

dba incontri 2016

**CEM nei luoghi di lavoro:
Legislazione, Valutazione, Tutela.**

dba incontri 2016

- Grandezze fisiche e sorgenti di CEM nei luoghi di lavoro
- Aggiornamenti legislativi
- Misurazione di CEM e Valutazione del Rischio
- Misure di Prevenzione e Protezione
- Esperienze ed approfondimenti

dba incontri 2016

**Campi Elettromagnetici nei
luoghi di lavoro.
Legislazione, Valutazione, Tutela.**

Atti a cura di:

S. Goldoni, P. Nataletti, N. Della Vecchia, O. Nicolini

Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro:
Legislazione, Valutazione, Tutela.

In collaborazione con





dBA incontri **2016**

Chiunque è autorizzato a riprendere parti di questo testo a patto di citare l'articolo con i relativi Autori ed il Volume con i suoi Curatori.

<http://www.ausl.mo.it/dsp/dba>

dBAinfo@ausl.mo.it

dBA incontri **2016**

Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro.
Legislazione, Valutazione, Tutela.

Convegno Nazionale promosso da:



In collaborazione con:



Bologna, 21 ottobre 2016

Atti a cura di:

S.Goldoni, P.Nataletti, N.Della Vecchia, O.Nicolini

Comitato Promotore

Massimo Annicchiarico	Azienda USL di Modena
Adriana Giannini	Regione Emilia-Romagna
Ester Rotoli	INAIL

Comitato Scientifico

Fabrizio Benedetti	INAIL
Fabiano Bondioli	Ordine degli Ingegneri di Bologna
Tommaso De Nicola	INAIL
Carlo De Petris	INAIL
Davide Ferrari	Azienda USL di Modena
Silvia Goldoni	Azienda USL di Modena
Sergio Iavicoli	INAIL
Luciano Marchiori	Coordinamento Tecnico Interregionale Prevenzione Luoghi di Lavoro
Giuseppe Monterastelli	Regione Emilia-Romagna
Gabriella Mortera	Ordine Interprovinciale dei Chimici dell'Emilia-Romagna
Omar Nicolini	Università di Modena e Reggio Emilia Scuola di Spec. Medicina del Lavoro
Iole Pinto	Usl Toscana Sud-Est
Giuliano Tagliavento	Coordinamento Tecnico Interregionale Prevenzione Luoghi di Lavoro

Segreteria Scientifica

S.Goldoni, P.Nataletti, N.Della Vecchia, O.Nicolini

Segreteria Organizzativa

Morena Piumi: formazionesp@ausl.mo.it

Redazione:

Silvia Goldoni, Nino Della Vecchia

Azienda USL di Modena - Dipartimento di Sanità Pubblica - SPSAL
Via Martiniana, 21 Baggiovara – 41126 Modena; Tel. 059-3963100

PRESENTAZIONE

Questo volume raccoglie gli Atti del Convegno “**dB_A_{incontri}2016 – Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro. Legislazione, Valutazione, Tutela**” che si è tenuto a Bologna il 21 ottobre 2016. Il Convegno, incentrato come sempre sulla tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, è stato organizzato dalla *Regione Emilia Romagna*, Assessorato alla Sanità, dall’*Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena*, Dipartimento di Sanità Pubblica e dall’*INAIL*, Istituto Nazionale Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro.

L’edizione di **dB_A_{incontri}2016** è intervenuta subito dopo l’entrata in vigore del Decreto Legislativo 01 agosto 2016, n. 159, recante “*Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE*”. Tale decreto ha modificato il *Capo IV del Titolo VIII–Agenti Fisici* del D.Lgs. 81/2008, adeguando la legislazione italiana agli ultimi cambiamenti normativi, recepiti sia a livello europeo che a livello internazionale, in materia di esposizione dei lavoratori ai CEM.

dB_A_{incontri}2016, che si rivolge ai tecnici privati e pubblici di igiene industriale, ai medici competenti, ai responsabili e agli addetti dei servizi di prevenzione e protezione aziendali, analizza gli aggiornamenti legislativi e consente di riflettere sulle condizioni di tutela della salute e sicurezza dei lavoratori rispetto ai rischi dovuti all’esposizione ai campi elettromagnetici, grazie a relazioni su esperienze, approfondimenti e ricerche di valutazione, prevenzione e protezione dei rischi da CEM.

Gli Atti di **dB_A_{incontri}2016**, disponibili anche in formato elettronico, si avvalgono dei contributi dei principali esperti del settore a livello nazionale e riportano, nell’appendice dedicata ai “Documenti”, il testo del Decreto Legislativo 01 agosto 2016, n. 159 e della Direttiva 2013/35/UE. Ci auguriamo che i materiali presentati possano essere di valido ausilio per gli operatori della tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Ringrazio il Comitato Promotore, il Comitato Scientifico, la Segreteria Scientifica, gli Autori delle relazioni qui raccolte, i partecipanti al Convegno, la Redazione e tutti coloro che hanno contribuito con il loro impegno all’organizzazione della manifestazione.

Il Responsabile Scientifico
Silvia Goldoni



d=BA incontri **2016**

Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro.
Legislazione, Valutazione, Tutela.

Programma

8.30 *Registrazione dei partecipanti ECM e CFP*

9.00 *Apertura del Convegno - Saluti*

Moderatori: **Pietro Nataletti** (INAIL)
Silvia Goldoni (Azienda USL di Modena)

9.20 *Grandezze fisiche e criteri di valutazione del rischio di esposizione a CEM, **D. Andreuccetti** (IFAC CNR)*

9.40 *Il D.Lgs. 159/2016 recante attuazione della Direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di salute e sicurezza relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti da CEM, **A. Ghani Ahmad** (Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali), **P. Rossi** (Ministero della Salute)*

10.20 *Sorgenti di CEM nei luoghi di lavoro ed esposizione dei lavoratori: uso del PAF, **I. Pinto, A. Bogi, N. Stacchini, D. Gioia** (Laboratorio di Sanità Pubblica, Usl Toscana Sud-Est)*

10.40 *Il processo di valutazione del rischio mediante misurazioni: quali strumentazioni, quali parametri, quali metodologie **G. Gambino, A. Merlino, G. Quadrio** (CeSNIR Srl)*

11.00 *Dibattito*

Moderatori: **Omar Nicolini** (Università di Modena e Reggio Emilia, Scuola di Specializz. in Medicina del Lavoro)
Paolo Paraluppi (Azienda USL di Pavia)

11.20 *Valutazione del rischio per i portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (DMIA)*, **R. Falsaperla** (INAIL), **E. Mattei** (ISS – Dipartimento Tecnologia e Salute)

11.40 *Focus sugli utilizzi della risonanza magnetica nei differenti settori di impiego*, **F. Campanella**, **D. D'ambrogi**, **M. A. D'Avanzo**, **M. Di Luigi**, **A. Fiorelli**, **M. Mattozzi**, **L. Moretti** (INAIL)

12:00 *La sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a CEM: indicazioni operative*, **F. Gobba** (Università di Modena e Reggio Emilia - Dipartimento di Scienze Biomediche, Metaboliche e Neuroscienze - Cattedra di Medicina del Lavoro)

12.20 *Rischio CEM nei luoghi di lavoro: criteri per una efficace vigilanza*, **I. Pinto**, **A. Bogi**, **N. Stacchini** (Laboratorio di Sanità Pubblica, Usl Toscana Sud-Est)

12.40 Dibattito

13.00 Chiusura lavori

d3A incontri 2016

Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro: Legislazione, Valutazione, Tutela

Bologna, 21 ottobre 2016

In collaborazione con:





Indice generale

RELAZIONI

Grandezze fisiche e criteri di valutazione del rischio di esposizione a CEM

Daniele Andreuccetti pag. 3

Il Decreto Legislativo 01 agosto 2016, N. 159 recante attuazione della Direttiva Europea 2013/35/UE del Parlamento e del Consiglio del 26 giugno 2013, sulle disposizioni minime di salute e sicurezza relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici), e che abroga la Direttiva 2004/40/CE

Abdul Ghani Ahmad, Paolo Rossi pag. 17

Sorgenti di CEM nei luoghi di lavoro ed esposizione dei lavoratori: uso del PAF

Iole Pinto, Andrea Bogi, Nicola Stacchini, Domenico Gioia pag. 27

Il processo di valutazione del rischio da campi elettromagnetici mediante misurazioni: quali strumentazioni, quali parametri, quali metodologie

Gianluca Gambino, Alessandro Merlino, Gabriele Quadrio pag. 39

Valutazione del rischio per i portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (DMIA)

Rosaria Falsaperla, Eugenio Mattei pag. 53

Focus sugli utilizzi della Risonanza Magnetica nei differenti settori di impiego

Francesco Campanella, D. D'Ambrogi, Maria Antonietta D'Avanzo, Massimiliano Di Luigi, Ari Fiorelli, Massimo Mattozzi, Laura Moretti pag. 63

La sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a campi elettromagnetici: indicazioni operative

Fabriziomaria Gobba pag. 91

Rischio CEM nei luoghi di lavoro: criteri per un'efficace vigilanza

Iole Pinto, Andrea Bogi, Nicola Stacchini pag. 103

La normativa nazionale in materia di impiego in ambito medico della Risonanza Magnetica: alcune criticità percepite dall'utilizzatore

Domenico Acchiappati, Paolo Bassoli, Marco Serafini pag. 113

Esposizione ai campi elettromagnetici: la valutazione del rischio secondo le indicazioni della Guida non vincolante della Commissione Europea

Gian Marco Contessa pag. 121

Il Portale Agenti Fisici: stato dell'arte e prospettive

Pietro Nataletti, Iole Pinto pag. 129

DOCUMENTI

Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE

pag. 145

Decreto Legislativo 01 agosto 2016, n. 159, recante “Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE”

pag. 167

La biblioteca di **d-A** & altre Pubblicazioni

pag. 183





Campi Elettromagnetici
nei luoghi di lavoro.

Legislazione,

Valutazione,

Tutela.



GRANDEZZE FISICHE E CRITERI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE A CEM

Daniele Andreuccetti ⁽¹⁾

⁽¹⁾ IFAC-CNR, via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI)

1 – INTRODUZIONE

Le principali grandezze fisiche coinvolte nel processo di valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici (CEM) sono in primo luogo le ben note grandezze fondamentali del campo elettromagnetico stesso: il **campo elettrico E** (che descrive l'interazione tra cariche elettriche), il **campo magnetico H** o l'**induzione magnetica B** (che riguardano l'interazione tra cariche in movimento e quindi tra correnti elettriche) e la **densità di potenza S** (che misura l'energia trasportata da un'onda elettromagnetica per unità di tempo e unità di superficie attraversata). A queste si aggiungono le grandezze indotte dal campo nei tessuti dell'organismo esposto: la **corrente elettrica** che scorre in essi e la potenza depositata, misurata dal parametro **SAR** (*Specific Absorption Rate*). Infine, occorre tenere presenti gli **indici di esposizione**, necessari in particolare per la valutazione dell'esposizione a campi con forma d'onda non sinusoidale.

Un buon punto di partenza per discutere il ruolo di queste grandezze nel processo di valutazione dell'esposizione è fornito dalle *linee guida* internazionali "a base scientifica". Esse, partendo da presupposti consolidati ed applicando processi logici e matematici il più possibile rigorosi, giungono a formulare:

- i **limiti di sicurezza**, cioè i valori massimi delle grandezze fisiche coinvolte, da non superare se si vogliono prevenire gli effetti indesiderati dell'esposizione;
- la **metrica** con cui valutare il rispetto di tali limiti, ovvero per esempio come tener conto della variazione nello spazio e nel tempo o del contenuto spettrale delle grandezze considerate.

