)	creosoti gas di scarico dei motori diesel formaldeide bifenili policlorurati (PCB)
Possibilmente cancerogeni per l'uomo (normalmente sulla base di una evidenza nell'uomo che è considerata credibile, ma per la quale non si possono escludere altre cause)	caffè campi magnetici ELF gas di scarico dei motori a benzina lana di vetro ? verdure sottaceto stirene

Fig. 4.4-1 – Classificazione IARC per i campi elettromagnetici a bassa frequenza

Per questo tipo di classificazione l'IARC raccomanda una "azione regolamentare passiva", descritta come una continua informazione ed educazione del pubblico e l'incoraggiamento delle sorgenti di erogazione a ridurre volontariamente, ove praticabile, l'esposizione delle persone. Non vi sono al momento classificazioni per i campi ad alta frequenza.

4.5 Gli effetti indiretti dei campi elettromagnetici

Vi possono essere anche degli effetti indiretti dei campi elettromagnetici, legati ad aspetti di compatibilità elettromagnetica. Con tale terminologia si suole indicare la vastissima tematica della capacità di un qualsivoglia apparato elettrico o elettronico, di generare disturbi elettromagnetici che non permettano il funzionamento in modo conforme alla loro destinazione di altri apparati posti nelle vicinanze e, viceversa, l'idoneità dell'apparato a funzionare in presenza di disturbi elettromagnetici senza pregiudizio per le sue prestazioni (immunità).

Nell'ottica della sicurezza negli ambienti di lavoro e di vita, la questione assume rilievo ad esempio nei seguenti ambiti:

- l'immunità di apparati diagnostici o terapeutici, dal cui corretto funzionamento dipende la qualità della prestazione, qualità che in taluni casi può rivestire un ruolo critico (es. apparati di supporto vitale);
- l'immunità di apparati elettronici preposti alla segnalazione di allarme per eventi ad alto rischio, ed in generale alla gestione di processi industriali a potenziale rischio di incidente;
- l'immunità di protesi biomedicali (es. pace-maker) direttamente indossate dal soggetto interessato, sia lavoratore sia paziente.;

4.6 I valori limite di esposizione stabiliti dall'ICNIRP

L'ICNIRP - la Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti, la quale ha per compito quello di documentare e valutare in maniera scientifica i rischi sanitari connessi all'utilizzo delle radiazioni non ionizzanti, ha affrontato il problema delle linee guida per la limitazione dell'esposizione alle radiofrequenze e alle microonde.

I limiti proposti dall'ICNIRP sono suddivisi in limiti di base e livelli di riferimento.

Le restrizioni sull'esposizione sono basate su effetti sanitari accertati e sono chiamate **restrizioni di base**. Secondo la frequenza, le grandezze fisiche usate per specificare le restrizioni di base per l'esposizione a campi elettromagnetici sono la densità di corrente, il rateo di assorbimento specifico (o SAR, dall'inglese Specific Absorption Rate) e la densità di potenza. Per la protezione da effetti nocivi per la salute, non si devono superare queste restrizioni di base.

I **livelli di riferimento** sono forniti ai fini di un confronto pratico con i valori misurati di determinate grandezze fisiche: il rispetto di tutti i livelli di riferimento forniti assicura il rispetto delle restrizioni di base. Se i valori misurati sono superiori ai livelli di riferimento, non ne consegue necessariamente che siano superate le restrizioni di base, ma è necessaria un'analisi più dettagliata per verificare il rispetto di queste ultime.

Le basi scientifiche utilizzate per sviluppare le restrizioni di base sono diverse per i vari intervalli di frequenza:

- tra 1 Hz e 10 MHz, sono fornite restrizioni di base sulla densità di corrente, per prevenire effetti sulle funzioni del sistema nervoso;
- nell'intervallo tra 100 kHz e 10 MHz, vengono fornite restrizioni sia per la densità di corrente sia per il SAR;
- tra 100 kHz e 10 GHz, sono fornite restrizioni di base sul SAR, per prevenire sbalzi termici nel corpo intero e riscaldamento eccessivi di tessuti a livello locale;
- tra 10 GHz e 300 GHz, sono fornite restrizioni di base sulla densità di potenza, per prevenire un riscaldamento eccessivo nei tessuti superficiali del corpo o in quelli adiacenti.

In pratica i limiti di base sono stati scelti con riferimento agli effetti acuti accertati. I livelli di riferimento sono stati definiti includendo un fattore di sicurezza pari a 10 per i lavoratori connessi all'esercizio degli impianti e pari a 50 per la popolazione in generale.

Di seguito sono riportate in forma tabellare le prescrizioni ICNIRP.

Caratteristiche dell'esposizione	Intervallo di frequenza	Densità di corrente per la testa ed il tronco (mA/m ²)(rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (testa e tronco)	SAR localizzato (arti)
Esposizione professionale	fino a 1 Hz	40	-	-	-
	1-4 Hz	40/f	-	-	-
	4 Hz-1 kHz	10	-	-	-
	1-100 kHz	f/100	-	-	-
	100 kHz-10 MHz	f/100	0,4	10	20
	10 MHz-10 GHz	-	0,4	10	20
Esposizione del pubblico	fino a 1 Hz	8	-	-	-
	1-4 Hz	8/f	-	-	-
	4 Hz-1 kHz	2	-	-	-
	1-100 kHz	f/500	-	-	-
	100 kHz-10 MHz	f/500	0,08	2	4
	10 MHz-10 GHz	-	0,08	2	4

Note:

1. f è la frequenza in hertz.
2. A causa della disomogeneità del corpo, le densità di corrente devono essere mediate su una sezione trasversale di 1 cm² perpendicolare alla direzione della corrente.
3. Per frequenze fino a 100 kHz, i valori di picco della densità di corrente possono essere ottenuti moltiplicando i valori efficaci (rms) per $\sqrt{2}$ ($\approx 1,414$). Per impulsi di durata t_p la frequenza equivalente da applicare nelle restrizioni di base deve essere calcolata come $f = 1/(2t_p)$.
4. Per frequenze fino a 100 kHz e per campi magnetici pulsati, la massima densità di corrente associata agli impulsi deve essere calcolata dal tempo di salita/discesa e dal massimo rateo di variazione dell'induzione magnetica. La densità di corrente indotta può quindi essere confrontata con la restrizione di base appropriata.
5. Tutti i valori di SAR devono essere mediati su un periodo di 6 minuti.
6. La massa su cui mediare il SAR localizzato è qualunque massa contigua di 10 g di tessuto; il massimo SAR così ottenuto deve essere il valore usato per la stima dell'esposizione.
7. Per impulsi di durata t_p , la frequenza equivalente da applicare nelle restrizioni di base deve essere calcolata come $f = 1/(2t_p)$. Inoltre, per esposizioni a campi pulsati, nell'intervallo di frequenza tra 0,3 e 10 GHz e per esposizioni localizzate della testa, viene raccomandata un'ulteriore restrizione di base per limitare o evitare gli effetti uditivi causati dall'espansione termoelastica. Questa restrizione è che il SA, mediato su 10 g di tessuto, non deve superare 10 mJ/kg per i lavoratori e 2 mJ/kg per il pubblico.

Fig. 4.6-1 – Restrizioni di base per i campi elettrici e magnetici variabili fino a 10 GHz

Caratteristiche dell'esposizione	Densità di potenza (W/m ²)
Esposizione professionale	50
Esposizione del pubblico	10

Note:

1. Le densità di potenza devono essere mediate su qualunque superficie di 20 cm² di area esposta e su qualunque periodo di $86/f^{1,05}$ minuti (dove f è in GHz) per compensare il sempre minore spessore di penetrazione all'aumentare della frequenza.
2. I massimi valori spaziali della densità di potenza, mediati su 1 cm², non devono superare 20 volte i valori sopra riportati.

Fig. 4.6-2 – Restrizioni di base per densità di potenza da 10 GHz a 300 GHz

Di seguito sono riportati i livelli di riferimento calcolati con i criteri precedentemente esposti.

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	-	$1,63 \times 10^5$	2×10^5	-
1-8 Hz	20.000	$1,63 \times 10^5/f^2$	$2 \times 10^5/f^2$	-
8-25 Hz	20.000	$2 \times 10^4/f$	$2,5 \times 10^4/f$	-
0,025-0,82 kHz	$500/f$	$20/f$	$25/f$	-
0,82-65 kHz	610	24,4	30,7	-
0,065-1 MHz	610	$1,6/f$	$2,0/f$	-
1-10 MHz	$610/f$	$1,6/f$	$2,0/f$	-
10-400 MHz	61	0,16	0,2	10
400-2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$0,01f^{1/2}$	$f/40$
2-300 GHz	137	0,36	0,45	50

Note:

- f è espressa nelle unità indicate nella prima colonna.
- I valori delle intensità di campo possono essere superati, purché siano rispettate le prescrizioni di base e si possano escludere effetti indiretti.
- Per frequenze tra 100 kHz e 10GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 e B^2 devono essere mediati su qualunque periodo di 6 minuti.
- Per i valori di picco a frequenze fino a 100 kHz si veda la Tabella 4, Nota 3.
- Per i valori di picco a frequenze superiori a 100 kHz si vedano le Figure 1 e 2. Tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di picco per le intensità di campo si ottengono per interpolazione tra il valore di picco di 1,5 volte a 100 kHz e quello di 32 volte a 10 MHz. Per frequenze superiori a 10 MHz, si suggerisce che la densità di potenza di picco dell'onda piana equivalente, mediata sulla durata dell'impulso, non superi di 1000 volte la restrizione per S_{eq} , o che le intensità dei campi non superino di 32 volte i livelli forniti nella tabella.
- Per frequenze superiori a 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 e B^2 devono essere mediati su qualunque periodo di $68/f^{0,05}$ minuti (f in GHz).
- Non viene fornito nessun valore di campo elettrico per i campi a frequenze < 1 Hz, che sono in pratica campi elettrici statici. Le scosse da sorgenti a bassa impedenza si prevengono con procedure di sicurezza elettrica acquisite per questo genere di apparecchiature.

Fig. 4.6-3 – Livelli di riferimento per i campi elettrici e magnetici variabili - lavoratori

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	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	-
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	-
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-
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	$1,375f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$0,0046f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Note:

- f è espressa nelle unità indicate nella prima colonna.
- I valori delle intensità di campo possono essere superati, purché siano rispettate le prescrizioni di base e si possano escludere effetti indiretti.
- Per frequenze tra 100 kHz e 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 e B^2 devono essere mediati su qualunque periodo di 6 minuti.
- Per i valori di picco a frequenze fino a 100 kHz si veda la Tabella 4, Nota 3.
- Per i valori di picco a frequenze superiori a 100 kHz si vedano le Figure 1 e 2. Tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di picco per le intensità di campo si ottengono per interpolazione tra il valore di picco di 1,5 volte a 100 kHz e quello di 32 volte a 10 MHz. Per frequenze superiori a 10 MHz, si suggerisce che la densità di potenza di picco dell'onda piana equivalente, mediata sulla durata dell'impulso, non superi di 1000 volte la restrizione per S_{eq} , o che le intensità dei campi non superino di 32 volte i livelli forniti nella tabella.
- Per frequenze superiori a 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 e B^2 devono essere mediati su qualunque periodo di $68/f^{0,05}$ minuti (f in GHz).
- Non viene fornito nessun valore di campo elettrico per i campi a frequenze < 1 Hz, che sono in pratica campi elettrici statici. Per la maggior parte delle persone non si manifestano effetti fastidiosi di percezione delle cariche elettriche superficiali a intensità di campo elettrico inferiori a 25 kV/m. Effetti di scarica che provochino stress o fastidio devono essere evitati.

Fig. 4.6-4 – Livelli di riferimento per i campi elettrici e magnetici variabili - popolazione

4.7 I limiti in Italia

4.7.1 I limiti per la popolazione

Il fatto che riguardo agli effetti atermici nel mondo scientifico non vi è certezza, in Italia ha destato particolare attenzione ed ha avuto anche un riscontro legislativo diretto. **Rispetto a molti altri paesi lo Stato italiano ha stabilito per gli ambienti abitativi dei valori di cautela molto restrittivi.** Se infatti un limite sanitario può essere stabilito soltanto in base a conoscenze accertate sugli effetti delle radiazioni per la salute umana, un valore di attenzione o obiettivo di qualità tiene conto anche degli effetti a lungo termine, possibili ma non ancora dimostrati, e si propone di garantire, nel dubbio, un livello di sicurezza ancora più elevato.

I limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003 (in G.U. n. 200 del 29 agosto 2003) sono riportati nella seguente tabella per gli elettrodotti (Frequenza 50 Hz).

Tipo di esposizione	Campo elettrico	Induzione magnetica
Limite massimo di esposizione.	5000 V/m Da intendersi come valori efficaci.	100 μ T Da intendersi come valori efficaci.
Aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.	5000 V/m Da intendersi come valori efficaci.	10 μ T Da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Fig. 4.7.1-1 – Limiti in Italia per la frequenza di 50 Hz

Per le frequenze fino a 100 kHz vale la raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. L. 199 del 30 luglio 1999, relativa alla limitazione dell'esposizioni della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz. Tale raccomandazione recepisce il limiti stabili dall'ICNIRP.

I limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003 (in G.U. n. 199 del 28 agosto 2003) elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz sono riportati di seguito. Tali limiti si applicano per i sistemi di telecomunicazione. Le tabelle sono tratte direttamente dal decreto N° 199 del 28 agosto 2003.

Tabella 1	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m ²)
Limiti di esposizione			
0,1 < f ≤ 3 MHz	60	0,2	-
3 < f ≤ 3000 MHz	20	0,05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0,01	4

Fig. 4.7.1-2 – Limiti in Italia da non superare

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

Fig. 4.7.1-3 – Limiti in Italia da non superare negli edifici con permanenza oltre 4 ore.

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

Fig. 4.7.1-4 – Obiettivi di qualità

A tutela dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, generati da sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999.

4.7.2 I limiti per i lavoratori

Il decreto Legislativo 81/2008 ha come obiettivo di fissare i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici.

Oltre a specificare l'obbligo per i datori di lavoro di procedere, nei casi in cui sia necessario, alla valutazione dei rischi, sono introdotti alcuni limiti specifici per i lavoratori.

In particolare sono definiti i:

- **valori limite di esposizione:** limiti all'esposizione a campi elettromagnetici che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici sono protetti contro tutti gli effetti nocivi per la salute conosciuti;
- **valori di azione:** l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B) e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nel presente titolo. Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.

Intervallo di frequenza	Densità di corrente per corpo e tronco I (mA/m ²) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (corpo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza (W/m ²)
Fino a 1 Hz	40	/	/	/	/
1 - 4 Hz	40/f	/	/	/	/
4 - 1000 Hz	10	/	/	/	/
1000 Hz - 100 kHz	f/100	/	/	/	/
100 kHz - 10 MHz	f/100	0,4	10	20	/
10 MHz - 10 GHz	/	0,4	10	20	/
10 - 300 GHz	/	/	/	/	50

Fig. 4.7.2-1 – Valori limite di esposizione

I valori limite di esposizione si prefiggono di proteggere dagli effetti acuti, risultanti dall'esposizione, sui tessuti del sistema nervoso centrale nella testa e nel torace.

I valori di azione di cui alla tabella nella figura 4.7.2-2 sono ottenuti a partire dai valori limite di esposizione.

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (μT)	Densità di potenza di onda piana S _{eq} (W/m ²)	Corrente di contatto I _c (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti I _L (mA)
0 - 1 Hz	/	1,63 x 10 ⁵	2 x 10 ⁵	/	1,0	/
1 - 8 Hz	20000	1,63 x 10 ⁵ /f ²	2 x 10 ⁵ /f ²	/	1,0	/
8 - 25 Hz	20000	2 x 10 ⁴ /f	2,5 x 10 ⁴ /f	/	1,0	/
0,025 - 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	/	1,0	/
0,82 - 2,5 kHz	610	24,4	30,7	/	1,0	/
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	/	0,4f	/
65 -100 kHz	610	1600/f	2000 /f	/	0,4/f	/
0,1 - 1 MHz	610	1,6/f	2/f	/	40	/
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	/	40	/
10-110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10	/	/
400 - 2000 MHz	3f ^{1/2}	0,008f ^{1/2}	0,01f ^{1/2}	f/40	/	/
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50	/	/

Fig. 4.7.2-2 – Valori di azione

Le basi razionali utilizzate dalla Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) sono specificate nelle linee guida sulla limitazione dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP 7/99).

4.8 I limiti nel resto del mondo

Per avere un confronto immediato con le legislazioni del resto del mondo si riporta la tabella seguente.

Paese	900 MHz	1800 MHz	Osservazioni
ICNIRP	41	58	
Australia	41	58	
Austria	48	61	
Bulgaria	6	6	
Canada	47	61	
Cina	12*	12*	* per breve tempo
Raccomandazione UE (su base ICNIRP)	41	58	
Francia	41	58	
Germania	41	58	
Ungheria	6	6	
Italia	20 (6*)	20 (6*)	* ambienti abitati
Giappone	47	61	
N. Zelanda	41	58	
Polonia	6	6	
Russia	20*	dato non riportato	* telefonia mobile
Sud Africa	41	58	
Svezia	41	58	
Svizzera	41 (4*)	59 (6*)	* per impianto
Turchia	41	58	

Fig. 4.8-1 – Limiti in V/m per i campi elettromagnetici nel mondo per le frequenze tipiche utilizzate nella telefonia mobile in tecnica GSM (Fonte Provincia di BZ)

Come si può vedere dalla tabella di cui sopra molti stati si sono rifatti alle prescrizioni ICNIRP (riprese dalla raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999) anche se alcuni, tra cui l'Italia, si sono posizionati su limiti più bassi in via cautelativa.

