

# LA SORVEGLIANZA SANITARIA DEGLI ESPOSTI A CEM (IL RISCHIO PER LE PERSONE CON PARTICOLARE SENSIBILITA')

**Roberto Moccaldi**  
CNR

**Carlo Grandi**  
ISPESL

1

L'art. 183 (Lavoratori particolarmente sensibili) recita: *"Il datore di lavoro adatta le misure di cui all'articolo 182 alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, incluse le donne in stato di gravidanza ed i minori"*.

## **SORVEGLIANZA SANITARIA**

"L'art. 211 (sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a campi elettromagnetici) e l'art. 218 (sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni ottiche artificiali) affermano infatti al comma 1: *"La sorveglianza sanitaria viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità inferiore decisa dal medico competente con particolare riguardo ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio di cui all'articolo 183, tenuto conto dei risultati della valutazione dei rischi trasmessi dal datore di lavoro"*

**Il controllo dei lavoratori particolarmente sensibili è, anche normativamente, obiettivo primario della sorveglianza sanitaria**

## QUALI EFFETTI DA VALUTARE

### CAMPI ELETTROMAGNETICI :

- effetti acuti (diretti ed indiretti)

## PER QUALI FINALITA'

1. Individuare condizioni di ipersensibilità al rischio
2. Fornire indicazioni pratiche ai fini dell'espressione del giudizio di idoneità

Categorie di soggetti da ritenersi particolarmente sensibili al rischio da esposizione a **campi elettromagnetici** (punto 4.24 delle indicazioni operative del *Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Provincie Autonome (Documento 1-2009)*).

#### a) Soggetti portatori di:

- Schegge o frammenti metallici
- Clip vascolari e *stent*
- Valvole cardiache
- *Pacemaker* cardiaci defibrillatori impiantati
- Pompe di infusione di insulina o altri farmaci
- Corpi metallici nelle orecchie o impianti per udito
- Neurostimolatori, elettrodi impiantati nel cervello o subdurali
- Distrattori della colonna vertebrale
- Altri tipi di stimolatori o apparecchiature elettriche o elettroniche di qualunque tipo
- Corpi intrauterini (ad esempio spirale o diaframma)
- Derivazioni spinali o ventricolari, cateteri cardiaci
- Protesi metalliche di qualunque tipo (per pregresse fratture, interventi correttivi articolari etc.), viti, chiodi, filo etc.
- Espansori mammari, protesi peniene e altre protesi

#### b) Stato di gravidanza;

c) Soggetti con patologie del SNC, in particolare soggetti epilettici;

d) Soggetti con infarto del miocardio recente e con patologie del sistema cardiovascolare

# CAMPI ELETTROMAGNETICI

## 1. EFFETTI DIRETTI

## 2. EFFETTI INDIRETTI

5

### EFFETTI INDIRETTI

- **Interferenza** del campo elettromagnetico esterno con il funzionamento di dispositivi impiantati di tipo attivo (es. elettromedicali quali pacemaker, defibrillatori impiantati, pompe da infusione etc.);

- **Dislocazione** da parte del campo magnetico statico esterno di dispositivi impiantati ferromagnetici di tipo passivo o di corpi inclusi nei tessuti aventi proprietà ferromagnetiche (es. protesi metalliche, *clip* vascolari, *stent*, schegge metalliche etc.)

- **Induzione**, da parte di campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (in particolare 50 Hz) di correnti elettriche a livello di impianti o inclusi metallici, di entità tale da configurare un rischio per i tessuti elettricamente eccitabili, anche nel rispetto dei limiti di esposizione per i lavoratori;

- **Induzioni di riscaldamenti localizzati** potenzialmente pericolosi a livello di impianti o inclusi metallici da parte di campi a radiofrequenze, anche nel rispetto dei limiti di esposizione previsti per i lavoratori.

6

## OBIETTIVO DELLA SORVEGLIANZA SANITARIA

Identificare le condizioni individuali di natura fisiologica o patologica che potrebbero prefigurare un **rischio** per il lavoratore **esposto** a livelli di campo **anche inferiori ai limiti** previsti dalla normativa per i lavoratori

### Presenza di dispositivi impiantati:

1. Attivi (effetto: interferenza)
2. Passivi (effetto: dislocazione)

7

### Soglie di interferenza/dislocazione

con il funzionamento di dispositivi impiantati di tipo attivo (e con impianti o inclusi ferromagnetici) identificate per le diverse frequenze del campo elettromagnetico.

