

**Elettromagnetismo:**

per saperne di più

## SOMMARIO



1	Cos'è l'elettromagnetismo	2
2	L'elettromagnetismo e le telecomunicazioni	7
3	Il rapporto fra l'elettromagnetismo e la salute dell'uomo	14
4	L'interferenza elettromagnetica	16
5	Il quadro normativo	17
6	L'attività del Gruppo Telecom Italia	22
	Per approfondire	26
	Glossario dei termini usati	29

## PREMESSA



Quando guardiamo la televisione, parliamo al telefono o semplicemente passeggiamo per la strada, alcuni dei prodotti e servizi intorno a noi o che utilizziamo sono frutto di tecnologie che generano, in parte e in gradi diversi, onde elettromagnetiche.

L'interazione fra l'uomo ed i campi elettromagnetici è oggi al centro dell'attenzione da parte del mondo scientifico e istituzionale e dell'opinione pubblica.

In realtà si tratta di un fenomeno fisico da sempre presente in natura. Perché dunque solo oggi è divenuto oggetto di tanto interesse? Perché l'ampio ricorso a tecnologie che utilizzano l'elettromagnetismo è un fenomeno recente ed in rapida estensione e costituisce un elemento nuovo, connesso alla grande diffusione di prodotti e servizi.

Se, dunque, il fenomeno è divenuto rilevante in ragione delle dimensioni e delle modalità con cui l'individuo può esserne coinvolto, allora è particolarmente importante conoscere il modo corretto con cui utilizzare i servizi e gli strumenti tecnologici di cui ci circondiamo.

In questa direzione vanno segnalati positivamente l'impegno e le iniziative da parte di costruttori di apparati di telecomunicazioni nel fornire, insieme alle istruzioni, anche informazioni su come utilizzare bene i prodotti acquistati.

Un'ulteriore ragione della attualità del tema è da ricercare nella complessità della materia. Alcuni aspetti, di natura fortemente tecnica, non sono sempre facilmente intuibili, e, come si è voluto mettere in luce in questo lavoro, possono prestarsi ad una non corretta interpretazione.

Per questi motivi Telecom Italia ha voluto raccogliere gli elementi informativi che ritiene utili per inquadrare correttamente la questione e dare il proprio contributo ad una informazione chiara ed estesa sull'argomento.

L'iniziativa è rivolta quindi a tutti coloro che, pur "non addetti ai lavori", vogliono comunque conoscere, in grandi linee, i principali aspetti del tema; rispondendo, con parole semplici, a domande come: cosa è l'elettromagnetismo, cosa dicono le nostre leggi sulla questione, come è possibile minimizzare l'interferenza elettromagnetica e, soprattutto, quale è il rapporto fra l'elettromagnetismo e gli strumenti di telecomunicazioni e cosa fa Telecom Italia al riguardo.



## CAPITOLO 1

## Cos'è l'elettromagnetismo

**L'**elettricità è un fenomeno la cui conoscenza risale ai tempi dell'antica Grecia, quando Talete di Mileto (vissuto tra il VII ed il VI secolo a.C.) per caso si accorse che una bacchetta di ambra, strofinata su un panno di lana, acquisiva la proprietà di attirare a sé pagliuzze o pezzetti di stoffa. Proprio dall'ambra, in greco *èlektron*, questo fenomeno ha derivato il suo nome.

Molto più tardi si giunse ad una spiegazione scientifica del fatto: strofinata sul panno, la bacchetta si carica elettricamente e le cariche elettriche immobili sulla sua superficie generano nello spazio circostante un campo elettrico capace di attrarre corpi leggeri sulla cui superficie siano distribuite cariche di segno opposto.

Quando le cariche elettriche sono in movimento, fenomeno noto come corrente elettrica, esse generano anche un campo magnetico. Materiali quale la magnetite, che è un minerale naturale, devono la loro proprietà alla presenza di correnti all'interno della loro struttura atomica.

### Cosa è l'elettromagnetismo

Quando un campo elettrico ed un campo magnetico si accoppiano e si muovono insieme nello spazio, generano onde elettromagnetiche ed il campo che si forma viene chiamato campo elettromagnetico.

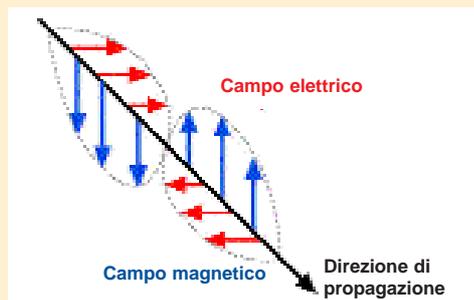


Fig.1: propagazione del campo elettrico e del campo magnetico nello spazio

In natura esistono numerosi esempi di campi elettrici e magnetici: i fulmini sono scariche elettriche provocate dai forti campi elettrici che si formano durante i temporali; la terra genera un campo magnetico statico prodotto, si pensa, da correnti legate al movimento di masse all'interno del nucleo.

Anche la corrente elettrica che alimenta i nostri elettrodomestici dà origine, contemporaneamente, ad un campo elettrico ed un campo magnetico.

Le onde elettromagnetiche si distinguono in base alla frequenza (o alla lunghezza d'onda) e alla quantità di energia che trasportano.

La frequenza è il numero di periodi che si susseguono nell'unità di tempo e viene misurata in Hertz (abbreviato in Hz, i cui multipli sono il kHz = 1.000 Hz, il MHz = 1.000.000 Hz ed il GHz = 1.000.000.000 Hz). All'aumentare della frequenza la lunghezza d'onda diminuisce.

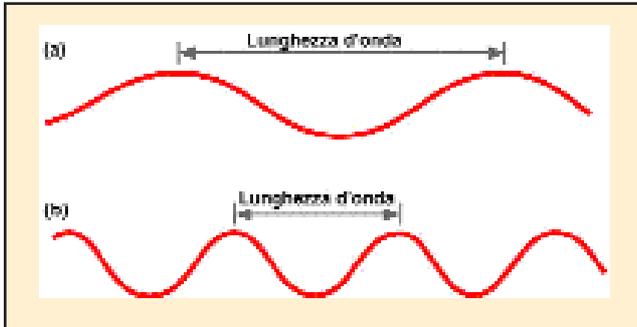
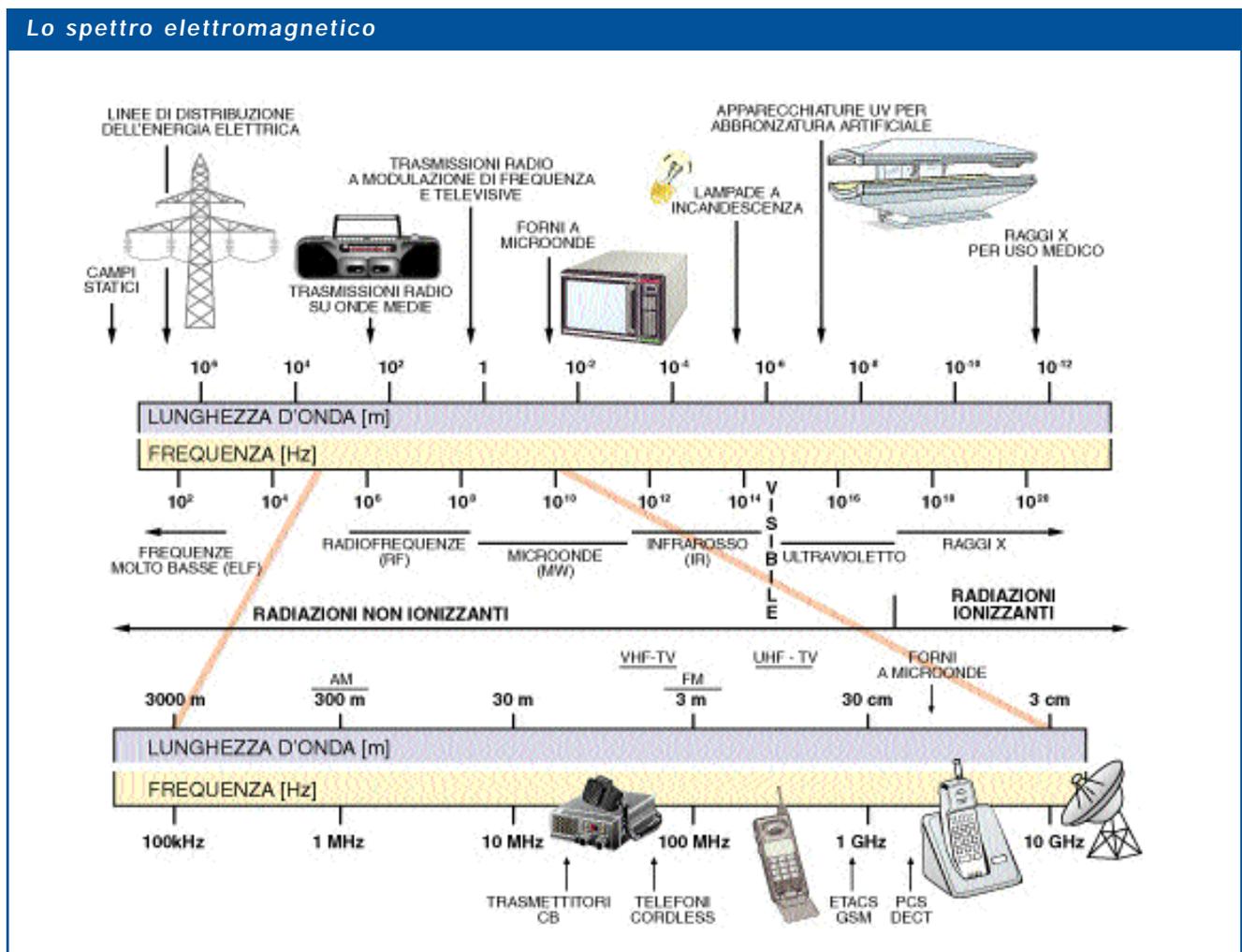


Fig 2: l'onda (b) ha una lunghezza d'onda minore di (a), e quindi la sua frequenza è maggiore.

