

II

(Atti per i quali la pubblicazione non è una condizione di applicabilità)

CONSIGLIO

RACCOMANDAZIONE DEL CONSIGLIO

del 12 luglio 1999

relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz

(1999/519/CE)

IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

visto il trattato che istituisce la Comunità europea, in particolare l'articolo 152, paragrafo 4, secondo comma,

vista la proposta della Commissione,

visto il parere del Parlamento europeo ⁽¹⁾,

considerando quanto segue:

- (1) a norma dell'articolo 3, lettera p) del trattato, l'azione della Comunità deve comprendere un contributo al conseguimento di un notevole livello di protezione della salute; il trattato prevede altresì la difesa della salute dei lavoratori e dei consumatori;
- (2) nella risoluzione del 5 maggio 1994 sulla lotta contro gli effetti nocivi delle radiazioni non ionizzanti ⁽²⁾, il Parlamento europeo ha invitato la Commissione a proporre provvedimenti legislativi allo scopo di limitare l'esposizione dei lavoratori e della popolazione alle radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti;
- (3) esistono prescrizioni comunitarie minime per la protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori in relazione ai campi elettromagnetici per le attività svolte su dispositivi provvisti di videotermini ⁽³⁾; sono state adottate misure comunitarie volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute sul lavoro delle lavoratrici gestanti o in periodo di allattamento ⁽⁴⁾ che obbligano, fra l'altro, i datori di lavoro a valutare le attività che comportano lo specifico rischio di esposizione alle radiazioni non ionizzanti; sono state proposte norme minime per la protezione dei lavoratori dagli

agenti fisici ⁽⁵⁾, che comprendono misure relative alle radiazioni non ionizzanti; la presente raccomandazione non contempla, pertanto, la protezione dei lavoratori nell'esposizione professionale a campi elettromagnetici;

- (4) nell'ambito della Comunità è imperativo proteggere i singoli cittadini dagli effetti negativi certi sulla salute, che possono derivare dall'esposizione ai campi elettromagnetici;
- (5) le misure riguardanti i campi elettromagnetici dovrebbero offrire a tutti i cittadini della Comunità un elevato livello di protezione; le disposizioni degli Stati membri in questo settore si dovrebbero basare su un quadro normativo concordato, in modo da contribuire a garantire una protezione uniforme in tutta la Comunità;
- (6) conformemente al principio di sussidiarietà, ogni nuova misura in un settore che non rientra nell'ambito esclusivo di competenza della Comunità, quale la protezione della popolazione dalle radiazioni non ionizzanti, può essere adottata dalla Comunità unicamente se, per ragioni di scala o in considerazione delle conseguenze dell'azione proposta, gli obiettivi perseguiti possono essere meglio realizzati dalla Comunità che dagli Stati membri;
- (7) le azioni relative alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici dovrebbero essere commisurate con gli altri benefici nel campo della salute e della sicurezza, che i dispositivi emittenti campi elettromagnetici arrecano alla qualità della vita nei settori come le telecomunicazioni, l'energia elettrica e la sicurezza della popolazione;

⁽¹⁾ GU C 175 del 21.6.1999

⁽²⁾ GU C 205 del 25.7.1994, pag. 439.

⁽³⁾ GU L 156 del 21.6.1990, pag. 14.

⁽⁴⁾ GU L 348 del 28.11.1992, pag. 1.

⁽⁵⁾ GU C 77 del 18.3.1993, pag. 12 e
GU C 230 del 19.8.1994, pag. 3.