FREQUENZE DI CAMPO / DISPOSITIVI	CAMPI MAGNETICI STATICI	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSA FREQUENZA (ELF A 50 Hz)
STIMOLATORI CARDIACI (maggior parte dei modelli)	0,5-1 mT (ACGIH 2010)	100 $\mu$ T (ACGIH 2010) 1 KV/m (ACGIH 2010)
IMPIANTI o INCLUSI FERROMAGNETICI	3 mT (Direttiva 2004/40/CE) (D.Lgs 81/08)	

E' necessario caratterizzare accuratamente sia l'esposizione sia il dispositivo e riferirsi, ove esistenti, a standard di prodotto, a eventuali istruzioni fornite dal fabbricante e a indicazioni di letteratura.

## DISPOSITIVI IMPIANTATI DI TIPO ATTIVO

### Interferenza elettromagnetica

- Interessa **tutti gli intervalli spettrali non ottici**
- In alcuni casi la **natura della sorgente e le condizioni di lavoro** implicano la elevata probabilità di interferenza.
- Per altri la probabilità è legata dalla distanza fisica dalla fonte, ossia all'individuazione di **distanze di sicurezza** rispettate le quali il rischio di interferenza è minimo o nullo.
- **NB:** I valori di distanza indicati in tabella in relazione alle singole fonti sono puramente indicativi, essendo necessaria una caratterizzazione accurata della sorgente in termini di potenza, configurazione geometrica, livelli di emissione
- Per altre ancora, infine, è invece legata alla **potenza di emissione**

9

Situazioni espositive, tipologie di sorgenti, *cut-off* di potenza e distanza dalla fonte che configurano, per le diverse frequenze del campo elettromagnetico, **controindicazione** alla mansione per portatori di **dispositivi impiantati di tipo attivo** (in relazione a effetti indiretti).

FREQUENZE DI CAMPO/ DISPOSITIVI	CAMPI MAGNETICI STATICI	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSA FREQUENZA (in particolare ELF)	RADIOFREQUENZE
<b>Impianti attivi</b> Pace-maker cardiaci, defibrillatori impiantati, pompe da infusione (insulina etc.), impianti cocleari, neurostimolatori	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RM:</b> Attività all'interno della isolinea pari a <b>0,5 mT</b></li> <li>• <b>Saldatura</b></li> <li>• <b>Elettrolisi</b></li> <li>• Distanza <b>inferiore a 5 metri</b> da <b>grossi motori a corrente continua</b> e da <b>magneti industriali</b></li> <li>• Distanza <b>inferiore a 5 metri</b> da <b>acceleratori di particelle</b> (ricerca, produzione di radioisotopi, radioterapia con LINAC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Saldatura</b></li> <li>• Attività di manutenzione presso le <b>stazioni di produzione e trasformazione dell'elettricità</b> e le <b>linee di trasmissione</b></li> <li>• Distanza <b>inferiore a 5 metri</b> da <b>grossi motori a corrente alternata</b></li> <li>• Utilizzo di <b>utensili ed altre attrezzature elettriche portatili</b> in stretta prossimità del dispositivo (martello pneumatico, sega elettrica, grossi decespugliatori etc.)</li> <li>• Attività in prossimità di <b>apparecchiature per terapia fisica</b> e di <b>apparecchiature per stimolazione magnetica transcranica (TMS)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distanza <b>inferiore a 15 cm</b> da sorgenti con <b>potenza di picco fino a 2 W</b> (es: telefoni cellulari, cordless, cercapersone)</li> <li>• Distanza orientativa <b>inferiore a 1-2 m</b> per sorgenti di <b>potenza di picco &gt; 2 W</b> (es: antenne radio-base). Per potenze molto maggiori la distanza deve essere valutata caso per caso</li> <li>• <b>Trattamenti termici industriali di materiali vari</b> (es: incollaggio, modellatura etc.)</li> <li>• Attività in prossimità di <b>apparecchiature per terapia fisica</b></li> <li>• Utilizzo di <b>elettrobisturi</b></li> </ul>

10

## DISPOSITIVI DI TIPO PASSIVO/INCLUSI

- campo magnetico statico: **azione meccanica** sull'impianto ferromagnetico, con possibili spostamenti o compressioni/lacerazioni dei tessuti limitrofi (**soglia "normativa"** di effetto pari a **3 mT**)
- campi elettrici e magnetici in bassa frequenza: **induzione di correnti** di entità rilevante nella struttura metallica impiantata o inclusa, con possibili rischi di stimolazione dei tessuti muscolare e nervoso.
- radiofrequenze: **non rischi** di induzione di riscaldamenti pericolosi della componente metallica impiantata o inclusa alle intensità di campo in gioco.

11

Situazioni espositive, tipologie di sorgenti, *cut-off* di potenza e distanza dalla fonte che possono configurare, per le diverse frequenze del campo elettromagnetico, **controindicazione** alla mansione per portatori di **dispositivi impiantati di tipo passivo** (in relazione a effetti indiretti).