5. Descrizione dei vari tipi di servizio

5.1 Elettrodotti

Gli elettrodotti sono una delle più "antiche" sorgenti di campo elettromagnetico. Alla frequenza di 50 Hz, quella utilizzata in Italia per la trasmissione della energia elettrica, i campi elettrico e magnetico non sono correlati tra loro e pertanto devono essere considerati separatamente.

I valori limite per gli elettrodotti sono riportati in DPCM 8 luglio 2003 (in G.U. n. 200 del 29 agosto 2003) - Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.

Tipo di esposizione	Campo elettrico	Induzione magnetica
Limite massimo di esposizione.	5000 V/m Da intendersi come valori efficaci.	100 μ T Da intendersi come valori efficaci.
Aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.	5000 V/m Da intendersi come valori efficaci.	10 μ T Da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Il campo elettrico dipende dalla tensione della linea ed in pratica ha variazioni molto limitate nel corso della giornata in funzione del carico.

Il campo magnetico dipende dalla corrente trasportata ed invece ha delle variazioni apprezzabili in funzione del carico. In pratica la corrente che scorre nella linea è maggiore quando vi è maggior carico e minore quando vi è minor carico.

Le ore di maggiore carico sono quelle tipiche delle attività lavorative 10 -12 e 15 - 17.

Di seguito si riporta un esempio di andamento orario della curva del fabbisogno orario nel corso della giornata come desunto dal sito Internet di Terna.

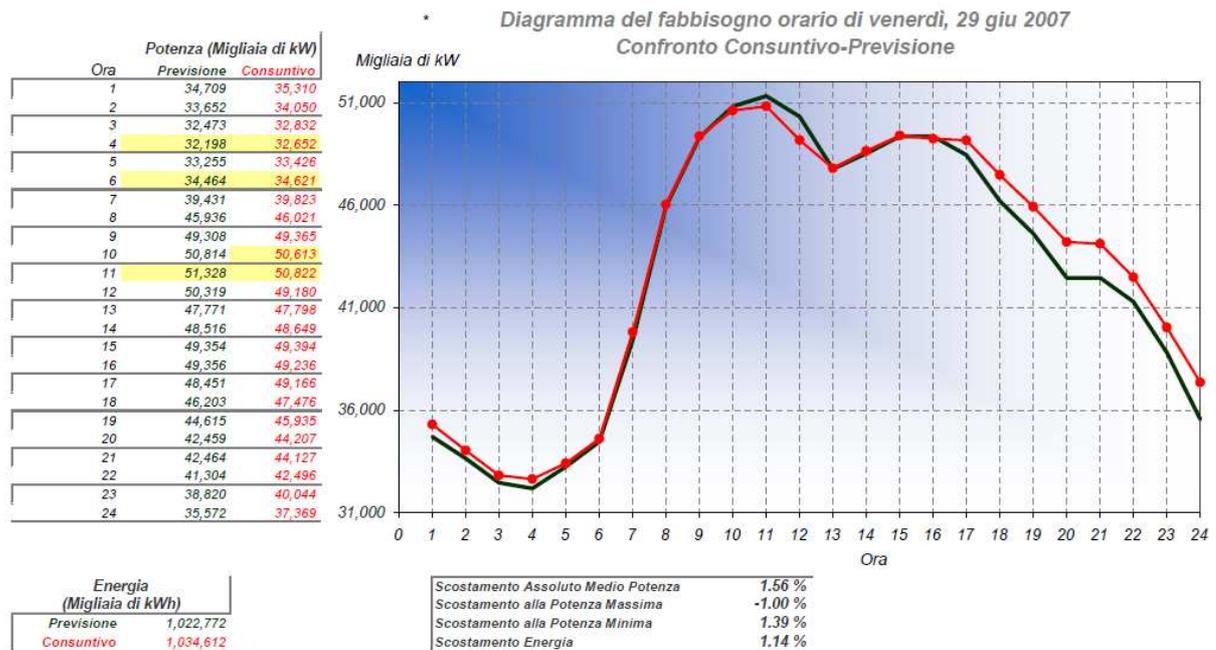


Fig. 5.1-1 – Esempio della curva del fabbisogno orario di elettricità

Appare evidente come vi siano dei valori molto bassi nel corso delle ore notturne. Con l'inizio delle attività lavorative vi è poi un rapido aumento a partire dalle 6 del mattino con un picco attorno alle 11. Questo andamento è giustificato dal fatto che la richiesta di energia nel corso della giornata è dovuta fondamentalmente agli ambiti lavorativi.

Successivamente vi è un calo in corrispondenza alla pausa pranzo attorno alle 13, seguito da un ulteriore picco dovuto alla ripresa dell'attività lavorativa attorno alle 16. Dopo la 16 vi è infine un lento calare della richiesta di energia elettrica legato al terminare della attività lavorative.

Di seguito riportiamo alcune indicazioni per inquadrare la problematica e fornire alcuni elementi di riferimento da confrontare con i limiti previsti dalle normative.

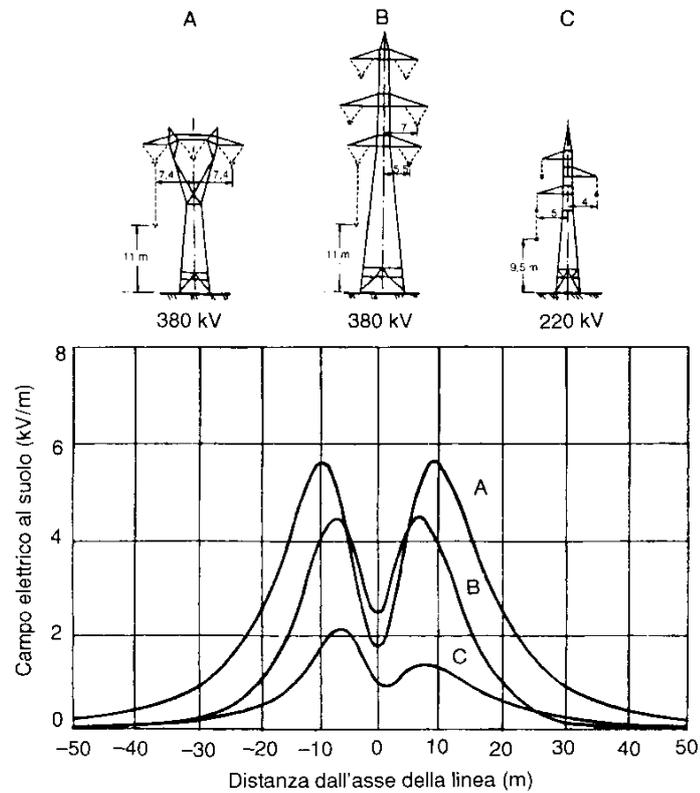


Fig. 5.1-2 – Andamento tipico del campo elettrico ad un metro dal suolo rispetto all'asse della linea (Fonte Tuttonormel Giugno 1998)

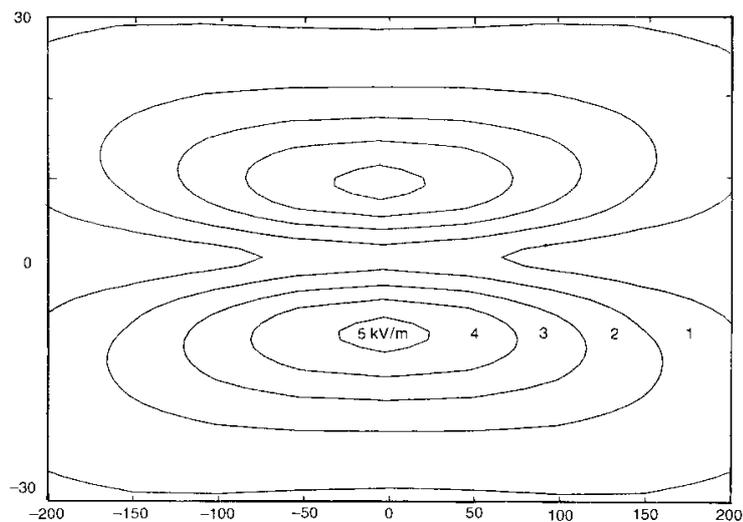


Fig. 5.1-3 – Andamento tipico del campo elettrico ad un metro dal suolo rispetto all'asse di una linea a 380 kV (Fonte Tuttonormel Giugno 1998)

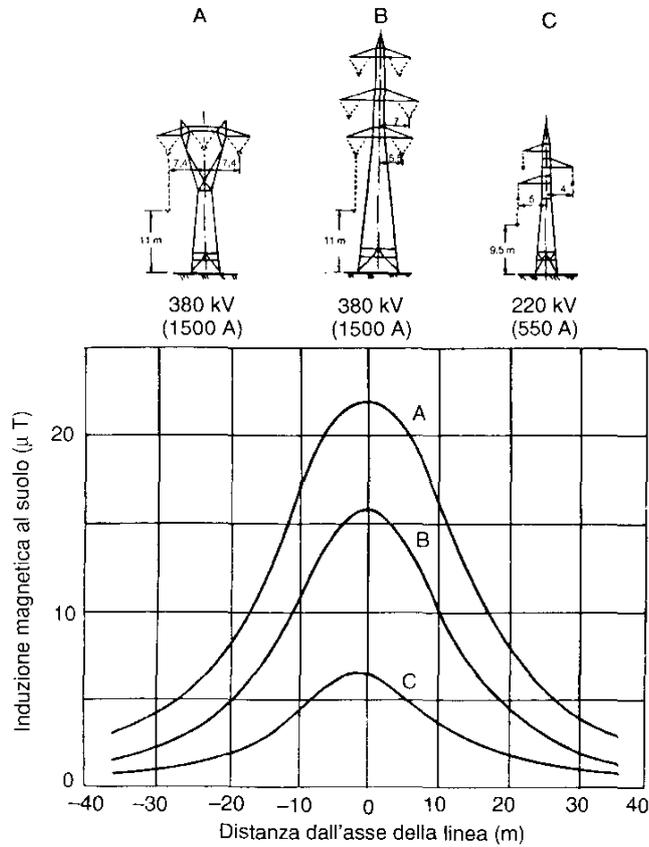


Fig. 5.1-4 – Andamento tipico dell'induzione magnetica al suolo rispetto all'asse della linea (Fonte Tuttonormel Giugno 1998)

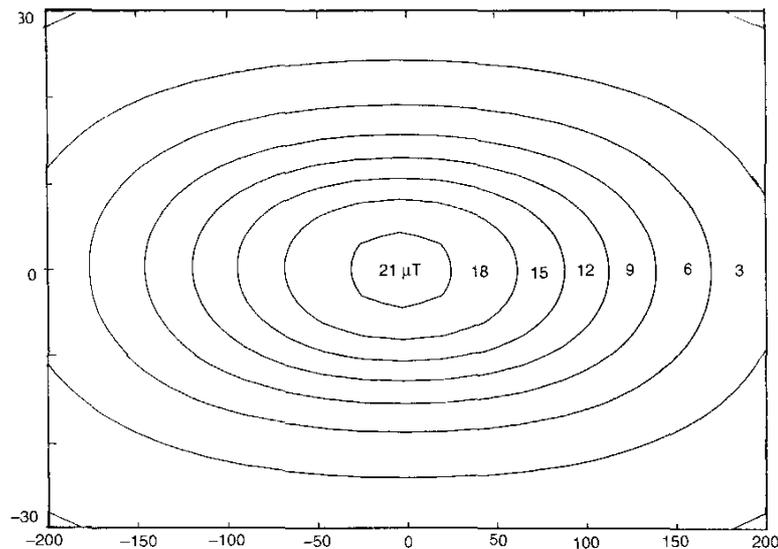


Fig. 5.1-5 – Andamento tipico dell'induzione magnetica al dal suolo rispetto all'asse di una linea a 380 kV con una corrente di 1500 A (Fonte Tuttonormel Giugno 1998)

Spesso è invocato l'interramento dei cavi come soluzione della problematica relativa agli elettrodotti. In realtà prima di prendere una decisione del genere la cosa deve essere ponderata rispetto a quelle che sono le leggi della fisica.

Il campo elettrico, infatti, è attenuato dalla interposizione del terreno, non così è per il campo magnetico che invece non viene schermato. Di seguito si riporta il confronto tra una linea aerea ed una in cavo interrato con i parametri riportati in figura.

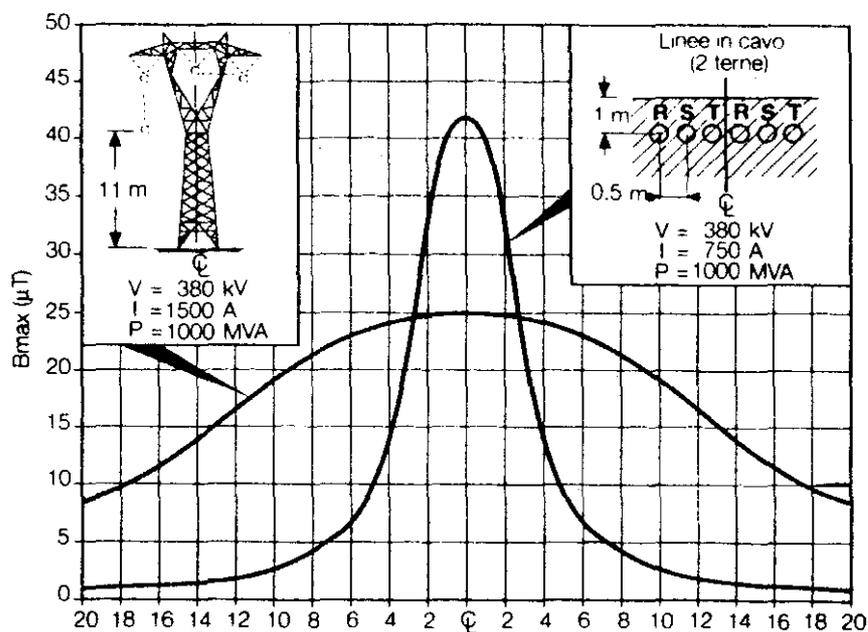


Fig. 5.1-6 – Confronto tra una linea in configurazione aerea ed interrata (Fonte Tuttonormel Giugno 1998)

Come si può vedere nel caso dell'interramento vi possono essere delle punte di esposizione ai campi magnetici anche superiori a quelle delle linee aeree.

5.2 Servizi di telecomunicazione

Tra le principali sorgenti di onde elettromagnetiche vi sono i servizi di telecomunicazione. Di seguito si riporta una tabella con l'indicazione della denominazione, delle frequenze, dei meccanismi di propagazione e dei principali utilizzi.

Denominazione	Frequenze	Meccanismo di propagazione	Utilizzo
VLF	$f < 30 \text{ kHz}$	Prevalentemente onda superficiale. A distanze superiori a migliaia di km per propagazione ionosferica.	Radionavigazione a lungo raggio. Utilizzo in ambito militare.
LF	$30 \text{ kHz} < f < 300 \text{ kHz}$	Propagazione per onda superficiale e ionosferica fino a migliaia di km.	Radiodiffusione e collegamento con stazioni mobili terrestri, aeronautiche e marine.
MF	$300 \text{ kHz} < f < 3000 \text{ kHz}$	Propagazione per onda superficiale e ionosferica fino a migliaia di km.	Radiodiffusione e collegamento con stazioni mobili terrestri, aeronautiche e marine.
HF	$3 \text{ MHz} < f < 30 \text{ MHz}$	Propagazione prevalente per onda ionosferica fino a decine di migliaia di km.	Usate per collegamenti a grandissima distanza.
VHF	$30 \text{ MHz} < f < 300 \text{ MHz}$	Propagazione prevalente per onda diretta, accompagnata da eventuale onda riflessa.	Usate per collegamenti fissi, con mezzi mobili terrestri ed aeronautici, per radionavigazione per radiodiffusione sonora e televisiva.
UHF	$300 \text{ MHz} < f < 3000 \text{ MHz}$	Propagazione prevalente per onda diretta, accompagnata da eventuale onda riflessa.	Usate per collegamenti fissi, con mezzi mobili terrestri ed aeronautici, per radionavigazione per radiodiffusione sonora e televisiva.
SHF	$3 \text{ GHz} < f < 30 \text{ GHz}$	Propagazione prevalente per onda diretta, accompagnata da eventuale onda riflessa. Effetto schermante degli ostacoli molto netto.	Ponti radio. Localizzazione radar, radionavigazione.
EHF	$30 \text{ GHz} < f < 300 \text{ GHz}$	Propagazione quasi simile a quella ottica.	

Fig. 5.2-1 – Tabella degli utilizzi delle onde elettromagnetiche nelle telecomunicazioni

In funzione della tipologia di servizio si usano antenne con caratteristiche diverse. Per ottenere una copertura mirata nelle telecomunicazioni si utilizzano antenne capaci di convogliare la potenza in ingresso in una specifica direzione. In questo caso si dice che le antenne sono **direttive** ed hanno un **alto guadagno**. È il caso delle antenne per ponti radio o quelle utilizzate per le stazioni radio base di telefonia cellulare.

Quando si vuole avere una diffusione in ogni direzione, per esempio nel caso di stazioni radiofoniche o televisive, si utilizzano antenne **omnidirezionali** che hanno un **basso guadagno**.

Di seguito si riporta l'esempio di come appaio i lobi isolivello nel caso di una antenna per telefonia cellulare.