- (8) si avverte l'esigenza di istituire, attraverso raccomandazioni rivolte agli Stati membri, un quadro comunitario per quanto concerne l'esposizione ai campi elettromagnetici in un'ottica di protezione della popolazione;
- (9) obiettivo della presente raccomandazione è la protezione della salute della popolazione e pertanto essa si applica in particolare ai luoghi in cui singoli cittadini permangono per un tempo significativo rispetto agli effetti contemplati dalla presente raccomandazione;
- (10) il quadro comunitario che si riferisce a un'ampia documentazione scientifica già esistente deve essere basato sui migliori dati scientifici e sui pareri più autorevoli disponibili in questo campo e dovrebbe comprendere limiti fondamentali e livelli di riferimento per l'esposizione ai campi elettromagnetici, tenendo presente che i limiti di esposizione raccomandati si basano soltanto su effetti accertati; a questo proposito, la Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) ha espresso un parere, che è stato adottato dal comitato scientifico istituito dalla Commissione; il quadro dovrebbe essere riesaminato e rivalutato regolarmente alla luce delle nuove conoscenze e degli sviluppi nel settore tecnologico e nell'impiego di sorgenti e nelle utilizzazioni che danno luogo ad un'esposizione a campi elettromagnetici;
- (11) i limiti fondamentali e i livelli di riferimento dovrebbero applicarsi a tutti i campi elettromagnetici emessi, ad eccezione della radiazione ottica e di quelle ionizzanti; per la radiazione ottica occorre approfondire ulteriormente i dati e i pareri scientifici, mentre per le radiazioni ionizzanti esistono già disposizioni comunitarie;
- (12) gli organismi nazionali e europei di standardizzazione (ad es. CENELEC, CEN) dovrebbero essere incoraggiati a elaborare nell'ambito del quadro normativo norme comunitarie standardizzate per la progettazione ed il collaudo di attrezzature per valutare la loro conformità con i limiti fondamentali previsti nella presente raccomandazione;
- (13) l'adesione ai limiti e ai livelli di riferimento raccomandati dovrebbe fornire un elevato livello di protezione rispetto agli effetti accertati sulla salute, che possono derivare dall'esposizione ai campi elettromagnetici, ma essa non evita necessariamente i problemi di interferenza o effetti sul funzionamento di dispositivi medici quali protesi metalliche, stimolatori cardiaci e defibrillatori, impianti cocleari e di altro tipo; i problemi di interferenza con gli stimolatori cardiaci possono verificarsi per valori inferiori ai livelli di riferimento raccomandati ed esigono quindi precauzioni adeguate che esulano comunque dall'ambito di applicazione della presente raccomandazione e sono contemplate nel contesto della normativa sulla compatibilità elettromagnetica e sui dispositivi medici;
- (14) coerentemente con il principio di proporzionalità, la presente raccomandazione definisce principi e metodi generali per la protezione dei singoli cittadini, demandando tuttavia agli Stati membri l'adozione di norme specifiche per quanto riguarda le sorgenti e le attività che comportano l'esposizione ai campi elettromagnetici, la classificazione, in ambiente professionale o meno, delle condizioni di esposizione delle singole persone ai sensi delle disposizioni comunitarie in materia di protezione della sicurezza e della salute dei lavoratori;
- (15) gli Stati membri hanno facoltà, ai sensi del trattato, di fornire un livello di protezione più elevato di quello di cui alla presente raccomandazione;
- (16) i provvedimenti adottati dagli Stati membri in questo settore, siano essi vincolanti o meno, e il modo in cui essi tengono conto della presente raccomandazione dovrebbero formare oggetto di relazioni a livello nazionale e comunitario;
- (17) allo scopo di migliorare la conoscenza dei rischi e delle misure di protezione dai campi elettromagnetici, gli Stati membri dovrebbero promuovere la diffusione dell'informazione e le norme di buona prassi in questo campo, in particolare per quanto riguarda la progettazione, l'installazione e l'uso di attrezzature, in modo da far sì che i livelli di esposizione non superino i limiti raccomandati;
- (18) attenzione dovrebbe essere rivolta ad un'adeguata informazione finalizzata alla comprensione dei rischi inerenti ai campi elettromagnetici, anche tenendo conto della percezione presso la popolazione esistente in questo campo;
- (19) gli Stati membri dovrebbero considerare i progressi delle conoscenze scientifiche e della tecnologia in relazione ai sistemi di protezione dalle radiazioni non ionizzanti con un atteggiamento di precauzione e dovrebbero prevedere la rassegna e la revisione su base sistematica con le corrispondenti valutazioni tenendo presenti gli indirizzi elaborati dalle organizzazioni internazionali competenti, quali la Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti,

RACCOMANDA CHE:

- I. Ai fini della presente raccomandazione gli Stati membri attribuiscono alle grandezze fisiche che figurano nell'allegato I.A il significato ivi indicato.
- II. Gli Stati membri, allo scopo di assicurare un elevato livello di protezione della salute dall'esposizione ai campi elettromagnetici:
 - a) adottino un quadro di limiti fondamentali e di livelli di riferimento che utilizzi l'allegato I.B come base;
 - b) attuino, sulla scorta di detto quadro, misure relative alle sorgenti o alle attività che determinano l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici, quando il tempo di esposizione è significativo, ad eccezione dell'esposizione per scopi medici, nel qual caso i rischi ed i benefici dell'esposizione che ecceda i limiti fondamentali devono essere correttamente valutati;
 - c) si propongano l'obiettivo di conformarsi ai limiti fondamentali che figurano nell'allegato II per l'esposizione della popolazione.