Dalla fisica sappiamo che all'aumentare della frequenza aumenta l'energia associata. Tale energia diminuisce più rapidamente per le alte frequenze all'aumentare della distanza dalla sorgente. L'insieme delle frequenze forma lo spettro elettromagnetico. Al suo interno si trovano intervalli di frequenze occupati

da sorgenti naturali, come la radiazione solare, oppure utilizzati dall'uomo per applicazioni diverse: linee di distribuzione dell'energia elettrica, trasmissioni radio-televisive, telecomunicazioni, ecc.. L'elettromagnetismo è infatti sfruttato per la trasmissione dei segnali radio.

Una importante differenza fra le onde che compongono lo spettro elettromagnetico si basa sulla loro frequenza:



Le linee trasversali in rosso delimitano lo spettro elettromagnetico che interessa le radiofrequenze in cui sono compresi anche gli apparati del gruppo Telecom Italia.



- radiazioni ionizzanti, sono le onde con frequenze maggiori di cento milioni di GHz (raggi gamma, raggi X);
- le radiazioni non ionizzanti, con frequenze comprese tra 0 a cento milioni di GHz (tra cui basse frequenze, radio frequenze, microonde).

Le prime, proprio perché hanno una frequenza estremamente alta, possiedono un'energia sufficiente per produrre la ionizzazione, possono cioè rompere i legami atomici e molecolari della materia con cui interagiscono modificandone lo stato chimico. La ionizzazione può provocare danni nelle cellule dei sistemi biologici, quindi anche alla salute dell'uomo. Le seconde, invece non hanno frequenze altrettanto elevate e quindi energia sufficiente a provocare la ionizzazione.

#### Le radiazioni non ionizzanti comprese tra 0 e 300 GHz

Denominazione	Banda di frequenza	Lunghezza d'onda
ELF (Extremely Low Frequency)	0 – 3 kHz	>0 - 100 km
VLF (Very Low Frequency)	3 – 30 kHz	100 – 10 km
LF (Low Frequency)	30 – 300 kHz	10 – 1 km
MF (Medium Frequency)	300 – 3000 kHz	1000 – 100 m
HF (High Frequency)	3 – 30 MHz	100 – 10 m
VHF (Very High Frequency)	30 – 300 MHz	10 – 1 m
UHF (Ultra High Frequency)	300 – 3000 MHz	1000 – 100 mm
SHF (Super High Frequency)	3 – 30 GHz	100 – 10 mm
EHF (Extremely High Frequency)	30 – 300 GHz	10 – 1 mm

Le telecomunicazioni utilizzano frequenze tutte comprese nel range delle radiazioni non ionizzanti.

E' importante ricordare anche che all'aumentare della distanza dalla sorgente, in uno spazio libero, l'intensità del campo diminuisce molto rapidamente.

#### Come si misurano i campi

L'intensità del campo elettrico E si misura in V/m (volt al metro) o kV/m (kilovolt o migliaia di volt al metro), mentre quella del campo magnetico H viene misurata generalmente in A/m (ampere al metro).

L'energia trasportata dalle onde elettromagnetiche ad alta frequenza può essere espressa con una grandezza denominata densità di potenza S, misurata in W/m<sup>2</sup> (watt al metro quadrato).

In buona sostanza, dunque, nell'ambiente in cui viviamo, nel mondo di oggi, ci sono molte apparecchiature che generano campi elettrici e magnetici: le stesse linee di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica, gli impianti di trasmissione per le telecomunicazioni e le trasmissioni radiotelevisive e molti degli oggetti che utilizziamo quotidianamente.

### Intensità del campo magnetico generato da apparecchiature di uso quotidiano

Sorgente di Campo Magnetico	Valore del Campo Magnetico alla corrispondente Distanza dalla Sorgente [A/m]					
	15 cm		30 cm		60 cm	
	Valore medio	Valore massimo	Valore medio	Valore massimo	Valore medio	Valore massimo
Asciugacapelli	24	56	0,1	5,6	-	0,8
Rasoio Elettrico	8	48	1,6	8	-	0,8
Frullatore	5,6	8	0,8	1,6	0,16	0,25
Lavastoviglie	1,6	8	0,8	2,4	0,32	0,56
Forno a Microonde	16	24	3,2	16	0,8	2,4
Forno Elettrico	0,7	1,6	0,3	0,4	-	0,1
Frigorifero	0,16	3,2	0,16	1,6	0,1	0,8
Tostapane	0,8	1,6	0,25	0,56	-	-
Televisore a Colori			0,56	1,6	0,16	0,65
Televisore B/N	0,25	0,8	-	0,16	-	0,1
Lavatrice	1,6	8	0,56	2,4	0,1	0,5
Ferro da Stiro	0,65	1,6	0,1	0,25	-	-
Aspirapolvere	24	56	4,8	16	0,8	4
Fotocopiatrice	7,2	16	1,6	3,2	0,56	1
Facsimile	0,5	0,72	-	0,16	-	-
Lampada a fluorescenza	3,2	8	0,5	2,4	0,16	0,65
PC con Monitor a Colori	1,1	1,6	0,4	0,5	0,16	0,24
Trapano Elettrico	12	16	2,4	3,2	0,32	0,5

Fonte EPA (Environmental Protection Agency), IITRI (Illinois Institute of Technology Research Institute), EPRI (Electric Power Research Institute). I risultati delle misure non sono da intendere in termini assoluti, in quanto i valori dipendono da vari parametri (forma, disposizione e dimensionamento delle parti elettriche, materiali, ecc.) e sono quindi ampiamente variabili anche per apparecchiature simili prodotte da fabbricanti diversi.

INTENSITÀ DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI, A DIVERSE DISTANZE, INTORNO A TRALICCI PER LA DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

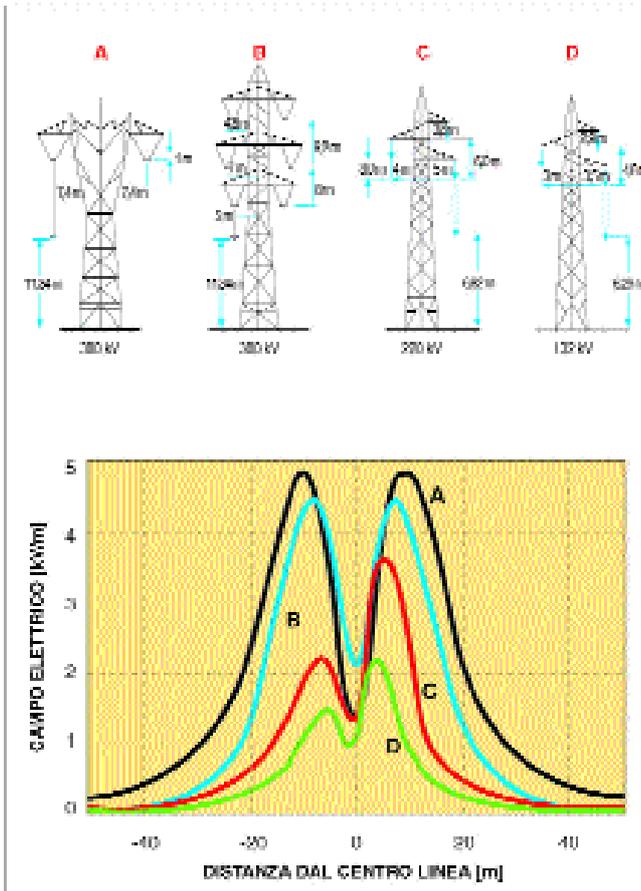


Fig. 1 - Profili laterali del campo elettrico, a 1m da terra, calcolati per quattro tipiche configurazioni di linee ad alta tensione nella sezione corrispondente ai franchi minimi stabiliti dal DIM del 16 gennaio 1991.

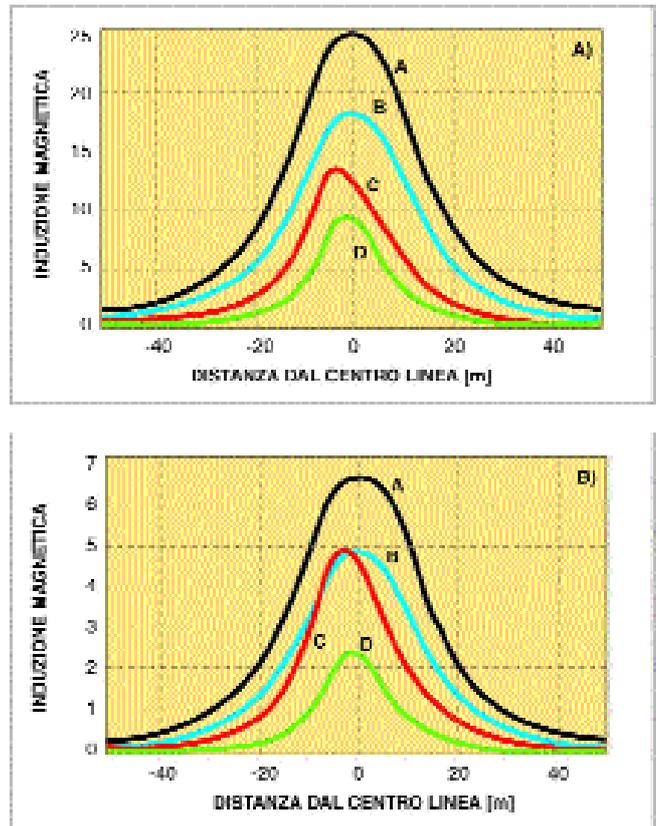


Fig. 4 - Profili laterali del campo magnetico a 1m da terra calcolato per quattro tipiche linee ad alta tensione (A: semplice terna a 380 kV; B: doppia terna a 380 kV; C: semplice terna a 220 kV; D: semplice terna a 132 kV) nella sezione trasversale corrispondente alla minima altezza da terra dei conduttori fissata dal DIM del 16 gennaio 1991.  
 A) Condizioni di carico massimo (380 kV - 1500 A; 220 kV - 550 A; 132 kV - 375 A);  
 B) Condizioni di carico medio (380 kV - 400 A; 220 kV - 200 A; 132 kV - 100A).



