
DIRETTIVA 2004/40/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO
E DEL CONSIGLIO del 29 aprile 2004

**“sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative
all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici
(campi elettromagnetici) (diciottesima direttiva particolare ai sensi
dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)”**

(G.U.C.E 24 maggio 2004, n. L 184)

IL PARLAMENTO EUROPEO E IL
CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

visto il trattato che istituisce la comunità europea, in particolare l'articolo 137, paragrafo 2,

vista la proposta della Commissione, presentata previa consultazione del Comitato consultivo per la sicurezza, l'igiene e la protezione della salute sul luogo di lavoro, visto il parere del Comitato economico e sociale europeo,

previa consultazione del Comitato delle regioni,

deliberando secondo la procedura di cui all'articolo 251 del trattato,

considerando quanto segue:

1) In base al trattato il Consiglio può adottare, mediante direttive, prescrizioni minime per promuovere il miglioramento, in particolare, dell'ambiente di lavoro, al fine di garantire un più elevato livello di protezione della sicurezza e della salute dei lavoratori. È necessario che tali direttive evitino di imporre vincoli amministrativi, finanziari e giuridici tali da ostacolare la creazione e lo sviluppo di piccole e medie imprese.

2) La comunicazione della Commissione sul suo programma d'azione per l'attuazione della Carta comunitaria dei diritti sociali fondamentali dei lavoratori prevede l'introduzione di prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici. Nel settembre 1990 il Parlamento europeo ha adottato una risoluzione su questo pro-

gramma d'azione che invita in particolare la Commissione a elaborare una direttiva specifica nel campo dei rischi legati al rumore e alle vibrazioni nonché a qualsiasi altro agente fisico sul luogo di lavoro.

3) Come primo passo, il Parlamento europeo e il Consiglio hanno adottato la direttiva 2002/44/CE, del 25 giugno 2002, sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) (sedicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE). Successivamente, il Parlamento europeo e il Consiglio hanno adottato la direttiva 2003/10/CE, del 6 febbraio 2003, sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore) (diciassettesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE).

4) Si ritiene ora necessario introdurre misure di protezione dei lavoratori contro i rischi associati ai campi elettromagnetici, a causa dei loro effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori. Tuttavia, la presente direttiva non riguarda gli effetti a lungo termine, inclusi eventuali effetti cancerogeni dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo, per cui mancano dati scientifici conclusivi che comprovino un nesso di causalità. Tali misure mirano non solo ad assicurare la salute e la sicurezza di ciascun lavoratore considerato individualmente, ma anche a

creare per tutti i lavoratori della Comunità una piattaforma minima di protezione che eviti possibili distorsioni di concorrenza.

5) La presente direttiva stabilisce requisiti minimi e lascia quindi agli Stati membri la facoltà di mantenere o di adottare disposizioni più favorevoli per la protezione dei lavoratori, in particolare fissando valori inferiori per i valori di azione o per i valori limite di esposizione ai campi elettromagnetici. L'attuazione della presente direttiva non dovrebbe servire per giustificare un regresso rispetto alla situazione esistente in ciascuno Stato membro.

6) È opportuno che un sistema di protezione contro i campi elettromagnetici si limiti a definire, senza entrare in eccessivo dettaglio, gli obiettivi da raggiungere, i principi da rispettare e le grandezze fondamentali da utilizzare al fine di permettere agli Stati membri di applicare le prescrizioni minime in modo equivalente.

7) La riduzione dell'esposizione ai campi elettromagnetici può essere realizzata in maniera più efficace attraverso l'applicazione di misure preventive fin dalla progettazione dei posti di lavoro, nonché attraverso la scelta delle attrezzature, dei procedimenti e dei metodi di lavoro, allo scopo di ridurre in via prioritaria i rischi alla fonte. Disposizioni relative alle attrezzature e ai metodi di lavoro contribuiscono quindi alla protezione dei lavoratori che ne fanno uso.

8) I datori di lavoro dovrebbero adeguarsi ai progressi tecnici e alle conoscenze scientifiche per quanto riguarda i rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici, in vista del miglioramento della protezione della sicurezza e della salute dei lavoratori.

9) Poiché la presente direttiva è una direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE del Consiglio, del 12 giugno 1989, concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro, quest'ultima

si applica pertanto all'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici, fatte salve disposizioni più rigorose e/o specifiche contenute nella presente direttiva.