- III. Gli Stati membri, allo scopo di facilitare e di promuovere l'osservanza dei limiti fondamentali di cui all'allegato II:
- tengano conto dei livelli di riferimento di cui all'allegato III ai fini della valutazione dell'esposizione, o qualora esistano, se riconosciute dallo Stato membro, delle norme europee o nazionali basate su procedure concordate di misura e calcolo scientificamente provate, definite per valutare la conformità con i limiti fondamentali;
 - valutino le situazioni di esposizione dovute a sorgenti di diversa frequenza, coerentemente con le formule di cui all'allegato IV, sia in termini di limiti fondamentali che di livelli di riferimento;
 - possano tener conto, ove opportuno, di criteri quali tempo di esposizione, parti del corpo esposte, età e stato di salute della popolazione.
- IV. Gli Stati membri dovrebbero considerare sia i rischi che i benefici nel decidere se sia necessaria o meno un'azione, ai sensi della presente raccomandazione, quando decidono strategie o adottano provvedimenti relativi all'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.
- V. Gli Stati membri, allo scopo di migliorare la comprensione dei rischi e la protezione dall'esposizione ai campi elettromagnetici, forniscano nei modi appropriati informazioni alla popolazione sulle conseguenze per la salute e sui provvedimenti adottati per ovviare ad esse.
- VI. Gli Stati membri, allo scopo di migliorare la conoscenza degli effetti dei campi elettromagnetici sulla salute, promuovano e valutino le ricerche nel settore dei campi elettromagnetici e della salute umana nell'ambito dei loro programmi nazionali di ricerca, tenendo conto delle raccomandazioni e degli sforzi della ricerca comunitaria e internazionale basata sulla più ampia gamma possibile di fonti.
- VII. Gli Stati membri, allo scopo di contribuire alla definizione di un sistema coerente di protezione dai rischi di esposizione ai campi elettromagnetici, elaborino relazioni sull'esperienza acquisita attraverso i provvedimenti adottati nel settore oggetto della presente raccomandazione e informino la Commissione al riguardo, dopo un periodo di tre anni dalla data di adozione della presente raccomandazione, indicando in che modo essi ne hanno tenuto conto nel formulare i propri provvedimenti.

INVITA la Commissione a

- adoperarsi per stabilire le norme europee di cui alla sezione III, lettera a), inclusi i metodi di calcolo e misura;
- incoraggiare la ricerca per studiare gli effetti a lungo e a breve termine dell'esposizione ai campi elettromagnetici a tutte le relative frequenze nell'ambito dell'attuale programma quadro di ricerca;
- continuare a partecipare alle attività delle organizzazioni internazionali competenti nel settore per promuovere il raggiungimento di un consenso internazionale in materia di orientamenti e pareri sulle misure protettive e preventive;
- occuparsi delle materie oggetto della presente raccomandazione, per assicurarne la revisione e l'aggiornamento, tenendo altresì conto degli effetti possibili attualmente oggetto di ricerca, inclusi i relativi aspetti di precauzione e a elaborare, ogni cinque anni, una relazione globale della Comunità, tenendo conto delle relazioni trasmesse dagli Stati membri e dei più recenti dati e pareri scientifici.

Fatto a Bruxelles, addì 12 luglio 1999.

Per il Consiglio
Il Presidente
S. NIINISTÖ

ALLEGATO I

DEFINIZIONI

Ai fini della presente raccomandazione, con il termine «campi elettromagnetici» si intendono i campi statici, i campi a frequenza estremamente bassa (ELF) e i campi a radiofrequenza (RF), comprese le microonde, nella gamma di frequenza fra 0 Hz e 300 GHz.

A. GRANDEZZE FISICHE

Nell'ambito dell'esposizione ai campi elettromagnetici si fa di norma riferimento a otto grandezze fisiche:

Corrente di contatto (I). La corrente di contatto tra una persona e un oggetto è espressa in ampere (A). Un conduttore che si trovi in un campo elettrico può essere caricato dal campo.

Intensità di corrente (J). È definita come il flusso di corrente attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. È espressa in ampere per metro quadro (A/m^2).

Intensità di campo elettrico. È una quantità vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in volt per metro (V/m).