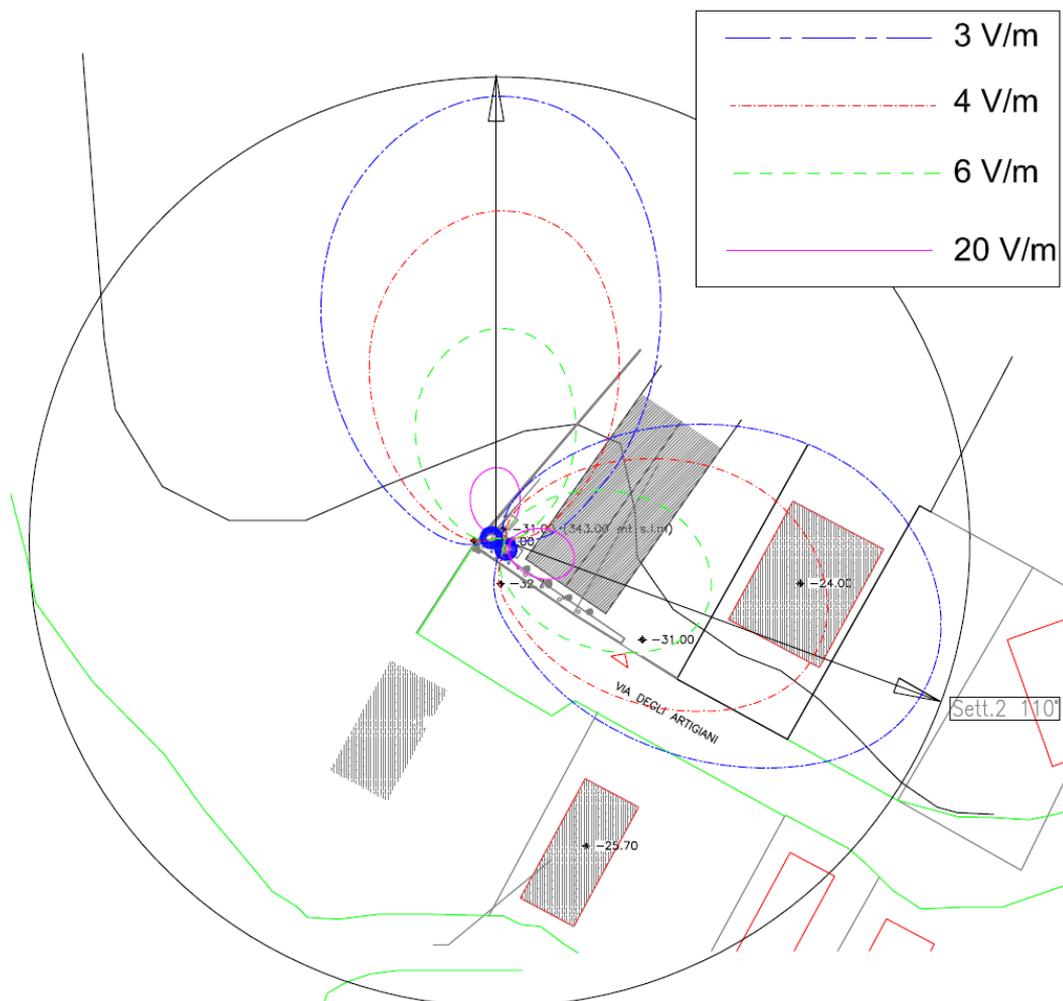


Fig. 5.2-2 – Esempio di lobi di radiazione in pianta per una SRB.

Di seguito si riporta l'andamento dei lobi di radiazione in sezione per la cella di puntamento 110°.

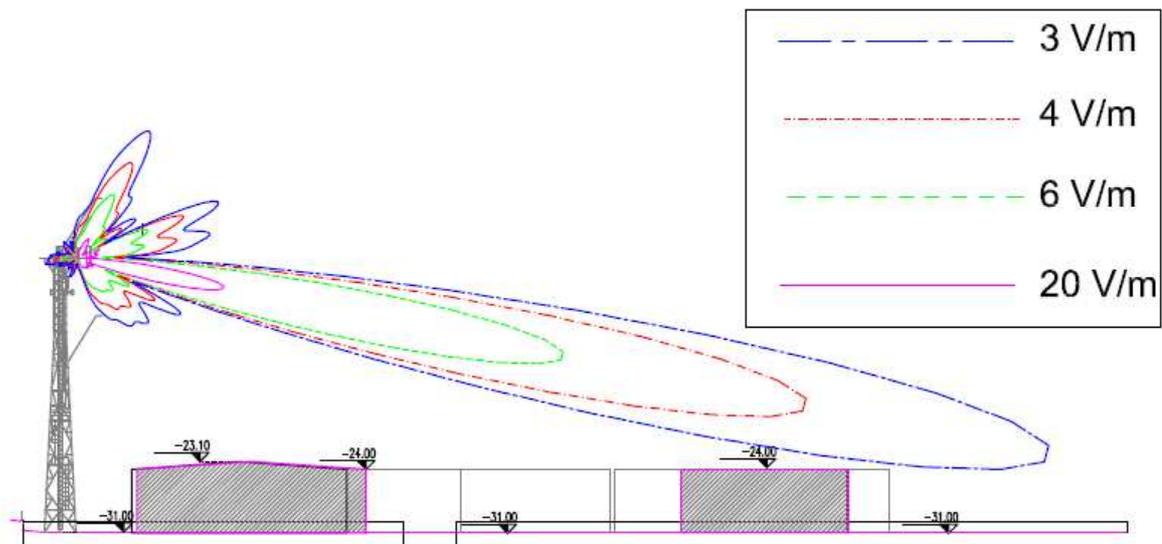


Fig. 5.2-3 – Esempio di lobi di radiazione in sezione per una SRB.

Per potere valutare l'esposizione della popolazione che risiede in vicinanza di un'antenna, oltre che la distanza, è importante anche conoscere la direzione di radiazione e la tipologia dell'antenna. Infatti, nel caso di un edificio che si trovi direttamente a ridosso di una stazione radio base, ma ubicato al di fuori del fascio di radiazione, è possibile avere un'esposizione alle radiazioni elettromagnetiche praticamente nulla. Lo stesso principio vale per l'edificio su cui è installata l'antenna, poiché la radiazione verso il basso è minima.

Ancora più evidente è questo effetto nel caso antenne adibite a ponti radio (generalmente a forma di parabole).

Di seguito si riporta un esempio relativamente ai ponti radio.

Esempio della vista in pianta dei lobi di radiazione dei ponti radio a servizio di una SRB.

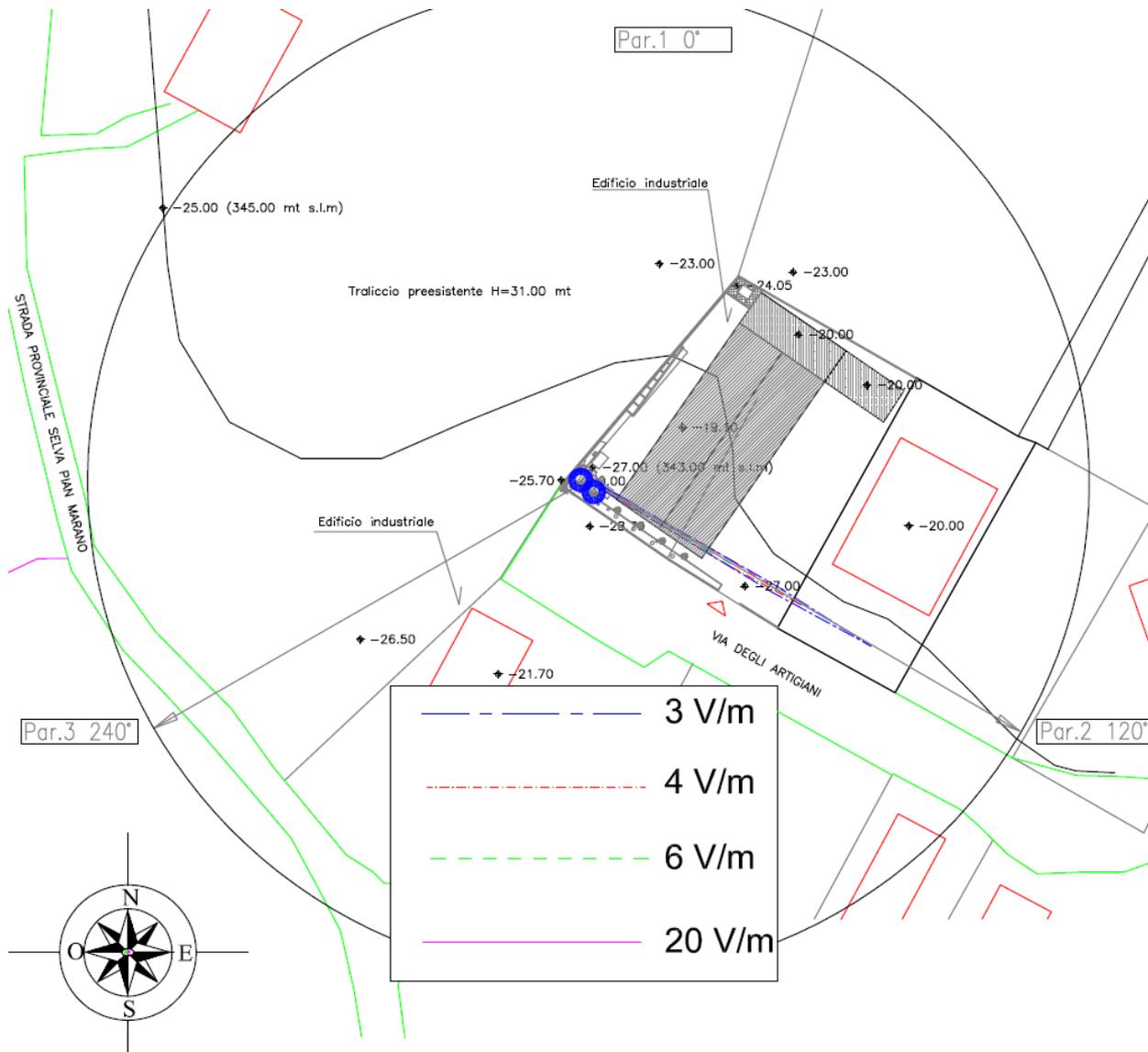


Fig. 5.2-4 – Esempio di lobi di radiazione pianta per ponti radio a servizio di una SRB

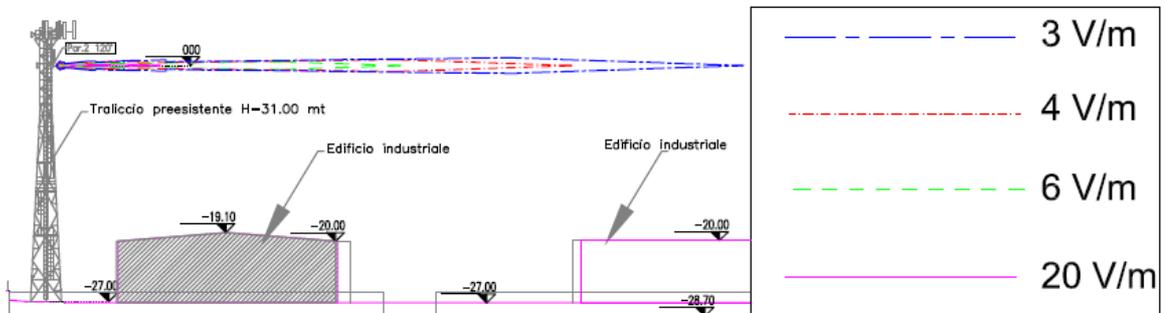


Fig. 5.2-5 – Esempio di lobi di radiazione in sezione per un ponte radio a servizio di una SRB

In generale caratteristiche tipiche dei campi elettromagnetici ad alta frequenza sono:

- Il fascio di radiazione può essere direzionale;
- I valori del campo elettromagnetico diminuiscono con la distanza dall'antenna (per il campo lontano in funzione di $1/\text{distanza}$);
- La radiazione viene fortemente attenuata da molti materiali da costruzione;
- La proprietà di penetrazione nel corpo umano diminuisce con l'aumentare della frequenza.

5.3 Confronto tra vari tipi di esposizione

Nell'intento di dare alcune indicazioni circa i livelli tipici dei campi elettromagnetici cui normalmente siamo esposti riportiamo di seguito alcune considerazioni sui principali sistemi di normale utilizzo quotidiano.

Un telefonino può avere una potenza emessa in antenna¹ che va da 0,125 W a 2 W. Se si ipotizza che l'antenna sia un dipolo con un guadagno $G=2,14$ dBi si ottiene che il campo elettrico nella direzione di massimo irraggiamento ad una distanza di circa 15 cm (cioè sicuramente all'interno della nostra testa) è pari a quanto segue:

Potenza W	Campo E in V/m
0,50	33
1,00	47

Fig. 5.3-1 – Tabella del campo elettrico generato da un telefonino a 0,15 m

Se si considera una stazione radio base, con ipotesi ragionevole che emetta 100 W in totale con una direttività dell'antenna di 18 dBi (ed ipotizzando di trovarsi nella direzione di massimo irraggiamento), si avranno in funzione delle varie distanze alle quali ci si trova i seguenti valori di campo elettrico.

Distanza in m	E in V/m
40,0	10,9
45,0	9,7
50,0	8,7
55,0	7,9
60,0	7,2

Fig. 5.3-2 – Tabella del campo elettrico generato da una SRB a varie distanze

Da quanto sopra emergono alcune considerazioni.

La gran parte delle radiazioni elettromagnetiche a cui si è sottoposti nel corso di una telefonata sono originate dal telefonino dell'utente che chiama.

¹ Il valore di 0,125 W è il minimo valore previsto dalla tecnica UMTS. Il valore di 2 W è il massimo valore previsto dalla tecnica UMTS. I telefonini emettono più o meno potenza a seconda di dove si trova la Stazione Radio Base con cui sono collegati. Se i telefonini si trovano in visibilità e vicini alla SRB l'emissione è minima; se si trovano lontani e l'antenna è schermata l'emissione è massima.

6. La percezione del rischio per la salute dovuto ai campi elettromagnetici

6.1 I termini del problema

L'Organizzazione Mondiale per la Sanità afferma con pubblicazioni del dicembre 2005 e del maggio 2006 che non vi è evidenza di danni per la salute per esposizione a radiofrequenze nei limiti prescritti dalle Leggi per le Stazioni Radio Base di telefonia e le reti Wireless e le microonde (Promemoria OMS/304 del 17 maggio 2006; Data sheet "ELECTROMAGNETIC FIELDS AND PUBLIC HEALTH - Microwave Ovens" del febbraio 2005; Data sheet "ELECTROMAGNETIC FIELDS AND PUBLIC HEALTH - Intermediate Frequencies (IF)" del febbraio 2005).

Nel caso delle basse frequenze la classificazione dell'IARC con riferimento ai tumori è di "possibilmente cancerogeno". Tale classificazione corrisponde alla più debole tra le tre categorie ("cancerogeno per l'uomo", "probabilmente cancerogeno per l'uomo" e "possibilmente cancerogeno per l'uomo") utilizzate dall'IARC per classificare i cancerogeni potenziali sulla base delle evidenze scientifiche pubblicate.

Come visto in precedenza tale classificazione è la stessa degli scarichi dei motori a benzina, dei sottaceti e del caffè. Questa classificazione non fa scattare automaticamente una risposta regolamentare a livello nazionale, o se questa scatta può essere differenziata. Mentre i residui di scarico della benzina, le verdure sottaceto ed il caffè sono stati classificati come possibili cancerogeni per gli esseri umani, l'unica risposta significativa avutasi da parte dei governi è stata quella di ridurre i residui di scarico dei motori a benzina. Di contro, a parità di classificazione circa la cancerogenicità, non si sono avuti sforzi nel senso di limitare l'assunzione di caffè o di verdure sottaceto.

A fronte di questi dati oggettivi le preoccupazioni della popolazione per la presenza di elettrodotti, stazioni radio base per telefonia cellulare, emittenti televisive ed altre sorgenti di campi elettromagnetici non accennano a diminuire.

Quanto esposto ha portato anche le massime organizzazioni internazionali, quali l'OMS (OMS - Come stabilire un dialogo sui rischi dei campi elettromagnetici. Elettra 2000. 2002), a porre accanto ai tradizionali filoni di ricerca, anche lo studio dei meccanismi di percezione del rischio.

6.2 La percezione del rischio

Le ricerche circa la percezione del rischio hanno avuto origine storicamente con lo sviluppo dell'energia nucleare, tuttavia molti dei concetti sviluppati hanno una validità generale e possono essere utilizzati anche nel caso dei campi elettromagnetici.

La diversa percezione dei rischi tra popolazione ed esperti del settore è dovuta in sostanza ad una serie di fattori concomitanti tra quali ruolo preponderante hanno:

- incapacità degli esperti di comunicare i rischi all'opinione pubblica;
- una scarsa propensione dei mezzi di informazione a svolgere un ruolo di corretto trasferimento di dati scientifici piuttosto che indulgere in spettacolarizzazioni;
- difficoltà di lettura e comprensione dei dati scientifici;
- dati contraddittori e non ancora consolidati.

I rischi sono maggiormente percepiti secondo alcuni fattori ben noti quali ad esempio:

- morti raggruppate nello spazio e nel tempo;
- poca familiarità con l'agente causa del rischio;
- meccanismi del processo che porta al rischio non compresi;
- non controllabilità personale del rischio;
- involontarietà alla esposizione del rischio;
- esposizione dei bambini al rischio;
- gravità degli effetti;
- attenzione dei mezzi di comunicazione;
- mancanza di fiducia nelle istituzioni;
- non comprensione dei benefici rispetto al rischio;
- irreversibilità degli effetti;
- non equità della distribuzione del rischio.

Uno studio specificatamente commissionato dall'Unione Europea per analizzare il problema di possibili sintomi soggettivi (disturbi psicologici e neurovegetativi) conseguenti alla esposizione a campi elettromagnetici (Bergqvist, Vogel - Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic fields. 1997) ha concluso che le patologie sono in parte di natura psicosomatica.

