

## Applicazione di campi magnetici pulsati per la cura di tumori mammari: una nuova frontiera per protocolli clinici meno invasivi?

L'utilizzo dei campi elettromagnetici come metodo di trattamento antitumorale rappresenta un argomento di crescente interesse all'interno della comunità scientifica [1-5]. Nel campo dell'oncologia, la ricerca di strategie terapeutiche alternative ai protocolli standard è infatti particolarmente attiva dal momento che i trattamenti antineoplastici attualmente utilizzati, basati principalmente su chemio e/o radioterapia, presentano effetti secondari dannosi... [Leggi tutto l'articolo](#)

## Sperimentazione quadriennale sulla possibilità di ridurre il limite di esposizione ai CEM in Francia: risultati e considerazioni

Nella primavera del 2009, a seguito di una tavola rotonda sul tema delle radiofrequenze organizzata dal Ministero della Salute francese, è stato istituito un Comitato operativo denominato COMOP, diventato poi COPIC nell'ottobre del 2011. Uno degli obiettivi principali del Comitato è stato di avviare e sovrintendere un progetto di durata quadriennale, dal 2009 al 2013,... [Leggi tutto l'articolo](#)



## Nuova sezione sul sito di Elettra 2000

Il tema del bioelettromagnetismo, con le sue implicazioni in ambito scientifico, .... [Leggi](#)

## Limiti e valori di azione: che cosa è cambiato nella nuova Direttiva Europea sulla Sicurezza sul Lavoro?

La Direttiva 2013/35/UE, che va a sostituire ed abrogare le Direttive 2004/40/CE e 2008/46/CE, presenta sostanziali differenze rispetto alle precedenti, soprattutto per quanto riguarda la definizione di...[Leggi tutto l'articolo](#)

## Marconi Prize e MIC Conference 2013

Martin Cooper, uno dei principali artefici dell'avvento della telefonia mobile che esattamente quarant'anni fa fece la prima chiamata con un prototipo di telefono cellulare, si è aggiudicato il Marconi Prize 2013. [Leggi tutto l'articolo](#)



Da gennaio 2013 puoi rimanete in contatto con Elettra tramite i social Network Facebook e Twitter. Ci potete trovare come Consorzio Elettra 2000 su Facebook , su Twitter come @Elettra\_2000.

Per informazioni consultare [www.elettra2000.it](http://www.elettra2000.it) o scrivere a [infobo@mail.elettra2000.it](mailto:infobo@mail.elettra2000.it)

Se non si desidera più ricevere questo notiziario scrivere a [unsubscribe@mail.elettra2000.it](mailto:unsubscribe@mail.elettra2000.it)

## Applicazione di campi elettromagnetici pulsati per la cura di tumori mammari: una nuova frontiera per protocolli clinici meno invasivi?

L'utilizzo dei campi elettromagnetici come metodo di trattamento antitumorale rappresenta un argomento di crescente interesse all'interno della comunità scientifica [1-5]. Nel campo dell'oncologia, la ricerca di strategie terapeutiche alternative ai protocolli standard è infatti particolarmente attiva dal momento che i trattamenti antineoplastici attualmente utilizzati, basati principalmente su chemio e/o radioterapia, presentano effetti secondari dannosi e spesso non consentono una totale guarigione dei pazienti.

Questo recente interesse è supportato anche dal fatto che le indagini scientifiche condotte finora non hanno riportato effetti dannosi a carico di cellule sane esposte sia a campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa (ELF) che a campi pulsati (PEMFs) [4, 6-7]. Parallelamente a questi risultati, altri studi hanno dimostrato come alcune tipologie di cellule maligne risultassero invece particolarmente vulnerabili all'esposizione ai campi elettromagnetici, ipotizzando di fatto una potenziale applicazione terapeutica selettiva mirata a colpire unicamente le cellule tumorali senza intaccare in alcun modo quelle sane [5, 8-10].

Nell'articolo, pubblicato a settembre 2013 da Crocetti e collaboratori sulla rivista internazionale PLOS one (Public Library of Science), gli autori hanno dimostrato che la capacità di distruggere selettivamente linee cellulari tumorali mammarie da parte di campi magnetici pulsati a frequenza ed intensità estremamente basse, dipende esclusivamente dalla combinazione dei singoli parametri caratterizzanti il campo.

Cellule tumorali mammarie MCF-7 e la loro controparte sana MCF-10, sono state esposte a campi elettromagnetici pulsati variandone la frequenza, l'intensità e la durata dell'esposizione, allo scopo di determinare i parametri ottimali per la distruzione selettiva delle cellule tumorali.

