

Organizzazione Mondiale della Sanità

CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA

Campi a frequenza estremamente bassa (ELF)

(Promemoria n. 205, Novembre 1998)

Tutti sono esposti a una complessa miscela di campi elettromagnetici (CEM) di diverse frequenze, che permeano il nostro ambiente. Le esposizioni a molti CEM di diversa frequenza stanno aumentando significativamente, via via che la tecnologia progredisce e vengono individuate nuove applicazioni.

Se da un lato gli enormi benefici dell'uso dell'elettricità nella vita quotidiana e nella cura della salute sono indiscutibili, dall'altro sono progressivamente aumentate, negli ultimi 20 anni, le preoccupazioni del pubblico per i potenziali effetti negativi sulla salute che l'esposizione a campi elettrici e magnetici a frequenza estremamente bassa (o campi ELF, dall'inglese Extremely Low Frequency) potrebbero produrre. Queste esposizioni sono principalmente legate alla trasmissione e all'uso dell'energia elettrica alla frequenza industriale di 50 o 60 Hz.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) sta affrontando i problemi sanitari connessi con i CEM attraverso il Progetto Internazionale CEM. Ogni possibile conseguenza per la salute deve essere chiaramente identificata, e devono essere adottate opportune misure di riduzione, ove necessario. Gli attuali risultati della ricerca sono spesso contraddittori. Ciò contribuisce ad aumentare, nel pubblico, le preoccupazioni, la confusione e la mancanza di fiducia che si possano raggiungere salde conclusioni in tema di sicurezza.

Lo scopo di questa nota è di fornire informazioni sull'esposizione a campi ELF e sulle possibili conseguenze per la salute negli ambienti di vita e di lavoro. Le informazioni derivano da una revisione critica della materia da parte dell'OMS e da analoghe revisioni da parte di altre autorevoli organizzazioni.

Campi elettrici e magnetici

I campi elettromagnetici consistono di onde elettriche (E) e magnetiche (H) che viaggiano insieme. Esse si propagano alla velocità della luce, e sono caratterizzate da una frequenza ed una lunghezza d'onda. La frequenza è semplicemente il numero di oscillazioni dell'onda nell'unità di tempo ed è misurata in hertz (1 Hz = 1 ciclo al secondo), mentre la lunghezza d'onda è la distanza percorsa dall'onda nel tempo di un'oscillazione (o un ciclo).

I campi ELF sono definiti come quelli di frequenza fino a 300 Hz. A frequenze così basse corrispondono lunghezze d'onda in aria molto grandi (6000 km a 50 Hz e 5000 km a 60 Hz), e, in situazioni pratiche, il campo elettrico e quello magnetico agiscono in modo indipendente l'uno dall'altro e vengono misurati separatamente.

I campi elettrici sono prodotti dalle cariche elettriche. Essi governano il moto di altre cariche elettriche che vi siano immerse. La loro intensità viene misurata in volt al metro (V/m) o in chilovolt al metro (kV/m). Quando delle cariche si accumulano su di un oggetto, fanno sì che cariche di segno uguale od opposto vengano, rispettivamente, respinte o attratte. L'intensità di questo effetto viene caratterizzata attraverso la tensione, misurata in volt (V). A ogni dispositivo collegato ad una presa elettrica, anche se non acceso, è associato un campo elettrico che è proporzionale alla tensione della sorgente cui è collegato. L'intensità dei campi elettrici è massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza. Molti materiali comuni, come il legno ed il metallo, costituiscono uno schermo per questi campi.