Intensità di campo magnetico. È una quantità vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in ampere per metro (A/m).

Induzione magnetica. È una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento. È espressa in tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico si ricavano in base all'equazione $1 A m^{-1} = 4\pi 10^{-7} T$.

Densità di potenza (S). Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte, per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in watt per metro quadro (W/m^2).

Assorbimento specifico di energia (SA). Si definisce mediante l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente raccomandazione il termine si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulstate.

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR). Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa del tessuto corporeo ed è espresso in watt per chilogrammo (W/kg). Il SAR riferito a tutto il corpo è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi all'esposizione a RF. Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a speciali condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF nella gamma inferiore di MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Tra le grandezze sopra citate, le seguenti possono essere misurate direttamente: l'induzione magnetica, la corrente di contatto, l'intensità di campo elettrico e magnetico, nonché la densità di potenza.

B. LIMITI DI BASE E LIVELLI DI RIFERIMENTO

Ai fini dell'applicazione delle limitazioni basate sulla valutazione dei possibili effetti sulla salute dei campi elettromagnetici, occorre distinguere tra i limiti di base e i livelli di riferimento.

Nota:

I limiti di base e i livelli di riferimento per limitare l'esposizione sono stati elaborati sulla scorta di un approfondito esame di tutta la letteratura scientifica pubblicata. I criteri applicati nel corso dell'esame erano volti a valutare la credibilità dei vari risultati divulgati; per proporre le limitazioni dell'esposizione ci si è basati soltanto su effetti accertati. L'insorgere del cancro per gli effetti dell'esposizione ai campi elettromagnetici di lungo periodo non è considerato accertato. Tuttavia, poiché esistono fattori di sicurezza di circa 50 tra i valori limite per gli effetti acuti e i limiti di base la presente raccomandazione implicitamente contempla gli eventuali effetti a lungo termine nell'intero intervallo di frequenza.

Limiti di base. Le limitazioni all'esposizione ai campi elettrici magnetici ed elettro-magnetici variabili nel tempo, che si fondano direttamente su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico, sono denominate «limiti di base». In base alla frequenza del campo, le quantità fisiche impiegate per specificare tali limitazioni sono: la densità di flusso magnetico (B), la densità di corrente (J), il tasso di assorbimento specifico di energia (SAR), e la densità di potenza (S). La densità di flusso magnetico e la densità di potenza negli individui esposti possono essere misurate rapidamente.

Livelli di riferimento. Questi livelli sono indicati a fini pratici di valutazione dell'esposizione in modo da determinare se siano probabili eventuali superamenti dei limiti di base. Alcuni livelli di riferimento sono derivati dai limiti di base fondamentali attraverso misurazioni e/o tecniche informatiche e alcuni livelli di riferimento si riferiscono alla percezione e agli effetti nocivi indiretti dell'esposizione ai campi elettromagnetici. Le quantità derivate sono: l'intensità di campo elettrico (E), l'intensità di campo magnetico (H), la densità del flusso magnetico (B), la densità di potenza (S) e la corrente su un arto (I_L). Le grandezze che si riferiscono alla percezione e agli altri effetti indiretti sono la corrente (di contatto) (I_c) e, per i campi pulsati, l'assorbimento specifico di energia (SA). In qualunque situazione particolare di esposizione, i valori misurati o calcolati di una delle quantità sopra citate possono essere raffrontati al livello di riferimento appropriato. L'osservanza del livello di riferimento garantirà il rispetto delle restrizioni fondamentali corrispondenti. Se il valore misurato supera il livello di riferimento, non ne consegue necessariamente che sia superata la restrizione fondamentale. In tali circostanze, tuttavia, vi è la necessità di definire se il limite di base sia o meno rispettato.

Nella presente raccomandazione non sono indicate limitazioni quantitative per i campi elettrici statici. Tuttavia, si raccomanda di evitare il contatto con cariche elettriche superficiali e le scariche distruttive che possono causare stress o comunque disturbo.

A determinate frequenze (cfr. allegati II e III) alcune grandezze quali la densità di flusso magnetico (B) e la densità di potenza (S) sono utilizzate sia ai fini dei limiti di base che dei livelli di riferimento.