Un ulteriore lavoro (Mc Mahan, Meyer – Symptom prevalence and worry about high voltage transmission lines. 1995) dimostra come alcuni sintomi soggettivi:

- Cefalea;
- Insonnia;
- Affaticamento;
- Problemi neurovegetativi;

siano più frequenti non tanto nei soggetti effettivamente esposti ai campi magnetici prodotti da linee ad alta tensione, quanto in quelli che sono preoccupati per tali campi.

6.3 Soggetti ipersensibili

Alcuni pazienti dichiarano di essere particolarmente sensibili ai campi elettromagnetici tanto da essere "Ipersensibili" e di avvertirne chiaramente la presenza.

Studi scientifici sono stati svolti anche in questo caso ponendo i soggetti in presenza di una sorgente campi elettromagnetici a loro insaputa. Non si è avuta alcuna correlazione tra le risposte dei soggetti e lo stato della sorgente che desse una evidenza circa la differenza di risposte date a caso.

Un recente promemoria dell'OMS (Promemoria n° 296 – Campi elettromagnetici e salute pubblica. Ipersensibilità ai campi elettromagnetici. Dicembre 2005) conferma la situazione, invitando i medici a concentrarsi più sui sintomi che sulla eliminazione dei campi elettromagnetici.

6.4 La posizione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità

6.4.1 Cosa è l'OMS e qual'è la sua funzione

Dopo avere esposto le principali problematiche relative all'impatto sociale che ha il sempre maggiore sviluppo delle telecomunicazioni e di conseguenza dei campi elettromagnetici, è opportuno, al fine di inquadrare la situazione nell'ottica di un approccio razionale, fare riferimento a quanto afferma un'organizzazione internazionale come l'Organizzazione Mondiale della Sanità.

L'Organizzazione mondiale della sanità (OMS, o World Health Organization, WHO in inglese), agenzia specializzata delle Nazioni Unite per la salute, è stata fondata il 7 aprile 1948, con sede a Ginevra. L'obiettivo dell'OMS, così come precisato nella relativa costituzione, è il raggiungimento da parte di tutte le popolazioni del livello più alto possibile di salute, definita nella medesima costituzione come condizione di completo benessere fisico, mentale e sociale, e non soltanto come assenza di malattia o di infermità.

L'OMS è governata da 193 stati membri attraverso l'Assemblea mondiale della sanità (WHA), convocata annualmente in sessioni ordinarie nel mese di maggio. Questa è composta da rappresentanti degli stati membri, scelti fra i rappresentanti dell'amministrazione sanitaria di ciascun paese (ministeri della sanità).

Si riportano di seguito quelle che sono le posizioni ufficiali dell'Organizzazione mondiale per la Sanità con riferimento ai campi elettromagnetici. In particolare si sono considerati i documenti relativi alla posizione ufficiale dell'OMS in relazione a:

- campi statici;
- campi elettrici e magnetici in bassa frequenza;
- campi elettromagnetici ad alta frequenza utilizzati per la telefonia ed il Wireless;
- ipersensibilità ai campi elettromagnetici.

Tali documenti sono pubblici e possono essere reperiti visitando il sito www.who.int, dove possono consultati, scaricati e ne può essere verificato l'eventuale aggiornamento.

Al fine di favorire la diffusione delle informazioni si è deciso di riportare *integralmente* tali documenti all'interno di questo lavoro.

6.4.2 La posizione dell'OMS relativamente ai campi statici



Promemoria n.299
Marzo 2006

CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA **Campi elettrici e magnetici statici**

Le tecnologie che impiegano campi statici vengono usate in modo crescente in particolari industrie, come nel caso della risonanza magnetica in medicina, dei sistemi di trasporto che utilizzano corrente continua (CC) o campi magnetici statici, o di centri di ricerca in fisica delle alte energie. Con l'aumento dell'intensità dei campi statici, aumentano anche le potenziali interazioni, di vario genere, con il corpo umano.

Il Progetto internazionale campi elettromagnetici dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha recentemente analizzato le implicazioni per la salute di esposizioni a intensi campi statici, evidenziando l'importanza di proteggere il personale medico, i pazienti (in particolare bambini e donne in gravidanza) ed i lavoratori delle industrie di produzione di magneti ad alto campo (Environmental Health Criteria, 2006).

SORGENTI

Campi elettrici e magnetici sono generati da diversi fenomeni; ne sono esempi il campo magnetico terrestre, i campi generati nei temporali e quelli legati all'uso dell'elettricità. Quando i campi non variano nel tempo (hanno una frequenza di 0 Hz) vengono indicati come statici.

Nell'atmosfera campi elettrici statici (indicati anche come campi elettrostatici) si presentano naturalmente, in condizioni di tempo sereno ma soprattutto nei temporali. Anche l'attrito può separare le cariche positive da quelle negative e generare intensi campi elettrici statici. La loro intensità si misura in volt al metro (V/m) o kilovolt al metro (kV/m). Nella vita quotidiana possiamo sperimentare delle scosse toccando oggetti collegati a terra, o avvertire una stimolazione dei peli cutanei per effetto dell'attrito, ad esempio camminando su un tappeto. Altre sorgenti di campi elettrici statici, sono legate all'uso dell'elettricità in corrente continua; ne sono esempio i sistemi ferroviari in corrente continua e gli schermi a raggi catodici di televisori e di computer.

Un campo magnetico statico si misura in ampere al metro (A/m), ma viene spesso espresso attraverso la corrispondente induzione magnetica, misurata in tesla (T) o millitesla (mT). Il campo geomagnetico naturale varia sulla superficie della terra tra circa 0,035 e 0,070 mT ed è percepito da alcuni animali che lo usano per orientarsi. Campi magnetici statici artificiali vengono generati tutte le volte che si impiegano correnti continue, come nei treni elettrici o in processi industriali come la produzione di alluminio e la saldatura a gas. Questi campi magnetici possono essere oltre 1000 volte più intensi di quello terrestre.

Recenti innovazioni tecnologiche hanno portato all'impiego di campi magnetici fino a 100.000 volte più intensi del campo magnetico terrestre. Questi sono utilizzati nella ricerca e in applicazioni mediche come la risonanza magnetica, che fornisce immagini tridimensionali del cervello e di altri tessuti molli. Nei sistemi clinici usati ordinariamente il paziente sotto esame e gli operatori addetti alla macchina possono essere esposti a campi magnetici elevati, dell'ordine di 0,2 - 3 T. In applicazioni di ricerca medica, vengono utilizzati per la scansione dell'intero corpo del paziente campi magnetici ancora più intensi, fino a circa 10 T.

Sui campi elettrici statici sono stati condotti pochi studi. I risultati accumulati fino ad oggi suggeriscono che i soli effetti acuti sono quelli associati al movimento dei peli ed il disagio causato dalle scariche. Non sono stati indagati a fondo effetti cronici o ritardati dei campi elettrici statici.

EFFETTI SANITARI

Nel caso di campi magnetici statici, effetti acuti possono verosimilmente verificarsi solo quando c'è un movimento all'interno del campo, come lo spostamento di una persona, o all'interno del corpo, come il flusso del sangue o il battito del cuore. Una persona che si muova entro un campo di intensità superiore a 2 T può provare sensazioni di vertigine e di nausea, e talvolta un sapore metallico in bocca e una percezione di lampi luminosi. Questi effetti, sebbene solo temporanei, possono avere un impatto sulla sicurezza di lavoratori che eseguano procedure delicate (come chirurghi che effettuino operazioni all'interno di sistemi a risonanza magnetica).

I campi magnetici statici esercitano delle forze sulle cariche in moto nel sangue, come gli ioni, generano campi e correnti elettriche attorno al cuore e ai vasi sanguigni principali e possono ostacolare leggermente il flusso del sangue. I possibili effetti spaziano da variazioni di poco conto nel battito cardiaco fino al rischio di irregolarità nel ritmo cardiaco (aritmia) che potrebbero mettere a repentaglio la vita (come nel caso di fibrillazione ventricolare). Tuttavia, questo tipo di effetti acuti è verosimile solo in campi superiori a 8 T.

Non è possibile stabilire se vi siano effetti a lungo termine sulla salute in conseguenza di esposizioni anche dell'ordine dei millitesla, perché a tutt'oggi non esistono indagini epidemiologiche o studi a lungo termine ben condotti su animali. Quindi, la potenzialità cancerogena dei campi magnetici statici per l'uomo non è al momento classificabile (IARC, 2002).

NORMATIVE INTERNAZIONALI

La Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni non Ionizzanti ha preso in considerazione le esposizioni a campi magnetici statici (si veda www.icnirp.org). Per le esposizioni professionali, i limiti attuali si basano sul criterio di evitare sensazioni di vertigine e nausea indotte dal movimento all'interno del campo. Per l'esposizione professionale, i limiti raccomandati sono pari a 200 mT come media temporale sull'arco della giornata lavorativa, con un valore massimo di 2 T. Per il pubblico viene fornito un limite di esposizione continua pari a 40 mT.

I campi magnetici statici influiscono su dispositivi metallici impiantati nel corpo, come i pacemaker, e ciò può avere conseguenze negative dirette sulla salute. Si suggerisce che i portatori di pacemaker cardiaci, di protesi ferromagnetiche e di sistemi elettronici impiantati evitino aree in cui l'intensità del campo superi 0,5 mT. Si deve inoltre prestare attenzione per prevenire i rischi dovuti ad oggetti metallici che vengano improvvisamente attratti dai magneti in campi superiori a 3 mT.

LE RISPOSTE DELL'OMS

L'OMS sta effettuando una valutazione dei rischi sanitari posti dall'esposizione a campi elettromagnetici, nell'intervallo di frequenza fra 0 e 300 GHz. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha valutato nel 2002 il potenziale cancerogeno dei campi statici e il Progetto internazionale campi elettromagnetici dell'OMS ha recentemente effettuato un'accurata valutazione dei rischi sanitari di questi stessi campi (Environmental Health Criteria, 2006) identificando anche le lacune nelle attuali conoscenze. Ciò si è tradotto in un'agenda di ricerca per i prossimi anni, finalizzata alla produzione di dati utili per le future valutazioni di rischio (www.who.int/emf). L'OMS raccomanda una revisione delle normative, quando saranno disponibili nella letteratura scientifica i nuovi dati.

COSA POSSONO FARE LE AUTORITA' NAZIONALI?

Dall'uso di campi magnetici statici possono derivare enormi benefici, soprattutto in medicina. Ma si devono adeguatamente valutare i possibili effetti nocivi per salute dell'esposizione a questi campi, per poter effettivamente valutare rischi e benefici. Occorreranno alcuni anni perché siano completate le ricerche richieste. Nel frattempo, l'OMS raccomanda che le autorità nazionali mettano in atto dei programmi per la protezione sia del pubblico sia dei lavoratori dai possibili effetti nocivi dei campi statici. Nel caso dei campi elettrici statici, poiché l'effetto principale è il disturbo provocato da scariche elettriche nel corpo, è sufficiente fornire adeguate informazioni sull'esposizione a campi elettrici intensi e sui modi per evitarla.

Nel caso di campi magnetici statici, poiché il livello di informazione su eventuali effetti ritardati o a lungo termine dell'esposizione è al momento insufficiente, possono essere giustificate delle misure precauzionali che siano efficaci in rapporto ai costi, al fine di limitare l'esposizione dei lavoratori e del pubblico. L'OMS raccomanda che alle autorità le misure seguenti:

- Adottare le norme internazionali, fondate su dati scientifici, per la limitazione dell'esposizione.
- Adottare misure protettive nell'impiego industriale e scientifico di campi magnetici, garantendo un'adeguata distanza da regioni di campo che possano costituire un rischio significativo, confinando i campi o mettendo in atto azioni amministrative, come programmi di formazione del personale.
- Prevedere procedure autorizzative per i sistemi a risonanza magnetica con intensità di campo superiori a 2 T, al fine di assicurare che vengano messe in atto delle misure di protezione.
- Finanziare la ricerca, per colmare le lacune nelle conoscenze in tema di sicurezza delle persone.
- Finanziare la realizzazione di banche dati relative ai sistemi di risonanza magnetica, per raccogliere informazioni di rilevanza sanitaria circa l'esposizione dei lavoratori e dei pazienti.



RIFERIMENTI PER ULTERIORI APPROFONDIMENTI

Environmental Health Criteria (2006), Static fields, Geneva: World Health Organization, Monograph, vol. 232

Effects of static magnetic fields relevant to human health (2005), Eds. D. Noble, A. McKinlay, M. Repacholi, *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, vol. 87, nos. 2-3, February-April, 171-372

IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans (2002), Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Lyon: International Agency for Research on Cancer, Monograph, vol. 80

COLLEGAMENTI

- [Electromagnetic fields](#)

Per ulteriori informazioni contattare:

WHO Media centre

Telefono: 0041 22 791 2222

E-mail: mediainquiries@who.int

6.4.3 *La posizione dell'OMS relativamente ai campi elettrici e magnetici in bassa frequenza*



Promemoria n. 322
Giugno 2007

Campi elettromagnetici e salute pubblica

Esposizione e campi a frequenza estremamente bassa

L'uso dell'elettricità è diventato parte integrante della vita quotidiana. Tutte le volte in cui scorre una corrente elettrica, si creano campi elettrici e magnetici vicino alle linee che trasportano l'elettricità e vicino alle apparecchiature. Sin dal finire degli anni '70, si è posto il problema se l'esposizione a questi campi elettrici e magnetici a frequenza estremamente bassa (ELF, Extremely Low Frequency) diano luogo a effetti nocivi per la salute. A partire da allora, sono state effettuate molte ricerche che hanno risolto con successo importanti interrogativi ed hanno ristretto il campo di indagine delle ricerche future.

Nel 1996, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha avviato il Progetto Internazionale Campi Elettromagnetici, allo scopo di indagare i possibili rischi per la salute associati a tecnologie che emettono campi elettromagnetici. Un gruppo di lavoro dell'OMS ha recentemente portato a termine una revisione critica delle implicazioni dei campi ELF per la salute umana (WHO, 2007).

Il presente promemoria si basa sulle conclusioni di questo gruppo di lavoro ed aggiorna due recenti analisi degli effetti sanitari dei campi ELF: quella dell'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), promossa con il sostegno dell'OMS e pubblicata nel 2002, e quella della Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP) pubblicata nel 2003.

Sorgenti di campi ELF ed esposizioni in ambito residenziale

Campi elettrici e magnetici esistono ovunque scorrono delle correnti elettriche: nelle linee ad alta tensione, nei cavi, nei circuiti domestici e negli apparecchi elettrici. I campi elettrici sono creati dalle cariche elettriche, si misurano in volt al metro (V/m) e vengono schermati dai normali materiali, come legno e metalli. I campi magnetici sono creati dal moto delle cariche elettriche (cioè dalle correnti) e sono espressi in tesla (T), o più comunemente in millitesla (mT) o microtesla (μ T). In alcuni Paesi si usa normalmente un'altra unità detta gauss (G) ($10.000 \text{ G} = 1 \text{ T}$). Questi campi non vengono schermati dai materiali più comuni e li attraversano facilmente. Entrambi i campi hanno un'intensità che è massima vicino alla sorgente e diminuisce con la distanza.

La maggior parte dei sistemi elettrici opera alla frequenza di 50 o 60 cicli al secondo, o hertz (Hz). Vicino a certe apparecchiature, i valori del campo elettromagnetico possono essere dell'ordine di qualche centinaio di microtesla. Immediatamente sotto le linee ad alta tensione, i campi magnetici possono raggiungere valori di circa $20 \mu\text{T}$ e i campi elettrici possono essere di alcune migliaia di volt al metro. Nelle abitazioni, i campi magnetici a frequenza industriale sono però in media molto più bassi, pari a circa $0,07 \mu\text{T}$ in Europa e $0,11 \mu\text{T}$ nell'America del Nord. I valori medi del campo elettrico nelle abitazioni arrivano a qualche decina di volt al metro.

Valutazioni del gruppo di lavoro

Nell'ottobre del 2005, l'OMS ha riunito un gruppo di esperti scientifici, per valutare tutti i rischi sanitari che possono derivare dall'esposizione a campi elettrici e magnetici ELF, nell'intervallo di frequenze tra 0 e 100.000 Hz (100 kHz). Mentre la IARC ha esaminato nel 2002 i dati che riguardavano il cancro, questo gruppo di lavoro ha analizzato i dati relativi a numerosi effetti sanitari ed ha aggiornato le valutazioni relative al cancro. Le conclusioni e le raccomandazioni del gruppo di lavoro sono presentati in una monografia della serie Environmental Health Criteria (EHC) dell'OMS (WHO, 2007).

Al termine di una procedura ben consolidata per la valutazione dei rischi sanitari, il gruppo di lavoro ha concluso che non esistono sostanziali problemi legati ai campi elettrici ELF, ai livelli generalmente incontrati dal pubblico. Pertanto, il resto di questo promemoria riguarda in modo predominante gli effetti dell'esposizione ai campi magnetici ELF.

Effetti a breve termine

Ci sono effetti biologici accertati che derivano da esposizioni acute ad alti livelli di campo (ben al di sopra di 100 μT) e che sono spiegati da meccanismi biofisici ben conosciuti. I campi magnetici ELF esterni inducono nel corpo umano campi elettrici e correnti elettriche che, nel caso di campi di alta intensità, provocano la stimolazione di nervi e muscoli nonché variazioni nell'eccitazione delle cellule del sistema nervoso centrale.