In questa sede ci riferiremo, in particolare, alle *linee guida* dell'**International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection** (ICNIRP, www.icnirp.org) ^[1,2,3,4,5] che, come è noto, rappresentano una delle più autorevoli fonti normative attualmente disponibili; esse costituiscono anche la base scientifica delle disposizioni in materia emanate dalle istituzioni della Comunità o dell'Unione Europea ^[6,7].

Le linee guida sono completate dalle *norme tecniche* (come le norme CEI/CENELEC, vedere ad esempio ^[8,9]), in cui vengono fornite le indicazioni attraverso le quali dare applicazione pratica al processo di verifica della conformità

ai *limiti di sicurezza* indicati dalle linee guida, nel rispetto della *metrica* di valutazione di volta in volta appropriata.

Valutare il rischio connesso all'esposizione di un individuo ad un campo elettromagnetico significa quindi determinare – mediante misure o calcoli – il valore assunto dalle grandezze fisiche indicate nelle normative, adottando procedure di misura e/o di elaborazione conformi alla metriche richieste, in modo da poter poi confrontare il risultato ottenuto con il valore limite specificato nelle norme stesse.

2 – IL RAZIONALE SCIENTIFICO DELLE NORMATIVE

Il “razionale” delle normative comprende i presupposti scientifici e i percorsi metodologici sulla base dei quali esse sono state costruite. In ambito ICNIRP, i punti fondamentali del razionale comprendono: (1) la distinzione tra lavoratori professionalmente esposti e popolazione generale; (2) l'impostazione basata sugli effetti; (3) l'articolazione su due piani di valutazione.

2.1 – DISTINZIONE TRA LAVORATORI ESPOSTI E POPOLAZIONE GENERALE

L'impianto normativo pressoché universalmente accettato (non solo in ambito ICNIRP) prevede che si tuteli maggiormente (cioè con valori limite *più bassi*) la **popolazione generale** rispetto ai **lavoratori professionalmente esposti**, in considerazione sia dei controlli sanitari che la legge impone di effettuare nei luoghi di lavoro, sia della presenza – tra la popolazione generale – di persone ignare dell'esposizione subita e appartenenti a categorie ritenute particolarmente sensibili (bambini, anziani, individui non in buone condizioni di salute).

Come *lavoratore professionalmente esposto* si dovrebbe intendere chi è addetto ad una mansione che comporta **necessariamente** l'esposizione ai CEM, mentre tutti gli altri lavoratori dovrebbero essere trattati alla stregua della popolazione generale. In proposito, le vigenti procedure di valutazione e riduzione del rischio (vedere per esempio ^[9]) prevedono che nei luoghi di lavoro si realizzi una **zonizzazione**, distinguendo le aree in cui:

- sono rispettati i valori limite per la protezione della *popolazione generale* e quindi l'accesso è consentito a chiunque senza limitazioni;
- non sono rispettati i valori limite per la *popolazione generale*, ma lo sono quelli per i *lavoratori professionalmente esposti* e pertanto l'accesso è consentito solo a questi ultimi; essi si suppongono essere:
 - in età lavorativa, buone condizioni di salute ed idonei ad operare in presenza di intensi campi elettromagnetici,
 - al corrente dell'esposizione subita e informati sulla presenza e sulla posizione delle sorgenti,
 - addestrati a limitare l'esposizione e a far fronte alle eventuali conseguenze di una sovraesposizione accidentale,
 - sottoposti a regolare sorveglianza sanitaria;
- non sono rispettati neppure i valori limite per la protezione dei *lavoratori professionalmente esposti* e quindi l'accesso dovrebbe, di regola, essere impedito a chiunque.

Per altro, anche in luoghi riservati ai soli addetti, i limiti per la popolazione dovrebbero essere presi come riferimento per la tutela dei lavoratori particolarmente sensibili, come ad esempio i portatori di dispositivi medici impiantati.

Queste considerazioni portano a concludere che *i valori limite specificati per la popolazione generale assumono rilevanza anche nei luoghi di lavoro e saranno quindi presentati e discussi nel seguito, accanto ai valori limite ed alle prescrizioni specifiche per le esposizioni occupazionali.*

2.2 – IMPOSTAZIONE BASATA SUGLI EFFETTI

Le normative di protezione dai CEM hanno l'obiettivo di scongiurare l'eventualità che individui umani siano esposti a livelli di campo tanto intensi da provocare **effetti biologici o sanitari**. Per *effetto biologico* si intende una variazione morfologica o funzionale nei tessuti, organi o sistemi dell'organismo esposto; l'effetto diventa *sanitario* quando comporta una alterazione patologica dello stato di salute. Si usa distinguere due classi di effetti: gli **effetti a breve termine** (che possono essere **diretti** o **indiretti**) e gli **effetti a lungo termine**.

Le linee guida ICNIRP mirano alla prevenzione degli *effetti diretti a breve termine* (detti anche **effetti acuti**), per i quali esistono evidenze scientifiche e conoscenze dettagliate sufficienti alla costruzione dei limiti di sicurezza. Per gli *effetti acuti* sono noti infatti: i meccanismi di azione, le grandezze fisiche coinvolte, le relative soglie in funzione della frequenza, le relazioni dose-risposta. Come vedremo, gli effetti acuti possono essere a loro volta suddivisi in tre tipologie: effetti di **induzione di nausea o vertigini**; effetti di **stimolazione dei tessuti elettricamente eccitabili**; effetti di **riscaldamento** (o **termici**).

2.2.1 – Effetti acuti

Le norme di sicurezza sono *organizzate in funzione degli effetti acuti che si vogliono prevenire*: esistono norme per la prevenzione degli effetti di stimolazione, norme per la prevenzione degli effetti di riscaldamento ecc. Detto in modo semplice, per ogni effetto la relativa norma identifica la grandezza fisica (detta **grandezza dosimetrica**) più idonea a descrivere l'interazione biofisica da cui esso viene generato, individua la soglia a cui l'effetto si manifesta (di solito variabile in funzione della frequenza), applica ad essa un conveniente margine di cautela e determina così il livello da non superare per scongiurare il manifestarsi dell'effetto stesso. In molti casi, la *grandezza dosimetrica* è una grandezza fisica indotta **all'interno** all'organismo esposto.

La **Tabella 1** riporta i principali effetti presi in considerazione dalle linee guida ICNIRP, indicando per ciascuno la *grandezza dosimetrica* di riferimento e l'intervallo di frequenza (in modo schematico e convenzionale) in cui l'effetto stesso si manifesta.

Tabella 1: Tipologie di effetti presi in considerazione dalle norme di sicurezza, grandezze dosimetriche di riferimento e intervalli di frequenza (convenzionali) in cui ciascun effetto si manifesta.

Effetto	Grandezza dosimetrica	Intervallo di frequenza
Induzione di nausea o vertigini	Induzione magnetica B esterna e sua variazione ΔB su 3 secondi	Da 0 a 1 Hz
Stimolazione dei tessuti elettricamente eccitabili	Campo E interno	Da 0 a 10 MHz
Riscaldamento	Rateo interno di assorbimento specifico (SAR)	Da 100 kHz a 300 GHz

Come conseguenza di questa impostazione, è possibile che in un certo intervallo di frequenza (nel quale si manifestano due o più effetti diversi) siano specificati più limiti di sicurezza. Ovviamente, a parità di ogni altro parametro, dovrebbe prevalere il limite più basso, ma in realtà spesso ai diversi effetti si applicano *metriche* di valutazione diverse (diverse modalità di media temporale o di trattamento dei segnali complessi) che fanno sì che la situazione non sia così banale. Per esempio, tra 100 kHz e 10 MHz possono manifestarsi sia effetti di stimolazione, sia effetti di riscaldamento. I primi, via via che cresce la frequenza, tendono ad avere soglie più alte dei secondi; per gli effetti termici sono però rilevanti i livelli di esposizione *mediati su 6 minuti*, mentre per gli effetti di stimolazione sono rilevanti i livelli *istantanei*. In caso di esposizione intermittente, è quindi perfettamente possibile che finiscano per essere più restrittivi i limiti per gli effetti di stimolazione.

2.2.2 – Effetti indiretti dei campi elettromagnetici

Con *effetti indiretti a breve termine* si intendono le conseguenze dell'interazione dei CEM con protesi metalliche passive o dispositivi elettronici attivi impiantati nel corpo del soggetto esposto. Spesso, gli standard di prodotto di questi dispositivi indicano nei livelli di riferimento ICNIRP del 1998 ^[2] per la popolazione i valori limite al di sotto dei quali i dispositivi stessi sono in grado di funzionare correttamente. Dal canto loro, le normative di radioprotezione si limitano a mettere in guardia gli interessati e a fornire indicazioni piuttosto generiche. In linea di massima, si ritiene che il rispetto dei limiti previsti per la *popolazione generale* sia condizione sufficiente a garantire la sicurezza dei lavoratori portatori di dispositivi impiantati esposti a campi elettromagnetici, tuttavia, questa affermazione non è esplicitamente confermata sul piano formale, né garantita sul piano tecnico, e dovrebbe essere pertanto considerata con cautela.

2.2.3 – Effetti a lungo termine

Gli *effetti a lungo termine* sono connessi ad esposizioni assai prolungate (“croniche”) a CEM di intensità inferiore alle soglie di insorgenza degli effetti acuti. Sebbene l'occorrenza di effetti di questo tipo non possa essere esclusa, tuttavia essa non è considerata accertata sul piano scientifico, poiché le evidenze disponibili,

soprattutto di tipo epidemiologico, sono ritenute non conclusive. Essi pertanto non rientrano nel processo logico di definizione dei limiti di sicurezza.

2.3 – ARTICOLAZIONE SU DUE PIANI DI VALUTAZIONE

Il *razionale* alla base delle linee guida ICNIRP prevede due “piani di valutazione” distinti per i limiti di sicurezza.

Il primo di essi è legato direttamente alle soglie di insorgenza degli effetti acuti. In questo caso, i limiti di esposizione vengono formulati in termini delle *grandezze dosimetriche* rappresentative degli effetti considerati (definite in **Tabella 1**). I limiti di questo tipo (che l'ICNIRP chiama **restrizioni di base**) si ottengono applicando degli opportuni fattori di sicurezza alle soglie degli effetti, cioè dei coefficienti di riduzione dell'ordine di 5 o 10 volte, introdotti per tener conto delle incertezze complessive e della variabilità individuale delle soglie stesse.

Nei casi in cui le *grandezze dosimetriche* sono interne all'organismo (e quindi non facilmente misurabili), le norme prevedono – ed è questo il secondo “piano di valutazione” – anche limitazioni in termini di **grandezze radiometriche** esterne all'individuo (e quindi accessibili alla misura): il *campo elettrico*, il *campo magnetico* e la *densità di potenza* “imperturbati” (cioè determinati in assenza del soggetto esposto). I limiti che l'ICNIRP propone per queste grandezze prendono il nome di **livelli di riferimento**; essi vengono individuati a partire dalle *restrizioni di base* utilizzando appropriati modelli matematici, chiamati **modelli dosimetrici** e disponibili nella letteratura scientifica. I *modelli dosimetrici* simulano le condizioni di massimo accoppiamento del campo con l'organismo esposto e forniscono pertanto la massima protezione possibile. In altre parole, nel processo di definizione dei *livelli di riferimento* vengono introdotti degli ulteriori margini di sicurezza ampiamente cautelativi, così da garantire che il rispetto dei livelli stessi implichi con certezza il rispetto delle *restrizioni di base*; al contrario, i *livelli di riferimento* potrebbero essere superati senza che lo siano anche le *restrizioni di base*.

Come conseguenza di questa impostazione, le linee guida ICNIRP prevedono un procedimento di verifica di conformità articolato in due passi.

