

CAMPI ELETTROMAGNETICI

Le onde elettromagnetiche vengono distinte in 4 gruppi a seconda della loro frequenza:

- **CAMPI STATICI** (0 Hz) prodotti durante processi elettrolitici nell'industria, durante la pratica medica della Risonanza Magnetica Nucleare
- **ONDE ELETTROMAGNETICHE DI FREQUENZA MOLTO BASSA - ELF** (tra 0 e 300 Hz) prodotte dalle linee elettriche di treni e di trasporto dell'energia elettrica mediante elettrodotti
- **ONDE ELETTROMAGNETICHE DI FREQUENZA INTERMEDIA – IF** (tra 300 e 10.000 Hz) prodotte dai sistemi di controllo e sicurezza e dai video display
- **RADIOFREQUENZE – RF** (tra 10.000 Hz e 300.000.000 Hz) prodotte dai telefoni cellulari, dalle antenne per la telefonia mobile e per l'emittenza radiotelevisiva, dai sistemi radar e dagli apparecchi per la diatermia.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha avviato nel 1996 uno studio internazionale sui Campi Elettromagnetici (**CEM**) di durata decennale che ha lo scopo di favorire ricerche che mirino a ridurre le attuali incertezze e a colmare eventuali lacune nelle conoscenze sugli **effetti biologici** dei campi elettromagnetici e, di conseguenza, formulare valutazioni sul reale rischio per la salute.

Verranno valutati prioritariamente gli eventuali effetti cancerogeni ed, in un secondo tempo, di altro tipo dei campi elettromagnetici sulla salute..

GLI STUDI EPIDEMIOLOGICI SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

ONDE ELETTROMAGNETICHE DI FREQUENZA MOLTO BASSA (campi ELF – extremely low frequency)

Gli unici campi elettromagnetici di questo gruppo a cui la popolazione può essere ragionevolmente esposta sono quelli a frequenza industriale (50 Hz), cioè quelli generati da tutti i sistemi per la produzione, il trasporto, la distribuzione e l'uso dell'energia elettrica. Le sorgenti di esposizione che suscitano maggiore attenzione sono le **linee ad alta tensione**, ma il contributo all'esposizione di **sorgenti domestiche** e di **altra natura** (come ad esempio i sistemi di trasporto elettrico) possono essere altrettanto significativi.

Negli ambienti di vita i livelli di esposizione si aggirano abitualmente intorno alle frazioni di micro tesla (μT): il tesla è l'unità di misura dell'intensità del campo magnetico. A questi livelli di esposizione non vi sono effetti di tipo acuto sull'organismo: questi si presentano al di sopra di migliaia di micro tesla. E', invece, oggetto di svariati studi la eventuale presenza di effetti a lungo termine. Le prime segnalazioni riguardano alcuni studi epidemiologici di circa venti anni fa che indicavano possibili correlazioni tra la presenza di linee elettriche di trasmissione, distribuzione e trasformazione ed un aumento di tumori infantili. Molte altre ricerche sono state fatte sull'argomento, con risultati contraddittori. Ne deriva il concetto che la valutazione scientifica in merito non può basarsi sui singoli studi, bensì sull'insieme dell'intera letteratura specialistica.

Lo IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) classifica agenti, sostanze e comportamenti umani, in base al loro potere cancerogeno, in 5 gruppi:

- Gruppo 1: l'agente è cancerogeno per l'uomo
- Gruppo 2A: l'agente è probabilmente cancerogeno per l'uomo
- Gruppo 2B: l'agente è possibilmente cancerogeno per l'uomo
- Gruppo 3: l'agente non è classificabile per quanto riguarda la cancerogenicità
- Gruppo 4: l'agente è probabilmente non cancerogeno per l'uomo

L'assegnazione ad uno di questi gruppi avviene mediante un'analisi che privilegia in particolar modo gli studi epidemiologici sull'uomo; se questi non manifestano un'evidenza statisticamente molto forte, vengono affiancati da studi di cancerogenesi su animali di laboratorio. Entrambi questi tipi di ricerca sono di natura statistica e non possono provare, di per sè, una relazione di causa ed effetto. Per poter determinare questa correlazione bisogna sottoporre i dati ad alcuni criteri di valutazione (**criteri di Hill**): tra questi, assume notevole importanza il riconoscimento del meccanismo d'azione del sospetto cancerogeno con la materia vivente.