È stato scelto di applicare campi magnetici pulsati asimmetrici con frequenze pari a 20 e 50 Hz, intensità pari a 2, 3 e 5 mT di picco, con una durata di esposizione variabile tra 30, 60 e 90 minuti al giorno per un massimo di tre giorni. La scelta di limitare le analisi a tre giorni di esposizione è stata fatta sia per rimanere nei limiti di una terapia clinicamente possibile, e quindi non troppo prolungata, sia per evitare una crescita eccessiva delle cellule di controllo.

I risultati dei test hanno messo in evidenza che la sensibilità ai campi elettromagnetici pulsati riguardava unicamente le cellule tumorali, con una marcata dipendenza dell'effetto dalla durata, dalla frequenza e dalla intensità del segnale applicato.

In particolare è stato riscontrato che i campi pulsati con intensità pari a 3 mT e frequenza pari a 20 Hz applicati per 60 minuti al giorno costituiscono nel complesso la combinazione di parametri migliore per la distruzione selettiva delle cellule tumorali MCF-7. Il danno a carico delle cellule cancerogene è inoltre progressivamente aumentato nei tre giorni di esposizione consecutiva.

Campi di maggiore intensità, esposizioni più lunghe o frequenze più elevate di quelle riportate come ottimali hanno dimostrato un calo dell'effetto citotossico del campo magnetico pulsato sulle cellule tumorali, ribadendo ulteriormente l'importanza della selezione corretta dei parametri da applicare al campo per ottenere un effetto clinico massimizzato.

Al contrario, la controparte cellulare sana (MCF-10) esposta a campi con i medesimi parametri non ha dimostrato alcun segno di distruzione o danno a carico del DNA.

Da un punto di vista molecolare, il meccanismo alla base dell'effetto citotossico a carico delle cellule tumorali in assenza di un effetto sulla controparte sana non è ancora completamente noto e dovrà essere oggetto di ulteriori ricerche prima di poter parlare di una vera e propria applicazione a livello clinico.

Una ipotesi a spiegazione dell'effetto potrebbe risiedere in cambiamenti a livello di concentrazione di calcio intracellulare in risposta alla esposizione al campo magnetico pulsato. Infatti, come già riportato nella letteratura scientifica un effetto della applicazione dei campi pulsati è proprio l'aumento dei livelli di calcio intracellulare. Nel contesto specifico l'applicazione di un campo magnetico pulsato a frequenza 20 Hz ed intensità 3 mT per 60

minuti al giorno potrebbe creare una combinazione particolare nella concentrazione di calcio intracellulare tale da portare alla morte della cellula neoplastica.

La completa immunità delle cellule sane a questa tipologia di segnali potrebbe suggerire che i meccanismi omeostatici interni alla cellula stessa siano in grado di tamponare o eventualmente sfruttare le piccole variazioni nella concentrazione di calcio intracellulare, cosa che non avviene nella cellula neoplastica.

Questi primi risultati in vitro condotti su cellule tumorali mammarie dimostrano quindi come il trattamento basato sui campi magnetici pulsati potrebbe rappresentare un nuovo approccio terapeutico non-invasivo e/o aggiuntivo alle terapie convenzionali nel trattamento di questa tipologia di tumore.

Altamente degno di nota è il fatto che anche in questo caso, come nelle precedenti indagini, l'azione dannosa dei campi pulsati si concentra esclusivamente sulle cellule tumorali in divisione senza colpire i tessuti sani quiescenti.

Occorre però non sottovalutare il fatto che a livello generale i risultati delle indagini fin qui condotte non sono uniformi ed univoci dal momento che i segnali applicati e le tipologie di cellule testate differiscono in maniera sostanziale. Sarebbe quindi di vitale importanza riuscire ad individuare le tipologie di cellule tumorali maggiormente suscettibili all'azione dei campi pulsati per poter così definire i parametri ottimali dei campi stessi.

Prima di parlare quindi di una nuova frontiera per la cura dei tumori mammari e dei tumori in generale tramite applicazione di campi pulsati si rendono necessari ulteriori studi su colture cellulari per ottimizzare maggiormente i parametri riscontrati nel presente studio e poter eventualmente arrivare a mettere a punto, in un futuro prossimo, un effettivo protocollo di trattamento terapeutico.

## Glossario

**MCF-7:** linea cellulare neoplastica proveniente da tessuto epiteliale mammario di cui conserva una parte delle caratteristiche

**MCF-10:** linee cellulari presenti nel tessuto epiteliale del seno in soggetti sani

## Bibliografia

[1]. Barbault A, Costa FP, Bottger B, Munden RF, Bomholt F, et al. (2009) Amplitude-modulated electromagnetic fields for the treatment of cancer: Discovery of tumor-specific frequencies and assessment of a novel therapeutic approach. *J Exper Clin Cancer Res* 28:51–61.