Il primo passo è volto ad accertare che siano rispettati i *livelli di riferimento* attraverso la determinazione dell'intensità delle *grandezze radiometriche* imperturbate, valutate con la metrica specificata dalla norma. Se questa condizione è verificata, l'esposizione è considerata sicura. In caso contrario, si può decidere di applicare immediatamente le opportune tecniche di riduzione dell'esposizione oppure di ricorrere al secondo passo; questo consiste nella verifica del rispetto delle *restrizioni di base*, da effettuarsi attraverso metodi di previsione teorica basati sull'uso di appropriati modelli di *dosimetria numerica*. Se le *restrizioni di base* sono rispettate, allora l'esposizione è considerata sicura non ostante che siano violati i *livelli di riferimento*. Il secondo passo non è obbligatorio, ma può eventualmente essere messo in atto se si verificano tre condizioni: (1) viene riscontrata una violazione dei *livelli di riferimento*, (2) la riduzione a conformità si presenta complessa o molto onerosa e (3) vi sono elementi che fanno supporre che possano essere rispettate le *restrizioni di base*. La questione deve essere ben valutata, perché è perfettamente possibile che il secondo passo rilevi a sua volta una violazione

anche delle *restrizioni di base*, rendendo così inevitabile il ricorso agli interventi di mitigazione.

Tabella 2: Denominazioni (in italiano) dei limiti di sicurezza secondo le linee guida ICNIRP e secondo le disposizioni normative dell'Unione Europea.

Normativa	Limiti in termini di grandezze dosimetriche	Limiti in termini di grandezze radiometriche
Linee guida ICNIRP	Restrizioni di base	Livelli di riferimento
Raccomandazione 1999/519/CE	Limiti di base (LB)	Livelli di riferimento (LR)
Direttiva 2013/35/UE	Valori limite di esposizione (VLE)	Livelli di azione (LA)

Le normative europee che si rifanno direttamente alle linee guida ICNIRP (ovvero la Raccomandazione 1999/519/CE ^[6] e la Direttiva 2013/35/UE ^[7]) ripropongono lo stesso approccio a due piani di valutazione, utilizzando però una nomenclatura diversa, che è opportuno precisare per non incorrere in interpretazioni erranee (cfr. **Tabella 2**).

3 – EFFETTI E LIMITI

In questo paragrafo si presentano gli aspetti generali delle linee guida ICNIRP e delle disposizioni comunitarie basate su di esse; in Appendice viene riportata una sintesi dei valori limite specificati da queste ultime.

3.1 – PROTEZIONE DAGLI EFFETTI DI INDUZIONE DI NAUSEA O VERTIGINI

L'esposizione a campi magnetici lentissimamente variabili nel tempo, con frequenza inferiore ad 1 Hz, può provocare effetti di nausea o vertigini. Situazioni di questo tipo si verificano in primo luogo quando un soggetto si muove traslando in un campo magnetico statico non omogeneo o facendo ruotare parti del corpo in un campo magnetico statico omogeneo o non omogeneo.

Fino alla pubblicazione delle linee guida ICNIRP del 2014 ^[5], la prevenzione di questi effetti si basava unicamente sulla limitazione dell'intensità del campo statico, attraverso linee guida specifiche per questo agente fisico ^[1,3]; lo stesso approccio è stato adottato anche nella Raccomandazione 1999/519/CE ^[6] – collegata alle linee guida ICNIRP del 1994 ^[1] – e nella Direttiva 2013/35/UE ^[7] – che si rifà invece alle più recenti linee guida del 2009 ^[3].

La linea guida ICNIRP del 2014, concepita appositamente per limitare le esposizioni occupazionali ai campi magnetici lentissimamente variabili nel tempo, non è stata al momento incorporata in nessun documento giuridicamente rilevante. Essa comunque, a proposito della prevenzione di nausea e vertigini, specifica unicamente una *restrizione di base* consistente nella **limitazione a 2 T della massima**

variazione ΔB dell'induzione magnetica sperimentata dal soggetto esposto nell'arco temporale di 3 secondi.

3.2 – PROTEZIONE DAGLI EFFETTI DI STIMOLAZIONE DEI TESSUTI ECCITABILI

3.2.1 – Aspetti generali

Le indicazioni dell'ICNIRP per la protezione dagli effetti di **stimolazione dei tessuti elettricamente eccitabili** sono state aggiornate, rispetto alle storiche linee guida del 1998 ^[2], con la pubblicazione delle linee guida del 2010 ^[4] (per frequenze da 1 Hz a 10 MHz) e successivamente delle linee guida del 2014 ^[5] (per frequenze fino ad 1 Hz). Queste ultime consistono in una estrapolazione verso le frequenze più basse, con valori limite progressivamente crescenti al diminuire della frequenza, dei limiti specificati nelle linee guida del 2010, sia per le *restrizioni di base*, sia per i *livelli di riferimento*. In ambito comunitario, la Direttiva 2013/35/UE riprende, con proprie integrazioni, le indicazioni delle linee guida ICNIRP del 2010 ma non, fino ad oggi, quelle contenute nelle linee guida del 2014, alle quali pertanto per il momento non può essere attribuita, come si è già detto, alcuna valenza formale; la prevenzione degli effetti di stimolazione originati dal movimento in un campo magnetostatico o dall'esposizione ad un campo magnetico variabile con frequenza inferiore ad 1 Hz è pertanto attualmente affidata, sul piano giuridico, al rispetto dei soli limiti previsti per il campo statico.

Nelle linee guida del 2010 si utilizza come *grandezza dosimetrica* il **campo elettrico indotto**, perché ritenuto la grandezza più idonea a descrivere gli effetti di stimolazione; pertanto le *restrizioni di base* sono formulate in termini di intensità di campo elettrico interno. Esse sono distinte a seconda che si considerino gli effetti transitori che avvengono nei tessuti del sistema nervoso centrale (CNS, dall'inglese *Central Nervous System*) della sola testa (principalmente sotto forma di percezione di lampi di luce detti *fosfeni*), oppure quelli che danno luogo alla stimolazione di un qualsiasi tessuto eccitabile della testa o del corpo (provocando, a seconda dei casi, sensazioni tattili, contrazioni della muscolatura scheletrica o interazioni con la funzionalità cardiaca); questi ultimi presentano soglie di insorgenza più alte. Nei corrispondenti *livelli di riferimento*, non viene adottata la distinzione tra tessuti del sistema nervoso centrale della testa e tessuti eccitabili della testa e del corpo.

3.2.2 – Nota sulle disposizioni comunitarie

La Raccomandazione 1999/519/CE ^[6] fa riferimento alle ormai superate linee guida ICNIRP del 1998 ^[2]; in esse la grandezza dosimetrica è la **densità di corrente elettrica indotta** nei tessuti. I suoi *limiti di base* sono formulati pertanto sulla base di questa grandezza, anziché del campo elettrico interno, e si applicano in modo indifferenziato ai tessuti del sistema nervoso centrale della testa e del tronco.

La Direttiva Europea 2013/35/UE ^[7] adotta, come si è visto (**Tabella 2**), una denominazione propria, chiamando **valori limite di esposizione** le *restrizioni di base* ICNIRP e **livelli di azione** i *livelli di riferimento*. Inoltre, essa recepisce la distinzione tra *restrizioni di base* per il sistema nervoso centrale della sola testa e *restrizioni di base* per tutti i tessuti della testa e del corpo, ma preferisce chiamare questi limiti rispettivamente *valori limite di esposizione relativi agli effetti sensoriali* e *valori limite di esposizione relativi agli effetti sanitari*. Per quanto riguarda i livelli

di azione, la Direttiva prevede dei **livelli di azione inferiori**, corrispondenti ai *livelli di riferimento* ICNIRP e collegati agli effetti di stimolazione *sensoriali* e dei **livelli di azione superiori**, collegati agli effetti di stimolazione *sanitari*, ma senza corrispondenza in ambito ICNIRP. Infine, per il solo campo magnetico, la Direttiva prevede anche dei *livelli di azione* ancora più elevati, applicabili alle esposizioni localizzate che interessano i soli arti, anch'essi senza un corrispettivo diretto nelle linee guida ICNIRP.

3.2.3 – Metrica di valutazione

Un aspetto assai rilevante da tenere presente, è che i limiti relativi alla prevenzione degli effetti di stimolazione (tanto le *restrizioni di base*, quanto i *livelli di riferimento*) si riferiscono sempre ai **valori istantanei** delle grandezze coinvolte; un superamento è – almeno in linea di principio – inaccettabile a prescindere da quanto breve o occasionale esso risulti. Poiché questo assunto, se interpretato rigorosamente, può portare a situazioni paradossali, alcune norme tecniche applicative introducono elementi di buon senso, suggerendo per esempio di ignorare i fenomeni transitori con durata inferiore ad un certo valore.

La gestione della variabilità spaziale è più complessa. Nella determinazione del campo elettrico interno, da confrontare con le *restrizioni di base*, si deve considerare il valore rappresentante il 99^{esimo} percentile in ogni tessuto, ma è prevista anche la possibilità di effettuare medie su segmenti oppure su volumetti millimetrici. Per il confronto con i *livelli di riferimento*, i valori da considerare possono essere i massimi spaziali (scelta sicuramente cautelativa), oppure le medie lineari del campo elettrico o del campo magnetico esterni sul volume occupato dal soggetto esposto (ma in sua assenza); in questo secondo caso, in presenza di campi con forti gradienti spaziali ci si deve comunque accertare che siano rispettate le *restrizioni di base* nei distretti del corpo maggiormente esposti.

3.2.4 – Campi con forma d'onda complessa

Poiché i limiti di sicurezza specificati nelle linee guida sono variabili in funzione della frequenza, la loro applicazione è immediata solo con grandezze fisiche aventi forma d'onda sinusoidale e quindi frequenza univocamente determinata.

Una **forma d'onda complessa** è, in questo contesto, una qualsiasi forma d'onda *non sinusoidale*. Lo spettro di frequenza di una forma d'onda complessa comprende necessariamente almeno due componenti armoniche a frequenze diverse: si pone pertanto il problema di come confrontare una grandezza con due o più componenti armoniche con valori limite che possono essere differenti per ciascuna di esse. In questa situazione, le linee guida e gli altri documenti ICNIRP propongono un approccio che conduce alla determinazione di un **indice**, cioè di un numero che integra in sé sia le caratteristiche spettrali del campo elettrico o del campo magnetico considerati, sia la variazione in funzione della frequenza del valore limite normativo a cui ci si vuole riferire. L'*indice* assume un valore inferiore ad 1 (o al 100%, se espresso su base percentuale) se la normativa è rispettata; al contrario, se si rileva un valore superiore all'unità, siamo di fronte ad una violazione. L'*indice* può essere fornito direttamente dalla strumentazione, oppure può essere ricavato in laboratorio, elaborando i risultati delle misure di campo acquisite in modo appropriato.

I due principali indici utilizzati per campi con forma d'onda complessa in relazione agli effetti di stimolazione dei CEM, sono i cosiddetti **indice standard** (I_{STD}) e **indice di picco ponderato** (I_{WP} , dall'inglese *Weighted Peak*).

L'*indice standard*, adottato dalle linee guida ICNIRP del 1998 ^[2] e ripreso successivamente anche da quelle del 2010 ^[4], va calcolato rapportando l'ampiezza efficace di ciascuna componente spettrale del campo con il rispettivo *livello di riferimento* ICNIRP e sommando poi linearmente tutti i rapporti così costruiti. In formule, supponendo di avere a che fare con un campo di induzione magnetica B , l'indice standard è espresso da:

$$I_{STD} = \sum_f \frac{B_{rms}(f)}{B_L(f)} \quad (1)$$

Nella (1), $B_{rms}(f)$ è il valore efficace della componente spettrale del campo alla frequenza f e $B_L(f)$ è il rispettivo *livello di riferimento* ICNIRP. Questa impostazione presuppone che possa aver luogo la situazione in cui tutte le componenti spettrali della forma d'onda considerata assumono contemporaneamente il proprio valore massimo. Il fatto che questa eventualità sia invece alquanto remota è il principale punto debole di questo approccio.