- Per quanto riguarda gli studi epidemiologici sull'uomo, il documento più ampio e più recente (1998) che affronta le evidenze scientifiche relative ai possibili effetti a lungo termine associati all'esposizione a campi ELF è quello del National Institute for Environmental Health Sciences (1): secondo questo studio vi è un'evidenza limitata di cancerogenicità per la leucemia infantile in relazione all'esposizione residenziale a campi ELF e per la leucemia linfatica cronica in relazione alle esposizioni professionali: il gruppo di 28 esperti internazionali incaricati di emettere un giudizio sulla cancerogenicità dei campi magnetici a frequenza industriale secondo i criteri descritti, in base ai risultati ottenuti si è così espresso: 18 membri li hanno giudicati "possibili cancerogeni", 9 membri li hanno definiti "agenti non classificabili per quanto riguarda la cancerogenicità", 1 membro li ha definiti come "agenti probabilmente non cancerogeni per l'uomo". Anche se il giudizio conclusivo è stato espresso in base al parere della maggioranza, va comunque evidenziata la discordanza dei pareri in merito.
- Dal 1998 gli studi sull'argomento si sono moltiplicati: è stato reso noto l'esito dei 2 gruppi di studi sperimentali sugli animali utilizzati per giungere al giudizio dei 28 esperti in merito allo sviluppo di leucemie e linfomi nei roditori da una parte (2) ed allo sviluppo di tumori mammari nella stessa specie animale dall'altra (3). Le conclusioni degli autori per il primo studio sono "I risultati combinati dei test biologici su animali sono pressochè uniformemente negativi nelle indicazioni di un aumento della leucemia per effetto dell'esposizione a campi magnetici e indeboliscono la possibilità di un'associazione tra le esposizioni e la leucemia nell'uomo suggerita dagli studi epidemiologici"; le conclusioni del secondo studio sono "la totalità dei dati su roditori non conforta l'ipotesi che l'esposizione a campi magnetici a frequenza industriale aumenti i tumori mammari, né fornisce sostegno sperimentale alle possibili associazioni epidemiologiche tra l'esposizione ed un aumento dei tumori mammari".
- Per la maggior parte delle **altre associazioni** menzionate in letteratura (1) (danni alla nascita per esposizione in gravidanza, effetti sulla riproduzione per esposizione paterna, morbo di Alzheimer per esposizione professionale, sclerosi laterale amiotrofica per esposizione professionale, suicidio o depressione per esposizione professionale, malattie cardiovascolari per esposizione professionale, effetti sulla gravidanza per esposizione residenziale, depressione per esposizione residenziale), l'evidenza è inadeguata, mentre per gli effetti neurocomportamentali e neurofisiologici in animali l'evidenza è debole.
- Successivamente, un'analisi di 9 studi (4) (Canada, Danimarca, Finlandia, Germania, Nuova Zelanda, Norvegia, Svezia, USA e Regno Unito) comprendenti 3203 casi di leucemia infantile e 10400 controlli, effettuata nel 2000, metteva in luce un raddoppio di casi di leucemia infantile rispetto all'atteso, limitato al gruppo di soggetti a più alta esposizione (oltre 0,4 μ T), mentre non si evidenziava un incremento di rischio nel gruppo esposto a campi magnetici inferiori (meno di 0,4 μ T). Gli autori, anche in virtù dei risultati di numerose ricerche su animali e degli studi di laboratorio che non hanno prodotto evidenze a sostegno di un nesso di causalità tra esposizione a campi elettromagnetici e sviluppo di leucemie, si dimostrano molto cauti nell'accogliere come reale il raddoppio di casi nel gruppo esposto a più di 0,4 μ T e ipotizzano tra le possibili cause una distorsione nella raccolta del campione.
- In Italia nel 2000 è stato effettuato uno studio dal gruppo del Registro Tumori di Varese che ha valutato 101 casi di leucemia infantile e 412 controlli (5): secondo gli Autori, l'esposizione a campi magnetici superiori a 0,1 μ T determinerebbe un incremento di rischio di ammalare di

leucemia di 4,51 volte nella popolazione infantile. Le ridotte dimensioni del campione esaminato consigliano, però, molta cautela nell'interpretazione dei risultati.