Potenziali effetti a lungo termine

La maggior parte della ricerca scientifica sui rischi a lungo termine dell'esposizione a campi magnetici ELF si è concentrata sulla leucemia infantile. Nel 2002, la IARC ha pubblicato una monografia in cui i campi magnetici ELF venivano classificati come "possibilmente cancerogeni per l'uomo". Questa classificazione viene usata per indicare un agente per il quale esiste un'evidenza limitata di cancerogenicità nell'uomo e un'evidenza meno che sufficiente di cancerogenicità negli animali da laboratorio (altri esempi in questa categoria sono il caffè e i fumi da saldatura). Il giudizio si basava su analisi che sono state effettuate aggregando i dati di diversi studi epidemiologici e che indicavano in modo coerente un aumento di un fattore due nei casi di leucemia infantile, associato ad un'esposizione media a campi magnetici a frequenza industriale superiore a 0,3-0,4 μT . Il gruppo di lavoro ha concluso che gli ulteriori studi pubblicati in seguito non alterassero la classificazione.

L'evidenza epidemiologica è però indebolita da problemi metodologici, come potenziali distorsioni di selezione. Inoltre, non c'è nessun meccanismo biofisico accettato che suggerisca che esposizioni a bassi livelli di campo abbiano un ruolo nello sviluppo del cancro. Quindi, se effettivamente esistessero degli effetti dell'esposizione a simili campi di bassa intensità, questi dovrebbero prodursi attraverso un meccanismo biologico che è a tutt'oggi sconosciuto. Inoltre, gli studi su animali sono risultati per la maggior parte negativi. Nel complesso, dunque, i dati relativi alla leucemia infantile non sono sufficientemente solidi da poter essere considerati come indicativi di una relazione causale.

La leucemia infantile è una malattia relativamente rara, con un numero totale di nuovi casi all'anno stimato in circa 49.000 a livello mondiale nel 2000. Esposizioni in casa a campi magnetici superiori in media a 0,3 μT sono rare: si stima che solo una frazione tra l'1% e il 4% dei bambini viva in queste condizioni. Se la correlazione fra campi magnetici e leucemia infantile fosse effettivamente causale, si stima che il numero di casi che, a livello mondiale, potrebbero essere attribuiti all'esposizione varierebbe tra 100 e 2.400 all'anno, che rappresentano tra lo 0,2% e il 4,95% dell'incidenza totale nel 2000, anno sui cui dati sono basate le analisi. Quindi, se veramente i campi magnetici aumentassero il rischio di questa patologia, l'impatto dell'esposizione a campi magnetici ELF sulla salute pubblica sarebbe limitato, se considerato in un contesto globale.

Diversi altri effetti nocivi per la salute sono stati studiati in rapporto a una possibile associazione con l'esposizione a campi magnetici ELF. Tra questi, altri tipi di tumori infantili, tumori negli adulti, depressione, suicidi, malattie cardiovascolari, alterazioni nella riproduzione, problemi nello sviluppo, alterazioni immunologiche, effetti neurocomportamentali e malattie neurodegenerative. Il gruppo di lavoro dell'OMS ha concluso che i dati scientifici a sostegno di un'associazione tra l'esposizione a campi magnetici ELF e tutti questi effetti sanitari sono molto più deboli di quelli relativi alla leucemia infantile. In qualche caso (malattie cardiovascolari o tumori al seno) i dati suggeriscono che i campi non provochino gli effetti in discussione.

Linee guida di esposizione internazionali

Alcuni effetti sanitari legati a esposizioni di breve durata a campi di alta intensità sono stati accertati e costituiscono la base di due linee guida internazionali di esposizione (ICNIRP, 1998; IEEE, 2002). Al momento attuale, queste due organizzazioni considerano che i dati scientifici su possibili effetti sanitari di esposizioni a lungo termine a campi ELF di bassa intensità siano insufficienti a giustificare un abbassamento dei limiti quantitativi di esposizione.

Raccomandazioni dell'OMS

Nel caso di esposizioni brevi a campi elettromagnetici di alta intensità, alcuni effetti nocivi per la salute sono stati scientificamente accertati (ICNIRP, 2003). I responsabili delle politiche sanitarie dovrebbero adottare le linee guida internazionali, che sono state sviluppate per proteggere i lavoratori ed il pubblico da questo tipo di effetti. I programmi per la protezione dai campi elettromagnetici dovrebbero comprendere misure sperimentali, nel caso di sorgenti per le quali si possa prevedere che le esposizioni superino i valori limite.

Per quanto riguarda gli effetti a lungo termine, considerato che l'evidenza di un legame tra esposizione a campi magnetici ELF e leucemia infantile è debole, non sono chiari i benefici in termini sanitari di una riduzione dell'esposizione. Data questa situazione, si forniscono le seguenti raccomandazioni:

- I governi e l'industria dovrebbero seguire lo sviluppo degli studi e promuovere programmi di ricerca per ridurre ulteriormente le incertezze scientifiche sugli effetti sanitari dell'esposizione a campi ELF. Tramite il processo di valutazione dei rischi dei campi ELF, si sono identificate delle lacune nelle conoscenze, che costituiscono la base di una nuova agenda di ricerche (www.who.int/emf).
- Si incoraggiano gli stati membri a mettere in atto dei programmi di comunicazione efficace e aperta tra tutte le parti coinvolte, così da permettere decisioni su base informata. Questi programmi possono

comprendere un miglior coordinamento e una più ampia consultazione tra industria, autorità locali e cittadini nella pianificazione di nuovi impianti che emettano campi elettromagnetici ELF.

- Nel costruire nuovi impianti e nel progettare nuove apparecchiature, compresi gli elettrodomestici, si possono ricercare soluzioni per una riduzione a basso costo delle esposizioni. Le misure di riduzione più appropriate possono variare da un paese all'altro. In ogni caso, non sono giustificate politiche basate sull'adozione limiti di esposizione arbitrariamente bassi.

Per approfondimenti

WHO - World Health Organization. Extremely low frequency fields. Environmental Health Criteria, Vol. 238. Geneva, World Health Organization, 2007.

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Lyon, IARC, 2002 (Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 80).

ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Exposure to static and low frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (0-100 kHz). Bernhardt JH et al., eds. Oberschleissheim, International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2003 (ICNIRP 13/2003).

ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (1998). Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74(4), 494-522.

(Traduzione italiana: Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz). <http://www.icnirp.org/documents/emfgdlita.pdf>)

IEEE Standards Coordinating Committee 28. IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electromagnetic fields, 0-3 kHz. New York, NY, IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2002 (IEEE Std C95.6-2002).

Per ulteriori informazioni contattare:

WHO Media centre
Telefono: 0041 22 791 2222
E-mail: mediainquiries@who.int

Traduzione italiana a cura del Progetto "Salute e campi elettromagnetici" del Ministero della Salute - Centro Controllo Malattie (CCM)

6.4.4 *La posizione dell'OMS relativamente ai campi elettromagnetici ad alta frequenza utilizzati per la telefonia ed il Wireless*



World Health Organization

Promemoria OMS/304
17 maggio 2006

CAMPI ELETTRROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA

Stazioni radio base e tecnologie senza fili (wireless)

La telefonia mobile è oggi di uso comune nel mondo. Questa tecnologia senza fili (wireless) si basa su un'ampia rete di antenne fisse, o stazioni radio base, che si scambiano informazioni mediante segnali a radiofrequenza. Nel mondo esistono oltre 1,4 milioni di stazioni radio base ed il loro numero sta significativamente aumentando con lo sviluppo della tecnologia di terza generazione.

Anche altre reti wireless, come le reti per aree locali (WLAN), che permettono l'accesso ad alta velocità ad internet ed ad altri servizi, sono sempre più comuni nelle abitazioni, negli uffici e in molte aree pubbliche (aeroporti, aree residenziali, scuole). Con l'aumento del numero di stazioni radio base e di reti locali, aumenta anche l'esposizione della popolazione a campi a radiofrequenza. Recenti indagini hanno mostrato che i livelli di esposizione dovuti alle stazioni radio base variano dallo 0,002% al 2% dei limiti previsti dalle linee guida internazionali, a seconda di vari fattori come la vicinanza della persona esposta all'antenna e l'ambiente circostante. Questi livelli di esposizione sono più bassi, o confrontabili, rispetto a quelli dovuti agli impianti di diffusione radio o televisiva.

Sono state espresse preoccupazioni per le possibili conseguenze sulla salute dell'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza prodotti dalle tecnologie wireless. Questo promemoria esamina i dati scientifici sugli effetti sanitari dell'esposizione continua ai bassi livelli di campo elettromagnetico a radiofrequenza prodotti dalle stazioni radio base e da altre reti locali wireless.

PROBLEMI SANITARI

Una preoccupazione diffusa, riguardo alle stazioni radio base e alle antenne delle reti locali wireless, è che l'esposizione del corpo intero ai segnali a radiofrequenza emessi da queste antenne possa produrre effetti a lungo termine sulla salute. Ad oggi, l'unico effetto sanitario acuto dei campi a radiofrequenza identificato nelle rassegne critiche della letteratura scientifica è quello legato ad aumenti della temperatura ($> 1^{\circ}\text{C}$) susseguenti a esposizioni a campi molto intensi, che possono incontrarsi soltanto in alcuni ambienti industriali, ad esempio in presenza di riscaldatori a radiofrequenza. I livelli di esposizione della popolazione imputabili a stazioni radio base e reti wireless sono talmente bassi che gli aumenti di temperatura sono insignificanti e senza conseguenze per la salute umana.

L'intensità dei campi a radiofrequenza è massima in corrispondenza della sorgente e diminuisce rapidamente con la distanza. L'accesso attorno alle stazioni radio base è vietato laddove i segnali a radiofrequenza possono superare i limiti internazionali di esposizione. Recenti indagini hanno indicato che le esposizioni ai campi a radiofrequenza prodotti da stazioni radio base e altre

tecnologie wireless in aree accessibili al pubblico (tra cui scuole ed ospedali) sono normalmente migliaia di volte inferiori ai limiti internazionali.

Di fatto, a livelli di esposizione confrontabili, il corpo assorbe i segnali alle frequenze tipiche della radio FM e della televisione in misura circa 5 volte maggiore, a causa della loro frequenza più bassa. Ciò è dovuto al fatto che le frequenze usate dalle radio FM (attorno ai 100 MHz) e dai trasmettitori televisivi (attorno ai 300-400 MHz) sono più basse di quelle usate nella telefonia mobile (900 e 1800 MHz) e al fatto che il corpo umano è un'antenna ricevente la cui efficienza dipende dall'altezza. Inoltre, gli impianti trasmettenti della radio e della televisione funzionano da 50 anni o più, senza che ne siano state accertate conseguenze negative per la salute.

Mentre la maggior parte delle tecnologie radio hanno utilizzato finora segnali analogici, le moderne telecomunicazioni wireless si basano su trasmissioni digitali. Accurate rassegne scientifiche non hanno fino ad ora rivelato alcun rischio che sia specifico delle diverse modulazioni dei segnali a radiofrequenza.

Cancro: Alcune segnalazioni giornalistiche o aneddotiche di casi di tumore concentrati attorno a stazioni radio base per telefonia mobile hanno sollevato preoccupazioni nel pubblico. Si deve notare che, da un punto di vista geografico, i tumori sono distribuiti in modo non uniforme all'interno di una qualsiasi popolazione. Data la presenza diffusa di stazioni radio base nell'ambiente, è da attendersi che eventuali concentrazioni di tumori si presentino, semplicemente per effetto del caso, vicino a stazioni radio base. Inoltre, le concentrazioni di tumori segnalate sono spesso la somma di casi di cancro di tipo diverso, che non hanno caratteristiche comuni e quindi, verosimilmente, non hanno una causa comune.

Dati scientifici sulla distribuzione del cancro nella popolazione possono ottenersi soltanto con studi epidemiologici accuratamente pianificati ed eseguiti. Negli ultimi 15 anni, sono stati pubblicati vari studi che esaminavano una possibile relazione tra trasmettitori a radiofrequenza e cancro. Questi non hanno fornito nessuna evidenza che l'esposizione ai campi generati dai trasmettitori aumenti il rischio di cancro. Così pure, gli studi a lungo termine su animali non hanno accertato aumenti nel rischio di cancro dovuti all'esposizione a campi a radiofrequenza, nemmeno a livelli molto più alti di quelli prodotti dalle stazioni radio base e dalle reti wireless.

Altri effetti: Pochi studi hanno indagato effetti generali sulla salute in soggetti esposti ai campi a radiofrequenza delle stazioni radio base. Ciò è dovuto alla difficoltà di distinguere i segnali molto deboli emessi dalle stazioni radio base da altri segnali a radiofrequenza, di intensità più elevata, presenti nell'ambiente. La maggior parte degli studi si è concentrata sull'esposizione degli utilizzatori di telefoni mobili. Studi relativi alla funzionalità cerebrale e al comportamento, condotti su soggetti umani e su animali esposti a campi a radiofrequenza come quelli generati dai telefoni mobili, non hanno identificato nessun effetto negativo. Le esposizioni in questi studi erano circa 1000 volte maggiori di quelle sperimentate dal pubblico per effetto delle stazioni radio base o delle reti wireless locali. Non sono state osservate neppure, in modo coerente, alterazioni del sonno o delle funzioni cardiovascolari.

Alcuni individui dichiarano di soffrire di sintomi non specifici quando sono esposti ai campi a radiofrequenza generati da stazioni radio base e da altri dispositivi elettromagnetici. Come è stato chiarito in un recente promemoria dell'OMS "Ipersensibilità ai campi elettromagnetici", gli studi non hanno mostrato che siano i campi elettromagnetici a provocare questi sintomi. Ciò nonostante è importante prendere atto delle condizioni delle persone che ne soffrono.

Il complesso dei dati accumulati fino ad ora non mostra alcun effetto sulla salute, a breve o a lungo termine, in conseguenza dei segnali prodotti dalle stazioni radio base e dalle reti wireless. Poiché queste ultime producono generalmente segnali più bassi rispetto alle stazioni radio base, non si prevede che diano luogo ad alcun effetto nocivo per la salute.

NORME DI PROTEZIONE

Linee guida internazionali per la protezione dagli effetti accertati dei campi a radiofrequenza sono state sviluppate dalla Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni non Ionizzanti (ICNIRP, 1998), e dall'Istituto degli Ingegneri Elettrici ed Elettronici (IEEE, 2005).

La autorità nazionali dovrebbero adottare le norme internazionali per proteggere i loro cittadini da campi a radiofrequenza di elevata intensità. Dovrebbero anche limitare l'accesso ad aree entro le quali i limiti delle linee guida internazionali possono essere superati.

PERCEZIONE DEL RISCHIO DA PARTE DEL PUBBLICO

Alcune persone percepiscono i rischi dell'esposizione a campi a radiofrequenza come verosimili e forse anche gravi. Le paure del pubblico hanno molte motivazioni, tra cui le notizie giornalistiche di studi scientifici nuovi e non confermati, che creano una sensazione d'incertezza e la percezione che possano esistere pericoli sconosciuti o non ancora scoperti. Altri fattori sono le preoccupazioni di carattere estetico, e la sensazione di non poter esercitare un controllo o di non poter incidere nelle procedure di scelta dei siti per nuove stazioni radio base. L'esperienza mostra che dei programmi di informazione, una comunicazione efficace e il coinvolgimento del pubblico e delle altre parti interessate nelle fasi appropriate dei processi decisionali, prima dell'installazione, aumentano la fiducia del pubblico e l'accettabilità di nuove sorgenti di campi elettromagnetici.

CONCLUSIONI

Considerati i livelli di esposizione molto bassi e i dati accumulati fino ad oggi, non c'è nessuna evidenza scientifica che i deboli segnali prodotti dalle stazioni radio base e dalle reti wireless possano provocare effetti nocivi per la salute.

INIZIATIVE DELL'OMS

L'OMS, attraverso il Progetto Internazionale Campi Elettromagnetici, ha definito un programma per seguire gli sviluppi della letteratura scientifica, per valutare gli effetti sanitari dell'esposizione a campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenze fra 0 e 300 GHz, e per fornire consulenza sui possibili rischi per la salute e per identificare appropriate misure di mitigazione. Seguendo le indicazioni di ampie rassegne internazionali, il Progetto Internazionale CEM promuove ricerche finalizzate a colmare le attuali conoscitive. A seguito di queste azioni, governi nazionali e istituti di ricerca hanno finanziato studi per oltre 250 milioni di dollari negli ultimi 10 anni.

Anche se non si prevedono effetti sulla salute dovuti alle stazioni radio base e alle reti wireless, l'OMS promuove ancora ricerche, per stabilire se vi siano conseguenze per la salute da parte delle esposizioni, più alte, dovute ai telefoni mobili.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), che è un'Agenzia specialistica dell'OMS, effettuerà una valutazione del rischio cancerogeno dei campi a radiofrequenza nel 2006-2007 e il Progetto Internazionale CEM effettuerà successivamente, nel 2007-2008, una valutazione complessiva dei rischi sanitari.

PER APPROFONDIMENTI

ICNIRP (1998) <http://www.icnirp.org/documents/emfgdl.pdf>

IEEE (2006) IEEE C95.1-2005 "IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz"

SITI COLLEGATI

- [Base stations & wireless networks: Exposures & health consequences](#)
- [Promemoria: Campi elettromagnetici e salute pubblica: Ipersensibilità ai campi elettromagnetici](#)
- [Manuale OMS "Come stabilire un dialogo sui rischi dei campi elettromagnetici"](#)
- [2006 WHO Research Agenda for Radio Frequency Fields](#)

Per ulteriori informazioni, contattare:

WHO Media Centre

Telefono: 0041 22 791 2222

E-mail: mediainquiries@who.int

Traduzione italiana a cura del Progetto "Salute e campi elettromagnetici" del Ministero della Salute – Centro Controllo Malattie (CCM)

6.4.5 La posizione dell'OMS relativamente alla ipersensibilità ai campi elettromagnetici



World Health Organization

Promemoria n.296
Dicembre 2005

Campi elettromagnetici e salute pubblica Ipersensibilità ai campi elettromagnetici

Con il progredire dell'industrializzazione delle società e della rivoluzione tecnologica, si è verificato un aumento senza precedenti, in numero e varietà, delle sorgenti di campi elettromagnetici. Queste comprendono le unità video dei computer, i telefoni mobili e le loro stazioni radio-base. Tali dispositivi hanno reso la nostra vita più ricca, più sicura e più facile, ma hanno anche sollevato interrogativi per i possibili rischi sanitari dovuti ai campi elettromagnetici che emettono.