Il *metodo del picco ponderato*, introdotto dall'ICNIRP in un documento del 2003 ^[10] e poi ripreso in modo più completo e formale nelle linee guida del 2010 ^[4], è un'alternativa pensata per superare questa difficoltà. Esso prevede che si tenga conto sia delle ampiezze delle componenti spettrali del campo, sia delle relative fasi. Da un punto di vista concettuale, per definire l'indice di picco ponderato si utilizza l'espressione seguente:

$$I_{WP} = \text{Max} \left| \sum_f \frac{B_{rms}(f)}{B_L(f)} \cos[2\pi ft + \theta(f) + \varphi(f)] \right| \quad (2)$$

Operativamente, una volta determinato lo spettro della forma d'onda, si riportano anche in questo caso le ampiezze efficaci $B_{rms}(f)$ delle componenti spettrali con i *livelli di riferimento* $B_L(f)$ alle frequenze corrispondenti. Inoltre, si considerano anche le rispettive fasi $\theta(f)$, a ciascuna delle quali si deve aggiungere un ulteriore contributo $\varphi(f)$ per il cui significato e valore si rimanda ai documenti ICNIRP; infine, è necessario tornare nel dominio del tempo e determinare il massimo assoluto della forma d'onda sintetizzata a partire dallo spettro elaborato in ampiezza e fase nel modo descritto.

3.3 – PROTEZIONE DAGLI EFFETTI TERMICI

3.3.1 – Aspetti generali e metrica di valutazione

Le prescrizioni normative proposte dall'ICNIRP per la protezione dagli effetti termici dei CEM sono ancora oggi quelle contenute nelle linee guida del 1998 ^[2], alle quali si rifanno sia la Raccomandazione Europea 1999/519/CE ^[6] per la protezione della popolazione generale, sia la Direttiva Europea 2013/35/UE ^[7] per la tutela dei lavoratori professionalmente esposti.

L'intervallo di frequenze in cui occorre preoccuparsi degli effetti termici parte convenzionalmente da 100 kHz (cfr. **Tabella 1**); oltre questa frequenza infatti, il

meccanismo di interazione predominante ai fini della tutela della salute consiste nell'assorbimento di energia all'interno del corpo umano, con conseguente innalzamento della temperatura dei tessuti. Questo assorbimento può essere convenientemente valutato in termini di **tasso di assorbimento specifico** o **SAR** (dall'inglese *Specific Absorption Rate*, misurato in watt al chilogrammo [W/kg]). Il SAR è quindi la *grandezza dosimetrica* relativa agli effetti termici e corrisponde alla potenza per unità di massa assorbita dal soggetto esposto. Le evidenze scientifiche accumulate consentono di affermare che **non hanno luogo effetti termici significativi per livelli di SAR inferiori a 4 W/kg come media su 6 minuti e sull'intero organismo**; applicando a questo valore degli opportuni margini di sicurezza, l'ICNIRP giunge a specificare le *restrizioni di base* – differenziate per lavoratori e popolazione generale – sia per il SAR medio sull'intero organismo, sia per il SAR locale nella testa o negli arti (mediato su volumetti di 10 g di tessuto contiguo), in tutti i casi sempre come media su 6 minuti.

Sono stati poi individuati i *livelli di riferimento* in termini di campo elettrico e di campo magnetico esterni imperturbati che, se rispettati, garantiscono il rispetto di queste *restrizioni di base*. I *livelli di riferimento* vanno confrontati con le radici quadrate delle medie dei quadrati delle intensità dei campi, prese su un intervallo di 6 minuti e sul volume occupato dal corpo dell'individuo esposto (ma in sua assenza). In caso di distribuzioni fortemente disomogenee, deve comunque essere sempre accertato il rispetto delle *restrizioni di base* locali.

3.3.2 – Esposizione simultanea a molteplici contributi a frequenze diverse

L'esposizione simultanea a campi con molteplici componenti spettrali a frequenze diverse si può presentare se più sorgenti indipendenti contribuiscono ai livelli di campo presenti nel sito considerato, oppure quando è coinvolta una sorgente con forma d'onda complessa.

Nel caso degli effetti termici, la valutazione del rispetto delle *restrizioni di base* in questa situazione non pone, di fatto, alcuna difficoltà concettuale, poiché i valori limite in termini di SAR non dipendono dalla frequenza: è quindi sufficiente valutare il SAR complessivo generato dall'esposizione e confrontarlo con il pertinente valore limite.

Per quanto riguarda i *livelli di riferimento*, le linee guida ICNIRP propongono un approccio basato sulla definizione di un apposito **indice**, mediante il quale tenere conto sia del contenuto spettrale del segnale considerato, sia della variazione con la frequenza dei valori limite con cui ci si vuole confrontare. Il valore dell'indice indicherà il rispetto o la violazione dei livelli stessi, se risulterà rispettivamente inferiore o superiore all'unità (o al 100%, se si adotta la formulazione percentuale). L'algoritmo adottato per il calcolo di questo *indice* tiene conto del fatto che gli effetti termici sono legati alla potenza assorbita (e quindi al quadrato delle intensità dei campi) e non risentono delle relazioni di fase intercorrenti tra le varie componenti spettrali. L'*indice* deve essere calcolato rapportando il quadrato dell'ampiezza efficace di ciascuna componente spettrale del campo con il quadrato del rispettivo livello di riferimento ICNIRP e sommando poi tutti i rapporti così costruiti. In formule, supponendo di avere a che fare con un campo elettrico E , l'indice per gli effetti termici I_{TERM} è espresso da:

d=3A_incontri2016

$$I_{TERM} = \sum_f \left[\frac{E_{rms}(f)}{E_L(f)} \right]^2 \quad (3)$$

Nell'espressione (3), $E_{rms}(f)$ è il valore efficace della componente spettrale del campo alla frequenza f e $E_L(f)$ è il rispettivo livello di riferimento ICNIRP.

4 – APPENDICE: SINTESI DEI PRINCIPALI VALORI LIMITE

Nelle tabelle che seguono viene riportata una sintesi dei principali valori limite previsti dalla Raccomandazione 1999/519/CE ^[6] per la popolazione generale e dalla Direttiva 2013/35/UE ^[7] per le esposizioni occupazionali. Nelle tabelle si sono indicati con le sigle **LB** e **LR** i *limiti di base* e i *livelli di riferimento* previsti dalla Raccomandazione e con **VLE** e **LA** i *valori limite di esposizione* e i *livelli di azione* adottati dalla Direttiva.

Tabella 3: Limiti europei per il campo magnetostatico e per i campi magnetici variabili con frequenza fino ad 1 Hz, validi anche per la prevenzione degli effetti provocati dal movimento in un campo statico molto intenso. Si sono inserite anche le limitazioni per la riduzione dei rischi di interferenza con dispositivi impiantati attivi e di attrazione o propulsivo.

	Popolazione generale Raccomandazione 1999/519/CE		Esposizioni occupazionali Direttiva 2013/35/UE	
	LB	LR	VLE	LA
Condizioni di lavoro normali	40 mT		2 T	
Esposizione localizzata degli arti			8 T	
Condizioni di lavoro controllate			8 T	
Interferenza con dispositivi impiantati attivi				0.5 mT
Rischio di attrazione e propulsivo				3 mT

Tabella 4: LB per gli effetti di stimolazione secondo la Raccomandazione Europea 1999/519/CE, per frequenze fino a 10 MHz; f rappresenta la frequenza in hertz.

Intervallo di frequenza	Densità di corrente [mA/m ²] (rms)
> 0 – 1 Hz	8
1 – 4 Hz	8/ f
4 – 1000 Hz	2
1000 Hz – 10 MHz	$f/500$

Tabella 5: VLE per gli effetti di stimolazione secondo la Direttiva Europea 2013/35/UE, per frequenze fino a 10 MHz; f rappresenta la frequenza in hertz.

Intervallo di frequenza	Campo elettrico interno [V/m] (di picco)	
	Effetti sanitari	Effetti sensoriali
1 – 10 Hz	1.1	$0.7/f$
10 – 25 Hz		0.07
25 – 400 Hz		$0.0028f$
400 – 3000 Hz		1.1
3000 Hz – 10 MHz	0.00038f	$0.00038f$

Tabella 6: LR per gli effetti di stimolazione secondo la Raccomandazione Europea 1999/519/CE, per frequenze fino a 10 MHz (tenendo conto delle indicazioni fornite in Allegato IV); f rappresenta la frequenza in hertz.

Intervallo di frequenza	Campo E [V/m] (rms)	Campo B [μ T] (rms)
0 – 1 Hz		40000
1 – 8 Hz	10000	$40000/f^2$
8 – 25 Hz	10000	$5000/f$
25 – 800 Hz	$250000/f$	$5000/f$
800 – 3000 Hz	$250000/f$	6.25
3000 Hz – 10 MHz	87	6.25

Tabella 7: LA per gli effetti di stimolazione secondo la Direttiva Europea 2013/35/UE, per frequenze fino a 10 MHz; f rappresenta la frequenza in hertz.

Gamma di frequenza	Campo E [V/m] (rms)		Campo B [μ T] (rms)		
	LA inferiori	LA superiori	LA inferiori	LA superiori	LA soli arti
1 – 8 Hz	20000	20000	$200000/f^2$	$300000/f$	$900000/f$
8 – 25 Hz	20000	20000	$25000/f$		
25 – 50 Hz	$500000/f$	20000	1000		
50 – 300 Hz	$500000/f$	$1000000/f$	1000		
300 – 1640 Hz	$500000/f$	$1000000/f$	$300000/f$		
1640 – 3000 Hz	$500000/f$	610	$300000/f$	100	300
3 kHz – 10 MHz	170	610	100	100	300

Tabella 8: Effetti termici, LB secondo la Raccomandazione Europea 1999/519/CE per frequenze tra 100 kHz e 10 GHz e VLE secondo la Direttiva Europea 2013/35/UE per frequenze tra 100 kHz e 6 GHz.

	LB Popolazione Generale Raccomandazione 1999/519/CE	VLE Esposizioni occupazionali Direttiva 2013/35/UE
SAR mediato sul corpo intero e su 6'	0.08 W/kg	0.4 W/kg
SAR localizzato (testa e tronco), media su 10 g e 6 min	2 W/kg	10 W/kg
SAR localizzato (arti), media su 10 g e 6 min	4 W/kg	20 W/kg

Tabella 9: LR per gli effetti termici secondo la Raccomandazione Europea 1999/519/CE per frequenze tra 100 kHz e 300 GHz (tenendo conto delle indicazioni fornite in Allegato IV); f rappresenta la frequenza in megahertz.

Intervallo di frequenza	Campo E [V/m] (rms)	Campo B [μT] (rms)	Densità di potenza [W/m²]
0.1 – 10 MHz	$87/\sqrt{f}$	$0.92/f$	
10 – 400 MHz	28	0.092	2
400 – 2000 MHz	$1.375\sqrt{f}$	$0.0046\sqrt{f}$	$f/200$
2 – 300 GHz	61	0.2	10

Tabella 10: LA per gli effetti termici secondo la Direttiva Europea 2013/35/UE per frequenze tra 100 kHz e 300 GHz; f rappresenta la frequenza in megahertz.