CAPITOLO 2

## L'elettromagnetismo e le telecomunicazioni

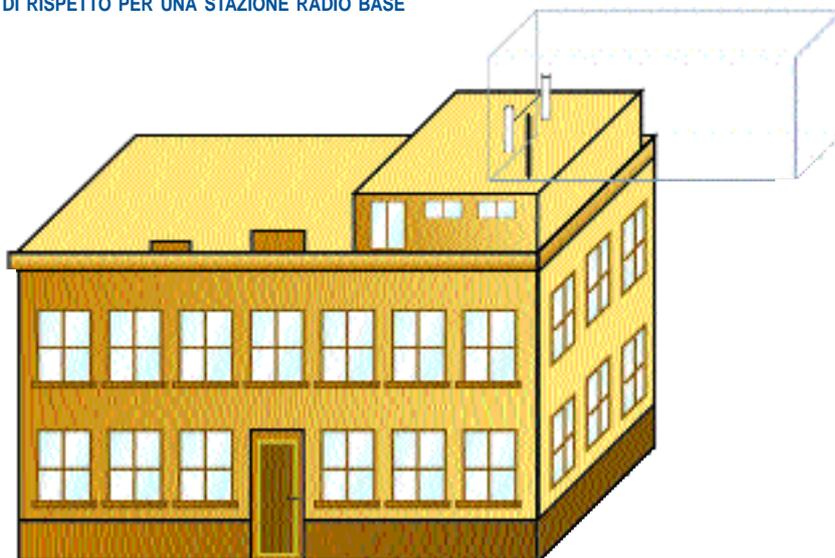
**P**er trasportare voci, immagini e dati nello spazio gli impianti di telecomunicazioni utilizzano le radiofrequenze.

Vale la pena ricordare che queste radiofrequenze sono comprese nella fascia delle “radiazioni non ionizzanti”, le quali non inducono le alterazioni funzionali e morfologiche nei sistemi biologici che possono invece essere causate dall’esposizione a sorgenti radioattive o a raggi X (radiazioni ionizzanti).

Come vengono progettati gli impianti di telecomunicazione per garantirne la sicurezza e rispettare i livelli di esposizione voluti dalla legge?

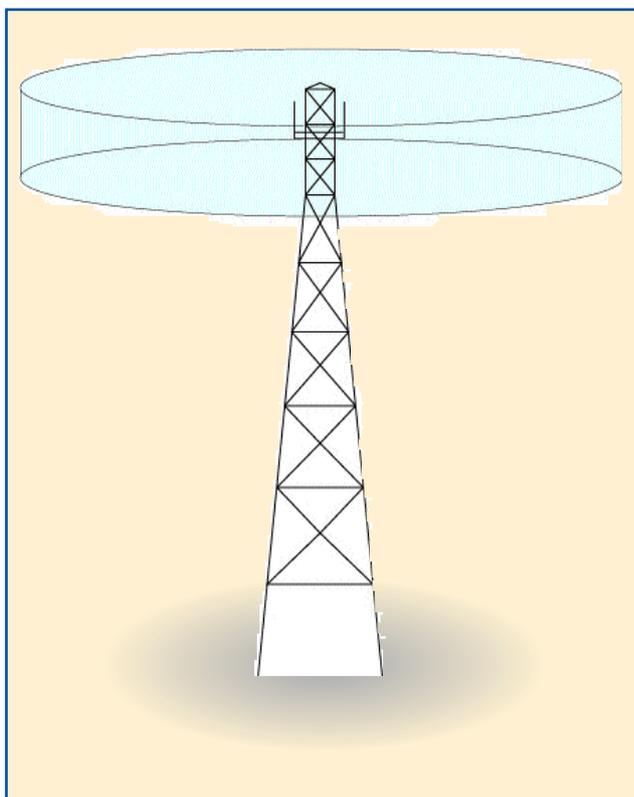
Intorno ad ogni antenna viene identificata una zona, detta “volume di rispetto”, nella quale potrebbero essere superati i valori di esposizione ammessi e che viene quindi normalmente collocata in punti non raggiungibili dalla popolazione. Nel caso, ad esempio, delle stazioni radio costiere, questa zona viene delimitata e recintata impedendone l’accesso alle persone.

ESEMPIO DI VOLUME DI RISPETTO PER UNA STAZIONE RADIO BASE

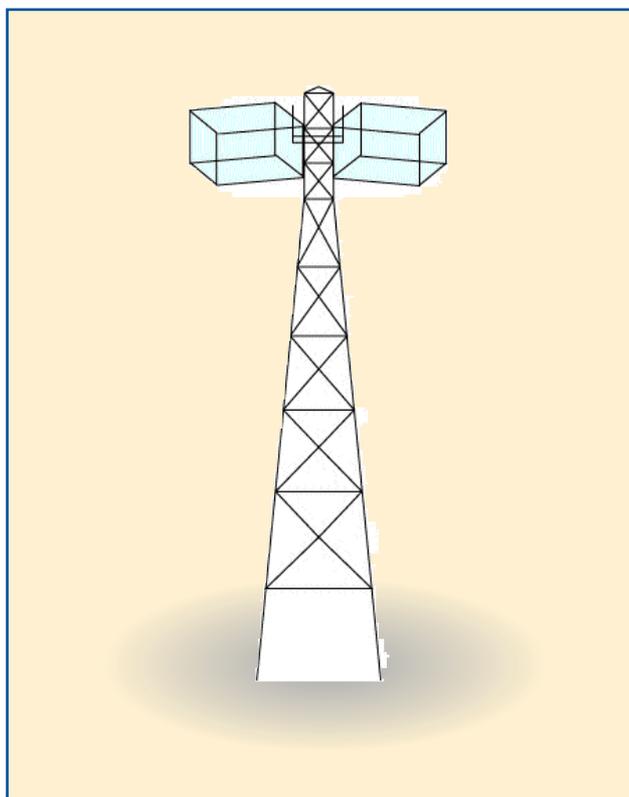


Al di fuori di tale volume di rispetto sono sicuramente rispettati i limiti di esposizione. Il volume di rispetto è fortemente dipendente dal tipo di antenna e dalla potenza trasmessa. Pertanto due installazioni che sembrano simili, possono avere volumi di rispetto totalmente diversi. Molte volte gli impianti radiomobili sono installati su tralicci simili a quelli degli impianti radiotelevisivi, ma a causa delle diverse potenze in gioco e delle diverse antenne utilizzate, i volumi di rispetto differiscono notevolmente come si vede dagli esempi riportati.

**ESEMPIO DI VOLUME DI RISPETTO  
PER UN TRALICCIO DI DIFFUSIONE RADIOTELEVISIVA**



**ESEMPIO DI VOLUME DI RISPETTO  
PER UNA STAZIONE RADIO BASE**



Nella tabella che segue abbiamo riportato, a titolo indicativo e in ordine decrescente rispetto alla potenza in antenna, i vincoli da seguire nella definizione dei volumi di rispetto, per ciascun tipo di impianto utilizzato.

Impianto (fisso)	Frequenza	Potenza in antenna	Volumi di rispetto
Stazioni Radio e TV	0.5 MHz–1.6 GHz	Minore di 600.000 Watt	Trasmittitori di grossa potenza sono generalmente in aree non urbane. Il volume di rispetto può essere visto come un cilindro centrato sulle antenne. Per i trasmettitori di grossa potenza l'altezza del cilindro è paragonabile alle dimensioni verticali dell'antenna ed il raggio può arrivare anche a centinaia di metri.
Radar impianti fissi	1 – 10 GHz	200 – 50000 Watt	I sistemi sono posti generalmente in zone controllate e non accessibili alla popolazione.
* Stazioni Radiocostiere	0.5 – 150 MHz	20 W – 5000 Watt	Pochi sistemi, situati in aree controllate e non accessibili alla popolazione.
* Sistemi Radiomobili	0.9 – 1.8 GHz	Tipicamente 100 W	Il volume di rispetto può essere visto come un parallelepipedo. Le dimensioni sono estremamente dipendenti dalla potenza e dalla tipologie delle antenne utilizzate. L'altezza è paragonabile alle dimensioni verticali dell'antenna e la profondità nella direzione di emissione è valutabile intorno alla/e decina/e di metri.
* Sistemi per telefonia rurale (monocanale e P-MP)	450 MHz/2.3 GHz	0.5 – 5 Watt	Il volume di rispetto può essere visto come un parallelepipedo con altezza pari alla dimensione massima dell'antenna e base/profondità nella direzione di emissione valutabile intorno a qualche metro.
* Sistemi Satellitari	1 – 30 GHz	2 – 500 W	L'uso di antenne direzionali e il vincolo di progetto che impone la visibilità ottica tra la stazione di terra e il satellite escludono di fatto, nella direzione di emissione, l'interposizione di cose o persone.
* Ponti Radio*	2 – 40 GHz	0.03 – 5 Watt	L'uso di antenne direzionali e il vincolo di visibilità tra i punti da collegare escludono di fatto, nella direzione di emissione, l'interposizione di cose o persone.
* DECT	1.9 GHz	Minore di 0.250 Watt	Tenuto conto delle basse potenze in gioco, il volume di rispetto è piccolo e può essere visto come un parallelepipedo/cilindro (in funzione del tipo di antenna) con altezza/raggio pari alla dimensione massima dell'antenna e base/profondità nella direzione di emissione inferiori a 50 cm.

Gli impianti con asterisco sono quelli comunemente utilizzati dal Gruppo Telecom Italia e dai principali operatori del settore

## GLI IMPIANTI DEL GRUPPO TELECOM ITALIA

Lo sviluppo delle telecomunicazioni costituisce uno degli elementi che caratterizzano la fine di questo secondo millennio. La richiesta di velocizzare e semplificare le relazioni interpersonali ha stimolato la ricerca di nuove soluzioni tecnologiche, in particolare nel campo delle telecomunicazioni.

Anche il Gruppo Telecom Italia ha svolto un ruolo attivo in questo processo, affiancando progressivamente ai tradizionali apparati di rete fissa nuovi sistemi, alcuni basati sulle tecniche di radio comunicazione, per ampliare l'offerta di servizi ed applicazioni e migliorarne gli standard qualitativi.

Nè va dimenticato che, da alcuni anni, sul mercato nazionale hanno fatto il proprio ingresso altri gestori di telecomunicazioni che hanno realizzato proprie infrastrutture.

Quali sono, in particolare, le principali caratteristiche degli impianti utilizzati dal Gruppo Telecom che generano campi elettromagnetici?



- *Sistemi di collegamento in ponte radio (bande 2-38 GHz)*

### **A cosa servono?**

I Ponti Radio sono collegamenti tra luoghi più o meno distanti, per la trasmissione e ricezione di segnali in voce e dati, utilizzati quando il collegamento tradizionale è difficile, se non impossibile, per le caratteristiche della zona.