FREQUENZE DI CAMPO / DISPOSITIVI	CAMPI MAGNETICI STATICI	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSA FREQUENZA (in particolare ELF)
<b>Impianti non attivi</b> Clips vascolari, valvole cardiache, <i>stent</i> , distrattori della colonna, corpi intrauterini, derivazioni spinali e ventricolari e cateteri cardiaci, schegge e frammenti metallici, protesi metalliche di ogni tipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RM</b>: Attività all'interno della isolinea pari a <b>3 mT</b></li> <li>• <b>Saldatura</b></li> <li>• <b>Elettrolisi</b></li> <li>• Distanza <b>inferiore a 5 m</b> da <b>grossi motori a corrente continua</b> e da <b>magneti industriali</b></li> <li>• Distanza <b>inferiore a 5 m</b> da <b>acceleratori di particelle</b> (ricerca, produzione di radioisotopi, radioterapia con LINAC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attività di manutenzione presso le <b>stazioni di produzione e trasformazione dell'elettricità</b> e le <b>linee di trasmissione</b></li> <li>• Distanza <b>inferiore a 5 m</b> da <b>grossi motori a corrente alternata</b></li> </ul>

## EFFETTI DIRETTI

1. Il campo magnetico **statico** perturba i flussi di carica in movimento e può pertanto interferire, in funzione dell'intensità, con la generazione e la trasmissione dell'impulso nervoso e neuromuscolare.
2. I campi elettrici e magnetici a **bassa frequenza** sono in grado di indurre correnti elettriche nei tessuti potendo interferire, con la generazione e la trasmissione dell'impulso nervoso e neuromuscolare.
3. I campi in **radiofrequenza** dissipano la loro energia nei tessuti sotto forma di calore, essendo quindi in grado di determinare rialzi termici che, possono risultare **lesivi per tessuti e organi**. I più vulnerabili sono rappresentati dalle strutture poco vascolarizzate (quali il cristallino) o dagli organi che devono trovarsi fisiologicamente a temperature inferiori (testicolo), ma rialzi termici significativi potrebbero perturbare anche altre funzioni fisiologiche, ad esempio la secrezione endocrina.

Non esiste però una vera e propria linea di demarcazione netta tra le frequenze per quanto riguarda il meccanismo d'azione. Anzi, da alcuni MHz fino a 100 MHz possono assumere importanza, in funzione delle condizioni di esposizione, tanto l'induzione di corrente quanto il riscaldamento.

## OBIETTIVO DELLA SORVEGLIANZA SANITARIA

**Identificare le condizioni individuali** di natura fisiologica o patologica, congenite o acquisite, che potrebbero prefigurare un **rischio** per il lavoratore **esposto** a livelli di campo **anche inferiori ai limiti** previsti dalla normativa per i lavoratori

1. **Gravidanza**
2. **Presenza di patologie di organi e tessuti elettricamente stimolabili**
3. **Ipertiroidismo**

# 1. Gravidanza

- Non esistono dati di letteratura che supportino in modo consistente l'esistenza di un rischio particolare per l'embrione o il feto nello spettro tra 0 e 300 GHz
- Il prodotto del concepimento deve essere considerato **membro a tutti gli effetti della popolazione nel suo insieme**; i requisiti di protezione del concepito devono essere almeno pari a quelli previsti per la popolazione generale

## Valori limite per la lavoratrice in gravidanza

CAMPI MAGNETICI STATICI	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSA FREQUENZA (in particolare ELF)	RADIOFREQUENZE
<b>40 mT</b> (ICNIRP 94; pari a 1/5 limite lavoratori D.Lgs 81/08) <b>400 mT</b> (ICNIRP 2009)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Campo elettrico a 50 Hz: <b>5 kV/m</b> (valore limite stabilito dal DPCM 8 luglio 2003)</li><li>• Campo magnetico a 50 Hz, esposizione discontinua: <b>100 <math>\mu</math>T</b> (valore limite stabilito dal DPCM 8 luglio 2003)</li><li>• Campo magnetico a 50 Hz, esposizione prolungata: <b>10 <math>\mu</math>T</b> (valore di attenzione stabilito dal DPCM 8 luglio 2003)</li></ul>	<b>6 V/m</b> (valore di attenzione stabilito per l'intero spettro delle radiofrequenze dal DPCM 8 luglio 2003)

## 2. Presenza di patologie di organi e tessuti elettricamente stimolabili (SNC e cuore):

### CM Statici e Basse frequenze – meno le RF

- SNC:** - male epilettico (non controllato)
- Cuore:** - aritmie cardiache (non controllate)
- **stati patologici del cuore**, dell'emodinamica o di altri organi ed apparati **che possano favorire l'insorgenza di aritmie**, tra i quali:
- **pregresso infarto** del miocardio,
  - **cardiopatia ischemica** in genere,
  - **alcuni vizi valvolari cronici** (non corretti),
  - **ipertensione severa** non controllata,
  - **patologie polmonari** con alterazioni emodinamiche del piccolo circolo,
  - **patologie o trattamenti farmacologici** comportanti significativi **squilibri elettrolitici e/o effetti proaritmogeni**,
  - **ipertiroidismo** non controllato
    - **sindrome del Q-T lungo**
    - **sindrome di WPW**