Gamma di frequenza	Campo E [V/m] (rms)	Campo B [μT] (rms)
0.1 – 1 MHz	610	$2/f$
1 – 10 MHz	$610/f$	$2/f$
10 – 400 MHz	61	0.2
400 – 2000 MHz	$3\sqrt{f}$	$0.01\sqrt{f}$
2 – 300 GHz	140	0.45

BIBLIOGRAFIA

- [1] ICNIRP. Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. Health Physics, Vol.66, N.1, January 1994, pp.100-106.
- [2] ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics, Vol.74, N.4, April 1998, pp.494-522.
- [3] ICNIRP. Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. Health Physics, Vol.96, N.4, April 2009, pp.504-514.
- [4] ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). Health Physics, Vol.99, N.6, December 2010, pp.818-836.
- [5] ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 Hz. Health Physics, Vol.106, N.3, March 2014, pp.418-425.
- [6] Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio europeo del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee L 199/59-70, 30.7.1999.
- [7] Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici). Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 179/1-21, 29.6.2013.
- [8] CEI EN 50413 (2010). Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz).
- [9] CEI EN 50499 (2009). Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici.
- [10] ICNIRP. Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines. Health Physics, Vol.84, N.3, March 2003, pp.383-387.

d=A incontri 2016

Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro.
Legislazione, Valutazione, Tutela.

IL DECRETO LEGISLATIVO 01 AGOSTO 2016, N. 159 RECANTE ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA EUROPEA 2013/35/UE DEL PARLAMENTO E DEL CONSIGLIO DEL 26 GIUGNO 2013, SULLE DISPOSIZIONI MINIME DI SALUTE E SICUREZZA RELATIVE ALL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI AI RISCHI DERIVANTI DAGLI AGENTI FISICI (CAMPI ELETTROMAGNETICI), E CHE ABROGA LA DIRETTIVA 2004/40/CE.

Abdul Ghani Ahmad⁽¹⁾, Paolo Rossi⁽²⁾

⁽¹⁾: Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali - Direzione Generale della Tutela delle condizioni di lavoro e delle relazioni industriali – Divisione III Tutela e promozione della sicurezza, Roma.

⁽²⁾: Ministero della Salute - Direzione Generale della Prevenzione sanitaria – Ufficio IV Prevenzione del rischio chimico, fisico e biologico, Roma.

1 – PREMESSA

Le disposizioni contenute nel decreto legislativo 01 Agosto 2016, n. 159 di recepimento della direttiva 2013/35/UE costituiscono le disposizioni minime per promuovere il miglioramento, in particolare dell'ambiente di lavoro, al fine di garantire un più elevato livello di protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori nel caso di attività comportanti esposizioni ai campi elettromagnetici.

Il decreto legislativo n. 159/2016, di recepimento della direttiva 2013/35/UE, scaturisce dalla necessità di adeguamento dell'ordinamento nazionale al contesto europeo in materia di tutela della salute e sicurezza dei lavoratori.

La direttiva 2004/40/CE è stata modificata una prima volta dalla direttiva 2008/46/CE del Parlamento e del Consiglio, con l'effetto di posporre di quattro anni (al 30 aprile 2012) i suoi termini di recepimento, e successivamente dalla direttiva 2012/11/UE del Parlamento e del Consiglio, con l'effetto di posporre ulteriormente tali termini al 31 ottobre 2013.

A seguito dei rinvii sopracitati, sulla base delle nuove informazioni scientifiche fornite da competenti commissioni internazionali di esperti, la Commissione Europea ha presentato a giugno 2011 una proposta per una nuova direttiva basata su dati scientifici più recenti e raffinati, poi concretizzata nella direttiva 2013/35/UE.

L'iter di discussione della direttiva 2013/35/UE è stato lungo e complesso, e la stessa complessità della materia ha indotto la Commissione europea a prevedere

all'articolo 14, la pubblicazione di guide pratiche non vincolanti, al fine di fornire orientamenti e procedure in merito ad alcuni aspetti specifici della direttiva, senza essere tuttavia esaustive dell'intera disciplina.

2 – DIRETTIVA 2013/35/UE

La direttiva 2013/35/UE del 26 giugno 2013 è stata adottata, su proposta della Commissione europea, dal Parlamento europeo e dal Consiglio, secondo il Trattato sul funzionamento dell'Unione europea, in particolare in base all'articolo 153, paragrafo 2, con l'obiettivo di fornire le prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) ai sensi della direttiva quadro 89/391/CEE in materia di salute e sicurezza del lavoro.

Infatti, ai sensi del citato articolo 153, il Parlamento europeo e il Consiglio possono adottare, mediante direttive, prescrizioni minime per promuovere miglioramenti, in particolare dell'ambiente di lavoro, allo scopo di garantire un più elevato livello di protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori. Tali direttive dovrebbero favorire la creazione e lo sviluppo di piccole e medie imprese e il loro potenziale di creazione di posti di lavoro. Infatti, gli standard elevati di salute e sicurezza, che sono diritti fondamentali, non dovrebbero essere considerati come vincoli, ma devono essere applicati senza eccezioni a tutti i settori del mercato del lavoro e a tutte le tipologie di impresa a prescindere dalle dimensioni.

L'obiettivo generale dell'intervento normativo è la protezione dei lavoratori durante le loro attività professionali dai rischi di campi elettromagnetici potenzialmente nocivi. Per quanto l'esposizione ai campi elettromagnetici è un rischio complesso, vi è la necessità di definire misure più specifiche per garantire un'adeguata protezione dei lavoratori, senza per questo ostacolare l'uso e lo sviluppo di tecniche industriali e mediche o di imporre oneri sproporzionati per le imprese, in particolare le PMI. L'obiettivo operativo è quello di garantire l'efficacia delle misure volte a proteggere i lavoratori esposti a campi elettromagnetici impostando valori limite adeguati e fornendo i datori di lavoro di adeguate informazioni sulle misure di gestione del rischio necessarie.

La direttiva in recepimento mira a risolvere i problemi inerenti la protezione dei lavoratori dagli effetti dell'esposizione ai campi elettromagnetici e a trattare tutti gli effetti biofisici diretti e indiretti noti provocati dai campi elettromagnetici, non solo al fine di assicurare la salute e la sicurezza di ciascun lavoratore considerato individualmente, ma anche di creare per tutti i lavoratori nell'Unione una piattaforma minima di protezione, evitando nel contempo possibili distorsioni della concorrenza.

La possibilità di esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici riguarda numerosi settori di attività, tra cui: procedimenti industriali come la saldatura e incollaggio di materiali, settore delle telecomunicazioni per l'installazione e

manutenzione di sistemi radianti, produzione e distribuzione di energia elettrica, nonché alcune procedure mediche, come la Risonanza Magnetica (RM) e la diatermia.

Gli effetti sulla salute di una sovraesposizione possono variare in funzione della sua intensità e prossimità delle fonti, sia dalle caratteristiche qualitative del campo elettromagnetico, in particolare la frequenza.

I rischi per il lavoratore possono derivare da effetti diretti del campo sul corpo umano, di natura termica alle radiofrequenze e microonde e non-termica alle basse frequenze, o da effetti indiretti causati dall'eventuale contatto di parti del corpo (più comunemente gli arti) con oggetti conduttori presenti nell'ambiente di lavoro.

Alcuni lavoratori possono essere esposti a rischi specifici derivanti dai campi elettromagnetici. Tra questi si possono individuare i portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (che potrebbero soffrire di effetti di interferenza elettromagnetica) e passivi, i portatori di dispositivi medici indossati sul corpo (ad esempio protesi acustiche) e le lavoratrici in stato di gravidanza.

Pertanto, l'intervento normativo persegue gli obiettivi, nel breve e medio periodo, di migliorare le condizioni di tutela della salute e sicurezza dei lavoratori dai rischi dovuti all'esposizione degli agenti fisici, precisamente dall'esposizione ai campi elettromagnetici sul luogo di lavoro, rendendoli conformi con le ultime innovazioni normative sia a livello europeo che a livello internazionale in materia.

Obiettivo specifico è la completa prevenzione degli effetti acuti, in particolare il riscaldamento eccessivo sistemico o locale per le radiofrequenze e microonde, e gli effetti negativi sul funzionamento del sistema nervoso centrale o periferico per le basse frequenze, quali vertigini, nausea, sensazioni di sapore metallico e magnetofosfeni (ossia percezione visiva di macchie luminose).

3 – DECRETO LEGISLATIVO 159/2016

I destinatari del decreto legislativo 159/2016 sono tutti i datori di lavoro sia pubblici che privati ed i relativi dipendenti. I settori e le attività principalmente interessati sono quello industriale (saldatura, incollaggio, energia elettrica, ecc.), sanitario, telecomunicazioni e ferroviario.

I datori di lavoro hanno l'obbligo di adeguarsi al progresso tecnico e alle conoscenze scientifiche per quanto riguarda le misure di prevenzione dei rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici, nella prospettiva del miglioramento della sicurezza e della protezione della salute dei lavoratori.

L'esigenza dell'intervento normativo scaturisce dalla necessità di adeguamento dell'ordinamento nazionale al contesto comunitario in materia di tutela della salute e sicurezza dei lavoratori dai rischi dovuti all'esposizione ai campi elettromagnetici,

mutato a seguito dell'adozione della direttiva in questione, che ha determinato, di conseguenza, l'obbligo di recepimento dei singoli Stati membri.

La consueta tecnica di recepimento in termini di decreto legislativo del Governo, previa delega da parte del Parlamento, ha avuto presupposto nella legge 9 luglio 2015, n.114 (cosiddetta legge di delegazione europea 2014), che ha incluso la Direttiva 2013/35/UE tra le direttive europee da recepire, con scadenza della delega fissata al 1 maggio 2016, tenuto conto di quanto previsto dall'articolo 31 della legge 24 dicembre 2012, n. 234.

È stato quindi costituito presso il Ministero del lavoro e delle politiche sociali un gruppo tecnico, partecipato anche da esperti del Ministero della salute, del Ministero della difesa, del Coordinamento Tecnico Interregionale per la Salute e Sicurezza del Lavoro e dell'INAIL, che ha elaborato una prima bozza dello schema di decreto legislativo di recepimento.

Tale bozza è stata portata all'attenzione degli uffici legislativi dei vari dicasteri interessati, ivi compresi il Dipartimento per gli affari giuridici e legislativi e il Dipartimento per le politiche europee della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Sullo schema di provvedimento in esame sono stati, successivamente, acquisiti i pareri della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano, reso in data 26 maggio 2016, e delle competenti Commissioni della Camera dei deputati e del Senato della Repubblica resi, rispettivamente, in data 14 giugno 2016 e 8 giugno 2016.

Il decreto legislativo 01 Agosto 2016, n. 159 di recepimento della direttiva 2013/35/UE, apporta modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in particolare modifica, di fatto sostituendolo, il Capo IV del Titolo VIII, che costituiva il recepimento della Direttiva 2004/40/CE sulla medesima materia, ora abrogata.

Il decreto legislativo n. 159/2016 consta di due articoli.

L'**articolo 1**, rubricato <Modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81>, si compone di un unico comma il quale prevede:

- **alla lettera a)**, la sostituzione integrale dell'articolo 206, rubricato <Campo di applicazione>; in modo da rendere il campo di applicazione del Capo IV del Titolo VIII conforme alla nuova direttiva; con il medesimo articolo si è data attuazione alla deroga, prevista dall'articolo 10 della direttiva, che dà la possibilità agli Stati membri di autorizzare l'attuazione di un sistema di protezione equivalente o più specifico per il personale che lavora presso impianti militari operativi o che partecipa ad attività militari, ivi comprese esercitazioni militari internazionali congiunte, purché si evitino gli effetti nocivi per la salute e i rischi per la sicurezza;

- **alla lettera b)**, la sostituzione integrale dell'articolo 207, rubricato <Definizioni> con l'opportuna modifica delle corrispondenti definizioni in senso più aderente a quanto riportato dalla direttiva in recepimento; giova osservare che, relativamente alla definizione di “*Livelli di Azione*” (LA) di cui alla direttiva, è stata mantenuta, in continuità con l'attuale norma, la precedente nomenclatura che riporta “*Valori di Azione*” (VA), già adottata al tempo dell'emanazione del Decreto legislativo n.257/2007 (primo atto di recepimento della direttiva 2004/40/CE), senza ricevere osservazioni di sorta da parte della Commissione europea;

- **alla lettera c)**, la sostituzione integrale dell'articolo 208, rubricato <Valori limite di esposizione e valori di azione>, che comporta una modifica sostanziale dei contenuti dell'articolo, introducendo una serie di commi del tutto nuovi rispetto al precedente.