- Questi studi indirizzano i filoni di ricerca nella direzione di rivolgere l'attenzione sugli esposti a livelli elevati di campo magnetico. Infatti, un evento indagato negli Stati Uniti nel 1996, motiva l'attenzione nei confronti di questi campi magnetici (6). In un locale dove lavoravano 410 impiegati, questi erano stati esposti a circa 19 μT , per la presenza di 3 trasformatori da 12000 V; in coloro che erano stati esposti per almeno 2 anni si verificarono 7 casi di tumori contro gli 1,8 attesi.
- Per quanto riguarda la comparsa di altre patologie nel 1997 Beale e altri hanno studiato 540 soggetti residenti in prossimità di linee di trasmissione elettrica (7). Furono misurati i campi magnetici di ogni stanza occupata per almeno un'ora al giorno e furono somministrati test neuropsicologici coinvolgenti memoria, attenzione e coordinamento visuale - motorio. In base ai risultati ottenuti vi era una relazione lineare tra vicinanza alla linea elettrica e difficoltà ad effettuare questi test e la frequenza di sintomi psichiatrici.

RADIOFREQUENZE (RF)

Gli studi sulla correlazione tra esposizione a campi magnetici generati da radiofrequenze ed insorgenza di effetti patologici a lungo termine sono molto eterogenei e quindi, per tale motivo, non è stato possibile effettuare una seria metanalisi degli stessi, unico procedimento in grado di validare studi anche correttamente eseguiti, ma che risentono di una scarsa attendibilità statistica. In altre parole sono stati effettuati numerosi studi che suggeriscono un incremento di rischio per numerose patologie, ma, la eterogeneità degli intervalli di frequenze e delle [modalità di emissione](#) ed [esposizione](#), la esiguità dell'eccesso di rischio messo in luce, la necessità di indagare un gruppo di esposti molto numeroso e di eliminare possibili fattori individuali che possano alterare l'attendibilità dei risultati ottenuti, [la difficoltà nel calcolare l'effettiva esposizione](#) ai campi elettromagnetici, in alcuni casi il breve lasso di tempo trascorso dall'inizio dell'esposizione, ne riducono molto la reale attendibilità.

- Nel 1994 Maskarinec riferiva un aumento di leucemie infantili di 2 volte tra i residenti entro 2,6 miglia da un centro di telecomunicazioni della Marina nelle Hawaii (8); dal 1977 al 1990 si erano verificati 12 casi di leucemia infantile, ma il piccolo numero di soggetti in studio, l'inadeguata valutazione dell'esposizione a radiofrequenze (semplicemente inferita attraverso la distanza tra residenza ed impianto), il mancato controllo di potenziali confondenti nell'analisi, limitano grandemente l'interpretazione dei risultati di questo studio.
- Nel 1996 Hocking, nel corso di uno studio sull'incidenza e la mortalità per tumori in tre comuni Australiani interessati dalla presenza di trasmettitori televisivi, riferiva un rischio relativo di 1,58 di ammalare di leucemia tra i bambini residenti nei pressi delle zone circostanti i trasmettitori rispetto a quelli residenti in zone più lontane (9); lo studio è stato confutato da un'analisi successiva di McKenzie che metteva in luce difetti nella raccolta del gruppo di soggetti in studio, nel calcolo dei livelli di campo elettromagnetico al suolo che risultavano sovrastimati e nella valutazione dell'esposizione individuale (10): veniva, quindi, rifatto lo studio in maniera corretta; i dati emersi non mettevano in luce incrementi di rischio associati alla vicinanza di trasmettitori televisivi.
- Nel 1997 Dolk ha evidenziato un aumento statisticamente significativo di linfomi e leucemie in residenti vicini ad un'antenna emittente televisiva in Inghilterra (11); egli stesso ha, successivamente, valutato la mortalità per le stesse patologie tra i residenti intorno alle 20 maggiori antenne emittenti televisive nazionali, senza trovare alcun aumento di rischio (12).
- In Italia nel 1998 è stato effettuato uno studio sulla mortalità per leucemia nella popolazione adulta residente in prossimità della stazione Radio Vaticana di Roma: è stato osservato un incremento della mortalità per leucemia nella popolazione maschile residente entro 4 km. dall'emittente, mentre nelle donne non c'è stato un significativo aumento del rischio (13). In