[2]. Blackman CF (2012) Treating cancer with amplitude-modulated electromagnetic fields: a potential paradigm shift, again? *Br J Cancer* 106:241–2.

[3]. Cameron IL, Sun LZ, Short N, Hardman WE, Williams CD (2005) Therapeutic Electromagnetic Field (TEMF) and gamma irradiation on human breast cancer xenograft growth, angiogenesis and metastasis. *Cancer Cell Int* 5:23.

[4]. Elson EI (2009) The little explored efficacy of magnetic fields in cancer treatment and postulation of the mechanism of action. *Electromagn Biol Med* 28:275–82.

[5]. Zimmerman JW, Pennison MJ, Brezovich I, Yi N, Yang CT, et al. (2012) Cancer cell proliferation is inhibited by specific modulation frequencies. *Br J Cancer* 106:307–13.

- [6]. Repacholi MH, Greenebaum B (1999) Interaction of static and extremely low frequency electric and magnetic fields with living systems: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics* 20:133–60.
- [7]. World Health Organization: Electromagnetic fields and public health (2007) Exposure to extremely low frequency fields. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/en/index.html>. Accessed 2012 Nov 12.
- [8]. Crocetti S, Piantelli F, Leonzio C (2011) Selective destabilization of tumor cells with pulsed electric and magnetic sequences: a preliminary report. *Electromagn Biol Med* 30:128–35.
- [9]. Ruiz-Go´mez MJ, Marti´nez-Morillo M (2005) Enhancement of the cell-killing effect of ultraviolet-C radiation by short-term exposure to a pulsed magnetic field. *Int J Radiat Biol* 81:483–90.
- [10]. Yamaguchi S, Ogiue-Ikeda M, Sekino M, Ueno S (2006) Effects of pulsed magnetic stimulation on tumor development and immune functions in mice. *Bioelectromagnetics* 27:64–72.
- [11]. Kirson ED, Gurvich Z, Schneiderman R, Dekel E, Itzhaki A, Wasserman Y, Schatzberger R, Palti Y (2004) Disruption of cancer cell replication by alternating electric fields. *Cancer Res* 64(9):3288–95.
- .

---

### **Sperimentazione quadriennale sulla possibilita` di ridurre il limite di esposizione ai campi elettromagnetici in Francia: risultati e considerazioni**

Nella primavera del 2009, a seguito di una tavola rotonda sul tema delle radiofrequenze organizzata dal Ministero della Salute francese, e` stato istituito un Comitato operativo denominato COMOP, diventato poi COPIC nell'ottobre del 2011.

Uno degli obiettivi principali del Comitato e` stato di avviare e sovrintendere un progetto di durata quadriennale, dal 2009 al 2013, finalizzato a verificare la possibilita` di una riduzione sperimentale del limite di esposizione alle onde elettromagnetiche emesse dalle antenne per la telefonia mobile, valutando le conseguenze sulla copertura e sulla qualita` del servizio.

I risultati dello studio sono riportati in un rapporto pubblicato lo scorso luglio e contenente un'analisi dettagliata della sperimentazione. Il documento completo puo` essere consultato e scaricato all'indirizzo:

[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport\\_COPIC\\_31\\_juillet\\_2013.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_COPIC_31_juillet_2013.pdf)

Attualmente, il limite vigente in Francia per le frequenze relative alla telefonia mobile e` compreso tra 40 e 61 V/m, secondo le raccomandazioni dell'ICNIRP e dell'Unione Europea. Nella sperimentazione e` stato scelto di valutare l'impatto e le conseguenze di una drastica riduzione del limite a 0.6 V/m, per rispondere alle considerazioni formulate nella Raccomandazione 1863 del Consiglio d'Europa del marzo 2009 e ripresa successivamente con la Risoluzione 1815 del maggio 2011, in cui si raccomanda di "fissare soglie preventive per l'esposizione a lungo termine alle microonde e in tutte le zone all'interno (indoor), in accordo con il Principio di Precauzione, che non superino gli 0,6 Volt/metro e nel medio termine ridurre questo valore a 0,2 V/m".

Il progetto e` stato portato avanti in 16 citta` francesi che si differenziano tra loro principalmente per la tipologia di ambiente: rurale, montuoso, periferico, urbano e centro citta`. Valutazioni preliminari dei livelli di esposizione, della copertura di rete e della qualita` del servizio sono state condotte per le reti 2G e 3G, in tutte e 16 le citta` incluse nel progetto. Tali stime sono state portate avanti sia attraverso modelli numerici, che tramite l'effettiva misura dell'esposizione.