Infatti, al comma 1, si indica che le grandezze fisiche relative all'esposizione ai campi elettromagnetici sono indicate nell'allegato XXXVI parte I e che i Valori Limite di Esposizione (di seguito VLE) relativi agli effetti sanitari, i VLE relativi agli effetti sensoriali e i VA sono riportati nell'allegato XXXVI, parti II e III.

Al successivo comma 2, si statuisce, invece, che l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici non superi i VLE relativi agli effetti sanitari e i VLE relativi agli effetti sensoriali, di cui all'allegato XXXVI, parte II, per gli effetti non termici e di cui all'allegato XXXVI, parte III, per gli effetti termici. Si stabilisce, inoltre, che nel caso di superamento di uno qualsiasi dei suddetti VLE, il datore di lavoro adotta misure immediate in conformità dell'articolo 210, comma 7.

Al comma 3, si stabilisce che i VLE si intendono rispettati, qualora il datore di lavoro dimostri che i pertinenti VA, di cui all'allegato XXXVI, parti II e III, non siano stati superati.

Al comma 4 si disciplina, altresì, la possibilità del superamento dei VA per i campi elettrici e magnetici, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, purché siano contemporaneamente verificate determinati condizioni elencate alle lettere a) e b) rispettivamente.

Al comma 5, invece, si stabilisce che, fermo restando i commi 2, 3 e 4, l'esposizione può superare i VLE relativi agli effetti sensoriali di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabelle A1 e tabella A3, e parte III, tabella A2, durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, purché siano verificate le condizioni indicate allo stesso comma.

Al comma 6, infine, si stabilisce l'obbligo in capo al datore di lavoro, di comunicare all'organo di vigilanza territorialmente competente i casi di cui ai commi 4 e 5, mediante una relazione tecnico-protezionistica contenente, tra l'altro, le motivazioni del superamento dei VA o dei VLE per gli effetti sensoriali, il numero di lavoratori interessati, le tecniche di valutazione utilizzate, le azioni adottate in caso di sintomi transitori e le informazioni fornite ai lavoratori e ai loro rappresentanti.

- **alla lettera d)**, la sostituzione integrale dell'articolo 209, rubricato <Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione>, che comporta la riformulazione del comma 1 del testo precedente, inserendo nel nuovo testo il riferimento alle specifiche guide pratiche emanate dalla Commissione europea, dal CEI, dall'INAIL e dalle regioni, quale ulteriore supporto tecnico nelle attività di valutazione, misurazione e calcolo dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici.

Il comma 2 stabilisce che qualora non fosse possibile stabilire con certezza il rispetto dei VLE sulla base di informazioni facilmente accessibili, la valutazione è effettuata con misurazioni o calcoli, tenendo in debita considerazione gli errori di misura nelle varie fasi (ad esempio modellazione sorgenti).

Il comma 3 statuisce che la valutazione di cui al comma 1 non debba essere effettuata nei luoghi aperti al pubblico, ove si sia proceduto già ad una valutazione finalizzata alla protezione del pubblico stesso, ovvero risultino rispettate per i lavoratori le restrizioni previste dalla Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio del 12 luglio 1999 e siano esclusi rischi relativi alla sicurezza.

Il comma 4 è stato oggetto di una riscrittura che ne faciliti l'immediata comprensione da parte dei datori di lavoro, nel caso di utilizzo di attrezzature di lavoro già corredate di una valutazione dei livelli di esposizione riferita al pubblico, o più rigorosa rispetto alle restrizioni previste dalla direttiva.

Il comma 5, tenendo conto del precedente comma corrispondente, è stato riformulato in modo da renderlo più aderente a quanto previsto dal corrispondente comma della direttiva.

Il comma 6 prevede che il datore di lavoro debba precisare nel documento di valutazione del rischio di cui all'articolo 28 le misure adottate, previste dall'articolo 210.

Il comma 7 è stato introdotto per dare attuazione al secondo periodo del paragrafo 1 dell'articolo 4 della direttiva, in materia di accesso alla valutazione del rischio da campi elettromagnetici. Si stabilisce che, ferme restando le disposizioni generali sull'informazione previste dal D.lgs. 81/2008, il datore di lavoro privato può consentire l'accesso al documento di valutazione dei rischi in tutti i casi in cui vi sia interesse e, in conformità alle disposizioni vigenti, e lo può negare qualora tale accesso pregiudichi la tutela dei propri interessi commerciali, compresi quelli relativi alla proprietà intellettuale. Per i documenti di valutazione dei rischi elaborati o detenuti da pubbliche amministrazioni si applica la disciplina del decreto legislativo 14 marzo 2013, n.33. Qualora la valutazione contenga dati personali dei lavoratori, l'accesso avviene nel rispetto delle disposizioni di cui al decreto legislativo 30 giugno 2003, n.196.
- **alla lettera e)**, la sostituzione integrale dell'articolo 210, rubricato <Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi>. Al nuovo comma 1 si stabilisce che, qualora risulti che i VA sono superati, il datore di lavoro è obbligato, a meno che non dimostri tramite la valutazione del rischio che i VLE non sono superati, a elaborare e attuare un programma di azioni che comprenda misure tecniche e organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai valori

d=3A_incontri 2016

limite di esposizione relativi agli effetti sensoriali e ai valori limite di esposizione relativi agli effetti sanitari, tenendo conto di una serie ben precisa di condizioni ivi elencate.

Il comma 2, disciplina che, sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 209, il datore di lavoro debba elaborare e applicare un programma d'azione che comprenda misure tecniche e organizzative volte a prevenire qualsiasi rischio per i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, e qualsiasi rischio dovuto a effetti indiretti, di cui all'articolo 207.

Il successivo comma 3 prevede, in continuità con le previsioni previgenti, che il datore di lavoro debba adattare le misure di cui all'articolo (210) alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio e, se del caso, a valutazioni individuali dei rischi, in particolare nei confronti dei lavoratori, che hanno dichiarato di essere portatori di dispositivi medici impiantati attivi o passivi.

Ai commi 4, 5 e 6 si confermano le prescrizioni in vigore circa la segnaletica, l'informazione e l'uso dei DPI.

Al comma 7, invece, si stabilisce che, ferme restando le deroghe di cui al successivo articolo 212 e le clausole di cui all'articolo 208 commi 2, 3 e 5, allorché i VLE relativi agli effetti sanitari o i VLE relativi agli effetti sensoriali siano superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei VLE. Il datore di lavoro individua, registra le cause del superamento dei VLE relativi agli effetti sanitari e dei VLE relativi agli effetti sensoriali e modifica di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento. Le misure di protezione e prevenzione modificate sono conservate con le modalità di cui all'articolo 53.

Infine, al comma 8 viene statuito, che quando il lavoratore riferisce la comparsa di sintomi transitori, il datore di lavoro aggiorna, se necessario, la valutazione dei rischi e le misure di prevenzione.

- **alla lettera f)**, l'inserimento di un nuovo articolo, l'articolo 210-bis rubricato <Informazione e formazione dei lavoratori e dei loro rappresentanti> in cui, in aggiunta a quanto già previsto dalla disciplina generale al riguardo, si stabilisce per il datore di lavoro l'obbligo di garantire, che i lavoratori che potrebbero essere esposti ai rischi derivanti dai campi elettromagnetici sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti ricevano le informazioni e la formazione necessarie in relazione al risultato della valutazione dei rischi, con particolare riguardo agli eventuali effetti indiretti dell'esposizione, alla possibilità di sensazioni e sintomi transitori dovuti a effetti sul sistema nervoso centrale o periferico e alla possibilità di rischi specifici nei confronti di lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, quali i soggetti portatori di dispositivi medici o protesi metalliche.
- **alla lettera g)**, la sostituzione integrale dell'articolo 211, rubricato <Sorveglianza sanitaria> comporta la riformulazione del comma 2 del testo dell'articolo attualmente in vigore con l'inserimento di una precisazione circa le spese e gli orari delle visite, stabilendo al comma 3, che i controlli e la

sorveglianza di cui all'articolo in questione sono effettuati a cura e spese del datore di lavoro, in orario scelto dal lavoratore.

- **alla lettera h)**, la sostituzione integrale dell'articolo 212, rubricato <Deroghe>, al cui comma 1 viene introdotto il principio della possibilità di derogare al rispetto dei VLE in circostanze debitamente motivate. Tale eventualità, prevista dalla Direttiva 2013/35/UE, trova la sua motivazione nell'opportunità di salvaguardare eventuali situazioni eccezionali, al momento non prevedibili, che potrebbero verificarsi in futuro. Al fine di garantire un'adeguata protezione dei lavoratori, la possibilità di deroga sarà soggetta ad un'autorizzazione centrale, emessa, su richiesta motivata da parte dei datori di lavoro, dal Ministero del lavoro e delle politiche sociali di concerto con il Ministero della salute, secondo modalità che saranno definite con decreto del Ministero del lavoro e delle politiche sociali di concerto con il Ministero della salute, da emanarsi entro centoventi giorni dalla data di entrata in vigore dell'articolo. Di detta richiesta di deroga il datore di lavoro informa "tempestivamente" il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza.

Al comma 2 sono elencate le condizioni al cui rispetto è subordinata l'autorizzazione alla deroga. Si tratta di condizioni molto rigorose anche al fine di prevenire abusi dello strumento normativo.

La eventualità di deroga al rispetto dei VLE nell'uso clinico della Risonanza Magnetica è ascritta al suddetto regime generale, con un'ulteriore richiamo all'utilizzo delle apparecchiature RM in condizioni di sicurezza ai sensi del decreto legislativo 24 febbraio 1997, n.46 e successive modificazioni, concernente "Attuazione della direttiva 93/42/CEE, concernente i dispositivi medici".

- **alla lettera i)**, che l'articolo 219, rubricato <Sanzioni> viene modificato in maniera da coordinare il testo previgente con le modifiche introdotte.
- **alla lettera l)**, che l'allegato XXXVI al decreto legislativo n.81/2008 venga sostituito integralmente con i corrispondenti allegati alla direttiva, in modo da tener conto di tutte le innovazioni tecnico-scientifiche del settore.

L'**articolo 2**, rubricato <Clausola di invarianza finanziaria> prevede che dall'attuazione del decreto non derivino nuovi o maggiori oneri a carico della finanza pubblica.

BIBLIOGRAFIA

- ^[1] Decreto legislativo 01 Agosto 2016, n. 159.
- ^[2] Direttiva 2013/35/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.
- ^[3] 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).
- ^[4] Direttiva 2008/46/CE del parlamento europeo e del consiglio del 23 aprile 2008 che modifica la direttiva 2000/40/CE 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).
- ^[5] Direttiva 2012/11/UE del parlamento europeo e del consiglio del 19 aprile 2012 che modifica la direttiva 2004/40/CE 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).
- ^[6] 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; GU L 183 del 29.6.1989.





Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro.
Legislazione, Valutazione, Tutela.