conseguenza dell'allarme ingenerato dalla pubblicazione di questi dati, è stato istituito, con decreto del Ministro della Sanità del 10 aprile 2001 un gruppo di studio composto da eminenti studiosi del Laboratorio di Epidemiologia e Biostatistica dell'Istituto Superiore di Sanità, del Prevention and Control (Imperial Cancer Research Fund di Londra), della Clinica Pediatrica dell'Università di Milano e del Dipartimento di Ematologia dell'Università di Friburgo. Il gruppo ha valutato ex novo i dati relativi alle misurazioni del campo elettromagnetico ed allo studio epidemiologico in precedenza effettuato. Sono state avanzate molte obiezioni in merito alla mancanza di un preciso dosaggio dell'esposizione individuale alle onde elettromagnetiche e della dosimetria ambientale (infatti è stato adottato un surrogato dell'esposizione individuale, consistente nel dosaggio delle emissioni a cerchi concentrici dalla sorgente di emissione); è stata rivista la metodologia dello studio epidemiologico, evidenziando che non erano stati presi in considerazione possibili fattori di confondimento (fumo della madre, presenza della sindrome di Down, presenza di altre contaminazioni ambientali) e che una corretta applicazione dei metodi statistici non metteva in luce differenze con la popolazione di controllo. Il gruppo di studio, perciò, concludeva che non vi erano evidenze di incremento del rischio di leucemie nella popolazione considerata rispetto a quella di controllo (14).

Altri effetti a lungo termine sono stati suggeriti: modeste variazioni della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa (15, 16), modificazioni del tracciato elettroencefalografico e disturbi del sonno (17), alterazioni ematologiche, effetti sui cromosomi ed esiti riproduttivi sfavorevoli (18)(questi 3 ultimi segnalati in gruppi ad alta esposizione), ma tali osservazioni hanno bisogno di adeguate conferme.

- Un capitolo a sé è quello riguardante gli studi sul rischio di tumori tra gli utilizzatori di telefoni cellulari: nessuno dei tre principali studi epidemiologici sui tumori cerebrali pubblicati nel 1999, 2000 e 2001 ha evidenziato un'associazione tra incidenza di queste neoplasie e uso del telefono cellulare né una tendenza all'aumento del rischio in funzione dell'intensità riferita d'uso (19, 20, 21).
- Un altro studio effettuato negli USA su circa 256000 utilizzatori di cellulari non metteva in luce un incremento di rischio per tutti i tipi di tumori conseguente all'intensità d'uso dei telefoni cellulari; viceversa l'unica causa di morte per la quale si osservava un incremento di rischio associato all'intensità d'uso del cellulare erano gli incidenti stradali (22).
Tra il 1982 ed il 1995 420095 danesi utilizzatori di telefoni cellulari furono indagati alla ricerca di un eccesso di rischio per tumori cerebrali, delle ghiandole salivari e leucemie; non si osservarono né eccessi di rischio per le patologie indicate, né variazioni del rischio in relazione alla durata d'uso, al tempo trascorso dal primo contratto d'utenza, all'età al momento della sottoscrizione del primo contratto e al tipo di cellulare (23).
 - Nel 1997 un gruppo di esperti dell'Unione Europea (27) ha proposto lo sviluppo di ricerche epidemiologiche volte a verificare la possibilità di effetti sanitari avversi, associati all'uso di radiotelefonati: la proposta è stata raccolta dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (24), che ha avviato uno studio epidemiologico internazionale, denominato Progetto INTERPHONE, per valutare due ipotesi: l'uso del telefono cellulare determina un incremento dei tumori benigni e maligni del capo e collo? Può il suo uso promuovere lo sviluppo di tumori nelle sedi anatomiche più vicine alla sorgente di emissione e cioè nel nervo acustico, nella ghiandola parotide e nell'emisfero cerebrale omolaterali?