ALLEGATO II

LIMITI DI BASE

Per specificare i limiti di base relativi ai campi elettromagnetici, a seconda della frequenza, sono utilizzate le seguenti grandezze fisiche (quantità dosimetriche/esposimetriche):

- fra 0 e 1 Hz sono stati definiti limiti di base per l'induzione magnetica relativamente ai campi magnetici statici (0 Hz) e per l'intensità di corrente relativamente ai campi variabili nel tempo fino a 1 Hz, al fine di evitarne effetti sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale,
- fra 1 Hz e 10 MHz sono stati definiti limiti di base per l'intensità di corrente, in modo da evitare effetti sulle funzioni del sistema nervoso,
- fra 100 kHz e 10 GHz sono stati definiti limiti di base per il SAR, in modo da evitare lo stress da calore su tutto il corpo e l'eccessivo riscaldamento localizzato dei tessuti. Nell'intervallo di frequenza compreso fra 100 kHz e 10 MHz, i limiti di base previsti si riferiscono sia all'intensità di corrente che al SAR,
- fra 10 GHz e 300 GHz sono stati definiti limiti di base per la densità di potenza al fine di evitare il riscaldamento dei tessuti della superficie del corpo o in prossimità della stessa.

I limiti di base indicati nella tabella 1 sono stabiliti in modo da tener conto delle incertezze connesse con la sensibilità individuale delle condizioni ambientali e delle differenti età e condizioni di salute fra i membri della popolazione.

Tabella 1

**Limiti di base per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
(0 Hz-300 GHz)**

Gamma di frequenza	Densità di flusso magnetico (mT)	Densità di corrente (mA/m ²) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (capo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza S (W/m ²)
0 Hz	40	—	—	—	—	—
>0-1 Hz	—	8	—	—	—	—
1-4 Hz	—	8/f	—	—	—	—
4-1 000 Hz	—	2	—	—	—	—
1 000 Hz-100 kHz	—	f/500	—	—	—	—
100 kHz-10 MHz	—	f/500	0,08	2	4	—
10 MHz-10 GHz	—	—	0,08	2	4	—
10-300 GHz	—	—	—	—	—	10

Note

1. f è la frequenza in Hz.
2. I limiti di base per l'intensità di corrente si prefiggono di proteggere dagli effetti gravi da esposizione acuta dei tessuti del sistema nervoso centrale nella testa e nel torace e include un fattore di sicurezza. I limiti di base per i campi ELF sono basati sugli effetti nocivi accertati sul sistema nervoso centrale. Tali effetti acuti sono essenzialmente istantanei e non v'è alcuna giustificazione scientifica per modificare i limiti di base nel caso di esposizioni di breve durata. Tuttavia, poiché i limiti di base si riferiscono agli effetti nocivi sul sistema nervoso centrale, sono possibili intensità di corrente più elevate in tessuti corporei diversi dal sistema nervoso centrale a parità di condizioni di esposizione.
3. Data la non omogeneità elettrica del corpo, le intensità di corrente devono essere calcolate come media su una sezione di 1 cm² perpendicolare alla direzione della corrente.

4. Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori dell'intensità della corrente di picco possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per $\sqrt{2}$ (~1,414). Per gli impulsi di durata t_p la frequenza equivalente per l'applicazione dei limiti di base va calcolata come $f = 1/(2t_p)$.
 5. Per le frequenze fino a 100 kHz e per i campi magnetici pulsati, la densità massima di corrente associata agli impulsi può essere calcolata in base ai tempi di salita/discesa e al tasso massimo di cambiamento della densità di flusso magnetico. L'intensità della corrente indotta può essere confrontata con i corrispondenti limiti di base.
 6. Tutti i valori di SAR devono essere ottenuti come media su un qualsiasi periodo di 6 minuti.
 7. La massa adottata per calcolare il SAR medio localizzato è pari a 10 g di tessuto contiguo. Il SAR massimo ottenuto in tal modo costituisce il valore impiegato per la stima dell'esposizione. Si intende che i suddetti 10 g di tessuto devono essere una massa di tessuto contiguo con proprietà elettriche quasi omogenee. Nello specificare una massa contigua di tessuto, si riconosce che tale concetto può essere utilizzato nella dosimetria computazionale ma che può presentare difficoltà per le misurazioni fisiche dirette. Può essere utilizzata una geometria semplice quale una massa cubica di tessuto, purché le quantità dosimetriche calcolate abbiano valori conservativi rispetto alle norme guida in materia di esposizione.
 8. Per gli impulsi di durata t_p , la frequenza equivalente da applicarsi ai limiti di base va calcolata come $f = 1/(2t_p)$. Inoltre, per esposizioni pulsate nella gamma di frequenza compresa fra 0,3 e 10 GHz e per esposizioni localizzate del capo, allo scopo di limitare ed evitare effetti auditivi causati da espansioni termoelastiche, si raccomanda un ulteriore limite di base. Quest'ultimo è l'assorbimento specifico (SA) che non dovrebbe superare 2 mJ kg^{-1} calcolato come media su 10 g di tessuto.
-