SORGENTI DI CEM NEI LUOGHI DI LAVORO ED ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI: USO DEL PAF

Iole Pinto⁽¹⁾, Andrea Bogi⁽¹⁾, Nicola Stacchini⁽¹⁾, Domenico Gioia⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratorio di Sanità Pubblica, Usl Toscana Sud-Est, Siena

1 – PREMESSA

Lo sviluppo tecnologico spinge ad un utilizzo sempre più massiccio di sorgenti di campo elettromagnetico nei luoghi di lavoro e negli ambienti di vita con crescenti ed innovative applicazioni nell'ambito dell'informatica, delle telecomunicazioni, del controllo dei processi, o di nuove tecnologie a radiofrequenze per il uso domestico, industriale o terapeutico. Questo aumento dell'impiego di dispositivi elettrici ed elettronici, comporta scenari espositivi a campi elettromagnetici sempre più vari e talvolta intensi. Per questa ragione è fondamentale fornire ai lavoratori e a tutte le figure coinvolte nel sistema di sicurezza aziendale corrette procedure di valutazione e prevenzione del rischio, ed una adeguata informazione e formazione sui corretti comportamenti da adottare in tutte le attività in prossimità di sorgenti rilevanti sotto il profilo dell'esposizione a CEM. A tale riguardo è da considerare che, proprio in relazione all'evoluzione tecnologica in corso, la normativa europea per la protezione dei lavoratori dall'esposizione a campi elettromagnetici nei luoghi di lavoro è stata negli ultimi anni oggetto di revisione, fino ad arrivare alla Direttiva Europea 2013/35 [1].

Con il recepimento di tale direttiva, che va a modificare il Capo IV del Titolo VIII del D.Lgs 81/08, il sistema della valutazione e gestione del rischio CEM è divenuto più articolato in modo da poter essere adottato anche per taluni apparati quali ad esempio i tomografi RMN, ove il precedente quadro normativo era difficilmente applicabile, senza rinunciare ad un adeguato livello di tutela per la salute e sicurezza degli operatori. Una novità importante introdotta dalla direttiva è il fatto che le banche dati e le informazioni contenute nel PAF (Portale Agenti Fisici) rappresentano uno strumento valevole per effettuare la valutazione del rischio da campi elettromagnetici.

Per questo motivo la sezione campi elettromagnetici (CEM) del PAF è in fase di continuo e costante aggiornamento, per poter rappresentare uno strumento efficace per la valutazione e prevenzione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici, soprattutto per le piccole e medie imprese presenti sul territorio nazionale

2 – LA SEZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI DEL PAF

Al pari delle altre sezioni del PAF, quella relativa ai campi elettromagnetici comprende sia la banca dati delle esposizioni che altre sottosezioni altrettanto importanti per la valutazione del rischio, ove vengono descritti i principi su cui si basa tale valutazione, il metodo generale, le normative più rilevanti, ed inoltre viene fornita documentazione estesa sia sul rischio CEM che sulle misure di tutela per differenti tipologie di sorgenti e scenari espositivi.



PAF > CAMPI ELETTROMAGNETICI: MACCHINARI: 102 MISURE: 89

Campi Elettromagnetici [0 Hz - 300 GHz] : descrizione del rischio

In collaborazione con



- Home
- Rumore
- Vibrazioni Mano-Braccio
- Vibrazioni Corpo Intero
- Campi Elettromagnetici
- Descrizione del rischio
- Guida all'uso
- Banca dati
- Banca dati
- Valutazione
- Normativa
- Calcolo esposizione
- Prevenzione e protezione
- Documentazione

Con il termine Radiazioni Non Ionizzanti, sinteticamente NIR dalle Iniziali della omologa definizione inglese Non-ionizing Radiation, si indica genericamente quella parte dello spettro elettromagnetico il cui meccanismo primario di interazione con la materia non è quello della ionizzazione. Lo spettro elettromagnetico viene infatti tradizionalmente diviso in una sezione *ionizzante* (Ionizing Radiation o IR), comprendente raggi X e gamma, dotati di energia sufficiente per ionizzare direttamente atomi e molecole, e in una *non ionizzante* (Non Ionizing Radiation o NIR). Quest'ultima viene a sua volta suddivisa, in funzione della frequenza, in una sezione *ottica* (300 GHz - 3x10¹⁶ THz) e in una *non ottica* (0 Hz - 300 GHz).

La prima include le radiazioni ultraviolette, la luce visibile e la radiazione infrarossa.

La seconda, oggetto della presente sezione, comprende le microonde (MW: microwave), le radiofrequenze (RF: radiofrequency), i campi elettrici e magnetici a frequenza estremamente bassa (ELF: Extremely Low Frequency), fino ai campi elettrici e magnetici statici.

I meccanismi di interazione dei campi elettromagnetici con la materia biologica accertati si traducono sostanzialmente in due **effetti diretti** in quanto risultato di un'interazione diretta dei campi con il corpo umano. Alle frequenze più basse e fino a circa 1 MHz, prevale l'induzione di correnti elettriche nei tessuti elettricamente stimolabili, come nervi e muscoli. Con l'aumentare della frequenza diventa sempre più significativa la cessione di energia nei tessuti attraverso il rapido movimento oscillatorio di ioni e molecole di acqua, con lo sviluppo di calore e riscaldamento. A frequenze superiori a circa 10 MHz, quest'ultimo effetto è l'unico a permanere, e al di sopra di 10 GHz, l'assorbimento è esclusivamente a carico della cute.

Tali meccanismi sono in grado di determinare gli **effetti acuti**, che si manifestano al di sopra di una certa soglia di induzione, nei confronti dei quali esiste un ampio consenso scientifico e il quadro delle conoscenze consente di disporre di un "razionale" (cioè una base logico-

Figura 1: La pagina del menù CEM del Portale Agenti Fisici e le differenti sessioni consultabili che verranno di seguito descritte

2.1 - INTRODUZIONE AL RISCHIO

Come ricordato nella prima sottosezione di introduzione al rischio da campi elettromagnetici, nel capo IV del titolo VIII del Testo Unico, si considera quella porzione dello spettro elettromagnetico che va dalla frequenza 0Hz (campi elettrici e magnetici statici) fino a campi alla frequenza di 300GHz. Gli effetti che si vogliono prevenire sono sia diretti che indiretti a breve termine. Infatti com'è ribadito anche nella nuova Direttiva Europea [1], le prove scientifiche di eventuali effetti a lungo termine non sono ancora sufficientemente solide per giustificare un adeguamento dei limiti. D'altra parte sono ben conosciute le soglie di insorgenza per gli effetti diretti: stimolazione dei tessuti (come nervi e muscoli), predominante a bassa frequenza e riscaldamento dei tessuti, predominante ad alta frequenza.

Per quanto concerne gli effetti indiretti, si ricorda che esistono due meccanismi di accoppiamento indiretto con i soggetti esposti: correnti di contatto, che si manifestano quando il corpo umano viene in contatto con un oggetto a diverso

potenziale elettrico e possono indurre effetti quali percezioni dolorose, contrazioni muscolari, ustioni; accoppiamento del campo elettromagnetico con dispositivi elettromedicali (compresi stimolatori cardiaci) e altri dispositivi impiantati o portati dal soggetto esposto. Altri effetti indiretti consistono nel rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici all'interno di intensi campi magnetici statici; nell'innescare di elettrodetonatori e nel rischio incendio di materiali infiammabili per scintille provocate dalla presenza dei CEM nell'ambiente.

Il sistema di protezione dai CEM si basa su due livelli di limiti: un livello alto adatto a proteggere i soggetti consapevoli e senza controindicazioni; un livello di limiti inferiore adatto a proteggere la popolazione generale che si espone in maniera inconsapevole e può avere controindicazioni. La distinzione fra lavoratori e popolazione merita però qualche chiarimento che verrà dato nei paragrafi successivi.

Nelle successive sottosezioni del PAF sui CEM oltre ad una rassegna della normativa specifica per questo rischio, si possono trovare articoli ritenuti importanti ed approfondimenti su valutazioni specifiche effettuate sia dagli autori del PAF che da altri soggetti.

Fra i documenti di maggiore interesse si ricorda oltre al testo della nuova Direttiva Europea, con le rispettive linee guida non vincolanti [2], il documento con le FAQ sugli Agenti Fisici [3] che viene via via aggiornato per adeguarsi ai cambiamenti normativi.

3 – LA BANCA DATI DEI MACCHINARI

Nella banca dati dei macchinari vengono inseriti gli apparati valutati sia dagli autori del portale che da altri soggetti, previo accreditamento. Per avere una valenza metrologica, le misure da inserire nel PAF devono seguire i criteri descritti nella documentazione per la fornitura dei dati. Ad esempio uno dei criteri è quello di descrivere nel miglior modo possibile la sorgente con foto e misure. Infatti per valutare il livello di esposizione ai CEM riveste grande importanza non tanto l'orientamento dell'operatore rispetto alla sorgente, quanto la sua posizione e la geometria di quest'ultima. Se ad esempio le sorgenti di campi elettromagnetici sono costituite dai cavi percorsi da corrente, è fondamentale tenere traccia della loro disposizione rispetto all'operatore. Per questo motivo ogni misurazione è corredata di foto che mostrano i particolari dello scenario espositivo.

Si noti che le schede tecniche presenti si riferiscono sempre a macchinari ben funzionanti, infatti uno dei presupposti alla valutazione dei rischi è che il parco macchine abbia ricevuto la dovuta manutenzione. Inoltre nell'inserimento di nuovi macchinari è stata data la priorità a quelli che hanno livelli di esposizione maggiore e tali da non permettere in genere di dedurre il rispetto dei limiti da altre fonti. Infatti come già accennato nell'introduzione, la valutazione del rischio da CEM va eseguita tenendo conto delle informazioni reperibili da linee guida, norme tecniche europee, banche dati dell'INAIL o delle regioni, delle "informazioni sull'uso e sulla sicurezza rilasciate dai fabbricanti o dai distributori delle attrezzature". A tal proposito bisogna ricordare che sia i macchinari che rientrano nel campo di applicazione della direttiva macchine (Direttiva Europea 2006/42/CE, recepita dal D.Lgs. 27 gennaio 2010, n.

17), che gli elettromedicali (Direttiva Europea 2007/47/CE, recepita dal D.Lgs. 25.01.2010, n.37), per poter essere conformi al marchio CE devono essere forniti di un manuale contenente tutte le informazioni necessarie per un utilizzo sicuro in relazione alle radiazioni emesse, incluse le radiazioni fortuite, la corretta installazione, le avvertenze e/o le precauzioni da prendere per l'uso, le specifiche istruzioni di utilizzazione ed una pertinente etichettatura. Queste informazioni sono il punto di partenza sia per la valutazione dei CEM in generale che per eventuali misurazioni di emissioni. Infatti è evidente come sia la strumentazione da utilizzare che la scelta della metodica dipendano in modo drastico dalla banda di emissione e dalla sua evoluzione temporale (continuo, pulsato, periodico, costante).

3.1 - LA SCHEDA DEL MACCHINARIO

La scheda del macchinario è composta da due parti: la prima, che comprende dati come marca, modello, numero di matricola, è comune a tutte le sezioni del portale. Questo perché uno stesso macchinario (ad esempio una saldatrice) può avere associati più rischi (campi elettromagnetici e radiazioni ottiche) ed è importante sia partendo dal macchinario conoscere tutti i rischi fisici ad esso associati, sia partendo da un dato rischio, sapere che ve ne sono associati altri. La seconda parte dell'anagrafica è specifica per il rischio della sezione scelta e per i campi elettromagnetici descrive il tipo di emissioni, la banda di frequenze interessata.

Seguono le misure di tutela da adottare. Nonostante siano riferibili al macchinario in esame, le misure di tutela possono provenire da informazioni ricavate da altre fonti, quindi non si riferiscono necessariamente ai risultati delle misurazioni presenti.

Con il recepimento della nuova normativa sono aumentate le grandezze con cui si possono esprimere i risultati delle misure.