Da queste valutazioni preliminari è emerso che circa il 90% delle zone considerate presenta livelli di esposizione inferiori a 0,7 V/m e il 99% mostra livelli inferiori a 2,7 V/m. Ciò indica che le reti di telefonia mobile attualmente installate uniscono una buona copertura del segnale ad una contenuta esposizione della popolazione, con livelli medi ben al di sotto dei limiti ICNIRP attualmente vigenti in Francia per le frequenze utilizzate dalla telefonia mobile.

Il passo successivo è stato quindi quello di testare, tramite simulazioni numeriche e misure condotte sul campo, le conseguenze di una riduzione del limite di esposizione a 0,6 V/m nei 16 territori interessati; tali valutazioni hanno mostrato che l'abbassamento del limite di esposizione è accompagnato da una forte diminuzione della copertura di rete, in particolare all'interno degli edifici, che come conseguenza avrebbe una importante riduzione della qualità del servizio di telefonia mobile.

È stata infatti stimata una perdita media di copertura di rete dell'82% nel centro della città di Parigi, del 44% a Grenoble, zona urbana, e del 37% a Grand-Champ, zona rurale.

Anche considerando il limite di esposizione a 1 V/m nel centro della città di Parigi, è stata comunque stimata una diminuzione della copertura di rete all'interno degli edifici pari al 60-80%.

A completamento di questi risultati, sono state condotte simulazioni per valutare il numero dei siti che dovrebbero essere aggiunti per ripristinare la copertura di rete iniziale, mantenendo il limite di esposizione pari a 0,6 V/m. Da queste simulazioni è emerso che, per avere una copertura di rete soddisfacente, il numero dei siti dovrebbe essere triplicato.

Il rapporto relativo alla sperimentazione si limita a presentare i risultati ottenuti senza trarre alcuna specifica raccomandazione da essi; viene inoltre evidenziato che si tratta di uno studio tecnico ed innovativo poiché associando misure effettive a modelli informatici, è stato possibile ottenere una visione esauriente dei livelli di esposizione nelle 16 città e confermare come l'attuale installazione delle antenne per la telefonia mobile rispetti i limiti vigenti in Francia.

Sempre all'interno della tavola rotonda tenutasi nel 2009, il Comitato ha perseguito anche l'obiettivo di definire nuove procedure informative e di consultazione da mettere a disposizione dei comuni francesi e da accompagnare ai progetti di installazione di nuovi ripetitori.

Questo secondo progetto, incentrato sull'aspetto informativo e comunicativo, ha riguardato l'intervento di un gruppo di lavoro costituito da rappresentanti di associazioni, operatori della telefonia mobile e rappresentanti dello stato, incaricati di elaborare diverse tipologie di strumenti da mettere a disposizione dei comuni e della popolazione; tra questi sono inclusi la preparazione di dossier informativi redatti dagli operatori ad uso dei singoli comuni, l'organizzazione di riunioni pubbliche e periodiche all'interno dei comuni, la distribuzione di brochures informative e di contributi scritti redatti dai partecipanti ai dibattiti pubblici e privati.

L'analisi di questa parte informativa è stata affidata al Consiglio Generale per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile (CGEDD), che ha pubblicato un rapporto specifico in cui sono formulate dieci raccomandazioni generali finalizzate ad uniformare le pratiche informative, mantenendo comunque una certa flessibilità, per far sì che possano essere applicate ai differenti contesti, propri di ciascun territorio comunale.

Il rapporto della CGEDD può essere consultato e scaricato al seguente indirizzo: [http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/007235-01\\_rapport-synthese\\_cle1fab46.pdf](http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/007235-01_rapport-synthese_cle1fab46.pdf)

---

## **Limiti e valori di azione: cosa è cambiato nella nuova Direttiva Europea sulla Sicurezza sul Lavoro?**

La Direttiva 2013/35/UE, che va a sostituire ed abrogare le Direttive 2004/40/CE e 2008/46/CE, presenta sostanziali differenze rispetto alle precedenti, soprattutto per quanto riguarda la definizione di valori limite e valori di azione.

Un fattore che invece accomuna tutte e tre le Direttive è il non affrontare le ipotesi di effetti a lungo termine derivanti dalla esposizione ai campi elettromagnetici, dal momento che è opinione della Commissione Europea che al momento non sussistano prove scientifiche accertate di una relazione di natura causale e nello stabilire unicamente disposizioni minime lasciando ai singoli Stati la facoltà di mantenere o adottare disposizioni più favorevoli.

Nella Direttiva 2013/35/UE si parla di valori limite di esposizione (VLE) e di livelli di azione (LA) basati principalmente sulle raccomandazioni dell'ICNIRP e derivanti da analisi critica continua e dettagliata della letteratura scientifica pubblicata fino ad oggi.