ALLEGATO III

LIVELLI DI RIFERIMENTO

I livelli di riferimento relativi all'esposizione sono indicati al fine di poterli confrontare con i valori di grandezze misurate. Il rispetto di tutti i livelli di riferimento raccomandati garantisce il rispetto dei limiti di base.

Se il valore delle grandezze misurate supera i livelli di riferimento, non ne consegue necessariamente che i limiti di base siano superati. In tal caso, sarà necessario effettuare una valutazione per decidere se i livelli di esposizione siano inferiori a quelli fissati per i limiti di base.

I livelli di riferimento volti a limitare l'esposizione sono stati ottenuti dai limiti di base nella situazione di massimo accoppiamento fra campo e individuo esposto e perciò forniscono la massima protezione. Nelle tabelle 2 e 3 sono riportati i livelli di riferimento. Questi, di norma, vanno considerati come valori mediati nel volume del corpo dell'individuo esposto ma con la condizione tassativa che i limiti di base per esposizione localizzati non siano superati.

In talune situazioni in cui l'esposizione è altamente localizzata, come l'esposizione del capo nel caso dei radiotelefonici portatili, l'impiego dei livelli di riferimento non risulta adeguato. In tali casi l'osservanza dei limiti di base relativi ad esposizioni localizzate dovrà essere valutata direttamente.

Livelli di campo

Tabella 2

**Livelli di riferimento per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
(0 Hz-300 GHz, valori efficaci (rms) non perturbati)**

Intervallo di frequenza	Intensità di campo E (V/m)	Intensità di campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densità di potenza ad onda piana equivalente S_{eq} (W/m ²)
0-1 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
400-2 000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Note:

- f come indicato nella colonna della gamma di frequenza.
- Per le frequenze comprese fra 100 kHz e 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 , e B^2 devono essere calcolati come media su qualsiasi periodo di 6 minuti.
- Per le frequenze che superano 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 , e B^2 devono essere ottenuti come media su qualsiasi periodo di $68/f^{1,05}$ minuti (f in GHz).
- Non è fornito alcun valore di campo E per le frequenze <1 Hz, perché di fatto sono campi elettrici statici. Per la maggior parte delle persone la sensazione fastidiosa di cariche elettriche di superficie non è avvertibile a intensità di campo inferiori a 25 kV/m. Le scariche che provocano stress o disturbo vanno evitate.

Nota:

Livelli di riferimento più elevati per esposizioni a campi ELF di breve durata non sono indicati (cfr. tabella 1, nota 2). In molti casi, quando i valori misurati sono superiori al livello di riferimento, non ne consegue necessariamente che i limiti di base siano superati. A condizione che possano essere evitati impatti nocivi sulla salute causati dagli effetti indiretti dell'esposizione (quali i microshock), si ammette che i livelli di riferimento per la popolazione possano essere superati purché non vengano superati i limiti di base sull'intensità di corrente. In molte situazioni pratiche di esposizione, campi ELF esterni di intensità corrispondente ai livelli di riferimento indurranno nei tessuti del sistema nervoso centrale intensità di corrente inferiori ai limiti di base. Viene inoltre riconosciuto che una serie di dispositivi comuni emettono campi localizzati superiori ai livelli di riferimento. Tuttavia, ciò avviene generalmente in condizioni di esposizione in cui i limiti di base non vengono superati a causa del debole accoppiamento tra il campo ed il corpo.

Per i valori di picco, si applicano i seguenti livelli di riferimento dell'intensità di campo E (V/m), dell'intensità di campo magnetico H (A/m) e dell'induzione magnetica B (μ T):

- per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di riferimento di picco si ottengono moltiplicando i corrispondenti valori efficaci (rms) per $\sqrt{2}$ (~1,414). Per gli impulsi di durata t_p , la frequenza equivalente da applicarsi deve essere calcolata come $f = 1/(2t_p)$;
- per le frequenze comprese fra 100 kHz e 10 MHz, i valori di riferimento di picco si ottengono moltiplicando i corrispondenti valori efficaci (rms) per 10^α , dove $\alpha = [0,665 \log(f/10^5) + 0,176]$; f in Hz
- per le frequenze comprese fra 10 MHz e 300 GHz i valori di riferimento di picco si ottengono moltiplicando i corrispondenti valori efficaci (rms) per 32.