10) La presente direttiva costituisce un elemento concreto nel quadro della realizzazione della dimensione sociale del mercato interno.

11) Le misure necessarie per l'attuazione della presente direttiva sono adottate secondo la decisione 1999/468/CE del Consiglio, del 28 giugno 1999, recante modalità per l'esercizio delle competenze di esecuzione conferite alla Commissione.

12) L'aderenza ai valori limite di esposizione e ai valori di azione 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; problemi di interferenza specialmente con gli stimolatori cardiaci possono verificarsi per valori inferiori ai valori di azione ed esigono quindi appropriate precauzioni e misure protettive,

HANNO ADOTTATO LA
PRESENTE DIRETTIVA:

SEZIONE I DISPOSIZIONI GENERALI

Articolo 1

Oggetto e campo di applicazione

1. La presente direttiva, che è la diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE, stabilisce prescrizioni minime di protezione dei lavoratori contro i rischi per la loro salute e la loro sicurezza che derivano, o possono derivare, dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz) durante il lavoro.

2. La presente direttiva riguarda i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, nonché da correnti di contatto.

3. La presente direttiva non riguarda ipotizzabili effetti a lungo termine.

4. La presente direttiva non riguarda i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

5. La direttiva 89/391/CEE si applica integralmente all'insieme del settore definito nel paragrafo 1, fatte salve le disposizioni più rigorose e/o più specifiche contenute nella presente direttiva.

Articolo 2

Definizioni

Ai fini della presente direttiva valgono le seguenti definizioni:

a) "campi elettromagnetici": campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo di frequenza inferiore o pari a 300 GHz;

b) "valori limite di esposizione": limiti all'esposizione a campi elettromagnetici che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche.

Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici sono protetti contro tutti gli effetti nocivi per la salute conosciuti;

c) "valori di azione": l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B) e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nella presente direttiva.

Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.

Articolo 3

Valori limite di esposizione e valori di azione

1. I valori limite di esposizione sono riportati nell'allegato, tabella 1.

2. I valori di azione sono riportati nell'allegato, tabella 2.

3. Ai fini della valutazione, della misurazione e/o del calcolo dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici, finché norme europee standardizzate del Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica (Cenelec) non avranno contemplato tutte le pertinenti situazioni per quanto riguarda valutazione, misurazione e calcolo, gli Stati membri potranno usare altre norme o linee guida scientificamente fondate.

SEZIONE II

OBBLIGHI DEI DATORI DI LAVORO

Articolo 4

Identificazione dell'esposizione e valutazione dei rischi

1. Nell'assolvere gli obblighi di cui all'articolo 6, paragrafo 3, e all'articolo 9, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro valuta e, se del caso, misura e/o calcola i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori. La valutazione, la misurazione e il calcolo possono essere effettuati conformemente alle norme e alle linee guida scientificamente fondate di cui all'articolo 3 finché tutte le pertinenti situazioni per quanto riguarda valutazione, misurazione e calcolo saranno contemplate da norme europee armonizzate del Cenelec e, se del caso, tenendo conto dei livelli di emissione indicati dai fabbricanti delle attrezzature se contemplate dalle pertinenti direttive comunitarie.

2. Sulla base della valutazione dei livelli dei campi elettromagnetici effettuata a norma del paragrafo 1, una volta che siano superati

i valori di azione di cui all'articolo 3, il datore di lavoro valuta e, se del caso, calcola se i valori limite di esposizione sono stati superati.

3. La valutazione, la misurazione e/o il calcolo di cui ai paragrafi 1 e 2 non devono necessariamente essere effettuati in luoghi di lavoro accessibili al pubblico purché si sia già proceduto ad una valutazione conformemente alle disposizioni della raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio, del 12 luglio 1999, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz e siano rispettate per i lavoratori le restrizioni da essa previste e siano esclusi rischi relativi alla sicurezza.

4. La valutazione, la misurazione e/o il calcolo di cui ai paragrafi 1 e 2 devono essere programmati ed effettuati da servizi o persone competenti a intervalli idonei, tenendo conto in particolare delle disposizioni relative alle competenze richieste (persone o servizi) e alla consultazione e alla partecipazione dei lavoratori di cui all'articolo 7 e all'articolo 11 della direttiva 89/391/CEE. I dati ottenuti dalla valutazione, misurazione e/o calcolo del livello di esposizione sono conservati in forma idonea per consentirne la successiva consultazione.