La novità sostanziale rispetto alle precedenti edizioni della Direttiva consiste in un maggior dettaglio per quanto riguarda gli effetti: vengono infatti distinti gli effetti di natura puramente sanitaria da quelli di natura sensoriale.

Come effetti di natura sanitaria si considerano soprattutto il riscaldamento e la stimolazione del tessuto nervoso e sensoriale, fenomeni che si verificano in maniera dipendente dalla frequenza del campo elettromagnetico a cui il soggetto viene sottoposto. Con il termine effetti sensoriali invece si intendono una serie di disturbi temporanei delle percezioni sensoriali e di modifiche minori delle funzioni cerebrali ai quali i lavoratori sottoposti a campi elettromagnetici potrebbero essere soggetti.

Per la prima volta nel quadro normativo per la protezione dei lavoratori vengono presi in considerazione anche i campi statici, colmando una lacuna di fatto presente nelle precedenti edizioni della Direttiva.

Per semplicità il confronto verrà effettuato per range di frequenze, dal momento che al variare della frequenza del campo incidente, varieranno gli effetti predominanti.

Per le basse frequenze, fino a 10 kHz il fenomeno predominante è infatti l'induzione di correnti elettriche, oltre i 10 MHz invece il fenomeno predominante è il riscaldamento di tessuti ed organi, a frequenze intermedie saranno presenti entrambi gli effetti con una predominanza legata alla frequenza del campo incidente.

### **Campi statici – 0 Hz**

La problematica della esposizione professionale ai campi magnetici statici viene affrontata per la prima volta nella Direttiva 2013/35/UE; le precedenti edizioni infatti propongono limiti e valori di azione a partire dalla frequenza di 1 Hz; per quanto riguarda gli specifici limiti e valori di azione viene recepito quanto indicato nell'ultima versione delle Linee Guida prodotte dall'ICNIRP e relative ai campi statici.

Per i campi statici il valore limite relativo agli effetti sensoriali è correlato al senso di vertigine e ad altri effetti transitori legati principalmente al movimento nel campo statico, in condizioni di lavoro normali ed è posto pari a 2T con possibilità di superamenti fino al valore di 8T se l'esposizione riguarda unicamente gli arti; il limite per gli effetti sanitari è invece fissato ad 8T purchè le condizioni di lavoro siano controllate e le procedure siano atte a ridurre o minimizzare i movimenti all'interno del campo.

Sono stati introdotti anche dei livelli di azione posti a 0.5 mT per scongiurare gli effetti di interferenza con dispositivi impiantati, come ad esempio gli stimolatori cardiaci e 3 mT come protezione dal rischio di attrazione propulsiva in campo periferico.

### **Campi a bassa frequenza: 1 Hz – 10 MHz**

Nelle precedenti versioni della Direttiva i valori limite venivano espressi in termini di densità di corrente a capo e tronco fino ai 100 kHz, a cui si aggiungevano i valori espressi in SAR per le frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz.

Nella Direttiva 2013/35/EU i valori limite per gli effetti sanitari vengono espressi in funzione del campo elettrico interno inteso come valore di picco spaziale per l'intero corpo del soggetto esposto. Per gli effetti sensoriali viene fissato un limite solo per il range di frequenze compreso tra 1 Hz e 400 Hz per una azione di protezione dagli effetti del campo elettrico sul sistema nervoso centrale e da effetti transitori quali l'induzione di fosfeni retinici e modifiche minori di determinate funzioni cerebrali che si manifestano solo per gli intervalli di frequenza considerati nel quadro normativo. Anche in questo caso la quantità dosimetrica considerata è il campo elettrico interno limitato ai valori di picco spaziale nella testa del soggetto esposto.

Per quanto riguarda invece i livelli di azione, nella Direttiva 2004/40/CE e successive edizioni, questi ultimi venivano espressi in funzione di grandezze fisiche direttamente misurabili per via strumentale quali:

- Intensità del campo elettrico (E)
- Intensità del campo magnetico (H)
- Induzione magnetica (B)
- Corrente di contatto (IC)

Ponendo un unico valore per ciascuna grandezza esprimibile in funzione della frequenza.

Nella nuova Direttiva invece vengono fissati:

- Livelli di azione inferiori e superiori per l'intensità del campo elettrico - LA(E)
- Livelli di azione inferiori e superiori per l'induzione magnetica B – LA(B)  
Livelli di azione per le correnti di contatto – LA(Ic)
- Livelli di azione per l'induzione magnetica di campi magnetici statici – LA(B0)

Sia i livelli di azione inferiori che i superiori sono espressi in termini di campo elettrico (unità di misura V/m) e sono rappresentati dai valori efficaci della intensità del campo elettrico nel punto di misura, la loro espressione varia al variare della frequenza.