Nota:

Generalmente, per quanto riguarda i campi pulsati e/o transitori a basse frequenze, da alcuni limiti di base e dai livelli di riferimento in funzione dalle frequenze si possono derivare la valutazione del rischio e le linee guida di esposizione relative a sorgenti pulsate e/o transitorie. Per un approccio conservativo occorre rappresentare il segnale di un campo elettromagnetico pulsato o transitorio attraverso lo spettro di Fourier delle sue componenti in ogni intervallo di frequenza, di modo che sia possibile il confronto con i livelli di riferimento per tali frequenze. Le formule di somma per l'esposizione simultanea a campi di frequenze multiple possono essere applicate anche per determinare il rispetto dei limiti di base.

Anche se sul nesso fra effetti biologici e valori di picco dei campi pulsati le conoscenze sono scarse, si propone che, per le frequenze che superano i 10 MHz, il valore di S_{eq} valutato come media sulla durata dell'impulso non superi di 1 000 volte i livelli di riferimento, oppure che le intensità di campo non superino di 32 volte i livelli di riferimento delle intensità di campo. Per le frequenze comprese fra circa 0,3 GHz e vari GHz e per l'esposizione localizzata del capo, allo scopo di limitare o di evitare gli effetti auditivi causati dall'espansione termoelastica, si dovrà limitare l'assorbimento specifico degli impulsi. In questa gamma di frequenza, l'assorbimento specifico di 4-16 mJ kg⁻¹ per produrre questo effetto corrisponde, per impulsi da 30- μ s, a valori di picco dei SAR di 130-520 W kg⁻¹ nel cervello. Fra 100 kHz e 10 MHz, i valori di picco per le intensità di campo sono ottenuti tramite interpolazione del valore di picco moltiplicato per 1,5 a 100 kHz al valore di picco moltiplicato per 32 a 10 MHz.

Correnti di contatto e correnti attraverso gli arti

Allo scopo di evitare i rischi dovuti alle correnti di contatto, per le frequenze fino a 110 MHz si raccomandano livelli di riferimento addizionali. I livelli di riferimento per le correnti di contatto sono presentati nella tabella 3. Questi livelli sono stati definiti tenendo conto che le correnti di contatto di soglia, che inducono reazioni biologiche nelle donne adulte e nei bambini, sono pari rispettivamente a circa due terzi e alla metà di quelle che inducono le stesse reazioni sugli uomini adulti.

Tabella 3

**Livelli di riferimento per le correnti di contatto da oggetti conduttori
(f in kHz)**

Gamma di frequenza	Corrente di contatto massima (mA)
0 Hz - 2,5 kHz	0,5
2,5 KHz - 100 kHz	0,2 f
100 KHz - 110 MHz	20

Nell'intervallo di frequenza compresa fra 10 MHz e 110 MHz, si raccomanda un livello di riferimento di 45 mA per la corrente che attraversa ciascun arto. Questa norma è intesa a limitare il SAR localizzato su qualsiasi periodo di 6 minuti.

ALLEGATO IV

ESPOSIZIONE DA SORGENTI DI DIVERSE FREQUENZE

Quando si verificano esposizioni simultanee a campi di frequenza diversa, si deve considerare la possibilità che i loro effetti si sommino. Ai fini dell'additività i calcoli devono essere eseguiti separatamente per ciascun effetto. Gli effetti di stimolazione termica ed elettrica sul corpo devono essere perciò valutati separatamente.

Limite di base

Nel caso di esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, per quanto riguarda le restrizioni fondamentali, devono essere soddisfatti i seguenti criteri.

Con riferimento alla stimolazione elettrica, che è significativa da 1 Hz a 10 MHz, le densità di corrente indotta devono essere sommate in base alla seguente formula:

$$\sum_{i=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1$$

Quanto agli effetti termici, che sono significativi a partire da 100 kHz, il tasso di assorbimento specifico di energia e la densità di potenza devono essere sommati in base alla seguente formula:

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{10 \text{ GHz}} \frac{\text{SAR}_i}{\text{SAR}_L} + \sum_{i>10 \text{ GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1$$

ove

J_i è la densità di corrente alla frequenza i ;

$J_{L,i}$ è il limite di base della densità di corrente alla frequenza i , come indicato nella tabella 1;

SAR_i è il tasso di assorbimento specifico di energia dovuto all'esposizione alla frequenza i ;

SAR_L è il limite di base per il tasso di assorbimento specifico di energia indicato nella tabella 1;

S_i è la densità di potenza alla frequenza i ;

S_L è il limite di base per la densità di potenza indicata nella tabella 1.