Da un certo tempo, numerosi individui segnalano diversi problemi di salute, che essi stessi attribuiscono all'esposizione a campi elettromagnetici. Alcuni soggetti lamentano sintomi leggeri e reagiscono evitando, per quanto possono, i campi, mentre altri sono colpiti in modo talmente grave da abbandonare il lavoro e cambiare interamente stile di vita. Questa presunta sensibilità è stata generalmente chiamata "ipersensibilità ai campi elettromagnetici" o EHS (Electromagnetic HyperSensitivity).

Questo promemoria descrive ciò che è noto su questa condizione e fornisce delle informazioni che possono essere di aiuto a coloro che presentano questi sintomi. Le informazioni qui fornite si basano su un seminario dell'OMS sull'ipersensibilità ai campi elettromagnetici (Praga, Repubblica Ceca, 2004) su una conferenza su campi elettromagnetici e sintomatologia non specifica (COST 244bis, 1998), su un rapporto della Commissione Europea (Berqvist e Vogel, 1997) e su recenti rassegne della letteratura.

COSA E' L'IPERSENSIBILITA' AI CAMPI ELETTROMAGNETICI?

L'ipersensibilità ai campi elettromagnetici è caratterizzata da una gamma di sintomi non specifici, che gli individui colpiti attribuiscono all'esposizione ai campi. I sintomi più frequentemente riportati sono dermatologici (arrossamento, prurito e sensazione di bruciore), nevrotici e vegetativi (affaticamento, stanchezza, difficoltà di concentrazione, senso di instabilità e di barcollamento, nausea, palpitazione cardiaca e disturbi della digestione). Questo complesso di sintomi non rientra in nessuna sindrome riconosciuta.

L'ipersensibilità ai campi elettromagnetici somiglia alla sensibilità a molteplici agenti chimici (MCS, Multiple Chemical Sensitivity), un'altra condizione patologica che è associata ad esposizioni ambientali a bassi livelli di sostanze chimiche. Sia l'ipersensibilità ai campi elettromagnetici che la sensibilità a molteplici agenti chimici sono caratterizzate da diversi sintomi non specifici, per i quali non esistono evidenti basi tossicologiche o fisiologiche, o verifiche indipendenti. Un termine più generale per indicare la sensibilità a fattori ambientali è quello di Intolleranza Ambientale

Idiopatica, che è stato coniato in un seminario organizzato nel 1996 a Berlino dall'International Program on Chemical Safety (IPCS) dell'OMS. Intolleranza ambientale idiopatica è un termine descrittivo, che non implica un'eziologia degli agenti chimici, una sensibilità immunologica o una suscettibilità ai campi elettromagnetici. L'intolleranza ambientale idiopatica raggruppa numerose condizioni patologiche, che hanno in comune sintomi aspecifici non spiegati dal punto di vista medico. Tuttavia, poiché il termine ipersensibilità ai campi elettromagnetici è entrato nell'uso comune, continuerà ad essere usato in questa sede.

PREVALENZA

Le stime di prevalenza dell'ipersensibilità ai campi elettromagnetici nella popolazione generale sono molto variabili. Un'indagine di centri di medicina del lavoro ha stimato una prevalenza dell'ordine di pochi individui per milione nella popolazione. Un'indagine di gruppi di autosoccorso ha fornito però stime molto più elevate. Circa il 10% dei casi segnalati erano considerati gravi.

Esiste anche una notevole variabilità geografica nella prevalenza dell'ipersensibilità ai campi elettromagnetici e dei sintomi segnalati. L'incidenza riportata risulta più alta in Svezia, Germania e Danimarca rispetto a Regno Unito, Austria e Francia. I sintomi legati ai videoterminali sono risultati più prevalenti e più spesso collegati a disturbi della pelle nei Paesi Scandinavi che nel resto dell'Europa. Sintomi simili a quelli lamentati da individui ipersensibili ai campi elettromagnetici sono comuni nella popolazione generale.

STUDI SU INDIVIDUI IPERSENSIBILI AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Sono stati effettuati diversi studi in cui individui ipersensibili ai campi elettromagnetici erano esposti a campi simili a quelli che essi stessi consideravano causa dei loro sintomi. Lo scopo era quello di provocare disturbi in condizioni di laboratorio controllate.

La maggior parte degli studi indica che gli individui ipersensibili non sanno riconoscere l'esposizione a campi elettromagnetici meglio di quelli non ipersensibili. Studi ben controllati e condotti in "doppio cieco" hanno mostrato che i sintomi non erano correlati all'esposizione a campi elettromagnetici.

E' stato suggerito che i sintomi avvertiti da alcuni individui ipersensibili possano derivare da fattori ambientali non collegati ai campi elettromagnetici. Tra gli esempi vi sono lo sfarfallio della luce fluorescente, il riverbero e altri problemi visivi legati ai videoterminali o una cattiva progettazione ergonomica delle postazioni di lavoro per computer. Altri fattori che possono avere un ruolo sono la cattiva qualità dell'aria o lo stress negli ambienti di lavoro o di vita.

Vi è qualche indicazione che i sintomi possano essere dovuti a condizioni psichiatriche preesistenti, oppure a reazioni di stress provocate dalla preoccupazione per gli effetti dei campi elettromagnetici piuttosto che dall'effettiva esposizione ai campi.

CONCLUSIONI

L'ipersensibilità ai campi elettromagnetici è caratterizzata da diversi sintomi non specifici che variano da individuo a individuo. I sintomi sono certamente reali e possono variare molto nella loro gravità. Qualunque ne sia la causa, l'ipersensibilità ai campi elettromagnetici può costituire un fattore disabilitante per gli individui che ne sono afflitti. Non esistono criteri diagnostici chiari per l'ipersensibilità ai campi elettromagnetici e non esiste alcuna base scientifica per associarne i

sintomi all'esposizione. Inoltre, l'ipersensibilità ai campi elettromagnetici non è una diagnosi clinica e non è chiaro se rappresenti un unico problema medico.

Medici: la cura dei soggetti colpiti dovrebbe concentrarsi sui sintomi e sul quadro clinico e non sul bisogno che la persona avverte di ridurre o eliminare i campi elettromagnetici dal luogo di lavoro o dall'abitazione. Ciò richiede:

- una valutazione medica, al fine di identificare e curare tutte le condizioni specifiche che potrebbero essere responsabili dei sintomi;
- una valutazione psicologica, per individuare condizioni psichiatriche o psicologiche alternative, che potrebbero essere responsabili dei sintomi;
- un esame dei fattori che, nei luoghi di lavoro e in casa, potrebbero contribuire ai sintomi avvertiti. Tra questi fattori potrebbero esservi l'inquinamento dell'aria, un rumore eccessivo, una scarsa illuminazione, lo sfarfallio luminoso o fattori ergonomici. Potrebbero essere appropriati una riduzione dello stress e altri miglioramenti delle condizioni lavorative.

Per gli individui ipersensibili che presentino sintomi duraturi e limitazioni gravi, la terapia dovrebbe mirare soprattutto a ridurre i sintomi e gli handicap funzionali. Questa dovrebbe essere praticata in stretta collaborazione tra un medico specialista (per affrontare gli aspetti medici e psicologici dei sintomi) e un igienista (per identificare e, se necessario, controllare i fattori ambientali che abbiano notoriamente effetti significativi sulla salute del paziente).

Le cure dovrebbero tendere a stabilire un efficace rapporto tra medico e paziente, a sviluppare delle strategie per affrontare la situazione e ad incoraggiare i pazienti a tornare al lavoro e a condurre una vita sociale normale.

Individui ipersensibili: Oltre alla cura da parte di personale professionista, i gruppi di autosoccorso possono rappresentare una risorsa efficace per gli individui ipersensibili.

Governi: I governi dovrebbero fornire agli individui ipersensibili, agli operatori sanitari e ai datori di lavoro un'informazione mirata ed equilibrata sui potenziali rischi sanitari dei campi elettromagnetici. L'informazione dovrebbe, tra l'altro, chiarire nettamente la mancanza di qualunque base scientifica per un collegamento tra ipersensibilità ed esposizione ai campi elettromagnetici.

Ricercatori: Alcuni studi suggeriscono che certe risposte fisiologiche degli individui ipersensibili ai campi elettromagnetici siano tendenzialmente al di fuori degli intervalli normali. In particolare, si dovrebbero esaminare con dei follow-up clinici iper-reattività del sistema nervoso centrale e alterazioni del sistema nervoso autonomo, ed i relativi risultati dovrebbero costituire la base per eventuali cure.

COSA FA L'OMS

L'OMS, attraverso il suo Progetto Internazionale Campi Elettromagnetici, identifica le necessità di ricerca e coordina un programma mondiale di studi sui campi elettromagnetici, che permetta una migliore comprensione dei rischi sanitari associati all'esposizione. Un'enfasi particolare viene posta sulle possibili conseguenze sanitarie di campi elettromagnetici di bassa intensità. Informazioni sul Progetto e sugli effetti dei campi elettromagnetici sono fornite in una serie di promemoria disponibili in varie lingue.

ULTERIORI LETTURE

WHO workshop on electromagnetic hypersensitivity (2004), October 25 -27, Prague, Czech Republic, www.who.int/peh-emf/meetings/hypersensitivity_prague2004/en/index.html

COST 244bis (1998) Proceedings from Cost 244bis International Workshop on Electromagnetic Fields and Non-Specific Health Symptoms. Sept 19-20, 1998, Graz, Austria

Bergqvist U and Vogel E (1997) Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic field. A report prepared by a European group of experts for the European Commission, DGV. Arbete och Hälsa, 1997:19. Swedish National Institute for Working Life, Stockholm, Sweden. ISBN 91-7045-438-8.

Rubin GJ, Das Munshi J, Wessely S. (2005) Electromagnetic hypersensitivity: a systematic review of provocation studies. Psychosom Med. 2005 Mar-Apr;67(2):224-32.

Seitz H, Stinner D, Eikmann Th, Herr C, Roosli M. (2005) Electromagnetic hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication---a literature review published between 2000 and 2004. Science of the Total Environment, 349(1-3):45-55.

Staudenmayer H. (1999) Environmental Illness, Lewis Publishers, Washington D.C. 1999, ISBN 1-56670-305-0.

Per ulteriori informazioni:

WHO Media centre
Telefono: +41 22 791 2222
Email: mediainquiries@who.int

7. Modalità di svolgimento delle attività di mappatura elettromagnetica del territorio

7.1 Dati di base per l'attività di mappatura dei campi elettromagnetici

Nell'attuazione della mappatura elettromagnetica del territorio del Comune di Cernusco Sul Naviglio si è posta particolare enfasi nel monitoraggio delle scuole e dei luoghi pubblici presenti sul territorio. L'attività di mappatura è finalizzata alla definizione dello stato di esposizione della popolazione di Cernusco Sul Naviglio.

Si è fatto riferimento al parco dell'installato, principalmente per quanto riguarda le Stazioni Radio Base per Telefonia cellulare e due stazioni per radiodiffusione.

In questo ambito sono stati forniti dall'Amministrazione gli elenchi di:

- Scuole esistenti;
- Stazioni Radio Base.

Nelle attività in campo si è anche fatto riferimento agli edifici con altezze rilevanti².

Durante le attività in campo gli elenchi sono stati integrati con quanto riscontrato effettivamente sul territorio. In alcuni casi infatti sono trovati degli istituti gestiti da enti religiosi o privati che non erano presenti nella lista ricevuta all'inizio delle attività.

Tra i luoghi sensibili sono stati riportati anche quelli di progetto come desumibili dal PGT o da indicazioni ricevute dall'Amministrazione.

Anche per quanto le SRB in alcuni casi si sono trovate delle installazioni non presenti negli elenchi ricevuti, ed anche in questo caso si è provveduto ad integrarne la presenza sulle planimetrie.

² Per i dettagli circa le attività di individuazione delle Stazioni Radio Base, il loro censimento, l'identificazione dei siti sensibili e degli edifici con altezze rilevanti si faccia riferimento ai documenti:

- RT1051 - Censimento degli impianti radioelettrici esistenti
- RT1052 - Identificazione dei luoghi di particolare interesse e monitoraggio dei campi elettromagnetici.

Viceversa, sono state riscontrate in campo delle SRB non presenti nella lista ricevuta e che è stata pertanto aggiornata. Tutte le sorgenti e le scuole individuate sono state individuate graficamente nelle tavole allegate alla presente relazione.

Di seguito si riporta la tabella con la lista delle SRB presenti sul territorio.

Codice	Gestore	Descrizione
S01	Wind	SRB "Cernusco sul Naviglio" - Via Resegone.
S02	H3G	SRB "Cernusco Vespucci" - Via Resegone.
S03	Telecom	SRB "Cernusco sul Naviglio" - Via Manzoni, 2.
S04	Vodafone	SRB "Blu - Cernusco nord - Est" - Via Goldoni.
S05	Telecom	SRB "Cernusco Stampa" - Via Goldoni.
S06	Wind	SRB "Cernusco sul Naviglio - MI 380" - Via G. Colombo.
S07	Wind	SRB "Pioltello" - Via Brescia, 28.
S08	H3G	SRB "Colcellate" ³ - Via Firenze. Località Cascina Colcellate.
S09	Vodafone	SRB "Cernusco Stazione" - Via Leonardo da Vinci, 34.
S10	Telecom	SRB "Cernusco Cadorna" - Via Leonardo da Vinci, 34.
S11	Vodafone	SRB "Cernusco sul Naviglio" - Via Mazzini, 22/A.
S12	H3G	SRB "Colcellate" ⁴ - Via Firenze. Località Cascina Colcellate. (Ampliamento a DVBH di S08)
S24	---	SRB. Via A. Grandi. Probabilmente Ex H3G dismesso.
S30	Telecom	SRB. Via Brescia, 28.
S38	Vodafone	SRB Vodafone. Via Resegone.

Fig. 7.1-1 - Elenco delle Stazioni Radio Base attive in Cernusco Sul Naviglio giugno 2009

Ai fini della determinazione della mappatura dei campi elettromagnetici sono state considerate anche le sorgenti relative a:

- Ripetitore di "Radio Cernusco Stereo" identificato come S13;
- Ripetitore di "Radio Planet" identificato come S46.

Ambedue le sorgenti di cui sopra sono ubicate sulla torre dell'Acquedotto. Circa le potenze utilizzate per le simulazioni si sono utilizzate quelle acquisite in sede di conferenza dei servizi pari a: 2.500 W per Radio Planet e 300 W per Radio Cernusco Stereo.

³ Nella relazione presentata dal gestore era indicato erroneamente "Concellate".

⁴ Come sopra.

Per quanto riguarda i luoghi sensibili si sono considerati i seguenti.

Codice	Tipologia	Descrizione
L01	Luogo di Cura	Ospedale Uboldo. Via Uboldo.
L02	Luogo di Cura	Casa di riposo suore Marcelline. Via Marcelline
L07	Luogo di Cura	Centro diurno disabili. Via Buonarroti.
L09	Luogo di Cura	Residenza per disabili "La Parolina". Via Boccaccio.
L16	Luogo di Cura	Centro Sant'Ambrogio Fatebenefratelli. Via Cavour.
L18	Luogo di Cura	Ambulatorio di Via Turati.

Fig. 7.1-2 - Elenco dei luoghi di cura considerati

Codice	Tipologia	Descrizione
L03	Scuola	Scuola primaria statale. Via Manzoni
L04	Scuola	Scuola dell'infanzia Maria Antonietta Sorre. Via Videmari.
L05	Scuola	Istituto Tecnico Commerciale. Via Masaccio, 4.
L06	Scuola	Scuola dell'infanzia. Via Buonarroti.
	Scuola	Asilo Comunale Bolle di Sapone
	Scuola	Scuola primaria statale. Mosè Bianchi. Via Buonarroti
	Scuola	Scuola secondaria Bachelet. Via Buonarroti.
L08	Scuola	Scuola dell'infanzia. Via Dante Alighieri.
L10	Scuola	Asilo nido comunale "Il giardino dei colori". Via don Milani
	Scuola	Scuola dell'infanzia. Via don Milani
	Scuola	Scuola primaria statale don Milani. Via don Milani.
	Scuola	Scuola secondaria di I grado Aldo Moro. Via don Milani
	Scuola	Scuola primaria parificata l'Aurora. Via don Milani.
L11	Scuola	Scuola dell'infanzia "L'altalena". P.zza Brugola.
L12	Scuola	Asilo nido privato "Happy Child". Via L. Da Vinci
L13	Scuola	IPSIA "E. Majorana". Via A. Volta
L14	Scuola	Scuola secondaria I grado Aldo Moro. P.zza unità d'Italia
L15	Scuola	Asilo Nido "Bulli & Pupe". Via Visconti 18/A
L17	Scuola	Oratorio Sacer. Via Marcelline.
L19	Scuola	Istituto Campanella. Via Assunta, 83.
L20	Scuola	Istituto San Nazaro. Via A. Uboldo.
L21	Scuola	Oratorio Paolo VI. Via L. Da Vinci / Via San Francesco
L22	Scuola	Oratorio Parrocchia del Divin Pianto

Fig. 7.1-3 - Elenco delle scuole

7.2 Attività di simulazione al computer degli impianti radioelettrici

L'attività di mappatura elettromagnetica del territorio è da considerarsi propedeutica a quella di definizione delle aree in cui consentire l'installazione delle Stazioni Radio Base in quanto fornisce una indicazione circa lo stato attuale.