### **Come funzionano?**

I Ponti Radio hanno antenne paraboliche di notevoli dimensioni, fino a 4 metri di diametro, per poter indirizzare in maniera molto precisa l'emissione e circoscrivere l'energia nello spazio. Esse dunque hanno una grande superficie riflettente perché maggiori sono le dimensioni dell'antenna, minore è la dispersione della potenza trasmessa al di fuori della sua zona di puntamento. In altre parole diventa minore la quantità di potenza necessaria per irradiare il segnale.

Queste antenne sono alimentate, nella quasi totalità dei casi, con potenze inferiori a 5 Watt. Nelle città un esempio di questo tipo di impianto è dato dai collegamenti tra stazioni radiobase per il servizio radiomobile e le centrali di commutazione della rete fissa: le antenne, in questi casi, sono poste ad altezze superiori a quelle dei palazzi.

- *Sistemi DECT (1.880 - 1.900 MHz)*

### **A cosa servono?**

Con i sistemi DECT viene fornita la prestazione "FIDO" aggiuntiva al servizio di telefonia fissa. Con "FIDO" Si può comunicare, oltre che all'interno della propria casa o ufficio, anche per le strade, piazze, luoghi pubblici al chiuso particolarmente frequentati (solo nell'ambito delle aree di copertura), relativamente all'area urbana della città nella quale è attiva la linea telefonica associata al servizio.

### **Come funzionano?**

Grazie a stazioni radio base (RFP, Radio Fixed Part) di ridotte dimensioni, installate a muro o su un palo, oggi presenti in 33 città italiane <sup>(1)</sup>.

Le potenze emesse sono così ridotte (al massimo 0,250 W) che, ad esempio, già per quanto riguarda le aree calpestabili sottostanti le stazioni radio base, i livelli di campo riscontrati si collocano su valori ampiamente inferiori ai limiti previsti.

- *Sistemi per telefonia rurale nelle bande VHF (30 - 300 MHz), UHF (300 - 3000 MHz) e 2 GHz,*

### **A cosa servono?**

Quando non è possibile raggiungere la popolazione attraverso i cavi, nelle zone rurali o montane, vengono utilizzati ponti radio.

### **Come funzionano?**

Essi operano prevalentemente in banda UHF, intorno ai 450 MHz, e VHF, intorno a 155 MHz, con potenze all'antenna di norma pari a 5 Watt.

In alcuni casi si fa ricorso ai Sistemi Radio Punto-Multipunto, che operano nella banda dei 2 GHz con potenze inferiori ad 1 Watt.

- *Stazioni radiocostiere per il servizio mobile marittimo (0.5 - 150 MHz)*

### **A cosa servono?**

Per le comunicazioni commerciali tra le navi e la terraferma, e per i servizi di sicurezza, come quelli di assistenza alla navigazione.

### **Come funzionano?**

Gli impianti delle stazioni Radiocostiere, dislocati in 31 località d'Italia, trasmettono nelle bande VHF, MF e HF:

VHF : le emissioni sono effettuate da un'antenna posta su traliccio a quote maggiori di 10 metri dal suolo con una potenza di circa 20-25 Watt. Le misure di intensità di campo elettromagnetico indicano valori ben al di sotto (inferiori ad un decimo) dei limiti di riferimento stabiliti dalle normative nazionali ed internazionali .

MF ed HF : le emissioni sono effettuate con potenze comprese fra 200 ed 800 Watt da antenne supportate da tralicci di grandi dimensioni (altezze intorno ai 25-50 metri) posti in aree recintate con divieto di accesso.

Altri tipi di impianti emettono potenze medie comprese fra 500 e 5000 Watt, in banda HF. In questo caso le antenne direzionali sono poste ad una altezza dal suolo maggiore di 20 - 50 metri, in modo da non influire, in maniera rilevante, sui livelli di campo elettromagnetico presenti al suolo. Invece le antenne omnidirezionali poste al livello del suolo vengono recintate in modo da creare delle zone di sicurezza, dove è possibile l'accesso, in cui vengono rispettati i limiti di campo voluti dalla legge.

(1): Aosta, Torino, Brescia, Cremona, Mantova, Milano, Pavia, Trento, Trieste, Udine, Treviso, Venezia, Genova, Bologna, Piacenza, Reggio Emilia, Firenze, Prato, Ancona, Perugia, Roma, Viterbo, L'Aquila, Avellino, Napoli, Cagliari, Bari, Brindisi, Foggia, Taranto, Reggio Calabria, Messina, Palermo

- *Sistemi di telefonia mobile (900 e 1800 MHz)*

#### **A cosa servono?**

Per offrire i servizi di telefonia cellulare.

#### **Come funzionano?**

Le stazioni Radio Base emettono onde elettromagnetiche nella banda delle frequenze UHF, la stessa usata dalle emittenti televisive, ma con potenze centinaia di volte inferiori (generalmente minori di 100 Watt).

Le antenne di questi impianti hanno dimensioni comprese tra 1 metro e 2,5 metri permettendo così al sistema di funzionare con la minima potenza necessaria a garantire una buona qualità del servizio. Le stazioni radio base devono essere installate necessariamente

nelle vicinanze degli utenti sia per minimizzare la potenza necessaria al funzionamento del sistema (dalla stazione radio base e dal telefonino) sia per assicurare il servizio al maggior numero di persone. Normalmente una stazione radio base GSM di TIM consente contemporaneamente circa 150 comunicazioni.

Le stazioni sono progettate tenendo accuratamente presenti i limiti indicati dalle norme in materia: intorno a ciascuna antenna, come abbiamo già detto, viene definito il volume di rispetto e l'antenna viene posizionata in modo da escludere che in tale zone rientrino luoghi accessibili alla popolazione.





- *Sistemi di comunicazione satellitare*

**A cosa servono?**

Per trasmettere e ricevere dati e voce via satellite.

**Come funzionano?**

Si usano antenne paraboliche con un diametro dai 2 ai 32 metri ed una potenza che varia da pochi Watt fino a 700 Watt. Le antenne inviano il segnale ad un satellite il quale, a sua volta, lo invia ad una stazione posta sulla terra, evitando così, nel caso di trasmissioni a grande distanza, l'ostacolo rappresentato dalla curvatura della superficie terrestre. Le grandi stazioni nazionali si trovano presso Fucino, Lario e Scanzano.

Stazioni più piccole, utilizzate da banche e grandi enti, si trovano distribuite su tutto il territorio nazionale. Dati i bassi valori di latitudine di cui gode il nostro territorio, i fasci diretti emessi da queste stazioni non investono mai zone della superficie terrestre.



## CAPITOLO 3

## Il rapporto tra l'elettromagnetismo e la salute dell'uomo

**L**e conseguenze dei campi elettromagnetici sulla nostra salute sono oggetto di numerosi studi. Le indagini sono evidentemente differenziate in base alle frequenze, poiché, come si è detto, esse interagiscono diversamente con il nostro corpo.

Nel caso delle frequenze utilizzate per le telecomunicazioni, l'esposizione al campo elettromagnetico provoca un trasferimento di energia che viene dissipata sotto forma di calore da parte dei tessuti biologici, si parla dunque di effetti termici.

### Unità di misura

Il trasferimento di energia dal campo elettromagnetico ad un sistema biologico si misura tramite il tasso di assorbimento specifico, o SAR (Specific Absorption Rate) espresso in W/kg (watt al chilogrammo).

Gli effetti termici delle radiazioni elettromagnetiche, studiati per circa cinquant'anni, si manifestano soltanto al di sopra di una certa soglia e dipendono dalla frequenza della radiazione. La soglia è stata definita in funzione della capacità dell'organismo di compensare naturalmente l'innalzamento della temperatura provocato dall'esposizione.

Un effetto termico è considerato potenzialmente nocivo se l'aumento di temperatura derivante dall'esposizione ai campi elettromagnetici è superiore ad 1°C.

Gli studi hanno dimostrato che, per produrre effetti nocivi alla salute delle persone, i campi elettromagnetici generati dagli apparati trasmettenti nel campo delle telecomunicazioni devono raggiungere un SAR di almeno 4 W/kg.

Questi risultati, come vedremo, sono stati presi a riferimento per imporre rigidi limiti di legge nella gestione di impianti che generano campi elettromagnetici.

L'esposizione può essere generalizzata, se tutto il corpo è esposto alla radiazione; per esempio, quando questa proviene da un impianto trasmissivo come quelli prima descritti. Si tratta invece di una esposizione localizzata solo su alcune parti del corpo, nel caso, ad esempio, di un campo originato da un apparato più piccolo, come un telefono cellulare.

Va detto anche che alcuni ricercatori hanno ipotizzato altri possibili effetti, non termici ed a lungo termine, dovuti all'esposizione alle radiazioni elettromagnetiche, legati principalmente all'insorgenza di tumori. Tuttavia i risultati degli studi scientifici al riguardo non hanno finora messo in luce nessuna evidenza convincente che avvalorino tale ipotesi.

La potenza irradiata da un'antenna nello spazio libero diminuisce notevolmente mano a mano che ci si allontana dalla sorgente. Per ottenere un valore di SAR di 4 W/kg, una persona di corporatura media, 70 kg, dovrebbe essere esposta ad un campo avente una densità di potenza di circa 300 W/m<sup>2</sup>. Questa condizione non si verifica nella realtà: in Italia infatti i limiti di esposizione sono di 1 W/mq (per periodi inferiori alle 4 ore) e le misure di cautela di 0,1 W/mq (per periodi superiori alle 4 ore).

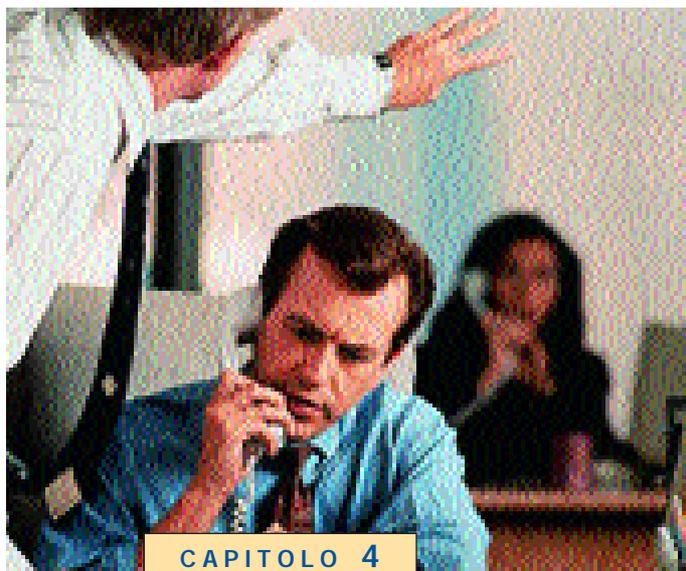
In particolare sulla questione si è espressa anche l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), considerato il riferimento più attendibile a livello internazionale, dichiarando che le attuali evidenze scientifiche indicano come improbabile che l'esposizione ai campi generati dagli apparati trasmettenti operanti nelle frequenze proprie delle telecomunicazioni induca tumori.