I campi magnetici sono prodotti dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente. Essi governano il moto delle cariche elettriche. La loro intensità si misura in ampere al metro (A/m), ma è spesso espressa in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, che si misura in tesla (T), millitesla (mT) o microtesla (μ T). In alcuni paesi è d'uso comune una diversa unità di misura dell'induzione magnetica, il gauss (G). Ai fini della conversione, $10.000 \text{ G} = 1 \text{ T}$,

1 G = 100 μ T, 1 mT = 10 G, 1 μ T = 10 mG. Ad ogni dispositivo collegato ad una presa elettrica, se il dispositivo è acceso e vi è una corrente circolante, è associato un campo magnetico proporzionale alla corrente fornita dalla sorgente cui il dispositivo è collegato. I campi magnetici sono massimi vicino alla sorgente e diminuiscono con la distanza. Essi non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune, e li attraversano facilmente.

Sorgenti

I campi elettrici e magnetici a 50 o 60 Hz di origine naturale sono estremamente bassi, rispettivamente dell'ordine di 0,0001 V/m e 0,00001 μ T. L'esposizione di esseri umani a campi ELF è soprattutto associata alla produzione, alla trasmissione e all'uso dell'energia elettrica. Di seguito, viene fornita una panoramica delle sorgenti di campi ELF che si incontrano in ambienti di vita, in casa e nei posti di lavoro, assieme a tipici valori massimi di tali campi.

Ambienti di vita. L'energia elettrica prodotta dagli impianti di produzione è distribuita agli utenti attraverso linee di trasmissione ad alta tensione. Per abbassare la tensione al momento della connessione con le linee di distribuzione che forniscono l'energia alle abitazioni, vengono utilizzati dei trasformatori. I campi elettrici e magnetici immediatamente al di sotto delle linee aeree di trasmissione possono raggiungere rispettivamente 12 kV/m e 30 μ T. Attorno agli impianti di produzione e alle sottostazioni si possono trovare campi elettrici fino a 16 kV/m e campi magnetici fino a 270 μ T.

Ambienti domestici. I campi elettrici e magnetici nelle case dipendono da molti fattori, tra cui la distanza da elettrodotti locali, il numero ed il tipo di elettrodomestici usati e la configurazione e la localizzazione dei circuiti elettrici interni all'abitazione. I campi elettrici attorno agli elettrodomestici e alla maggior parte degli altri dispositivi non superano, tipicamente, 500 V/m, mentre i campi magnetici non superano, tipicamente, 150 μ T. In entrambi i casi, l'intensità dei campi può essere sensibilmente maggiore a brevi distanze, ma diminuisce rapidamente allontanandosi dalla sorgente.

Ambienti di lavoro. Attorno agli apparati elettrici usati nell'industria e ai relativi circuiti esistono campi elettrici e magnetici. I lavoratori addetti alla manutenzione delle linee di trasmissione e di distribuzione possono essere esposti a campi elettrici e magnetici molto intensi. All'interno degli impianti di produzione e delle sottostazioni si possono trovare campi elettrici superiori a 25 kV/m e campi magnetici superiori a 2 mT. I saldatori possono essere esposti a campi magnetici fino a 130 mT. Vicino a forni ad induzione e a celle elettrolitiche industriali i campi magnetici possono raggiungere 50 mT. Negli uffici, i lavoratori sono esposti a campi molto più bassi quando utilizzano dispositivi come macchine fotocopiatrici o videoterminali.

Effetti sanitari

Il solo modo in cui i campi ELF interagiscono in pratica con i tessuti viventi è mediante l'induzione, entro questi ultimi, di campi elettrici e correnti. Comunque, l'intensità delle correnti indotte per effetto dell'esposizione a campi ELF di livelli pari a quelli che normalmente si riscontrano nel nostro ambiente è minore di quella delle correnti prodotte naturalmente all'interno del corpo.

Studi sul campo elettrico. L'evidenza disponibile indica che, a parte la stimolazione dovuta alle cariche elettriche indotte sulla superficie del corpo, gli effetti di esposizioni fino a 20 kV/m sono pochi ed innocui. Non è stato dimostrato che i campi elettrici abbiano alcun effetto sulla riproduzione e lo sviluppo di animali ad intensità superiori a 100 kV/m.