Al progetto partecipano 13 Paesi (Australia, Nuova Zelanda, Canada, Francia, Germania, Inghilterra, Italia, Svezia, Norvegia, Finlandia, Danimarca, Israele e Giappone). Si tratta di uno studio epidemiologico caso-controllo in cui vengono inclusi soggetti della fascia di età 30-59 anni residenti nelle principali aree metropolitane (classi di età ed aree in cui si osserva la maggior prevalenza di utilizzatori di cellulari) distinti in due gruppi: da una parte i soggetti cui è stato diagnosticato un glioma, un meningioma cerebrale, un neurinoma del nervo acustico, un tumore della parotide, dall'altra soggetti con le stesse caratteristiche di estrazione, ma senza le patologie indicate. Lo studio si protrae per 2 anni a partire dall'1 febbraio 2001.

Tutti questi soggetti sono intervistati da personale appositamente addestrato, mediante un questionario. Le domande riguardano l'uso di telefoni cellulari e di altri dispositivi di telecomunicazione a radiofrequenze, l'esposizione professionale a campi elettromagnetici in diverse bande di frequenza e a rumore intenso, le abitudini al fumo, la storia sanitaria personale (con particolare riferimento all'esposizione per motivi diagnostici e terapeutici a radiazioni ionizzanti e a radiofrequenze o microonde) e la storia sanitaria familiare.

Viene, inoltre, confrontata la frequenza di utilizzatori di telefoni cellulari e la loro intensità d'uso riferita ai soggetti malati ed ai soggetti sani.

In Italia lo studio viene realizzato tra i residenti a Roma (25).

Il Progetto INTERPHONE, in via di conclusione, consentirà di valutare il rischio di tumori del capo e collo in relazione all'uso del telefono cellulare, studiandone le eventuali variazioni in funzione della sede anatomica, del tipo istologico, della durata e dell'intensità d'uso e, possibilmente, anche in relazione all'intensità dell'esposizione a radiofrequenze nelle sedi anatomiche più vicine alla sorgente d'emissione.

Va detto che il periodo di latenza osservato in tutti questi studi potrebbe essere troppo breve per evidenziare un effetto su stadi precoci o un effetto sui tumori cerebrali a più lenta crescita. E', peraltro, ragionevole concludere che l'esposizione alle radiofrequenze da telefoni cellulari non sembra promuovere la crescita di preesistenti lesioni cerebrali, che sarebbe stata sicuramente evidenziata negli studi citati (26).

Un articolo comparso nel 2002 su Health Physics (28) descrive il ruolo della Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni non Ionizzanti (ICNIRPS). La Commissione è formata da un gruppo indipendente di esperti che è stato costituito per valutare lo stato delle conoscenze relative agli effetti delle Radiazioni Non Ionizzanti sulla salute e sul benessere dell'uomo, nonché per fornire, quando è il caso, raccomandazioni su basi scientifiche per la protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti, ivi compresa l'emanazione di linee guida per la limitazione delle esposizioni: in altre parole valuta la rilevanza, l'attendibilità e l'inferenza degli studi relativi ai possibili rischi sanitari delle Radiazioni Non Ionizzanti e, in conseguenza di ciò, emana linee guida per limitare l'esposizione alle Radiazioni Non Ionizzanti stesse. Per i fini di questo documento, di rilievo sono le linee guida adottate dall'ICNIRPS per la conduzione di studi epidemiologici di alta qualità (29).