L'OMS, inoltre, ha avviato nel 1996 il Progetto Campi Elettromagnetici che durerà cinque anni ed al quale partecipa anche l'Italia. Il progetto si propone, fra l'altro, il riesame degli studi scientifici per ricercare l'armonizzazione delle normative vigenti. L'obiettivo finale è di fare chiarezza su un argomento che genera nell'opinione pubblica una forte preoccupazione, alimentata spesso da allarmismi ingiustificati. Il progetto, infatti, si inserisce in uno scenario in cui i timori per le conseguenze dell'elettromagnetismo possono tradursi in tensioni sociali e addirittura generare problemi di salute di natura psicosomatica, come recentemente riportato da alcuni studi (Berqvist e Vogel, 1997).

In conclusione è possibile affermare che tutti gli effetti conosciuti derivanti dall'esposizione alle onde elettromagnetiche, sono stati presi come riferimento dalle leggi per imporre limiti e precauzioni, estremamente rigidi soprattutto in Italia, come vedremo.

Su altri eventuali effetti esistono finora soltanto ipotesi non avvalorate in modo consistente dagli studi scientifici.





## CAPITOLO 4

## L'interferenza elettromagnetica

**Q**uando parliamo di interferenza elettromagnetica prodotta da una apparecchiatura facciamo riferimento alla globalità dei disturbi di natura elettromagnetica che alterino in qualche modo la funzionalità di altre apparecchiature elettriche ed elettroniche presenti nelle vicinanze.

Abbiamo visto come tutte le apparecchiature elettriche generino campi elettromagnetici più o meno intensi. L'influenza di questi campi su altri apparati varia in base al tipo di segnale, alla potenza e frequenza dell'onda e al grado di schermatura e sensibilità di questi apparati.

Per esempio, si è visto che alcuni tipi di pacemaker, di apparecchi acustici, di apparecchi elettromedicali non sufficientemente schermati ed i sistemi di navigazione aerea, potrebbero in alcune situazioni particolari dimostrare una certa sensibilità ai disturbi di natura elettromagnetica.

Dunque, in sostanza, nonostante le norme per garantire la compatibilità dei prodotti, l'interferenza elettromagnetica può essere minimizzata ma non è completamente eliminabile (si parla in questo caso di livelli di interferenza che assicurano una corretta compatibilità elettromagnetica).

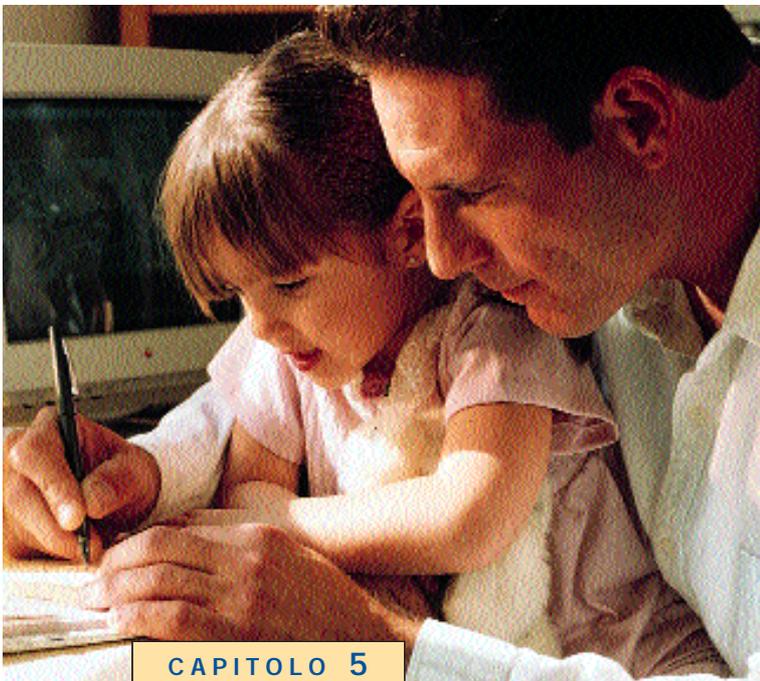
Quindi, il problema si può risolvere seguendo alcune precauzioni che consentono di minimizzare i disturbi durante l'uso delle apparecchiature elettriche ed elettroniche.

La normativa europea, con la Direttiva 89/336/CEE, prevede che le apparecchiature elettriche ed elettroniche rispondano a determinati limiti di schermatura ed emissione riguardo alle interferenze elettromagnetiche subite e causate. Enti quali ETSI e CENELEC sviluppano standard di riferimento per garantire la compatibilità elettromagnetica di tutti i prodotti elettrici ed elettronici presenti sul mercato.

Alcuni ospedali consigliano di non utilizzare dispositivi che generano onde elettromagnetiche nelle immediate vicinanze di apparecchiature per il supporto vitale se in funzione.

Alcune istituzioni consigliano coloro i quali portano pacemaker, ma non sono certi della schermatura di questo apparecchio, di mantenere i cellulari ed i ricetrasmittitori portatili ad una distanza di sicurezza di 20-30 centimetri da esso.

A bordo degli aerei viene chiesto di spegnere telefoni cellulari, apparecchi radioriceventi e personal computer.



## CAPITOLO 5

## Il quadro normativo

**P**artendo da una attenta analisi dei risultati della estesa ricerca scientifica sul tema, i più importanti e riconosciuti organismi internazionali hanno elaborato delle norme allo scopo di garantire la popolazione dai rischi e pericoli per la salute.

Esse sono state di riferimento per la legislazione della Comunità Europea in materia e sono state integrate da molti paesi nella propria normativa.

Gli standard sono stati elaborati per prevenire gli effetti termici provocati dal trasferimento di energia al corpo umano raccomandando determinati livelli di esposizione ai campi elettrici e magnetici relativi alle frequenze utilizzate nelle telecomunicazioni (da 0,1 MHz a 300 GHz).

In particolare, è stata fatta una distinzione fra valori di riferimento applicabili per:

- la popolazione, cioè i soggetti non coscienti dell'esposizione;
- i lavoratori, cioè coloro che sono esposti per le loro mansioni lavorative, coscienti dell'esposizione e per i quali vengono predisposte procedure di controllo specifico.

I valori limite primari (SAR) definiti dall'organismo internazionale di maggior prestigio (ICNIRP) sono di 0,4 W/kg per i lavoratori e 0,08 W/kg per la popolazione, calcolati sulla media relativa ad un intervallo di 6 minuti e su tutto il corpo. Dai limiti primari suddetti si ricavano i limiti derivati: campo elettrico, campo magnetico e densità di potenza, che sono riportati nelle pagine seguenti.

### I principali organismi internazionali

**ICNIRP:** International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

**CENELEC:** Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

**FCC:** Federal Communications Commission, USA

### La legislazione in Italia

**In vigore:** D.P.C.M. 23 aprile 1992, "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"; Decreto 10 settembre 1998, n. 381, del Ministero dell'Ambiente, "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana".

**In Parlamento:** Disegno di Legge "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". Approvato dalla Camera e già all'esame del Senato.

Recentemente, l'8 giugno 1999, il Consiglio dell'Unione Europea ha approvato una Raccomandazione sulla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici fra 0 Hz e 300 GHz. La Raccomandazione indica l'applicazione degli stessi valori fissati dall'ICNIRP per la popolazione. Inoltre, è importante notare, essa non prevede distanze di sicurezza dagli edifici ed esclude misure di prevenzione che non siano basate su dati scientifici.

L'Italia, con il Decreto n 381/98, ha definito la norma più restrittiva in materia ad oggi sviluppata in Europa.

### Normative regionali

L'attività di regolamentazione sul territorio conta al momento tre riferimenti legislativi in Piemonte, Lazio e Veneto. Paragonati al decreto n° 381/98, i limiti fissati dai Consigli Regionali sono meno restrittivi. Diversa invece la posizione espressa dal Consiglio regionale della Lombardia, con la proposta di legge n. 157, che prevede limiti di esposizione più rigidi di quelli nazionali e l'introduzione del criterio della distanza minima dagli edifici per la localizzazione degli impianti. Proprio per questa ragione la proposta non è stata accolta dal Consiglio dei Ministri che l'ha rinviata al riesame della regione.