Studi sul campo magnetico. Vi è poca evidenza sperimentale, confermata, che i campi magnetici ELF possano influenzare la fisiologia ed il comportamento dell'uomo, alle intensità che si riscontrano in casa o nell'ambiente. L'esposizione di volontari, per diverse ore, a campi magnetici ELF fino a 5 mT ha avuto poco effetto su numerosi parametri clinici e fisiologici, tra cui variazioni nel sangue, ECG, ritmo cardiaco, pressione sanguigna e temperatura corporea.

Melatonina. Alcuni ricercatori hanno segnalato che l'esposizione a campi ELF può sopprimere la secrezione di melatonina, un ormone collegato ai nostri ritmi giorno-notte. E' stato suggerito che la melatonina possa essere un fattore protettivo contro il tumore mammario, cosicché questa soppressione potrebbe contribuire ad un aumento dell'incidenza di tumori mammari già iniziati da altri agenti. Mentre esiste qualche evidenza di effetti sulla melatonina in animali da laboratorio, gli studi su volontari non hanno confermato queste variazioni nell'uomo.

Cancro. Non vi è nessuna evidenza convincente che l'esposizione a campi ELF provochi danni diretti alle molecole biologiche, compreso il DNA. E' quindi improbabile che essi possano iniziare il processo di cancerogenesi. Tuttavia, sono ancora in corso studi per stabilire se l'esposizione a campi ELF possa influenzare la promozione o la co-promozione del cancro. Recenti studi su animali non hanno trovato evidenze che l'esposizione a campi ELF abbia effetto sull'incidenza di tumori.

Studi epidemiologici. Nel 1979, Wertheimer e Leeper segnarono un'associazione tra la leucemia infantile e certe caratteristiche dei circuiti che collegavano le case dei soggetti alle linee di distribuzione dell'elettricità. Da allora, è stato condotto un gran numero di studi per verificare questo importante risultato. Un'analisi di questi lavori da parte dell'Accademia Nazionale delle Scienze degli Stati Uniti nel 1996 ha suggerito che la residenza vicino a elettrodotti fosse associata ad un aumento del rischio di leucemia infantile (rischio relativo RR=1,5), ma non di altre forme di cancro. Da questi studi non emergeva un'analogia associazione tra il cancro e l'esposizione residenziale degli adulti.

Molti studi su soggetti esposti per motivi professionali a campi ELF, condotti nell'ultimo decennio, presentano molte contraddizioni. Essi suggeriscono che possa esserci un piccolo aumento del rischio di leucemia tra i lavoratori elettrici. Tuttavia, in molti di questi studi non sono stati tenuti in appropriata considerazione i fattori di confondimento, come ad esempio l'esposizione agli agenti chimici presenti negli ambienti di lavoro. Le valutazioni dell'esposizione a campi ELF non presentavano una buona correlazione con il rischio di cancro nei soggetti esposti. Quindi, non risultava confermata una relazione di causa ed effetto tra l'esposizione a campi ELF e il cancro.

Gruppo di lavoro del NIEHS. L'Istituto Nazionale per le Scienze di Sanità Ambientale (National Institute of Environmental Health Sciences, NIEHS) degli Stati Uniti ha completato il suo programma RAPID, durato 5 anni. Il programma RAPID ha replicato ed esteso quegli studi che segnalavano effetti con potenziali implicazioni per la salute ed ha condotto ulteriori studi per stabilire se effettivamente l'esposizione a campi ELF avesse qualche conseguenza sulla salute umana.

Nel giugno 1998, il NIEHS ha convocato un gruppo di lavoro internazionale per una revisione critica dei risultati della ricerca. Il gruppo di lavoro, usando i criteri stabiliti dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (International Agency for Research on Cancer, IARC), ha concluso che i campi ELF debbano essere considerati come un "possibile cancerogeno per l'uomo".