Gli studi epidemiologici devono soddisfare diversi criteri che tengano adeguatamente conto di distorsioni, fattori di confondimento e variazioni casuali e ne riducano il possibile impatto nell'interpretazione dei risultati:

- Il progetto dello studio deve cercare di realizzare la massima efficienza sia nel raggiungimento degli obiettivi dello studio, sia nell'utilizzazione delle risorse.
- L'accertamento che la dimensione della popolazione in studio e la potenza statistica siano adeguate deve basarsi su una valutazione statistica a priori. Negli studi di coorte, la popolazione in studio deve essere ben definita. Le ipotesi da indagare devono essere definite in modo esplicito e chiaro. Le modalità di accertamento dei casi di patologia devono essere chiaramente enunciate e l'identificazione dei casi deve essere indipendente dall'esposizione. Negli studi caso-controllo, i controlli devono essere scelti in modo appropriato, tenendo in considerazione lo specifico obiettivo dello studio; ciò permette di minimizzare l'impatto di fattori diversi da quelli in studio. Indipendentemente dal disegno dello studio, è importante ridurre al minimo le non-risposte, la non-partecipazione e follow-up incompleti, sia per raggiungere la dimensione campionaria richiesta per lo studio, sia per minimizzare la possibilità di non-risposte selettive (cioè legate sia alla patologia sia all'esposizione). Se il tasso di risposta è basso, i risultati devono essere accompagnati da un'appropriata analisi dei non rispondenti.

- Tanto nel progetto dello studio quanto nell'analisi, i ricercatori devono tenere conto di possibili fattori di confondimento. Si devono raccogliere dati sui possibili confondenti e utilizzare un'appropriata analisi statistica per minimizzare l'effetto sulle conclusioni.
- I ricercatori devono caratterizzare l'esposizione nel modo più preciso possibile. Devono raccogliere dati sui diversi livelli di esposizione, sulla loro durata, sulla loro localizzazione nel tempo e sulle misure dosimetriche utilizzate. La valutazione dell'esposizione dovrebbe essere preferibilmente effettuata su base individuale. L'esposizione dovrebbe essere valutata indipendentemente dalla patologia.
- I metodi usati per l'analisi statistica devono essere adatti allo scopo dello studio ed essere chiaramente descritti.
- Si devono prendere in considerazione misure che possano permettere in futuro l'analisi combinata di più studi; tra queste, l'uso di questionari, di metodi e di criteri di descrizione standardizzati.

La descrizione dei criteri che devono essere soddisfatti per qualificare un corretto studio epidemiologico rende ragione delle motivazioni che suggeriscono l'estrema cautela nell'interpretazione dei risultati, anche alla luce delle argomentazioni citate in premessa.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si descrivono di seguito i contenuti fondamentali delle due norme principali riguardanti l'esposizione a campi elettromagnetici, citando più oltre la normativa accessoria.

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”

Limiti di esposizione: 5 kV/m per l'intensità di campo elettrico e 0,1 mT per l'intensità di induzione magnetica in aree o in ambienti in cui si possa ragionevolmente attendere che individui della popolazione trascorrono una parte significativa della giornata

10 kV/m per l'intensità di campo elettrico e 1 mT per l'intensità di induzione magnetica, nel caso in cui l'esposizione sia ragionevolmente limitata a poche ore al giorno

Distanze di rispetto dagli elettrodotti: maggiore od uguale a 10 metri per linee elettriche a 132 kV
 maggiore od uguale a 18 metri per linee elettriche a 220 kV
 maggiore od uguale a 28 metri per linee elettriche a 380 kV
 rispetto ai fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporti tempi di permanenza prolungati.

D.M. 10 settembre 1998 n° 381

“Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana”

I valori limite di esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici connessi al funzionamento ed all'esercizio dei sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi operanti nell'intervallo di frequenza compresa tra 100 KHz e 300 GHz, mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti, non devono superare, per frequenze

Potenza	Campo Elettrico	Campo Magnetico	Densità di
MHz	V/m	A/m	W/m ²
0,1 - 3	60	0,2	-
>3 - 3000	20	0,05	1
>3000 – 300000	40	0,1	4

Misure di cautela: in corrispondenza di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore non devono essere superati i seguenti valori, indipendentemente dalla frequenza, mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti: 6 V/m per il campo elettrico, 0,016 A/m per il campo magnetico intesi come valori efficaci e, per frequenze comprese tra 3 MHz e 300 GHz, 0,10 W/m² per la densità di potenza dell'onda piana equivalente.