Per quanto riguarda invece il campo magnetico i livelli di azione inferiori sono derivati dai limiti per gli effetti sensoriali per le frequenze fino a 400 Hz, oltre questa frequenza derivano dagli effetti sanitari per il campo elettrico interno. I livelli superiori invece derivano dai valori limite relativi agli effetti sanitari per un campo elettrico interno correlato alla stimolazione elettrica dei tessuti nervosi periferici e autonomi nella testa e nel tronco.

Tali livelli di azione sono espressi, in funzione della frequenza, in termini di valore efficace della induzione magnetica (unità di misura T o sottomultipli), distinguendo tra esposizione a corpo intero ed esposizione localizzata unicamente agli arti.

Per quanto riguarda invece le correnti di contatto i livelli di azione e le loro formulazioni sono rimasti invariati nei quadri normativi specifici.

### **Campi a frequenza compresa tra 10 MHz e 300 GHz**

Nella Direttiva 2004/40/CE e successive, i limiti fino a 10 GHz venivano espressi in termini di SAR a corpo intero, e localizzato a capo e tronco calcolato su 10 gr di tessuto contiguo e con caratteristiche elettriche omogenee e mediato su 6 minuti di esposizione, oltre i 10 GHz si considerava invece la densità di potenza.

Nella nuova edizione della Direttiva per i campi tra 100 kHz e 6 GHz i limiti per gli effetti sanitari sono espressi in termini di SAR (unità di misura W/kg) sul corpo intero, su testa, tronco ed arti, mediato su 6 minuti per una massa di 10 gr di tessuto omogeneo contiguo; i valori sono identici ai valori limite della Direttiva 2004/40/CE.

I valori limite per gli effetti sensoriali nel range di frequenze compresi tra 0.3 GHz e 6 GHz sono legati alla prevenzione di effetti uditivi provocati dalla esposizione della testa a segnali a microonde pulsati e vengono espressi in termini di assorbimento specifico localizzato di energia (unità di misura J/kg o sottomultipli).

Per i campi da 6 GHz a 300 GHz vale ancora il limite in densità di potenza espresso nella precedente versione della normativa e vengono considerati solo gli effetti sanitari.

Per quanto riguarda invece i livelli di azione, nelle passate versioni della Direttiva, questi venivano espressi in termini di:

- Intensità del campo elettrico (E)
- Intensità del campo magnetico (H)
- Induzione magnetica (B)
- Densità di potenza di onda piana equivalente (Seq)
- Corrente di contatto (Ic) – fino a 110 MHz
- Corrente indotta attraverso gli arti (II) – nel range 10 – 110 MHz

Nella Direttiva 2013/35/EU i livelli di azione vengono espressi fino a 6 GHz in termini di intensità massima di campo elettrico e magnetico misurati nello spazio occupato dal corpo del lavoratore, per campi di frequenza superiore ai 6 GHz viene considerata anche la densità di potenza.

Per quanto riguarda le correnti di contatto e le correnti indotte attraverso gli arti il quadro normativo attuale rimane invariato rispetto al precedente.

Riguardo ad eventuali superamenti, la Direttiva 2004/40/CE indicava i limiti come valori che non possono mai essere superati, mentre i valori di azione, come indice che determina, in caso di superamento l'obbligo di adottare misure specifiche di protezione.

La Direttiva 2013/35/UE prevede alcuni casi in cui il superamento di determinati parametri può essere tollerato, sotto opportune condizioni, in particolare:

- I livelli di azione inferiori per il campo elettrico possono essere superati se:
  - Non vengono superati i valori limite per gli effetti sensoriali e, a maggior ragione, sanitari
  - Siano evitate scariche, scintille e correnti di contatto
  - I lavoratori siano informati
- I livelli di azione inferiori per il campo magnetico possono essere superati se:
  - Il superamento è giustificato dal processo lavorativo
  - L'esposizione è relativa solo a capo e tronco e non vengano superati i valori limite di esposizione per gli effetti sensoriali
  - Il superamento eventuale dei valori limite per effetti sensoriali sia temporaneo
  - Non siano mai superati i valori limite relativi agli effetti sanitari
  - Siano prese misure opportune a ridurre i rischi
  - I lavoratori siano informati
- I valori limite per effetti sensoriali possono essere superati se:
  - La cosa rimane temporanea
  - Non vengano superati i valori limite per effetti sanitari
  - Siano adottate misure per ridurre il rischio
  - I lavoratori siano informati