"Possibile cancerogeno per l'uomo" è la più bassa di tre categorie ("possibilmente cancerogeno per l'uomo", "probabilmente cancerogeno per l'uomo" e "cancerogeno per l'uomo") usate dalla IARC per classificare l'evidenza scientifica relativa ad agenti potenzialmente cancerogeni. La IARC ha due ulteriori classificazioni dell'evidenza scientifica: "non classificabile" e "probabilmente non cancerogeno per l'uomo", ma il gruppo di lavoro del NIEHS ha ritenuto che vi fosse abbastanza evidenza per eliminare queste categorie.

"Possibile cancerogeno per l'uomo" è una classificazione usata per denotare un agente per il quale vi sia una limitata evidenza di cancerogenicità nell'uomo ed un'evidenza meno che sufficiente negli animali da esperimento. Quindi la classificazione è basata sulla solidità dell'evidenza scientifica, non su quanto l'agente sia cancerogeno, ovvero su quanto elevato sia il suo rischio di cancro. Quindi, "possibile cancerogeno per l'uomo" significa che esiste una limitata evidenza credibile che suggerisca che l'esposizione a campi ELF può provocare il cancro. Mentre non si può escludere, in base all'evidenza disponibile, che l'esposizione a campi ELF causi il cancro, sono necessarie ulteriori ricerche, focalizzate e di alta qualità, per risolvere il problema.

La conclusione del gruppo di lavoro del NIEHS si basava soprattutto sul fatto che quegli studi epidemiologici che suggeriscono che la residenza in prossimità di elettrodotti dia luogo ad un aumento del rischio di leucemia infantile mostrano una certa coerenza. Elementi a sostegno di questa associazione sono stati trovati negli studi che collegavano l'incidenza di leucemia infantile alla vicinanza alle linee ed ai campi magnetici nelle case, questi ultimi misurati nell'arco di 24 ore. Inoltre, il gruppo di lavoro ha trovato una limitata evidenza di un aumento anche dei casi di leucemia linfatica cronica in ambienti di lavoro.

Il Progetto Internazionale CEM

Il Progetto Internazionale CEM dell'OMS è stato avviato per trovare risposte agli interrogativi esistenti su possibili problemi sanitari connessi all'esposizione a campi elettromagnetici. Nell'ambito del progetto, sono state condotte delle analisi critiche dei dati scientifici e sono state identificate le

eventuali carenze nella conoscenza. Ciò ha portato a definire un calendario di ricerche per i prossimi anni, che consentiranno di effettuare migliori valutazioni dei rischi sanitari. Una formale riunione di un apposito gruppo di lavoro per la valutazione dei risultati è programmata dalla IARC per il 2001. L'OMS adotterà le conclusioni della IARC e completerà nel 2002 una valutazione dei rischi sanitari diversi da quello cancerogeno. Ulteriori informazioni possono ottenersi consultando il sito Internet del Progetto CEM all'indirizzo <http://www.who.int/emf>.

Normative internazionali

La Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection, ICNIRP) ha pubblicato delle linee guida sui limiti di esposizione a tutti i CEM. Le linee guida forniscono un'adeguata protezione contro gli effetti sanitari noti e contro quelli che possono verificarsi quando si tocca un oggetto carico in un campo elettrico esterno. I limiti di esposizione ai CEM raccomandati in molti paesi sono in larga misura simili a quelli dell'ICNIRP, che è un'organizzazione non governativa formalmente riconosciuta dall'OMS e collaboratrice del Progetto Internazionale CEM. La Commissione riesaminerà le proprie linee guida una volta che il progetto CEM avrà completato le nuove valutazioni di rischio sanitario.

Misure di protezione

Grossi oggetti conduttori, come recinzioni metalliche, barriere o altre strutture metalliche del genere installate vicino a linee di trasmissione ad alta tensione dovrebbero essere collegate a terra. Se ciò non avviene, la linea elettrica può caricare gli oggetti fino a una tensione sufficiente perché una persona che venga a trovarsi vicino o a contatto con l'oggetto possa ricevere una scossa sgradevole. Una persona può anche ricevere una scossa simile toccando un'automobile parcheggiata sotto, o molto vicino, ad una linea ad alta tensione.