**Tabella comparativa dei limiti di esposizione relativa alle applicazioni utilizzate dal Gruppo Telecom Italia**

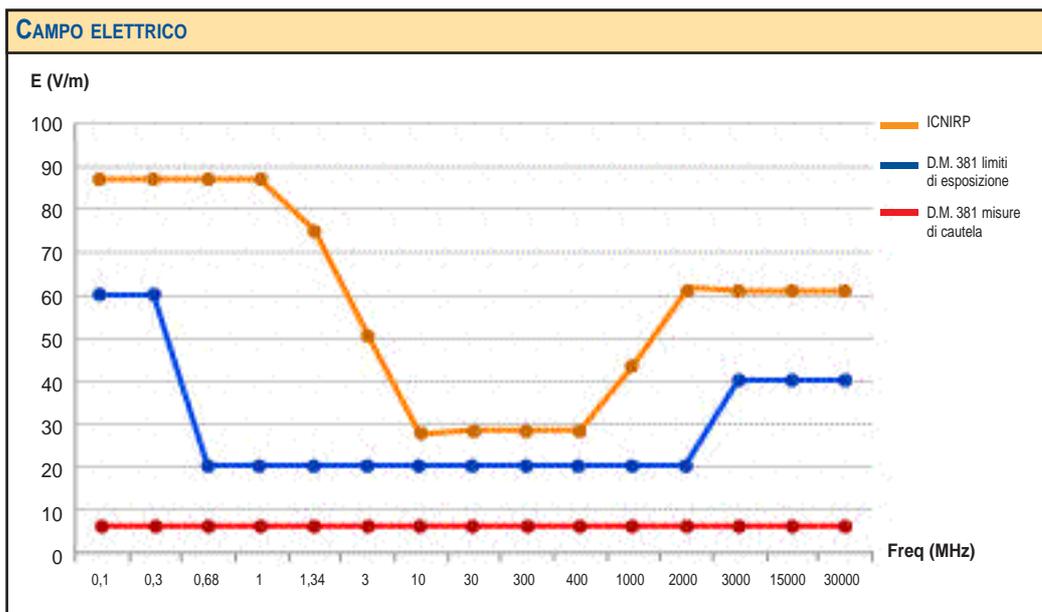
Frequenza	Applicazione	Italia		Italia		Raccomandazione		Rapporto tra le misure di cautela italiane e la raccomandazione europea relativamente alla densità di potenza
		Limite* D.M. 381/98		Misure di cautela** del D.M. 381/98		europea/limite ICNIRP		
1 MHz	Stazioni radio costiere	60 V/m	-	6 V/m	-	87 V/m	-	-
2 MHz	Stazioni radio costiere	60 V/m	-	6 V/m	-	61,5 V/m	-	-
4 MHz	Stazioni radio costiere	20 V/m	1 W/m <sup>2</sup>	6 V/m	0,1 W/m <sup>2</sup>	43,5 V/m	-	-
28 MHz	Stazioni radio costiere	20 V/m	1 W/m <sup>2</sup>	6 V/m	0,1 W/m <sup>2</sup>	28 V/m	2 W/m <sup>2</sup>	20
160 MHz	Stazioni radio costiere e monocanali rurali	20 V/m	1 W/m <sup>2</sup>	6 V/m	0,1 W/m <sup>2</sup>	28 V/m	2 W/m <sup>2</sup>	20
450 MHz	Monocanali rurali	20 V/m	1 W/m <sup>2</sup>	6 V/m	0,1 W/m <sup>2</sup>	29,1 V/m	2,25 W/m <sup>2</sup>	22,5
900 MHz	Telefonia radiomobile	20 V/m	1 W/m <sup>2</sup>	6 V/m	0,1 W/m <sup>2</sup>	41,2 V/m	4,5 W/m <sup>2</sup>	45
1800 MHz	Telefonia radiomobile	20 V/m	1 W/m <sup>2</sup>	6 V/m	0,1 W/m <sup>2</sup>	58,3 V/m	9 W/m <sup>2</sup>	90
1900 MHz	DECT	20 V/m	1 W/m <sup>2</sup>	6 V/m	0,1 W/m <sup>2</sup>	59,9 V/m	9,5 W/m <sup>2</sup>	95
2000 MHz	Collegamenti punto-multi-punto rurali	20 V/m	1 W/m <sup>2</sup>	6 V/m	0,1 W/m <sup>2</sup>	61 V/m	10 W/m <sup>2</sup>	100
Da 4 GHz fino a 50 GHz	Ponti radio e sistemi satellitari	40 V/m	4 W/m <sup>2</sup>	6 V/m	0,1 W/m <sup>2</sup>	61 V/m	10 W/m <sup>2</sup>	100

\* Si applica in corrispondenza di edifici adibiti a permanenze inferiori a 4 ore

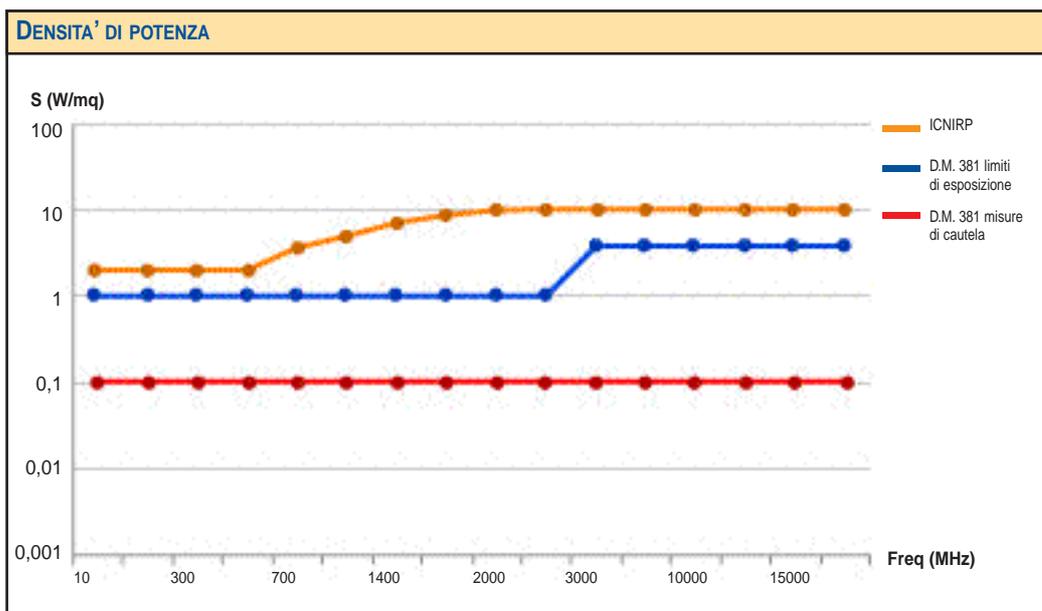
\*\* Si applicano in corrispondenza di edifici adibiti a permanenze NON inferiori a 4 ore

Dai confronti riportati nella tabella è possibile notare come il limite di densità di potenza è ridotto di 45 volte per i sistemi cellulari a 900 MHz, di 90 volte per quelli a 1800 MHz ed è ridotto addirittura 100 volte per i collegamenti punto-multi-punto rurali e per i ponti radio.

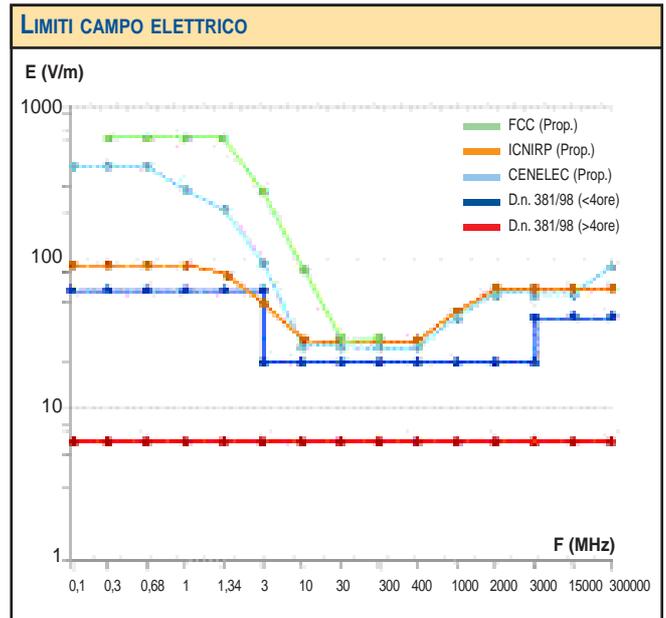
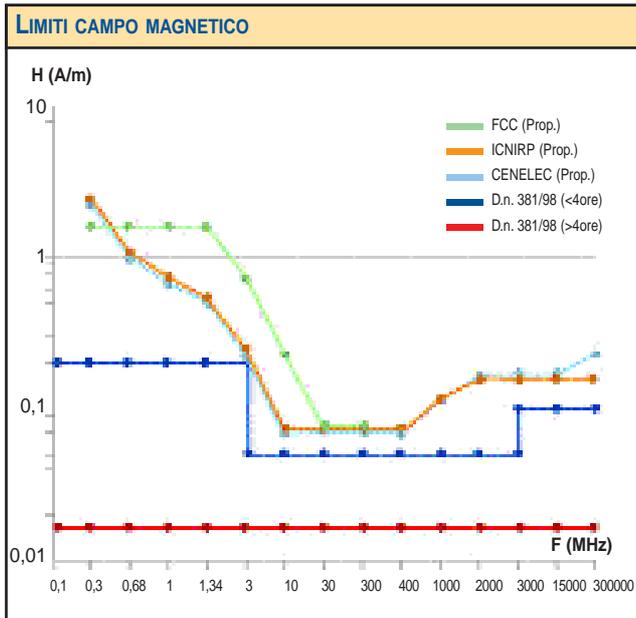
I grafici che seguono mostrano un confronto fra i valori di esposizione ai campi elettrici e magnetici relativi alle frequenze nell'intervallo da 0,1 MHz a 300 GHz raccomandati da Raccomandazione Europea/Icnirp e quelli definiti dalla legge italiana.



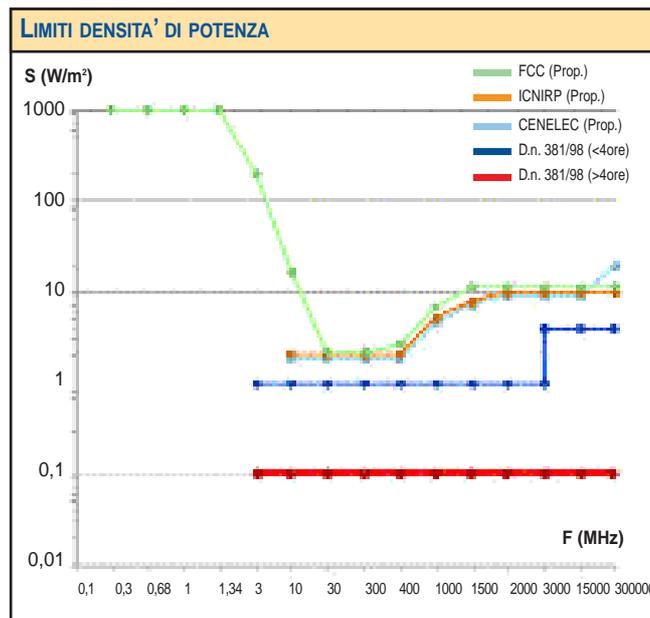
Le ordinate riportano i valori di intensità di campo (in scala logaritmica per comodità di lettura). Le ascisse riportano i valori di frequenza (scelti in corrispondenza delle variazioni dei valori dei limiti di campo previsti dai vari riferimenti presi in considerazione).