### 3. Ipertiroidismo grave (con rilevante aumentata produzione di calore metabolico): Radiofrequenze

L'**ipertiroidismo grave**, se non trattato, può tradursi in un maggior rischio di effetti avversi una volta che ad una più elevata produzione basale di calore si somma il riscaldamento dovuto al campo.

I lavoratori affetti da **evidente ipertiroidismo non controllato non possono ritenersi idonei** a mansioni che espongano a livelli di campo a radiofrequenze superiori ai limiti previsti per la popolazione generale.

17

Condizioni di **preesistenti patologie organiche** per le quali il lavoratore può essere considerato particolarmente sensibile al rischio di **effetti diretti del campo elettromagnetico** e in relazione alle quali è quindi **controindicata l'esposizione a livelli superiori ai limiti previsti per la popolazione generale**

CAMPI MAGNETICI STATICI	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSA FREQUENZA (in particolare ELF)	RADIOFREQUENZE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Epilessia non controllata</li> <li>•Aritmia cardiaca non controllata</li> <li>•Sindrome del QT lungo</li> <li>•Sindrome di Wolf-Parkinson-White</li> <li>•Ipertiroidismo non controllato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ipertiroidismo non controllato</li> <li>•Epilessia non controllata*</li> <li>•Aritmia cardiaca non controllata*</li> </ul>

\* da considerare solo in condizioni di campo vicino

18

## ALCUNE SPECIFICAZIONI.....

- **Cristallino / Testicolo (riscaldamento da RF)**
- **Intolleranza ambientale idiopatica ai CEM (ex Ipersensibilità ai CEM)**

19

## **Cristallino (scarsa vascolarizzazione) e Testicolo (temperatura funzionale inferiore ): Radiofrequenze**

### **Cristallino**

Le soglie per la cataratta da radiofrequenze sono molto elevate, (spesso superiori a 100 W/kg). **Non si ritiene che la presenza di preesistenti opacità del cristallino configuri una condizione di maggior sensibilità agli effetti del riscaldamento da parte delle radiofrequenze**, stante l'ampio margine di sicurezza rispetto alle soglie minime di induzione (peraltro non costante) dell'effetto.

### **Testicolo**

L'inibizione termica della spermatogenesi è considerata **reversibile** e per essere di entità significativa necessita di un aumento di temperatura di **1-2°C** o superiore. **I limiti di esposizione alle radiofrequenze previsti per i lavoratori sono quindi protettivi**. Non è noto allo stato delle conoscenze se condizioni preesistenti di diminuita spermatogenesi o diminuita produzione ormonale (di varia etiologia) possano rappresentare un elemento di particolare sensibilità per effetti a livello della gonade maschile.

20

## **Intolleranza ambientale idiopatica attribuita ai campi elettromagnetici**

- 1. alta correlazione tra percezione dello stato della sorgente e presenza di sintomi**
- 2. nessuna correlazione tra percezione dei sintomi e stato effettivo della sorgente.**

Ciò significa che la sintomatologica riferita non è oggettivamente correlata alle emissioni elettromagnetiche della sorgente, non essendo riproducibile in condizioni controllate (EMF-NET 2007, Rubin et al. 2010)

**Non si ritiene pertanto giustificata in questi casi la formulazione di un giudizio di non idoneità alla mansione**

21

## **Intolleranza ambientale idiopatica attribuita ai campi elettromagnetici**

Il MC potrà verificare:

- che il fenomeno non possa essere attribuibile ad altre cause
- le tipologie di sorgenti che effettivamente lo scatenano (RSPP)
- il livello di consapevolezza del lavoratore circa i rischi lavorativi
- altri aspetti di natura psicologica ed organizzativa

al fine di fornire al lavoratore interessato una **corretta informazione sul rischio da CEM**, per ridurre o eliminare la sintomatologia lamentata.

Potrebbe essere altresì opportuna, in funzione dell'entità del quadro clinico, un'opera di mediazione all'interno della realtà produttiva, allo scopo di verificare la fattibilità per quel lavoratore di eventuali modifiche dell'organizzazione del lavoro o della mansione.

22

**Grazie per l'attenzione**

**Roberto Moccaldi**

Consiglio Nazionale delle Ricerche

Via dei Taurini 19 – 00185 Roma

[roberto.moccaldi@cnr.it](mailto:roberto.moccaldi@cnr.it)

**AIRM**