L'effettuazione di simulazioni nei luoghi ipotizzati di installazione consente inoltre di tenere in conto gli effetti della installazione con riferimento alla esposizione ai campi elettromagnetici *prima* che l'installazione stessa abbia luogo.

Nell'attività di calcolo si sono utilizzati dei Software conformi a quanto specificato nella Norma CEI 211-10 Allegato G "Valutazione dei software di calcolo previsionale dei livelli di campo elettromagnetico". Tali Software sono stati validati in accordo a quanto prescritto dal Sistema di Gestione della Qualità UNI EN ISO 9001 della EcoEngineering S.r.l..

Nella realizzazione dei modelli elettromagnetici si è operato in accordo ai seguenti criteri:

- Si sono utilizzati i dati noti delle sorgenti o, in assenza di questi, dei modelli di queste come descritti alla pagina seguente;
- Si sono considerate le sovrapposizioni degli effetti tra le varie sorgenti, comprese quelle non insistenti nel territorio comunale di Cernusco, ma comprese in una fascia di 500 m dal confine comunale.

Le simulazioni sono state effettuate nelle seguenti condizioni:

- tutte le sorgenti operanti al massimo della potenza. Tale condizione è utile alla individuazione del "caso peggiore";
- tutte le sorgenti operanti al 70% della potenza massima. Tale condizione approssima meglio la realtà.
- Si è tenuto conto anche del contributo delle sue sorgenti di radiodiffusione presenti sulla torre dell'acquedotto.

Nei casi in cui non è stato possibile reperire i valori effettivi si è provveduto a modellizzare le Stazioni Radio Base con delle "Sorgenti standard" descritte come segue.

Caso del gestore operante con tecnologia GSM / DCS / UMTS:

- Antenna utilizzata Kathrein K 742271;
- Potenza complessiva in antenna per il sistema GSM 50 W con 8° di tilt elettrico di antenna;
- Potenza complessiva in antenna per il sistema DCS 44 W con 6° di tilt elettrico di antenna;
- Potenza complessiva in antenna per il Sistema UMTS 20 W con 6° di tilt elettrico di antenna;
- Altezza del centro elettrico 36 m.

Caso del gestore operante con sola tecnologia UMTS:

- Antenna utilizzata Kathrein K 742271;
- Potenza complessiva in antenna per il Sistema UMTS 20 W con 6° di tilt elettrico di antenna;
- Altezza del centro elettrico 36 m.

Le simulazioni sono state effettuate alle quote di 0 m, 10 m e 20 metri rispetto al livello del terreno.

Si è provveduto inoltre ad effettuare la simulazione anche nella situazione a regime nella quale tutti gli impianti siano stati localizzati sui siti indicati dall'Amministrazione.

In quest'ultimo caso di sono effettuate delle assunzioni circa la effettiva occupazione, in particolare si è ipotizzato che:

- Per i siti in cui sono già operanti dei gestori con dati noti si sono utilizzati tali dati;
- Per i siti in cui sono già operanti dei gestori con dati non noti si sono utilizzate delle sorgenti standard come sopra descritto.

Di seguito è riportata la tabella sinottica descrittiva delle condizioni in cui si è operata la simulazione.

Sito	Descrizione delle condizioni di simulazione
AC1 Via Manzoni, 2 (Torre acquedotto)	Quattro gestori. Si sono utilizzate sorgenti standard.
AC2 Via Goldoni	Due gestori. Ipotizzate sorgenti standard. Tale sito è stato ipotizzato occupato da due gestori in quanto alternativo a quello di Via Colombo.
AC3 Cernusco Nord	Tutti e quattro i gestori. Ipotizzate sorgenti standard.
AC4 Via Buonarroti (Centro sportivo)	Due gestori in quanto Telecom ha dichiarato in conferenza dei servizi di non essere interessata ed il sito potrebbe essere alternativo a quello AC9 Via Resegone. Potrebbe essere di interesse per Wind. Potrebbe anche essere di interesse per la delocalizzazione di H3G dal sito AC9 verso una zona con maggiore utenza.
AC5 Via Gobetti	Quattro gestori. Si sono ipotizzate sorgenti standard.
AC6 Via Colombo	Due gestori. Ipotizzate sorgenti standard. Uno dei gestori è ipotizzato Wind e l'altro H3G. Tale sito è infatti utilizzato in alternativa a quello di Via Goldoni sul quale operano TIM / Vodafone. L'eventuale gestore interessato sarebbe quindi H3G. In questo caso sono utilizzati per simulare H3G i valori della sorgente standard per gestore 3G.
AC7 Via Firenze	Quattro gestori. Si sono utilizzate sorgenti standard.
AC8 Ronco	Quattro gestori. Si sono utilizzate sorgenti standard.
AC9 Via Resegone	Tre gestori. Si sono utilizzati i valori dei tre gestori presenti (di cui uno H3G)

Nella simulazione è stato considerato anche il contributo delle sorgenti individuate entro un raggio di 500 m dal confine comunale le quali, in assenza dei dati di impianto, sono state modellizzate con i dati delle "Sorgenti standard".

Le simulazioni includono anche il contributo degli impianti di radiodiffusione situati sulla torre dell'acquedotto; in questo caso si sono utilizzati i dati di potenza immessa in antenna come desunti nel corso delle conferenze di servizi tenute. In particolare si sono ipotizzati:

- 300 W per Radio Cernusco Stereo;
- 2.500 W per Radio Planet.

7.3 Risultati delle attività di mappatura elettromagnetica

I risultati delle attività di mappatura elettromagnetica sono riportati in sei tavole in formato A1 allegate alla presente relazione i cui contenuti sono di seguito illustrati:

- Tav. 01: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti - Valutazione a livello del terreno;
- Tav. 02: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti - Valutazione alla quota di 10 metri;
- Tav. 03: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti - Valutazione alla quota di 20 metri;
- Tav. 04: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile dei siti comunali previsti. Valutazione a livello del terreno;
- Tav. 05: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile dei siti comunali previsti. - Valutazione alla quota di 10 metri;
- Tav. 06: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile dei siti comunali previsti. - Valutazione alla quota di 20 metri.

Il confronto dei dati calcolati con quelli misurati nella campagna di monitoraggio descritta nel documento RT1052 - "Identificazione dei luoghi di particolare interesse e monitoraggio dei campi elettromagnetici" mostra che i dati misurati in campo sono inferiori a quelli calcolati.

Una ulteriore validazione dei risultati ottenuti è stata data dalle misure effettuate dall'ARPA Lombardia in data 22/04/2010 entro un raggio di 100 metri dalla torre dell'acquedotto⁵. In tale campagna di misura infatti le misure non hanno mai ecceduto il valore di 0,8 V/m

Questo è in accordo con il fatto che le condizioni utilizzate nella effettuazione delle mappature sono state molto conservative a tutela della popolazione⁶.

⁵ I risultati del sopralluogo del 22/04/2010 sono stati inviati al Comune di Cernusco Sul Naviglio e protocollati in ingresso il 31/05/2010 con Prot. 034734.

⁶ Questo coincide anche con le centinaia di esperienze svolte in campo dalla EcoEngineering.

8. Definizione delle aree relative alla localizzazione delle stazioni Radio Base per telefonia cellulare

8.1 Considerazioni circa le esigenze del servizio

8.1.1 Generalità

Sono di seguito riassunte le linee guida applicate nella localizzazione delle aree da destinare alla installazione di impianti radioelettrici. Tali concetti sono stati attuati con riferimento alla configurazione orografica ed alla distribuzione della popolazione del comune di Cernusco Sul Naviglio.

8.1.2 Concetti di base circa la capacità di un sistema radiomobile

I requisiti fondamentali richiesti ad un sistema di telefonia mobile sono:

- capacità di soddisfare una grande utenza;
- copertura adeguata del territorio;
- qualità di servizio analoga a quella di rete fissa.

I vincoli nella determinazione della capacità di un sistema di telefonia mobile sono:

- numero di canali radio a disposizione;
- distribuzione sia geografica che temporale della utenza;
- caratteristiche tecniche del sistema utilizzato.

Dato che la limitazione principale dei sistemi di telefonia mobile è la scarsa disponibilità dei canali radio (dovuta alla fisica limitazione dello spettro radio), è stato necessario sviluppare delle opportune strategie di utilizzo di questi al fine di consentire di servire una area comunque estesa e con un numero elevato di utenti.

Le principali strategie utilizzate contemporaneamente nei sistemi radiomobile sono:

- le tecniche di accesso multiplo;
- strategie di copertura cellulare del territorio.

8.1.3 Tecniche di accesso multiplo

Nella tecnica di accesso multiplo ogni canale (analogico o numerico che sia) è assegnato all'utente che ne fa richiesta solo per il tempo strettamente necessario all'espletamento del servizio. Utilizzando questa tecnica, una volta prefissato il grado di servizio che si intende garantire ed il numero di utenti, si può determinare il numero di canali necessario.

In particolare, posto:

- A_0 l'intensità media di traffico offerto (misurata convenzionalmente in Erl (Erlang));
- S_p la probabilità che tutti i canali siano occupati;
- m è il numero di canali disponibili nella cella;

ed utilizzando la Formula B di Erlang, di seguito riportata

$$S_p = \frac{\frac{A_0^m}{m!}}{\sum_{j=0}^m \frac{A_0^j}{j!}}$$

comunemente utilizzata nella teoria del traffico telefonico, si ottiene il numero di canali necessari per servire con un dato grado di servizio un prefissato numero di utenti.

Ad esempio, supponendo di avere:

- 3.500 utenti da servire;
- un traffico offerto di $A_0 = 0,028$ Erl (corrispondente, ad esempio, a chiamate di tre minuti fatte con frequenza di circa una ora e quarantacinque minuti);
- un grado di perdita accettabile del 2%;

risulta che il numero di canali necessari è 110.

8.1.4 Strategie di copertura cellulare

Il problema della scarsità di risorsa radio è stato risolto suddividendo il territorio in aree geografiche di dimensioni limitate chiamate celle (da cui il nome cellulari). All'interno di ogni cella il traffico telefonico è regolato da una stazione radiobase in grado di gestire contemporaneamente un numero massimo di cellulari. Per semplicità possiamo immaginare una cella come una porzione di territorio di forma esagonale circondata da altre sei celle identiche. Ovviamente al fine di evitare interferenze, celle adiacenti non possono utilizzare le stesse frequenze. Tuttavia, assegnando ad ogni cella una certa frazione dei canali disponibili e calibrando la potenza delle onde radio in modo da limitarne la propagazione al di fuori della cella stessa, si rende possibile il riutilizzo delle stesse frequenze in celle non adiacenti. In realtà la forma e le dimensioni di una cella sono piuttosto irregolari e dipendono dalla struttura orografica del territorio, dall'eventuale presenza di ostacoli fisici, dalla potenza immessa in antenna e dall'utenza che occorre gestire in quella zona. Rilievi montuosi, edifici o zone ricche di vegetazione possono influenzare la trasmissione delle onde radio in maniera così difficilmente prevedibile che la progettazione di una rete cellulare richiede una grande potenza di calcolo.

Un insieme completo di celle che utilizzano tutti i canali radio a disposizione del Sistema senza alcun riutilizzo degli stessi è detto "cluster".

La dimensione del "cluster" è individuata una volta definito:

- il minimo rapporto tra segnale utile e segnale interferente tollerato dal sistema;
- il coefficiente di propagazione;
- la statistica del fenomeno di propagazione.

8.1.5 Pianificazione e ripartizione delle celle

Con l'aumentare del numero di utenti occorre aumentare il numero di canali disponibili. Questi sono però in numero limitato e pertanto si deve diminuire la grandezza delle celle in modo da aumentare il numero delle celle di ogni "cluster". Di conseguenza aumenta il numero delle ripetizioni delle frequenze radio e pertanto il traffico smaltibile dal sistema.

8.1.6 Vincoli fisici per una rete cellulare

Oltre ai vincoli legati al numero massimo di utenti che possono essere serviti contemporaneamente, la pianificazione di una rete di telefonia cellulare deve rispettare anche dei vincoli fisici legati all'orografia ed alla presenza di edifici che attenuano la potenza del segnale.

Nelle zone scarsamente popolate le celle hanno un diametro di qualche chilometro. In ambito urbano le dimensioni possono essere ridotte con diametri anche inferiori al km (questo è la norma in tecnologia UMTS per garantire i servizi 3G). La necessità di rispondere ad un numero sempre più elevato di clienti comporta l'aumento del numero di stazioni radio base e la conseguente diminuzione della loro area di copertura.

Questo non è un fatto intrinsecamente negativo in quanto conduce ad una riduzione della potenza media emessa per stazione radio base.

8.2 Considerazioni circa la propagazione del segnale in ambiente radiomobile

La propagazione del segnale in ambiente radiomobile risulta complessa in quanto molto raramente si riesce a garantire la condizione di spazio libero.

La situazione è inoltre complicata dal fatto che, essendo l'utente per definizione mobile la propagazione dipende anche dalla velocità di spostamento di questo.

Sono da considerare anche le condizioni del traffico che portano ad avere maggiori o minori interferenza o carichi del sistema.

Nella determinazione della copertura operata si è considerato come vincolante (cosa vera per la maggior parte dei casi) la tratta in up-link⁷.

⁷ Si tenga presente che infatti le stazioni radio base hanno a disposizione potenze in uscita di [10..40] W con guadagni di antenna di [16..18] dBi, mentre per il dispositivo mobile ha potenze di [0,125..0,250] W (nel caso del UMTS) o [0,250..2] W (nel caso di GSM) con guadagni di antenna di 2 dBi.

Quale modello di propagazione si sono utilizzati i seguenti modelli:

- COST 231 per la tecnica UMTS;
- Okumura - Hata per la tecnica GSM.

Nella esecuzione dei calcoli si sono inoltre previste le seguenti condizioni:

- Potenza in antenna al terminale mobile 21 dBm per UMTS e 33 dBm per GSM;
- Guadagno di antenna in ricezione di 17 dBi;
- Altezza della stazione ricevente 36 m;
- Altezza del terminale mobile 1,5 m;
- Guadagno dell'antenna del terminale mobile che compensa l'assorbimento del corpo umano;
- Attenuazione degli edifici di 15 dB (in caso di propagazione in ambito urbano);
- Per l'UMTS sono stati considerati i servizi 2G (64 kb/s) e 3G (384 kb/s);
- Margini di fading di 2 dB e margini di interferenza di 2 dB.

8.3 Aree comunali rese disponibili per installazioni di impianti

Nella esecuzione delle attività sono state considerate disponibili aree riportate di seguito:

- AC1 - Via Manzoni - Torre dell'acquedotto;
- AC2 - Via Goldoni;
- AC3 - Cernusco Nord;
- AC4 - Via Buonarroti - Centro sportivo;
- AC5 - Via Gobetti;
- AC6 - Via Colombo;
- AC7 - Cascina Colcellate;
- AC8 - Ronco;
- AC9 - Via Resegone.

Di seguito si riporta l'identificazione sulla CTR.

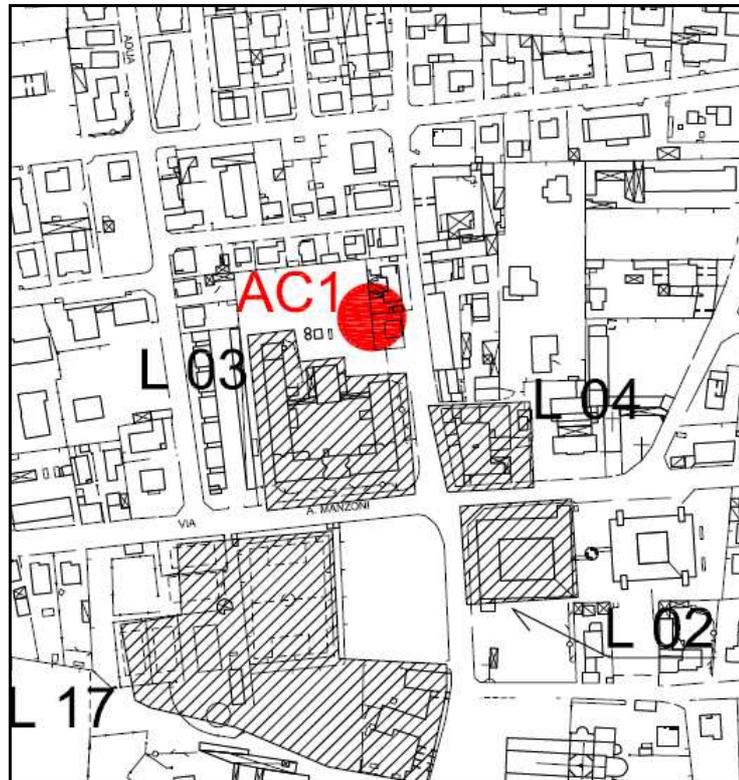


Fig. 8.3-1 - Identificazione Area Via Manzoni - Torre dell'acquedotto.