### Prospetto sintetico limiti

Direttiva 2004/40/CE e successive	Direttiva 2013/35/UE
Campi 0 Hz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nessuna limitazione specifica</li> </ul>	Campi 0 Hz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valori limite per effetti sensoriali</li> <li>• Valori limite per effetti sanitari</li> <li>• Livelli di azione per portatori di dispositivi impiantati e per attrazioni propulsive</li> </ul>
1 Hz – 400 Hz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valori limite espressi in densità di corrente indotta a capo e tronco</li> </ul>	1 Hz – 400 Hz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valori limite per effetti sensoriali espressi in termini di campo elettrico interno</li> <li>• Valori limite per effetti sanitari espressi in termini di campo</li> </ul>

	elettrico interno
400 Hz – 100 KHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite espressi in densità di corrente indotta a capo e tronco</li> </ul>	400 Hz – 100 KHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite per effetti sanitari espressi in termini di campo elettrico interno</li> </ul>
100 kHz – 10 MHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite espressi in termini di densità di corrente indotta a capo e tronco e di SAR (corpo intero, capo e tronco, arti)</li> </ul>	100 KHz – 10 MHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite per effetti sanitari espressi in termini di campo elettrico interno</li> <li>Valori limite per effetti termici espressi in termini di SAR a corpo intero, capo e tronco, arti</li> </ul>
300 kHz – 10 MHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite espressi in termini di densità di corrente indotta a capo e tronco e di SAR (corpo intero, capo e tronco, arti)</li> </ul>	300 kHz – 10 MHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite relativi agli effetti sensoriali legati all'assorbimento specifico di energia</li> </ul>
10 MHz – 6 GHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite espressi in termini di SAR a corpo intero, capo e tronco, arti</li> </ul>	10 MHz – 6 GHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite per effetti sanitari espressi in termini di SAR a corpo intero, capo e tronco, arti</li> </ul>
6 GHz – 10 GHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite espressi in termini di SAR a corpo intero, capo e tronco, arti</li> </ul>	6 GHz – 10 GHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite per effetti sanitari correlati alla densità di potenza</li> </ul>
10 GHz – 300 GHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite per effetti sanitari espressi in termini di densità di potenza</li> </ul>	10 GHz – 300 GHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori limite per effetti sanitari espressi in termini di densità di potenza</li> </ul>

### Prospetto sintetico valori di azione

Direttiva 2004/40/CE e successive	Direttiva 2013/35/UE
Campi 0 Hz <ul style="list-style-type: none"> <li>Non indicati</li> </ul>	Campi 0 Hz <ul style="list-style-type: none"> <li>Livelli di azione per portatori di dispositivi impiantati e per attrazioni propulsive</li> </ul>
1 Hz – 10 MHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori di azione espressi in termini di campo elettrico (E), campo magnetico (H), induzione magnetica (B), corrente di contatto</li> </ul>	1 Hz – 10 MHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Livelli di azione inferiori per campo elettrico espressi in V/m</li> <li>Livelli di azione superiori per campo elettrico espressi in V/m</li> <li>Livelli di azione inferiori per induzione magnetica espressi in Tesla o sottomultipli</li> <li>Livelli di azione superiori per induzione magnetica espressi in Tesla o sottomultipli</li> <li>Induzione magnetica per esposizione localizzata agli arti</li> <li>Livelli di azione per correnti di contatto</li> </ul>
100 kHz – 10 MHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Valori di azione espressi in termini di campo elettrico (E), campo magnetico (H), induzione magnetica (B), corrente di contatto</li> </ul>	100 kHz – 10 MHz <ul style="list-style-type: none"> <li>Livelli di azione per campo elettrico espressi in termini di intensità del campo elettrico</li> <li>Livelli di azione per campo magnetico</li> </ul>

	espressi in termini di induzione magnetica <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livelli di azione espressi in termini di corrente di contatto stazionaria</li> </ul>
10 MHz -110 MHz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valori di azione espressi in termini di campo elettrico (E), campo magnetico (H), induzione magnetica (B), corrente di contatto, corrente indotta attraverso gli arti, densità di potenza di onda piana equivalente</li> </ul>	10 MHz – 110 MHz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livelli di azione per campo elettrico espressi in termini di intensità del campo elettrico</li> <li>• Livelli di azione per campo magnetico espressi in termini di induzione magnetica</li> <li>• Livelli di azione espressi in termini di corrente di contatto stazionaria</li> <li>• Livelli di azione espressi in termini di corrente di contatto stazionaria e di corrente indotta attraverso gli arti (senza distinzione)</li> </ul>
110 MHz – 6 GHz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valori di azione espressi in termini di campo elettrico (E), campo magnetico (H), induzione magnetica (B), densità di potenza di onda piana equivalente</li> </ul>	110 MHz – 6 GHz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livelli di azione per campo elettrico espressi in termini di intensità di campo elettrico</li> <li>• Livelli di azione per campo magnetico espressi in termini di induzione magnetica</li> </ul>
6 GHz – 300 GHz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valori di azione espressi in termini di campo elettrico (E), campo magnetico (H), induzione magnetica (B), densità di potenza di onda piana equivalente</li> </ul>	6 GHz – 300 GHz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livelli di azione per campo elettrico espressi in termini di intensità di campo elettrico</li> <li>• Livelli di azione per campo magnetico espressi in termini di induzione magnetica</li> <li>• Livelli di azione espressi in termini di densità di potenza</li> </ul>