Il D.M. si è ispirato al principio di cautela e di riduzione dell'esposizione: infatti il legislatore italiano ha fissato limiti che sono sensibilmente più bassi rispetto agli standard europei e che non trovano riscontro negli altri paesi del mondo: i livelli massimi di esposizione ai campi elettromagnetici dovuti ad attività di telefonia, indipendentemente dalle frequenze utilizzate, sono di 20 V/m per tutti i luoghi accessibili alla popolazione e di 6V/m per i luoghi ove è presumibile una presenza di persone superiore a 4 ore al giorno; i corrispettivi valori della normativa di riferimento europea prevedono valori di 58 V/m per la frequenza a 1800 MHz e di 41 V/m per quella a 900MHz senza distinzione sulle ore di permanenza.

D.P.C.M. 28 settembre 1995

“Norme tecniche procedurali di attuazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 relativamente agli elettrodotti”.

Linee guida applicative del D.M. n° 381 del 10 settembre 1998

“Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana”

Legge 22 febbraio 2001 n°36

“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”

Legge Regionale FVG 3 luglio 2000 n° 13

“Disposizioni collegate alla legge finanziaria 2000”

Documento aggiornato al 31 luglio 2003

BIBLIOGRAFIA

1 Portier, C.J., Wolfe, M.S. (Eds.) (1998). Assessment of Health Effects from Exposure to Power – Line Frequency Electric and Magnetic Fields. NIEHS Working Group Report. National Institute of Environmental Health Sciences, Research Triangle Park, NC, USA.

2 Boorman G.A., Rafferty C.N., Ward J.M., Sills R.C. (2000). Leukemia and lymphoma incidence in rodents exposed to low – frequency magnetic fields. Radiat. Res. 153:627 – 636.

- 3 Boorman G.A., McCormick D.L., Ward J.M., Haseman J.K., Sills R.C. (2000). Magnetic fields and mammary cancer in rodents: a critical review and evaluation of published literature. *Radiat.Res.* 153:617 – 626.
- 4 Ahlbom A., Day N., Feychting M., Roman E., Skinner J., Linet M., McBride M., Michaelis J., Olsen J.H., Tynes T., Verkasalo P.K. (2000). A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br. J. Cancer* 83:692 – 698.
- 5 Bianchi N., Crosignani P., Rovelli A., Tittarelli A., Carnelli C.A., Rossitto F., Vanelli U., Porro E., Berrino F. Overhead electricity power lines and childhood leukemia: a registry – based, case control study. *Tumori* 2000; 86: 195 – 198.
- 6 Milham S. Increased incidence of cancer in a cohort of office workers exposed to strong magnetic fields. *American Journal of Industrial Medicine* 1996; 30:702 – 704.
- 7 Beale I.L., Pearce N.E., Conroy D.M., Henning M.A., Murrell K.A. Psychological effect of chronic exposure to 50 Hz magnetic fields in human living near extra – high – voltage transmission lines. *Bioelectromagnetics* 1997; 18: 584 – 594.
- 8 Maskarinec G., Cooper J., Swygert L. Investigation of increased incidence in childhood leukemia near radio towers in Hawaii: preliminary observations. *J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol.* 1994;13:33 – 37.
- 9 Hocking B., Gordon I.R., Grain H.L., Hatfield G.E. Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers. *Med. J. Australia* 1996; 165:601 – 5.
- 10 McKenzie D.R., Yin Y., Morrell S. Childhood incidence of acute lymphoblastic leukemia and exposure to broadcast radiation in Sydney – a second look. *Aust. N. Z. J. Public Health* 1998; 22:360 – 7.
- 11 Dolk H., Shaddick G., Walls P., Grundy C., Thakrar B., Kleinschmidt I., Elliot P. Cancer incidencence near radio and television transmitters in Great Britain. I. Sutton Coldfield transmitter. *Am. J. Epidemiol.* 1997; 145:1 – 9.
- 12 Dolk H., Elliot P., Shaddick G., Walls P., Thakrar B. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. II. All high power transmitters. *Am. J. Epidemiol.* 1997; 145: 10 – 17.
- 13 Osservatorio Epidemiologico Regione Lazio. Indagine epidemiologica tra i residenti in prossimità della Stazione Radio Vaticana di Roma. 1998: 1 – 19.
- 14 Greco D., Boyle P., Masera G., Mertelsmann R. Esposizione a campi a radiofrequenza e leucemia infantile: stato attuale delle conoscenze scientifiche in rapporto alle problematiche dell'area di Cesano. (2001) *Rapporti ISTISAN* 01/25: 1 – 55.
- 15 Szmigielski S., Bortkiewicz A., Gadzicka E., Zmyslony M., Kubacki R. Alteration of diurnal Rhythms of blood and pressure and hearth rate to workers exposed to radiofrequency electromagnetic fields. *Blood Press Monit.* 1998; 3(6): 323 – 30.