Fig. 8.3-2 - Identificazione area Via Goldoni

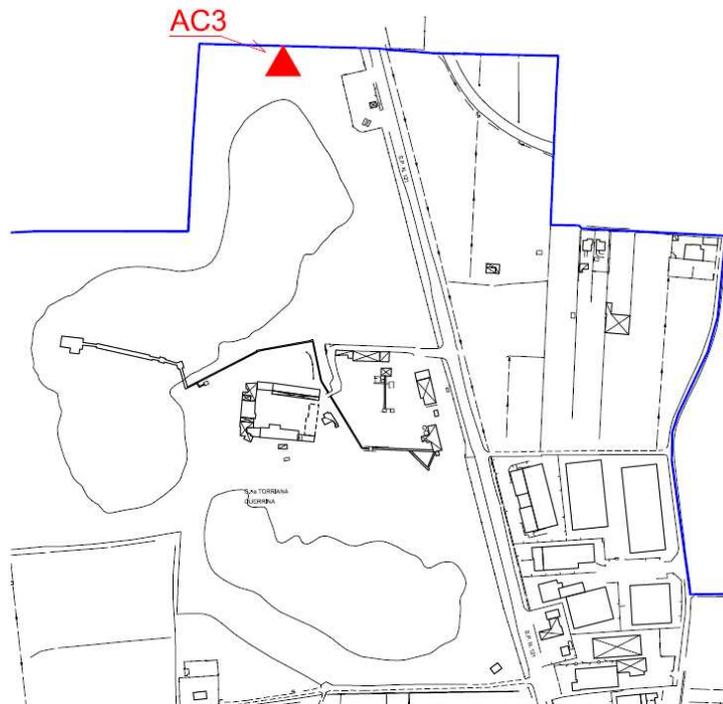


Fig. 8.3-3 - Identificazione area Cernusco Nord

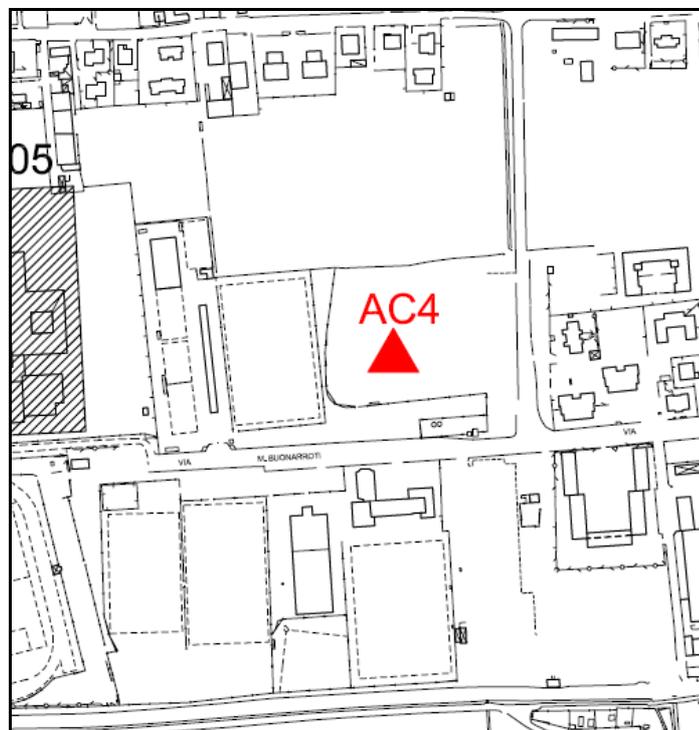


Fig. 8.3-4 - Identificazione area Via Buonarroti - Centro Sportivo

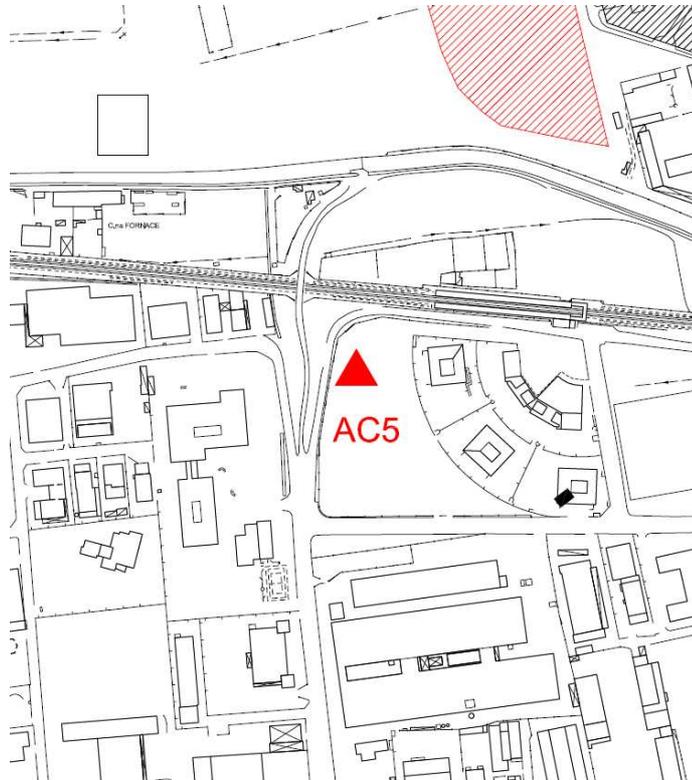


Fig. 8.3-5 - Identificazione area Via Gobetti

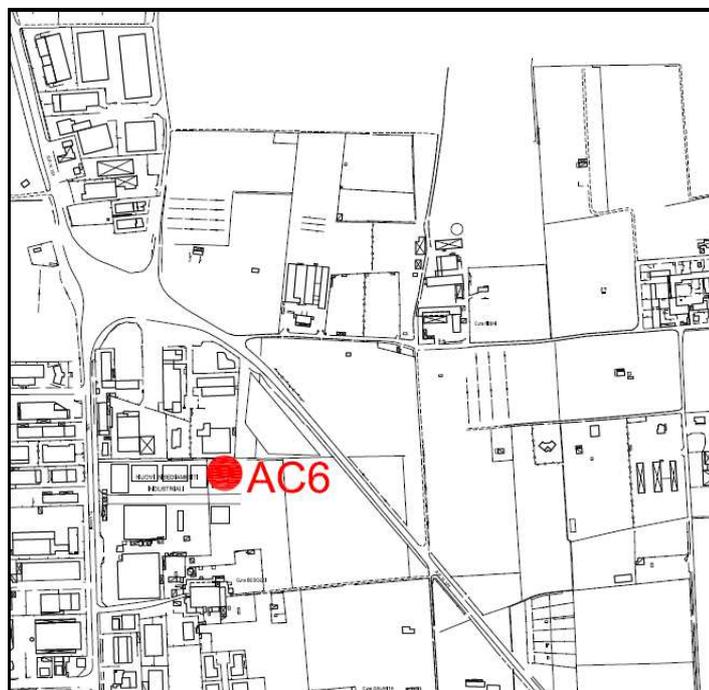


Fig. 8.3-6 - Identificazione area Via Colombo

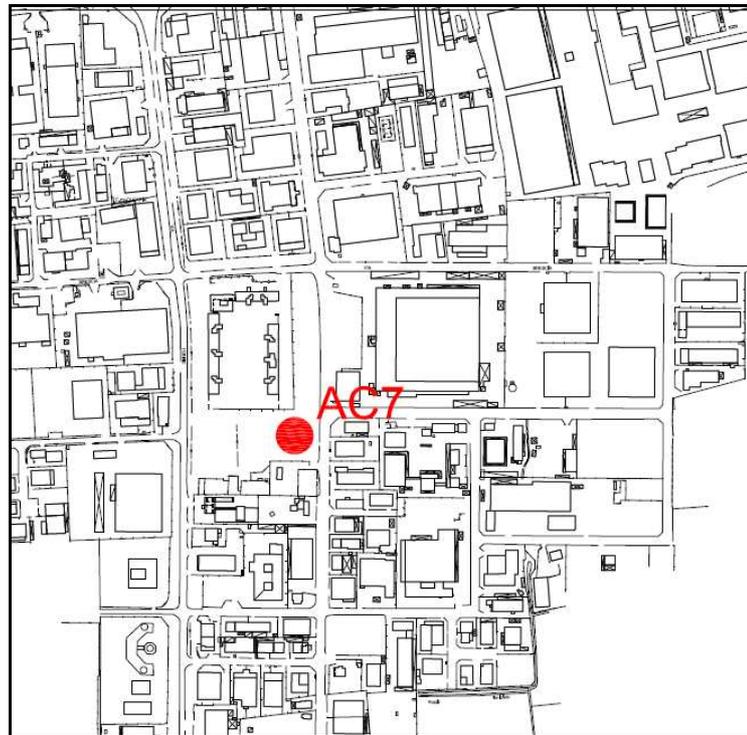


Fig. 8.3-7 - Identificazione area Cascina Colcellate

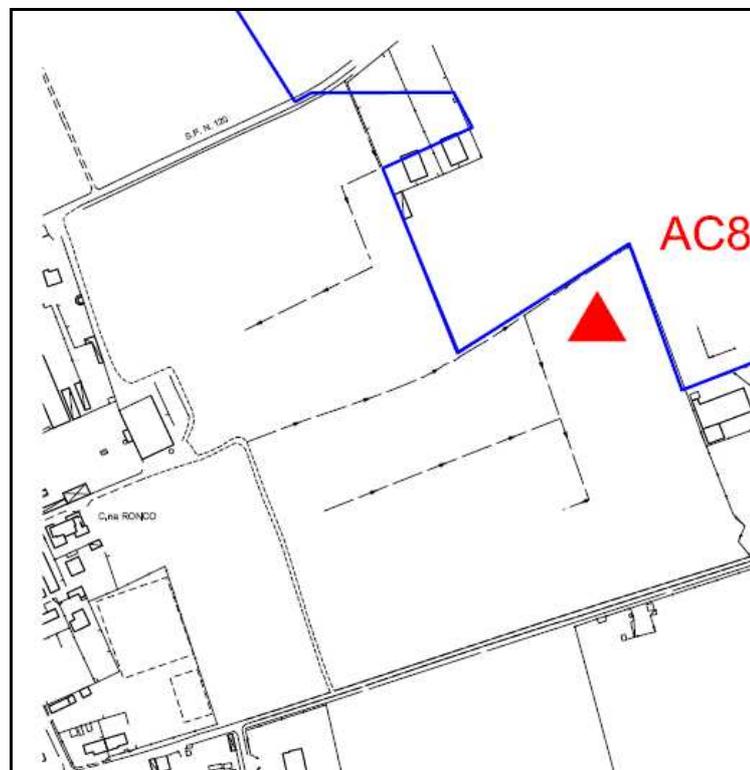


Fig. 8.3-8 - Identificazione area Zona Ronco

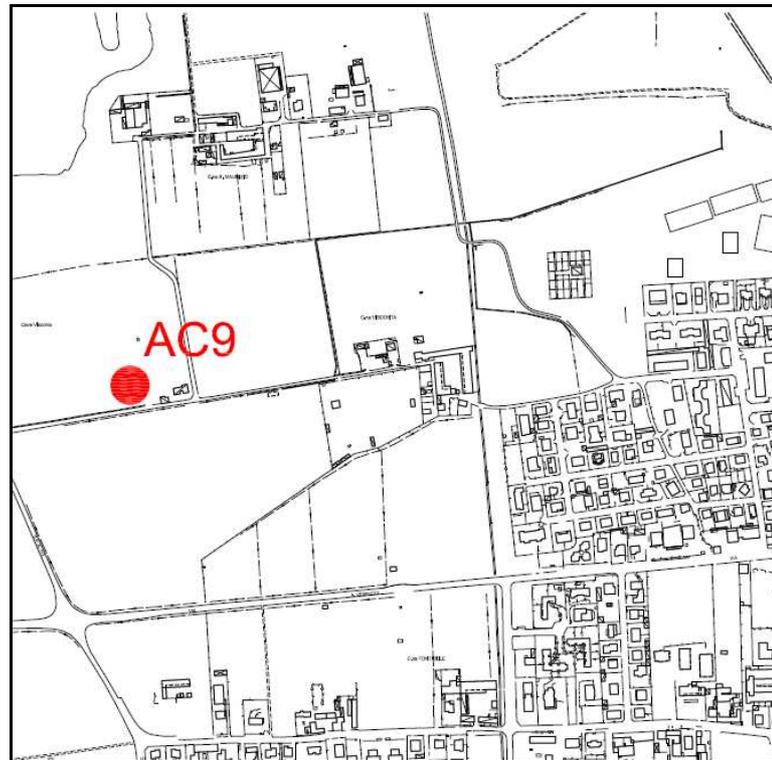


Fig. 8.3-9 - Identificazione area Via Resegone

8.4 Risultati delle attività di simulazione

Con le ipotesi fatte nei paragrafi precedenti sono state eseguite delle simulazioni di copertura.

In particolare, visto che l'obiettivo è quello di ospitare tutti i siti su localizzazioni scelte dall'amministrazione si sono eseguite le simulazioni: ipotizzando sia la tecnica GSM che UMTS.

Dalle attività di simulazione svolte appare che con l'utilizzo delle localizzazioni scelte dall'Amministrazione si può ottenere un adeguato livello di copertura per ciascun gestore e per ciascun servizio

I risultati di dettaglio delle attività sono riassunti nelle due tavole di seguito riportate.

La specifica delle tavole prodotte è la seguente:

- Tav. 07 - Copertura del generico gestore in tecnica UMTS utilizzando solo i siti scelti dall'Amministrazione;
- Tav. 08 - Copertura del generico gestore in tecnica GSM utilizzando solo i siti scelti dall'Amministrazione.



Spazio lasciato per l'inserimento in formato A3 della

Tav. 07 - Copertura del generico gestore in tecnica UMTS utilizzando solo siti scelti
dall'amministrazione



Spazio lasciato per l'inserimento in formato A3 della

Tav. 08 - Copertura del generico gestore in tecnica GSM utilizzando solo siti scelti
dall'amministrazione

9. Bibliografia

AAVV - Dichiarazione del Comitato Internazionale di Valutazione per l'indagine sui Rischi Sanitari dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM). 2002.

ANPA - Rassegna degli effetti derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici. 2000.

BERGQVIST, VOGEL - Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic fields. 1997.

BRUSCHI Marco Lazzaro e AA.VV. – “Inquinamento elettromagnetico.” Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma.

BRUSCHI Marco Lazzaro e ROSA Alessandro - RT1051 - "Censimento degli impianti radioelettrici esistenti". Documento commissionato dal Comune di Cernusco sul Naviglio e propedeutico alla redazione del Regolamento per il corretto insediamento urbanistico degli impianti radioelettrici del comune di Cernusco Sul Naviglio.

BRUSCHI Marco Lazzaro e ROSA Alessandro RT1052 - "Identificazione dei luoghi di particolare interesse e monitoraggio dei campi elettromagnetici". Documento commissionato dal Comune di Cernusco sul Naviglio e propedeutico alla redazione del Regolamento per il corretto insediamento urbanistico degli impianti radioelettrici del comune di Cernusco Sul Naviglio.

CEI Norma 211-6, del Gennaio 2001 - “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz – 10 KHz, con riferimento all'esposizione umana”.

CEI Norma 211-7, del Gennaio 2001 - “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz con riferimento all'esposizione umana”.

CARRESCIA Vito – Articolo “Gli Elettrodotti – Sotto accusa il campo elettromagnetico”. Tratto da Tuttonormel Giugno 1998.

FABBRI Cinzia - Analisi di impatto ambientale del sistema di comunicazione UMTS tecniche di misura e simulazione di diversi scenari di implementazione della rete analisi di implementazione rete UMTS.

HESS Garry C. - "Handbook of land - mobile radio System Coverage".

ICNIRP - Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz). 1998.

MC MAHAN, MEYER – Symptom prevalence and worry about high voltage transmission lines. 1995. Citato in “VECCHIA Paolo – La percezione dei rischi per la salute dei campi elettromagnetici. Ambiente e Sicurezza, 2001”.

OMS – Campi elettromagnetici e salute pubblica. Ipersensibilità ai campi elettromagnetici. Promemoria 296. 2005.

OMS - Campi elettromagnetici e salute pubblica. Stazioni radio base e tecnologie senza fili. Promemoria 306. 2006.

OMS - Come stabilire un dialogo sui rischi dei campi elettromagnetici. Elettra 2000. 2002.

OMS - Data sheet “ELECTROMAGNETIC FIELDS AND PUBLIC HEALTH - Intermediate Frequencies (IF)” del febbraio 2005.

OMS - Promemoria OMS/304 del 17 maggio 2006; Data sheet “ELECTROMAGNETIC FIELDS AND PUBLIC HEALTH - Microwave Ovens” del febbraio 2005.

PERES Federico - Le competenze previste dalla Legge 36/2001. Ambiente e Sicurezza, 2001.

PROVINCIA DI BOLZANO – Ufficio Igiene e Salute Pubblica assieme all’Agenzia provinciale per la protezione dell’ambiente e la tutela del lavoro - Laboratorio di chimica fisica.

PINTO Iole – Università di Siena. Dispense del corso di Campi elettromagnetici.

ROSA Alessandro – “Complete characterization of a dipole antenna for a Mars radar sounder by breadboard models analysis and measurement campaign”. 13th International Symposium on Antennas. JINA 2004.

ROSA Alessandro - "Applicability Investigation of Holographic Back-Propagation of spherical near-field measured data" - European conference on antennas and propagation, Nice 2006.

ROSA Alessandro - "Electromagnetic modeling, optimization and on site verification of electromagnetic fields exposure from high power RF sources" - International conference on antenna theory and technique. Sevastopol, Ukraine, 2007.

SIVIAK Kazimierz - "Radiowave propagation antennas for personal communications".

VECCHIA Paolo – La percezione dei rischi per la salute dei campi elettromagnetici. Ambiente e Sicurezza, 2001.

10. Allegati

- 10.1 Tav. 01: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti - Valutazione a livello del terreno.**
- 10.2 Tav. 02: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti - Valutazione alla quota di 10 metri.**
- 10.3 Tav. 03: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile e dei principali impianti di radiodiffusione esistenti - Valutazione alla quota di 20 metri.**
- 10.4 Tav. 04: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile dei siti comunali previsti. Valutazione a livello del terreno.**
- 10.5 Tav. 05: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile dei siti comunali previsti. - Valutazione alla quota di 10 metri.**
- 10.6 Tav. 06: Calcolo dell'impatto elettromagnetico degli impianti di telefonia mobile dei siti comunali previsti. - Valutazione alla quota di 20 metri.**