5. A norma dell'articolo 6, paragrafo 3, della direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro, in occasione della valutazione dei rischi, presta particolare attenzione ai seguenti elementi:

- a) il livello, lo spettro di frequenza, la durata e il tipo dell'esposizione;
- b) i valori limite di esposizione e i valori di azione di cui all'articolo 3 della presente direttiva;
- c) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente a rischio;
- d) qualsiasi effetto indiretto, quale:

I) interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici (compresi stimolatori cardiaci e altri dispositivi impiantati);

II) rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici con induzione magnetica superiore a 3 mT;

II) innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori);

IV) incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili provocata da scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche;

e) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;

f) per quanto possibile, informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria, comprese le informazioni pubblicate;

g) sorgenti multiple di esposizione;

h) esposizione simultanea a campi di frequenza diversa.

6. Il datore di lavoro deve essere in possesso di una valutazione dei rischi a norma dell'articolo 9, paragrafo 1, lettera a), della direttiva 89/391/CEE e precisare quali misure devono essere adottate a norma degli articoli 5 e 6 della presente direttiva. La valutazione dei rischi è riportata su un supporto appropriato, conformemente alle legislazioni e alle prassi nazionali; essa può includere una giustificazione del datore di lavoro secondo cui la natura e l'entità dei rischi connessi con i campi elettromagnetici non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata. La valutazione dei rischi è regolarmente aggiornata, in particolare se vi sono stati notevoli mutamenti che potrebbero averla resa superata, oppure quando i risultati della sorveglianza sanitaria la rendano necessaria.

Articolo 5

Disposizioni miranti ad eliminare o a ridurre i rischi

1. Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici sono

eliminati alla fonte o ridotti al minimo.

La riduzione dei rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici si basa sui principi generali di prevenzione della direttiva 89/391/CEE.

2. Sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4, se i valori di azione di cui all'articolo 3 sono superati, il datore di lavoro, a meno che la valutazione effettuata a norma dell'articolo 4, paragrafo 2, dimostri che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza, deve definire e attuare un programma d'azione che comprenda misure tecniche e/o organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite di esposizione, e che tenga conto in particolare:

- a) di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione ai campi elettromagnetici;
- b) della scelta di attrezzature che emettano meno campi elettromagnetici, tenuto conto del lavoro da svolgere;
- c) delle misure tecniche per ridurre l'emissione dei campi elettromagnetici, incluso se necessario l'uso di dispositivi di sicurezza, schermatura o di analoghi meccanismi di protezione della salute;
- d) degli opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei sistemi dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- e) della progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- f) della limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- g) della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale.

3. In base alla valutazione del rischio di cui all'articolo 4, i luoghi di lavoro in cui i lavoratori possono essere esposti a campi elettromagnetici che superino i valori di azione sono indicati con un'apposita segnaletica a norma della direttiva 92/58/CEE del Consiglio, del 24 giugno 1992, recante le prescrizioni minime per la segnaletica e/o

di salute sul luogo di lavoro (nona direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE), a meno che la valutazione effettuata a norma dell'articolo 4, paragrafo 2, dimostri che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza. Dette aree sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse è limitato, laddove ciò sia tecnicamente possibile e vi sia il rischio di un superamento dei valori limite di esposizione.

4. In nessun caso i lavoratori devono essere esposti a valori superiori ai valori limite di esposizione.

Allorché, nonostante i provvedimenti presi dal datore di lavoro in applicazione della presente direttiva, i valori limite di esposizione sono superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione. Egli individua le cause del superamento dei valori limite di esposizione e adegua di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

5. A norma dell'articolo 15 della direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori particolarmente a rischio.