- 16 Zhao Z., Zhang S., Zho H., Zhang S., Su J., Li L. The effects of radiofrequency (<30 MHz) radiation in humans. *Review of Environmental Health* 1994; 10 (3 – 4): 213 – 5.
- 17 Repacholi M. Low – level exposure to radio – frequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics* 1998; 19: 1 – 1.
- 18 Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL) e Istituto Superiore di Sanità (ISS). 1997. Documento congiunto sulla problematica della protezione dei lavoratori e della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici a frequenze comprese fra 0 Hz e 300 GHz. Fogli di Informazione ISPELS n. 4: 1 – 23.
- 19 Hardell L., Näsman Å., Pålsson A., Hallquist A., Hansson Mild K. Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: a case – control study. *Int. J. Oncol.* 1999; 15: 113 – 6.
- 20 Muscat J.E., Malkin M.G., Thompson S., Shore R.E., Stellman S.D., Mcree D., Neugut A.I., Winder E.L. Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA* 2000; 284: 3001 – 7.
- 21 Inskip P.D., Tarne R.E., Hatch E.E., Wilcosky T.C., Shapiro W.R., Selker R.G., Fine H.A., Black P.M., Loeffler J.S., Linet M.S. Cellular – telephone use and brain tumours. *N. Engl. J. Med.* 2001; 344; 79 – 86.
- 22 Dreyer N.A., Loughlin J.E., Rothman K.J. Cause – specific mortality in cellular telephone users. *JAMA* 1999; 282: 1814 6.
- 23 Johansen C., Boice J.D., McLaughlin J.K., Olsen J.H. Cellular telephones and cancer – a nationwide cohort study in Denmark. *J. Nat. Cancer Inst.* 2001; 93(3): 203 – 7.
- 24 Cardis E., Kilkeny M. International case – control study of adult brain, head and neck tumours: results of the feasibility study. *Radiat. Prot. Dosimetry* 1999; 83: 179 – 183.
- 25 Lagorio S., Ardoino L., D’Ippoliti D., Forastiere F., Galiè E., Iavarone I., Jandolo B., Martuzzi M., Polichetti A., Salvan A., Vecchia P. Tumori del distretto cervico – encefalico e uso dei telefoni cellulari: uno studio epidemiologico internazionale. *Notiziario Ist. Super. Sanità* 2001; 14(2): 3 – 9.
- 26 Nelson N.J. Recent studies show cell phone use is not associated with increased cancer risk. *J Nat. Cancer Inst.* 2001; 93(3): 170 – 2.
- 27 McKinlay A. *Radiol. Protect. Bull.* 1997; 187: 9 – 16.
- 28 General Approach to Protection Against Non – Ionizing Radiation. *Health Physics* 2002; 82: 540 – 548.