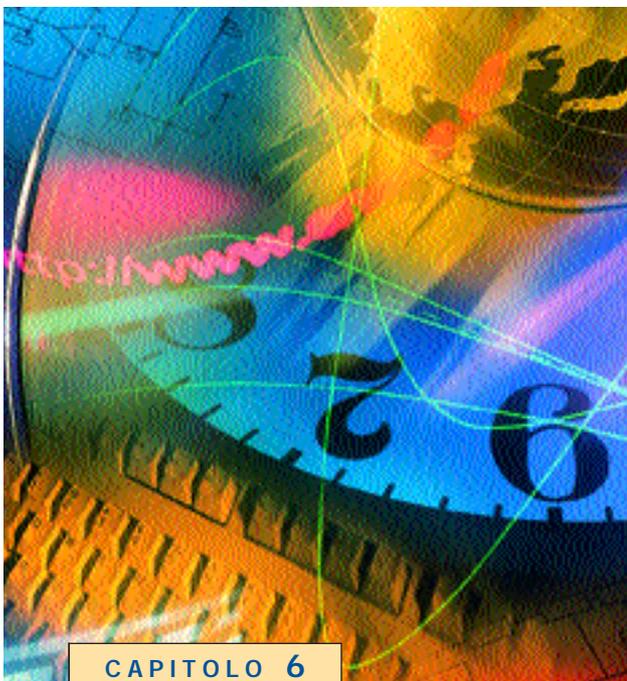
In questi grafici vediamo il confronto con quanto previsto anche da altri Enti internazionali (CENELEC e FCC).



Le ordinate riportano i valori di intensità di campo (in scala logaritmica per comodità di lettura). Le ascisse riportano i valori di frequenza (scelti in corrispondenza delle variazioni dei limiti di campo previsti dai 3 organismi indicati nel riquadro dei diagrammi).



Le ordinate riportano i valori di densità di potenza (in scala logaritmica per comodità di lettura). Le ascisse riportano i valori di frequenza (scelti in corrispondenza delle variazioni dei limiti di campo previsti dai 3 organismi indicati nel riquadro dei diagrammi).



## CAPITOLO 6

## L'attività del Gruppo Telecom Italia

**P**er descrivere le iniziative del Gruppo Telecom Italia sull'elettromagnetismo è utile inquadrare l'argomento nel più ampio contesto della "questione ambientale", cioè di tutte le problematiche collegate alle conseguenze che i processi produttivi e, in generale, l'attività d'impresa hanno sull'ambiente e sulla sicurezza degli individui. In tal modo è possibile tener presente che, oltre ad azioni specifiche, su questo fronte confluono positivamente anche i risultati dell'insieme di energie spese in studi, ricerche ed attività poste in atto dal Gruppo per assicurare una sempre maggiore protezione dell'ambiente che ci circonda e della nostra salute.

### L'ATTENZIONE ALLA RICERCA SCIENTIFICA

Abbiamo visto come l'elettromagnetismo sia una tematica in evoluzione, da seguire con attenzione e costanza. Il mondo scientifico e la ricerca tecnologica, che pur hanno già espresso indicazioni importanti, potrebbero scoprire informazioni ancora mancanti.

Per questo Telecom Italia ha promosso, in collaborazione con alcune università italiane e con vari organismi nazionali ed internazionali, indagini finalizzate a verificare i valori

di emissione delle radiazioni elettromagnetiche ed i loro possibili effetti. Gli studi condotti anche nei laboratori dello CSELT – il Centro Ricerche di Telecom Italia - hanno confermato che i valori dei campi elettromagnetici generati dalle apparecchiature gestite da Telecom Italia rientrano nei limiti previsti dalle normative vigenti e che, allo stato delle attuali conoscenze, non risultano associati rischi a livello biologico.

Inoltre, nei laboratori dello CSELT viene svolto, per il Gruppo, un piano di ricerche all'avanguardia sulle possibili conseguenze, nei tessuti biologici, dei campi elettro-

#### L'impegno ambientale di Telecom

Il Gruppo Telecom Italia ha avviato già da alcuni anni un insieme di attività per monitorare e migliorare le proprie prestazioni ambientali, cercando nuove soluzioni, gestionali e tecnologiche, per minimizzare il proprio impatto esterno. L'impegno su questo fronte è descritto nel "Rapporto Ambiente, Sicurezza e Salute".

Il Rapporto, giunto alla seconda edizione, illustra la politica e le azioni più rilevanti svolte nel corso dell'anno in tutti i campi della gestione ambientale, quali: lo sviluppo tecnologico alla ricerca di sofisticate tecniche di controllo e monitoraggio degli impianti e delle attrezzature, l'implementazione di un sistema di gestione ambientale, la formazione e l'informazione dei dipendenti.

magnetici irradiati dalle antenne o dai telefoni cellulari.

Contemporaneamente, il Gruppo, attraverso TIM, ha partecipato alla costituzione del consorzio Elettra 2000, un'organizzazione nata per sostenere la diffusione delle conoscenze scientifiche e dei risultati delle ricerche sul tema. Al consorzio aderiscono anche OMNITEL e WIND, La Fondazione Guglielmo Marconi, e l'Università di Bologna. Il comitato scientifico, garante dell'autonomia e della indipendenza del consorzio, è composto da importanti ricercatori e studiosi della materia, in Italia e nel mondo.

## IL RISPETTO DELLE NORME ED IL CONTROLLO DEGLI IMPIANTI

Il Gruppo assicura il rispetto delle leggi vigenti in materia, grazie alle caratteristiche tecniche degli impianti, all'accuratezza posta nella progettazione ed installazione, all'attenta scelta dei luoghi, alla costante attività di manutenzione e controllo.

Tutte le fasi, dalla installazione alla gestione di queste infrastrutture, vengono seguite direttamente dal personale Telecom Italia, a tutela del rispetto non solo delle norme di legge ma anche di ulteriori standard interni di efficienza e sicurezza, voluti dall'azienda.

Abbiamo già fatto cenno alla precisione con cui viene progettata l'installazione dei grandi impianti di trasmissione.

In particolare, per quanto riguarda le tecniche con cui viene definito il volume di rispetto negli impianti di telecomunicazioni fisse, si utilizza una simulazione al computer che viene poi verificata sperimentalmente.



Per gli impianti per la telefonia mobile, prima della installazione e della attivazione, vengono effettuate accurate previsioni dei campi elettromagnetici generati attraverso degli avanzati programmi di simulazione sviluppati in collaborazione con lo CSELT. La previsione del campo così ottenuta viene proiettata sull'ambiente circostante per verificare che in nessun punto siano superati i limiti di legge. Questa previsione è largamente cautelativa perché è effettuata utilizzando condizioni di propagazione ideali molto conservative, che non si verificano mai nelle situazioni reali.

La determinazione del SAR nel caso di assorbimento localizzato, connesso ad apparati di piccola dimensione, viene simulata al computer e con fantocci del tutto simili al corpo umano. Dagli studi e dai test risulta che l'innalzamento di temperatura prodotto dai terminali radiomobili conformi alle norme vigenti, raggiunge valori di SAR che non causano in alcuna parte del corpo innalzamenti di temperatura superiori a 0,2-0,4°C, escludendo la possibilità che si verifichino effetti termici nocivi.

Un analogo impegno è posto nel costante processo di verifica e monitoraggio delle infrastrutture. Per effettuare i controlli vengono utilizzate le tecnologie ed attrezzature più avanzate.

Per la verifica delle emissioni elettromagnetiche prodotte dagli impianti radio, Telecom Italia dispone di due diverse tecniche di misura: "a larga banda" e "selettive".

Le prime permettono una misurazione globale del livello di campo, presente in un certo punto, generato da tutte le sorgenti emittenti. Questo tipo di strumento risulta di agevole utilizzazione, di discreta precisione ed è utilizzabile praticamente ovunque.

Le seconde, le tecniche di misura selettive, servono ad effettuare misurazioni più precise, per individuare i diversi contributi provenienti da sorgenti emittenti su bande di frequenza differenti.



Anche per gli impianti di TIM, dopo l'installazione, viene effettuata una accurata serie di verifiche utilizzando le due tecniche delle misurazioni in banda larga e selettive.

Per essere efficace e tempestiva negli interventi di monitoraggio, Telecom Italia ha creato una "Unità Ambientale". Si tratta di un "laboratorio mobile" attrezzato con apparati e strumenti ad alto contenuto tecnologico installati all'interno di un mezzo mobile a trazione integrale, in grado quindi di effettuare misure specialistiche anche in luoghi non facilmente accessibili come ad esempio località montane dove sono installati i tralicci dei ponti radio .

Infine, per rispondere al meglio alle richieste che giungono sempre più numerose dagli enti ed istituzioni, locali o regionali, di conoscere le caratteristiche tecniche degli impianti, la loro ubicazione ed i relativi livelli di emissione, Telecom Italia ha velocizzato i tempi di risposta, armonizzando il coinvolgimento delle diverse strutture interessate e di flussi informativi. Su questo fronte è anche allo studio la proposta di campagne di monitoraggio d'intesa con enti ed organismi pubblici, mettendo così a disposizione delle autorità locali il know how interno all'azienda.

## CONCLUSIONI

In sintesi, volendo indicare i punti centrali dell'impegno del Gruppo su questo fronte, essi sono: l'assoluto rispetto della legge italiana, che è la più rigorosa per quanto riguarda la tutela della popolazione; una gestione attenta ed accurata dei propri impianti, durante tutto il ciclo di vita; l'uso e la ricerca costante di strumenti tecnologici all'avanguardia per l'attività di controllo e verifica; la collaborazione ed il sostegno agli studi sul fronte medico-scientifico.

In questo documento l'attenzione è stata evidentemente rivolta unicamente al settore delle telecomunicazioni, ma la questione, si è visto, riguarda molti aspetti della vita nel mondo di oggi.

Per questo è importante che gli elementi di incertezza, preoccupazione ed anche, talvolta, di una non corretta informazione, siano presto risolti grazie all'azione integrata e convergente del mondo scientifico, tecnologico ed industriale.

Si tratta evidentemente di una responsabilità allargata che non riguarda solo le aziende di telecomunicazioni ed le altre imprese, anche di settori diversi, ma coinvolge anche gli utilizzatori dei servizi, coloro chiamati a regolare e a vigilare, i rappresentanti del mondo scientifico.