Articolo 6

Informazione e formazione dei lavoratori

Fatti salvi gli articoli 10 e 12 della direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro garantisce che i lavoratori esposti a rischi derivanti da campi elettromagnetici sul luogo di lavoro e/o i loro rappresentanti ricevano le informazioni e la formazione necessarie in relazione al risultato della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4, paragrafo 1, della presente direttiva, con particolare riguardo:

- a) alle misure adottate in applicazione della presente direttiva;

- b) all'entità e al significato dei valori limite di esposizione e dei valori di azione, nonché ai potenziali rischi associati;
- c) ai risultati della valutazione, misurazione e/o calcolo dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici effettuate a norma dell'articolo 4 della presente direttiva;
- d) alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;
- e) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria;
- f) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione.

Articolo 7

Consultazione e partecipazione dei lavoratori

La consultazione e la partecipazione dei lavoratori e/o dei loro rappresentanti hanno luogo a norma dell'articolo 11 della direttiva 89/391/CEE sulle materie oggetto della presente direttiva.

SEZIONE III DISPOSIZIONI VARIE

Articolo 8

Sorveglianza sanitaria

1. Ai fini della prevenzione e della diagnosi precoce di qualunque effetto negativo per la salute imputabile all'esposizione a campi elettromagnetici, una adeguata sorveglianza sanitaria è effettuata a norma dell'articolo 14 della direttiva 89/391/CEE.

In ogni caso, ove venisse rilevata un'esposizione superiore ai valori limite, i lavoratori in questione devono potersi sottoporre ad un controllo medico, in conformità del diritto e della prassi nazionali. Qualora venga rilevato un danno alla salute derivante da tale esposizione, il datore di lavoro effettua una rivalutazione dei rischi a norma dell'articolo 4.

2. Il datore di lavoro adotta le misure appropriate per garantire che il medico e/o l'autorità medica responsabile della sorveglianza sanitaria abbia accesso ai risultati della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4.

3. I risultati della sorveglianza sanitaria sono conservati in forma idonea per consentirne la consultazione successiva, tenendo conto delle prescrizioni in materia di riservatezza. I singoli lavoratori hanno, su richiesta, accesso ai loro dati medici personali.

Articolo 9

Sanzioni

Gli Stati membri prevedono l'applicazione di sanzioni adeguate in caso di violazione della normativa nazionale adottata ai termini della presente direttiva. Le sanzioni devono essere effettive, proporzionate e dissuasive.

Articolo 10

Modifiche tecniche

1. Le modifiche dei valori limite di esposizione e dei valori di azione, di cui all'allegato, sono adottate dal Parlamento europeo e dal Consiglio secondo la procedura di cui all'articolo 137, paragrafo 2, del trattato.

2. Le modifiche dell'allegato di carattere strettamente tecnico e conformi:

a) all'adozione di direttive in materia di armonizzazione tecnica e standardizzazione riguardanti la progettazione, la costruzione, la fabbricazione o la realizzazione di attrezzature e/o luoghi di lavoro;

b) al progresso tecnico, all'evoluzione delle norme o specifiche europee armonizzate più pertinenti e alle nuove conoscenze relative ai campi elettromagnetici, sono adottate secondo la procedura di regolamentazione di cui all'articolo 11, paragrafo 2.

Articolo 11

Comitato

1. La Commissione è assistita dal comitato di cui all'articolo 17 della direttiva 89/391/CEE.

2. Nei casi in cui è fatto riferimento al presente paragrafo, si applicano gli articoli 5 e 7 della decisione 1999/468/CE, tenendo conto delle disposizioni dell'articolo 8 della stessa.

Il periodo di cui all'articolo 5, paragrafo 6, della decisione 1999/468/CE è fissato a tre mesi.

3. Il comitato adotta il proprio regolamento interno.

SEZIONE IV DISPOSIZIONI FINALI

Articolo 12

Relazione

Ogni cinque anni gli Stati membri presentano alla Commissione una relazione sull'applicazione pratica della presente direttiva, indicando le considerazioni espresse dalle parti sociali.

Ogni cinque anni la Commissione informa il Parlamento europeo, il Consiglio, il Comitato economico e sociale europeo e il comitato consultivo per la sicurezza e la tutela della salute sul luogo di lavoro del contenuto di tali relazioni, della valutazione degli sviluppi nel settore in questione, nonché di qualsiasi iniziativa, in particolare concernente l'esposizione ai campi magnetici statici, che può essere giustificata dalle nuove conoscenze scientifiche.

Articolo 13

Recepimento

1. Gli Stati membri mettono in vigore le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative necessarie per conformarsi alla presente direttiva entro il 30 aprile 2008. Essi ne informano immediatamente la Commissione.