Pubblico in generale. Poiché la letteratura scientifica attuale fornisce solo deboli indicazioni e non dimostra che l'esposizione a campi ELF, ai livelli che normalmente si incontrano nel nostro ambiente di vita, possa provocare effetti dannosi per la salute, non vi è bisogno di alcuna misura specifica per i membri della popolazione. Dove esistono sorgenti che danno luogo ad esposizioni elevate a campi ELF, l'accesso del pubblico è generalmente impedito da recinzioni e barriere, cosicché non si richiede alcuna ulteriore misura di protezione.

Lavoratori: Una protezione dall'esposizione ai campi elettrici a 50 o 60 Hz si può realizzare in modo relativamente semplice usando dei materiali schermanti. Ciò è necessario soltanto per i lavoratori in aree con campi elettrici molto alti. Più comunemente, laddove i campi elettrici sono molto intensi, si impedisce l'accesso del personale. Non esiste alcun modo pratico ed economico di realizzare schermature contro i campi magnetici ELF. Dove i campi magnetici sono molto intensi, l'unica misura protettiva disponibile è limitare la presenza delle persone.

Interferenza dei CEM

Intensi campi ELF provocano interferenze elettromagnetiche (Electro-Magnetic Interference, EMI) nei pacemaker e in altri dispositivi elettromedicali impiantati. Le persone che usano questi dispositivi dovrebbero consultare il proprio medico per determinare quanto essi siano suscettibili a questi effetti. L'OMS raccomanda ai produttori di tali apparecchi di renderli molto meno sensibili alle interferenze.

Gli impiegati d'ufficio possono osservare un movimento delle immagini sugli schermi dei loro computer. Se i campi magnetici presenti attorno al terminale sono superiori a circa 1 μ T (10 mG), ciò può dar luogo ad interferenze con gli elettroni che producono l'immagine sullo schermo. Una semplice soluzione a questo problema è quella di spostare il computer in un'altra parte della stanza, dove i campi magnetici siano al di sotto di 1 μ T. Questi campi magnetici si incontrano vicino ai cavi che forniscono energia elettrica all'ufficio o agli edifici di abitazione, oppure attorno ai trasformatori che fanno parte dei sistemi di alimentazione elettrica degli edifici. I campi prodotti da queste sorgenti sono generalmente molto al di sotto dei livelli che possono dar luogo a qualche preoccupazione per la salute.

Rumore, ozono ed effetto corona

Del rumore, sotto forma di un ronzio o di un suono sordo può essere udito attorno a trasformatori elettrici o a linee ad alta tensione che producono un effetto corona (v.sotto). Se questo rumore può essere fastidioso, non vi sono però conseguenze per la salute.

Apparecchi elettrici come fotocopiatrici o altri dispositivi che richiedono un'alta tensione per funzionare possono produrre ozono, un gas incolore e di odore pungente. Le scariche elettriche in aria convertono le molecole di ossigeno in ozono. Se anche si può facilmente avvertire l'odore di ozono, le concentrazioni che si producono vicino alle fotocopiatrici e ad altri apparati simili sono molto al di sotto dei limiti sanitari.

Attorno alle linee ad alta tensione si producono effetto corona e scariche elettriche in aria. Questi effetti sono talvolta visibili nelle notti umide o in caso di pioggia, e possono produrre rumore ed ozono. Né i livelli di rumore né le concentrazioni di ozono attorno agli elettrodotti hanno conseguenze per la salute.

Cosa si dovrebbe fare mentre la ricerca prosegue?