Infine non può sfuggire che è questo solo uno degli aspetti del progresso tecnologico, a fronte del quale esistono innegabili benefici, di cui il mondo d'oggi è testimonianza. Lo sviluppo e la convergenza tecnologica comportano grandi miglioramenti della qualità della vita offrendo anche, in momenti di pericolo, strumenti per la salvezza di vite umane e la salvaguardia del nostro ambiente. Le telecomunicazioni in particolare, con le applicazioni più innovative ed avanzate, hanno svolto e continueranno a svolgere un ruolo importante nella società del 2000.

---

## Per approfondire

### Siti Internet sull'argomento:

- [www.ebea.org](http://www.ebea.org), European Bioelectromagnetics Association
- [www.elettra2000.it](http://www.elettra2000.it), Consorzio Elettra 2000
- [www.who.int.peh.emf](http://www.who.int.peh.emf), World Health Organization (WHO)
- [www.iss.it](http://www.iss.it), Istituto Superiore della Sanità
- [www.niehs.nih.gov/emfrapid](http://www.niehs.nih.gov/emfrapid), National Institute of Environmental Health

### Riferimenti bibliografici:

- *"Assessment of cellular Telephone and Other Radio Frequency Exposure for Epidemiologic Research"*, K.J. Rothman et al., *Epidemiology* vol. 7#3May 1996
- *"Assessment of Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields"*, NIEHS Working Group, National Institute of Environmental Health Sciences/ National Institutes of Health, August 1998
- *"Bioelectromagnetics Society 20th Annual Meeting"*, Abstract Book , 7-11 giugno 1998
- *"Campi elettromagnetici. Innocui o pericolosi?"*, Margherita Fronte, Avverbi Edizioni, Roma, 1997
- *"European Prestandard on Human Exposure to Electromagnetic Fields High Frequency (10 KHz to 300 GHz)"*, CENELEC report, 1995
- *"IEEE Standard for Safety Levels with respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetics Fields, 3 KHz to 300 GHz"*, published by the Institute of electrical and Electronics Engineers, New York 1992
- *"Inquinamento elettromagnetico a 50 Hz"*, atti del convegno, Torino, 27 Aprile 1998
- *"Inquinamento elettromagnetico. Aspetti tecnici, sanitari e normativi. Campi elettrici e magnetici a frequenza industriale (50-60 Hz) generati da elettrodotti ed apparecchi elettrici"*, Autori vari, a cura di Paolo Bevitori, Maggioli Editore, Rimini, 1998
- *"International Seminar on Risk Perception, Risk Communication and its Application to EMF Exposure"*, atti, Vienna, 22-23 Ottobre 1997
- *"Le norme internazionali per la protezione dai campi EM a radiofrequenza e microonde"* Dott. G. Mariutti, Istituto Superiore di Sanità, settembre 1997

- *"Mobile Communication Safety"*, N. Kuster, Q. Balzano and J.C. Lin, Chapman and Hall, London 1997
- *"Possible health effects of exposure to residential electric and magnetic fields.U.S."*, National Research Council National Academy Press, Washington, 1997.
- *"Protezione da esposizioni a campi elettromagnetici a radiofrequenze e microonde: metodologia e strumenti di misura (atti dell'omonimo convegno AIRP, Pescara, 1989)"*, Autori vari, a cura di M.Mastrantonio e A.Russo
- *"Protezione dai campi elettromagnetici non ionizzanti"*, Autori vari, a cura dell'IROE-CNR, seconda edizione, Giunta Regionale Toscana, Firenze, 1988
- *"Safety Considerations for Human Exposure to EMFs from Mobile Telecommunication Equipment (MTE) in the frequency range 30 MHz -6 GHz"*, CENELEC third draft, Zurich 1996
- *"Salute e sicurezza nella telefonia mobile"*, Ericsson Radio System, 1998
- *"Seventh Report of EBRC"*, GSM MoU Association Plenary #39, John Causebrook (Vodafone), Warsaw, 1998
- *"Summary of measured radiofrequency electric and magnetic fields (10 kHz to 30 GHz) in the general and work environment"*, E.D.Mantiply, K.R.Pohl, S.W.Poppell and J.A.Murphy, Bioelectromagnetics, Vol.18 (1997), pages 563-578.
- *"Telefoni Mobili: il punto di vista della Commissione Internazionale per la Protezione dalle radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP)"*, M. Grandolfo, C. Petrini e P. Vecchia, Rapporto dell'Istituto Superiore di Sanità, 1996
- *"Telefonia Mobile ed Esposizione ai Campi Elettromagnetici"*, atti del convegno organizzato a Milano dalla Fondazione Marconi in collaborazione con TIM e Omnitel, 20 ottobre 1997

**Riferimenti normativi:**

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992  
*Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.*  
Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, serie generale, N.104, 6 maggio 1992.
  
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 10 settembre 1998, n.381  
*Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana.*  
Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, serie generale, n.257, 3 novembre 1998.
  
- IRPA-INIRC  
*Guidelines on limits of exposure to radiofrequency electromagnetic fields in the frequency range from 100 kHz to 300 GHz*  
Health Physics, Vol.54, N.1, January 1988.
  
- IRPA-INIRC  
*Interim guidelines on limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields*  
Health Physics, Vol.58, N.1, January 1990.
  
- ICNIRP  
*Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields*  
Health Physics, Vol.66, N.1, January 1994.
  
- ICNIRP  
*Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*  
Health Physics, Vol.74, N.4, April 1998.

## Glossario dei termini usati

### ■ Antenna

Struttura che permette un'efficiente trasmissione (e/o ricezione) dell'energia elettromagnetica generata da un trasmettitore a radiofrequenza.

### ■ Copertura microcellulare (DECT)

Insieme delle aree di un certo territorio, tipicamente metropolitano, all'interno del quale è possibile effettuare e ricevere, con un certo grado di servizio, chiamate mediante un terminale a standard DECT (es. servizio FIDO)

### ■ Banda uhf

Banda di frequenza compresa tra i 300 - 3000 MHz (Ultra High Frequency)

### ■ Banda vhf

Banda di frequenza compresa tra i 30 - 300 MHz (Very High Frequency)

### ■ Campo elettrico E (intensità)

Intensità della grandezza vettoriale campo elettrico. L'unità di misura utilizzata è il Volt/metro (V/m). I limiti "secondari" di esposizione sono anche espressi in termini di campo elettrico.

### ■ Densità di potenza

Grandezza che descrive la distribuzione della potenza emessa su una certa superficie. Si esprime in Watt/m<sup>2</sup> (W/m<sup>2</sup>).

### ■ Effetti non termici

Effetti causati dall'assorbimento di energia elettromagnetica, ma che non risultano direttamente riconducibili all'innalzamento della temperatura dei tessuti umani prodotto dall'energia assorbita.

### ■ Effetti termici

Effetti dovuti all'assorbimento di energia elettromagnetica che possono essere posti in relazione diretta di causa-effetto con l'innalzamento della temperatura dei tessuti umani.

### ■ Gigahertz - GHz

1 GigaHertz= 1.000.000.000 di Hz

### ■ Megahertz -MHz

1 MegaHertz= 1.000.000 di Hz

### ■ Ponte radio

Sistema di comunicazione punto-punto. Le frequenze attualmente utilizzate vanno dai 2 GHz ai 38 GHz. I ponti radio utilizzano antenne con elevato guadagno nella direzione di puntamento ed irradiano potenze dell'ordine di pochi Watt. Nelle altre direzioni le antenne presentano dei guadagni molto ridotti o addirittura negativi (attenuazione).

### ■ Ponte radio P-P

Ponte radio che collega due punti fissi le cui caratteristiche geografiche sono ben note.

### ■ Ponte radio P-MP

Ponte Radio che collega un punto Principale (detto Master) con svariati punti Periferici. Le caratteristiche geografiche di tutti i punti, Principali e Periferici, sono ben note.

### ■ Potenza media P

Energia media irradiata in un certo periodo di tempo (unità di misura: Watt).

■ **Radar**

Sistema che utilizza l'eco di un segnale impulsivo a frequenze elevate riflesso da un generico "bersaglio", allo scopo di valutare tutte le caratteristiche di interesse del "bersaglio" stesso. Sono generalmente utilizzati impulsi molto brevi di elevata potenza (dell'ordine dei migliaia di Watt).

■ **Radiazione elettromagnetica**

Propagazione di energia sotto forma di onde elettromagnetiche nello spazio.

■ **Radiazione ionizzante**

Radiazione elettromagnetica ad altissima frequenza (maggiore di alcuni milioni di GHz) in grado di ionizzare atomi (raggi X, raggi gamma).

■ **Radiazione non ionizzante**

Rappresenta qualsiasi radiazione elettromagnetica incapace di produrre ioni direttamente o indirettamente. Le frequenze utilizzate nelle comunicazioni radio rappresentano un esempio di radiazione non ionizzante. Tali radiazioni vengono comunemente denotate con il termine (NIR= Not Ionizing Radiation).

■ **SAR (Specific Absorption Rate, tasso di assorbimento specifico)**

Il SAR è la grandezza dosimetrica fondamentale per i campi RF tra circa 1 MHz e 10 GHz. Descrive la potenza effettivamente assorbita da un certo volume di tessuto. I limiti "primari" sono espressi in termini di valori massimi di SAR ammissibili.

■ **Stazione radio base -SRB**

Stazione ricetrasmittente in grado di interconnettere i terminali mobili che si trovano nella sua area di copertura con la rete fissa di telecomunicazione.

■ **Stazione radio costiera**

Stazione ricetrasmittente in grado di interconnettere i terminali mobili marittimi che si trovano nella sua area di copertura con la rete fissa di telecomunicazione. I diagrammi di radiazione delle antenne utilizzate sono tali da concentrare l'energia irradiata verso il mare. Ad oggi le stazioni radiocostiere sono state in gran parte automatizzate, e non richiedendo in tal modo la presenza continuativa di personale in loco.

■ **Watt al metro quadrato**

Quantità di energia che attraversa una superficie di un metro quadrato posta perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda nel tempo di un secondo.

*Progetto grafico*

Massmedia Partners srl - Milano

*Fotografie*

Copertina: Agenzia Masi

Pagine 1, 2, 4, 7, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 24: Laura Ronchi/Tony Stone

Pagine 10, 12: Archivio fotografico Telecom Italia

Pagina 13: ICP

*Stampa*

Ilte Moncalieri

su carta riciclata