---

## Marconi Prize e MIC Conference 2013

Martin Cooper, uno dei principali artefici dell'avvento della telefonia mobile che esattamente quarant'anni fa fece la prima chiamata con un prototipo di telefono cellulare, si è aggiudicato il Marconi Prize 2013.

Questo premio, che costituisce uno dei riconoscimenti più prestigiosi nel campo delle telecomunicazioni, viene assegnato ogni anno dalla Marconi Society a quegli innovatori che si sono distinti per aver condotto lavori che abbiano contribuito a migliorare il progresso dell'umanità.

Quest'anno la cerimonia di premiazione si è svolta in associazione alla MIC Conference 2013, la prima Conferenza Internazionale dedicata alla scienza del pensiero creativo, tenutasi a Bologna nella sede di Unindustria dal 29 settembre al 1° ottobre ed organizzata dal Marconi Institute for Creativity (MIC) con il contributo di Fondazione Guglielmo Marconi, Dipartimento dell'energia elettrica e dell'informazione (DEI) dell'università di Bologna, Unindustria, Comune di Bologna, Fondazione Ugo Bordoni, Comune di Sasso Marconi, Gruppo Emiliano Romagnolo Cavalieri del Lavoro e Camera di Commercio di Bologna.

Alla Conferenza, coordinata dal professor Giovanni Emanuele Corazza, membro del CdA dell'Università di Bologna, sono intervenuti, oltre a Martin Cooper, molti degli inventori che in

passato si sono aggiudicati il Marconi Prize e che sono diventati Marconi Fellows: tra i nomi spiccano Vinton Gray Cerf, uno dei padri di Internet, John M. Cioffi, pioniere della tecnologia DSL e professore alla Stanford University, David N. Payne, direttore del Laboratorio di ricerca optoelettronica di Southampton, oggi presidente del board della Marconi Society, e Federico Faggin, creatore del primo microprocessore.

Nel corso dell'ultima giornata della MIC Conference, diversi personaggi di spicco tra cui lo stesso Martin Cooper, David Payne, Vinton Cerf e Constantijn Van Orange, Capo di Gabinetto di Neelie Kroes nonché principe di Olanda, si sono recati a Pontecchio Marconi per una visita a Villa Griffone, sede della Fondazione Guglielmo Marconi e luogo in cui l'inventore bolognese mise a punto il sistema di telegrafia senza fili che poi si diffuse in tutto il mondo.

Dopo i saluti di accoglienza da parte del Presidente della Fondazione Marconi, Prof. Gabriele Falciasecca, del Presidente della Fondazione Ugo Bordoni, Avv. Alessandro Luciano e del Sindaco di Sasso Marconi, Stefano Mazzetti, gli ospiti hanno potuto visitare il Museo Marconi, dedicato alle origini ed agli sviluppi delle radiocomunicazioni, soffermandosi ampiamente nella famosa "stanza dei banchi", il laboratorio in cui Marconi compì i suoi primi storici esperimenti.

La visita a Villa Griffone ha perciò rappresentato un momento particolarmente significativo dell'evento svoltosi a Bologna ed ha riscosso una grande approvazione da parte di tutti i partecipanti, che hanno potuto ripercorrere dal vivo un pezzo di storia così rilevante nel settore a cui hanno dedicato la loro prestigiosa carriera.

---

#### **Nuova sezione sul sito di Elettra 2000**

Il tema del bioelettroneurologia, con le sue implicazioni in ambito scientifico, tecnologico, legislativo e sociale, continua a suscitare interesse e ad animare il dibattito all'interno della comunità scientifica, delle istituzioni, dell'industria e della cittadinanza.

Il Consorzio Elettra 2000, impegnato nella costante osservazione di questo tema, inaugura un ciclo di interviste ospitate in una sezione dedicata sul sito, rivolte agli ai rappresentanti di Istituzioni, mondo industriale, Università ed Enti locali, con il fine di raccogliere il parere e le esperienze dei soggetti interessati, su un argomento sempre attuale e di grande rilevanza.

---