Uno degli obiettivi del Progetto Internazionale CEM è di assistere le autorità nazionali nel bilanciamento tra i benefici dell'uso delle tecnologie basate sui CEM e gli effetti sanitari che dovrebbero essere dimostrati, e nelle decisioni sulle eventuali misure protettive da adottare. Occorreranno alcuni anni perché le ricerche necessarie siano completate, valutate e pubblicate dall'OMS. Nel frattempo, l'OMS raccomanda:

- Il rigoroso rispetto delle normative di sicurezza nazionali e internazionali: Queste normative, basate sulle conoscenze attuali, sono state sviluppate per proteggere qualunque individuo della popolazione.
- Semplici misure di protezione: Recinzioni e barriere attorno a sorgenti di campi ELF elevati aiutano ad impedire l'accesso ad aree in cui possono essere superati i limiti di esposizione nazionali e internazionali.
- Una consultazione con le autorità locali e con il pubblico nella localizzazione di nuovi elettrodotti: Ovviamente, si devono installare linee elettriche per fornire energia ai consumatori. Nonostante il fatto che i livelli di campi ELF attorno alle linee di trasmissione e di distribuzione non siano considerati un rischio per la salute, le decisioni sulla loro localizzazione richiedono spesso di prendere in considerazione fattori come quelli estetici o quelli legati alla sensibilità del pubblico. La comunicazione e la discussione aperta tra le compagnie elettriche e la popolazione durante le fasi di pianificazione possono aiutare a creare nella popolazione comprensione e maggiore accettazione di un nuovo impianto.
- Un efficace sistema di informazione e comunicazione sui problemi sanitari tra scienziati, governi, industria e pubblico può aiutare a creare una generale consapevolezza dei programmi messi a punto per affrontare i problemi dell'esposizione a campi ELF e per ridurre la sfiducia e la paura.

Dove posso trovare ulteriori informazioni?

Il Progetto Internazionale EMF valuta i rischi per la salute e l'ambiente dei CEM di frequenza compresa tra 0 e 300 GHz. Il progetto ha sede presso il quartier generale dell'OMS a Ginevra, Svizzera. Per ulteriori informazioni si invita a consultare la pagina Internet del progetto all'indirizzo <http://www/who.ch/emf/> oppure a prendere contatto con il Dr. Michael Repacholi, International EMF Project, Global Hazards Assessment and Radiation, Tel.: 0041 22 791 3427, Fax: 0041 22 791 4123, E-mail: repacholim@who.ch.

Riferimenti per ulteriori letture

ICNIRP (1998) 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.

NIEHS (1998) Assessment of health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields. Portier CJ and Wolfe MS (eds) NIEHS Working Group Report, National Institute of Environmental Health Sciences of the National Institute of Health, Research Triangle Park, NC, USA,

pp 523. Disponibile dal NIEHS oppure presso il sito Internet <http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/home.htm>

Repacholi M and Greenebaum B (1998) Interaction of static and extremely low frequency electric and magnetic fields with living systems: health effects and research needs. Bioelectromagnetics (in corso di stampa). (Rapporto riassuntivo del seminario scientifico dell'OMS sui campi statici ed ELF svolto a Bologna, 1997).

WHO (1997) WHO's Agenda for EMF Research. World Health Organization publication WHO/ENG/98.13. OMS, Ginevra. Disponibile anche presso il sito Internet del Progetto Internazionale CEM: <http://www.who.int/emf/>.

(Traduzione italiana di Paolo Vecchia)

Questo Promemoria, pubblicato a cura del progetto "Salute e campi elettromagnetici" del Ministero della Salute – Centro Controllo Malattie (www.ccm-network.it), costituisce la traduzione italiana del documento originale in inglese "Electromagnetic Fields and Public Health – Extremely Low Frequency (ELF)", pubblicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) nella serie "Fact Sheets".

La responsabilità del testo italiano è interamente del traduttore. In caso di difformità rispetto all'originale, fa fede il testo inglese.

Sia il Fact Sheet originale sia questa traduzione sono disponibili sul sito del progetto Internazionale Campi Elettromagnetici dell'OMS: www.who.int/emf