Livelli di riferimento

Ai fini applicativi dei limiti di base, i criteri da applicare ai livelli di riferimento dell'intensità dei campi devono essere i seguenti.

Per la densità di corrente indotta e gli effetti di stimolazione elettrica, significativi fino a 10 MHz, i livelli dei campi devono soddisfare le due seguenti condizioni:

$$\sum_{i=1 \text{ Hz}}^{1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

e

$$\sum_{j=1}^{150 \text{ kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j > 150 \text{ kHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

ove

E_i è l'intensità del campo elettrico alla frequenza i ;

$E_{L,i}$ è il livello di riferimento dell'intensità del campo elettrico di cui alla tabella 2;

H_j è l'intensità del campo magnetico alla frequenza j ;

$H_{L,j}$ è il livello di riferimento dell'intensità del campo magnetico di cui alla tabella 2;

a è pari a 87 V/m e b è pari a 5 A/m (6,25 μ T)

Con riferimento alle linee guida dell'ICNIRP ⁽¹⁾ che riguardano sia l'esposizione professionale che quella della popolazione, i valori limite nelle sommatorie si riferiscono a condizioni di esposizione relative ad individui della popolazione.

L'impiego di costanti (a , b) al di sopra di 1 MHz per il campo elettrico e al di sopra di 150 kHz per il campo magnetico è dovuto al fatto che la sommatoria si basa sulla densità di corrente indotta e ogni mescolanza dev'essere evitata con l'eventuale effetto termico. Quest'ultimo è alla base dei valori di $E_{L,i}$ e $H_{L,j}$ rispettivamente al di sopra di 1 MHz e di 150 kHz, di cui alla tabella 2.

Nei casi di effetti termici, a partire da 100 kHz, i livelli di campo devono soddisfare le due seguenti condizioni:

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i > 1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

$$\sum_{j=100 \text{ kHz}}^{150 \text{ kHz}} \left(\frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j > 150 \text{ kHz}} \left(\frac{H_j}{H_{L,j}} \right)^2 \leq 1$$

ove

E_i è l'intensità del campo elettrico alla frequenza i ;

$E_{L,i}$ è il livello di riferimento del campo elettrico, di cui alla tabella 2;

H_j è l'intensità del campo magnetico alla frequenza j ;

$H_{L,j}$ è il livello di riferimento del campo magnetico, di cui alla tabella 2;

c è pari a $87/f^{1/2}$ V/m e d $0,73/f$ A/m.

Anche in questo caso, con riferimento alle linee guida dell'ICNIRP, alcuni valori limiti sono stati adattati unicamente per l'esposizione della popolazione.

⁽¹⁾ International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Physics 74(4): 494-522 (1998).
Response to Questions and Comments on ICNIRP. Health Physics 75(4): 438-439 (1998).

Per la corrente su un arto e per la corrente di contatto si devono applicare rispettivamente le seguenti norme:

$$\sum_{k = 10 \text{ MHz}}^{110 \text{ MHz}} \left(\frac{I_k}{I_{L,k}} \right)^2 \leq 1 \qquad \sum_{n > 1 \text{ Hz}}^{110 \text{ MHz}} \left(\frac{I_n}{I_{C,n}} \right)^2 \leq 1$$

ove

I_k è la componente della corrente sull'arto alla frequenza k ;

$I_{L,k}$ è il livello di riferimento per la corrente sull'arto, 45 mA;

I_n è la componente della corrente di contatto alla frequenza n ;

$I_{C,n}$ è il livello di riferimento per la corrente di contatto alla frequenza n (cfr. tabella 3).

Le formule suddette si basano sull'ipotesi che la relazione di base tra i campi derivanti da sorgenti multiple sia la peggiore possibile. Di conseguenza, le situazioni che corrispondono ad una esposizione tipica possono in pratica comportare livelli di esposizione meno restrittivi di quelli indicati dalle suddette formule per i livelli di riferimento.