Quando gli Stati membri adottano tali disposizioni, queste contengono un riferimento alla presente direttiva o sono corredate di un siffatto riferimento all'atto della pubblicazione ufficiale. Le modalità di tale riferimento sono decise dagli Stati membri.

2. Gli Stati membri comunicano alla Commissione le disposizioni di diritto interno già adottate o che essi adottano nel settore disciplinato dalla presente direttiva.

Articolo 14

Entrata in vigore

La presente direttiva entra in vigore il giorno della pubblicazione nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea.

Articolo 15

Destinatari

Gli Stati membri sono destinatari della presente direttiva.

Fatto a Strasburgo, addì 29 aprile 2004.

Per il Parlamento europeo

Il presidente P.COX

Per il Consiglio

Il presidente M.McDOWELL

ALLEGATO

VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE E VALORI DI AZIONE PER I CAMPI ELETTROMAGNETICI

Le seguenti grandezze fisiche sono utilizzate per descrivere l'esposizione ai campi elettromagnetici:

- Corrente di contatto (I_C). La corrente di contatto tra una persona e un oggetto è espressa in Amperes (A). Un conduttore che si trovi in un campo elettrico può essere caricato dal campo.
- Densità di corrente (J). È definita come la corrente che passa 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 grandezza 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 grandezza 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 sono legate dall'equazione $1 \text{ A m}^{-1} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ T}$.
- 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 come l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in Joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente direttiva esso si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

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 di tessuto corporeo ed è espresso in Watt per chilogrammo (W/kg). Il SAR a corpo intero è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (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 particolari condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF dell'ordine di pochi MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

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

A. VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE

Per specificare i valori limite di esposizione relativi ai campi elettromagnetici, a seconda della frequenza, sono utilizzate le seguenti grandezze fisiche:

- sono definiti valori limite di esposizione per la densità di corrente relativamente ai campi variabili nel tempo fino a 1 Hz, al fine di prevenire effetti sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale,
- fra 1 Hz e 10 MHz sono definiti valori limite di esposizione per la densità di corrente, in modo da prevenire effetti sulle funzioni del sistema nervoso,
- fra 100 kHz e 10 GHz sono definiti valori limite di esposizione per il SAR, in modo da prevenire stress termico sul corpo intero ed eccessivo riscaldamento localizzato dei tessuti. Nell'intervallo di frequenza compreso fra 100 kHz e 10 MHz, i valori limite di esposizione previsti si riferiscono sia alla densità di corrente che al SAR,
- fra 10 GHz e 300 GHz sono definiti valori limite di esposizione per la densità di potenza al fine di prevenire l'eccessivo riscaldamento dei tessuti della superficie del corpo o in prossimità della stessa.

Tabella 1:

Valori limite di esposizione (articolo 3, paragrafo 1). Tutte le condizioni devono essere rispettate.

Intervallo di frequenza	Densità di corrente per capo e tronco J (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 (W/m ²)
fino a 1 Hz	40	-	-	-	
1 - 4 Hz	40/f	-	-	-	-
4 - 1000 Hz	10	-	-	-	-
1000 Hz - 100 kHz	f/100	-	-	-	-
100 kHz - 10 MHz	f/100	0,4	10	20	-
10 MHz - 10 GHz	-	0,4	10	20	-
10 - 300 GHz	-	-	-	-	50

Note

1. f è la frequenza in Hertz.
2. I valori limite di esposizione per la densità di corrente si prefiggono di proteggere dagli effetti acuti, risultanti dall'esposizione, sui tessuti del sistema nervoso centrale nella testa e nel torace. I valori limite di esposizione nell'intervallo di frequenza compreso fra 1 Hz e 10 MHz 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 valori limite di esposizione nel caso di esposizioni di breve durata. Tuttavia, poiché i valori limite di esposizione si riferiscono agli effetti nocivi sul sistema nervoso centrale, essi possono permettere densità 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 densità di corrente dovrebbero essere calcolate come medie su una sezione di 1 cm² perpendicolare alla direzione della corrente.
4. Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di picco della densità di corrente possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per $(2)^{1/2}$.
5. Per le frequenze fino a 100 kHz e per i campi magnetici pulsati, la massima densità di corrente associata agli impulsi può essere calcolata in base ai tempi di

- salita/discesa e al tasso massimo di variazione dell'induzione magnetica. La densità di corrente indotta può essere confrontata con il corrispondente valore limite di esposizione. Per gli impulsi di durata t_p la frequenza equivalente per l'applicazione dei limiti di esposizione va calcolata come $f = 1/(2t_p)$.
6. Tutti i valori di SAR devono essere ottenuti come media su un qualsiasi periodo di 6 minuti.
7. La massa adottata per mediare il SAR localizzato è pari a ogni 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 numerica ma che può presentare difficoltà per le misurazioni fisiche dirette. Può essere utilizzata una geometria semplice quale una massa cubica di tessuto, purché le grandezze dosimetriche calcolate assumano valori conservativi rispetto alle linee guida in materia di esposizione.
8. 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 uditivi causati da espansione termoelastica, si raccomanda un ulteriore valore limite di esposizione. Tale limite è rappresentato dall'assorbimento specifico (SA) che non dovrebbe

be superare 10 mJ/kg calcolato come media su 10 g di tessuto.

9. Le densità di potenza sono ottenute come media su una qualsiasi superficie esposta di 20 cm² e su un qualsiasi periodo di 68/f^{1,05} minuti (f in GHz) per compensare la graduale diminuzione della profondità di penetrazione con l'aumento della frequenza. Le massime densità di potenza nello spazio, mediate su una superficie di 1 cm², non dovrebbero superare 20 volte il valore di 50 W/m².

B. VALORI DI AZIONE

I valori di azione di cui alla tabella 2 sono ottenuti a partire dai valori limite di esposizione secondo le basi razionali utilizzate dalla Com-

missione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) nelle sue linee guida sulla limitazione dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP 7/99).

Tabella 2:

Valori di azione (articolo 3, paragrafo 2) [valori efficaci (rms) imperturbati]

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (μT)	Densità di potenza di onda piana equivalente S _{eq} (W/m ²)	Corrente di contatto, I _C (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti, I _L (mA)
0 - 1Hz	-	1,63x10 ⁵	2x10 ⁵	-	1,0	-
1 - 8 Hz	20000	1,63x10 ⁵ /f ²	2x10 ⁵ /f ²	-	1,0	-
8 - 25 Hz	20000	2x10 ⁴ /f	2,5x10 ⁴ /f	-	1,0	-
0,025 - 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	-	1,0	-
0,82 - 2,5 kHz	610	24,4	30,7	-	1,0	-
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	-	0,4 f	-
65 - 100 kHz	610	1600/f	2000/f	-	0,4f	-
0,1 - 1 MHz	610	1,6/f	2/f	-	40	-
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	-	40	-
10 - 110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10	-	-
400 - 2000 MHz	3f ^{1/2}	0,008f ^{1/2}	0,01f ^{1/2}	f/40	-	-
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50	-	-

Note:

1. f è la frequenza espressa nelle unità indicate nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.
2. Per le frequenze comprese fra 100 kHz e 10 GHz, S_{eq} , E, H, Be I_L devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di 6 minuti.
3. Per le frequenze che superano 10 GHz, S_{eq} , E, He B devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di $68/f^{1.05}$ minuti (f in GHz).
4. Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per $(2)^{1/2}$. Per gli impulsi di durata t_p la frequenza equivalente da applicare per i valori di azione va calcolata come $f = 1/(2 \cdot t_p)$.
Per le frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo sono calcolati moltiplicando i pertinenti valori efficaci (rms) per 10, dove $a = (0,665 \log(f/10) + 0,176)$, f in Hz.

Per le frequenze comprese tra 10 MHz e 300 GHz, i valori di azione di picco sono calcolati moltiplicando i valori efficaci (rms) corrispondenti per 32 nel caso delle intensità di campo e per 1000 nel caso della densità di potenza di onda piana equivalente.

5. Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal Cenelec.
6. Per i valori di picco di campi elettromagnetici pulsati modulati si propone inoltre che, per le frequenze portanti che superano 10 MHz, S_{eq} valutato come media sulla durata dell'impulso non superi di 1000 volte i valori di azione per S_{eq} , o che l'intensità di campo non superi di 32 volte i valori di azione dell'intensità di campo alla frequenza portante.