Si parte dal presupposto che si tratta comunque di grandezze che si riferiscono ai valori campo esterni al corpo; solo in alcuni casi specifici sono stati eseguiti calcoli dosimetrici ed i risultati sono mostrati nei report collegati alle relative misure (vedi ad esempio alcune saldatrici).

In generale le emissioni di macchinari industriali vengono espresse utilizzando degli indici. Infatti essendo i limiti di esposizione dipendenti dalla frequenza, nel caso di un segnale con componenti spettrali a più frequenze, non ci si può riferire ad un unico valore del limite. La via di uscita a questa situazione è stata indicata già dal documento del 2003 dell'ICNIRP [4], nel quale venivano descritti i principali metodi di costruzione di un indice a partire dalle informazioni temporali o spettrali del segnale. In particolare per valutare gli effetti di stimolazione di un segnale, la nuova Direttiva Europea afferma che il metodo più indicato è quello del "picco ponderato", mentre per gli effetti termici si utilizza la somma dei contributi quadratici.

Qualunque sia il metodo utilizzato, il risultato del confronto con i limiti è dato in percentuale: un livello minore del 100% indica il rispetto dei limiti, mentre un livello superiore indica un superamento.

Le emissioni su più frequenze sono la norma per le sorgenti sia industriali che in campo medico, quindi nella pratica il confronto con i limiti è mostrato quasi sempre in termini percentuali.

In

Figura 2 sono mostrati i risultati delle misurazioni eseguite su un elettrobisturi. Nelle prime colonne viene descritta la posizione del punto di misura. Segue la frequenza dominante, da un punto di vista energetico, del segnale in uscita. Essendo le emissioni di un elettrobisturi, caratterizzate da uno spettro che comprende molte frequenze, i risultati delle grandezze misurate (colonna 7) sono dati in termini di percentuali (colonna 8). Nell'ultima colonna di solito si mettono le condizioni di funzionamento del macchinario durante la misura.

Osservando le distanze di misura (colonna 2 e 3 in figura) si nota che esse sono state eseguite sia in posizioni molto ravvicinate che più lontane. In generale la scelta dei punti di misura può essere dettata da esigenze diverse: se si vuol stimare l'esposizione del lavoratore è necessario conoscere i valori di campo elettromagnetico nella sua posizione; quindi nel caso di sorgenti come saldatrici o elettrobisturi dove il manipolo che tiene in mano l'operatore è esso stesso una fonte di emissione, i punti di misura saranno nelle immediate vicinanze. Se invece si vuol stimare la distanza di rispetto di un limite, nel caso di sorgenti molto intense, come ad esempio una transcranica, il punto di misura potrebbe trovarsi anche a qualche metro di distanza.

Punto misura Riferimento	Distanza Perpendicolare [cm]	Distanza Parallela [cm]	Altezza da terra [cm]	Frequenza dominante [Hz]	ILLUSTRAZIONE	GRANDEZZA_MISURATA	VALORE MISURATO	NOTE
P1 cavo connessione	0	10	0	510000		Percentuale Livello riferimento POPOLAZIONE raccomandazione 1999/519/CE [Campo Elettrico]	330 %	funzione coagulo carico 200 Ohm
P1 cavo connessione	0	10	0	510000		Percentuale Livello Azione LAVORATORI ai sensi Dir.Europea 2004/40/CE [Campo Elettrico]	40 %	funzione coagulo carico 200 Ohm
P1 cavo connessione	0	10	0	510000		Percentuale Livello riferimento POPOLAZIONE raccomandazione 1999/519/CE [Campo Elettrico]	730 %	funzione coagulo a vuoto
P1 cavo connessione	0	10	0	510000		Percentuale Livello Azione LAVORATORI ai sensi Dir.Europea 2004/40/CE [Campo Elettrico]	90 %	funzione coagulo a vuoto
P4 cavo connessione	0	20	0	510000		Percentuale Livello riferimento POPOLAZIONE raccomandazione 1999/519/CE [Campo Elettrico]	120 %	funzione taglio carico 200 Ohm
P4 cavo connessione	0	20	0	510000		Percentuale Livello riferimento POPOLAZIONE raccomandazione 1999/519/CE [Campo Magnetico]	14 %	funzione taglio carico 200 Ohm
P9 cavo connessione	0	70	0	510000		Percentuale Livello riferimento POPOLAZIONE raccomandazione 1999/519/CE [Campo Elettrico]	85 %	funzione coagulo a vuoto

Figura 2: Esempio di risultati delle misurazioni. Quando la "Grandezza misurata" si riferisce ad un indice, come nell'esempio, il "valore misurato" è un numero in percentuale

3.2 – LE DISTANZE DI RISPETTO DEI LIMITI

Nella parte finale di ogni scheda di valutazione sono indicate le distanze di rispetto dei limiti sia per i lavoratori che per la popolazione. Allo stato attuale i limiti per i lavoratori presi in considerazione sono i livelli di azione per i lavoratori ai sensi della Direttiva Europea 2004/40/CE, che tuttavia è stata abrogata dalla nuova Direttiva Europea del 2013. Questa scelta è stata dettata da due motivazioni principali: la prima è che fino al 2016 seppur mai recepita in Italia, la direttiva europea in vigore, quindi il riferimento normativo più significativo, era quella del 2004. Il secondo motivo è che il livello di azione per i lavoratori della vecchia direttiva europea offre un livello di protezione molto simile a quello dato dal rispetto del livello di azione inferiore (relativo agli effetti sensoriali) della nuova direttiva europea. Da qui la scelta di un approccio più protezionistico.

Invece la presenza in tutte le schede di misura della distanza di rispetto dei limiti per la popolazione, merita qualche ulteriore precisazione.

È importante al riguardo tenere sempre presente nella gestione del rischio CEM che per “lavoratore” non si deve intendere una qualsiasi persona al lavoro, ma piuttosto un lavoratore professionalmente esposto, cioè addetto ad una mansione che comporta necessariamente l’esposizione ai campi elettromagnetici superiori ai livelli di riferimento per la popolazione generale. Per tutti gli altri lavoratori (considerati quindi non professionalmente esposti) dovranno essere applicati i valori limite valevoli per la popolazione generale, che garantiscono l’assenza di effetti su qualsiasi soggetto esposto, anche con controindicazioni specifiche. I valori limite specificati per la popolazione generale assumono dunque rilevanza anche nei luoghi di lavoro, in relazione a tutti gli addetti non professionalmente esposti. Per questo motivo la zonizzazione di una sorgente di campo elettromagnetico deve essere eseguita considerando sia i livelli di riferimento per la popolazione che i valori di azione per i lavoratori.

La legislazione italiana ha recepito la Raccomandazione Europea 1999/519 [5], che a sua volta riprende l’impianto dell’ICNIRP-98 per la popolazione, nella Legge 22 febbraio 2001, n.36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.

Si noti che il confronto con i limiti per la popolazione dovrebbe essere sempre fatto prima di quello con i limiti per i lavoratori; infatti se risultassero rispettati i primi in tutto lo spazio occupato dagli operatori, non ci sarebbe bisogno di verificare il rispetto dei secondi.

Questo è l’approccio contenuto anche nella CEI EN 50499 “Procedura per la valutazione dell’esposizione dei lavoratori a campi elettromagnetici” [6]. Il metodo utilizzato nella norma, legata alla vecchia normativa europea, è stato meglio articolato nelle linee guida per l’applicazione della nuova direttiva europea [2]. In particolare la tabella 1 per le attrezzature “giustificabili a priori” cioè quelle intrinsecamente sicure, presenti nella norma tecnica, è stata ampliata e dettagliata nel primo volume delle linee guida, nella tabella 3.2.

Secondo il nuovo approccio, in base alla loro suscettibilità ai campi elettromagnetici, i lavoratori vengono suddivisi in 3 categorie: soggetti non esposti a particolari rischi (i soggetti sani senza controindicazioni all’esposizione), soggetti esposti a particolari

rischi (donne in gravidanza, soggetti con protesi metalliche, ecc.) e lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati attivi. Per ogni macchinario appartenente alle tipologie analizzate, si indica in base alla suscettibilità dei lavoratori presenti, quando la valutazione del rischio si può concludere con la giustificazione e quando invece occorre effettuare un'analisi più approfondita.

Per trovare una corrispondenza fra i dati delle distanze presenti sul portale e la tabella suddetta, si deve ricordare che il rispetto dei limiti della popolazione presenti nella raccomandazione europea, garantiscono che un'attrezzatura sia sicura sia per un operatore sano che per un operatore con rischi particolari (ad esclusione dei portatori di dispositivi medici impiantati attivi); mentre il rispetto dei valori di azione per i lavoratori garantisce la sicurezza per gli operatori senza particolari controindicazioni.

Il risultato che si deve ottenere per la valutazione dei rischi dalle informazioni presenti nelle schede del PAF è quello di creare una zonizzazione intorno alle sorgenti di CEM per l'individuazione, nei luoghi di lavoro, delle aree soggette a livelli di rischio diversi. In particolare, si distinguono:

Zona 0: è la zona in cui i livelli di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico rispettano i limiti per la popolazione generale, oppure in cui tutte le sorgenti presenti sono conformi a priori. Nessuna limitazione di accesso (per i portatori di dispositivi elettronici impiantati vedere le cautele e le limitazioni descritte qui appresso).

Zona 1: è la zona in cui è possibile che vengano superati i valori limite per la popolazione, ma in cui sono sicuramente rispettati i limiti occupazionali. L'accesso a questa zona deve essere consentito ai soli addetti alla lavorazione specifica in essa effettuata; questi devono essere opportunamente formati ed informati e sottoposti a sorveglianza sanitaria. L'accesso deve invece essere precluso a tutti gli altri lavoratori, agli individui della popolazione ed in particolare ai soggetti con controindicazioni.

Zona 2: è la zona in cui i livelli di esposizione possono superare i valori limite occupazionali. L'accesso a questa zona deve essere regolamentato secondo quanto prescritto dalla nuova Direttiva Europea

Si noti che una delle principali novità introdotte dalla nuova Direttiva Europea è proprio la suddivisione degli effetti acuti in sensoriali e sanitari e la possibilità, in circostanze molto particolari e ben definite, della deroga al rispetto dei limiti per la prevenzione dagli effetti sensoriali.

Per quanto riguarda la valutazione dell'esposizione a CEM in presenza di portatori di dispositivi medici impiantati attivi, si deve ricordare che essi devono considerarsi, in generale, come lavoratori particolarmente sensibili al rischio (art.183 del D.Lgs. 81/2008) e devono pertanto essere trattati individualmente, prendendo in considerazione la loro situazione specifica e le caratteristiche pertinenti (in particolare il grado di immunità elettromagnetica) del dispositivo impiantato. Occorre infatti ricordare che il rispetto dei livelli di riferimento per la popolazione

non garantisce in assoluto l'assenza di effetti indiretti, come detto sia nelle linee guida ICNIRP sia nelle premesse della Raccomandazione Europea 1999/519 [5]. Per la valutazione del rischio in questi casi ci si può riferire, oltre alla già citata Linea Guida relativa alla nuova direttiva europea, alla CEI EN 50527-1 che ha validità generale, e alla CEI EN 50527-2-1 specifica per i portatori di pacemaker. In queste norme si assume, in linea di massima, che i d.m.i. funzionino correttamente fintantoché sono rispettati i livelli di riferimento per la popolazione definiti nelle linee guida ICNIRP del 1998; ma non si esclude che in alcune situazioni particolari possano avvenire interazioni significative anche per livelli di campo inferiori, confermando così la necessità di una valutazione individuale.

3.3 – IL CASO DELLE SALDATRICI AD ARCO

Le sorgenti rilevanti di campi elettromagnetici delle saldatrici ad arco sono costituite dai cavi che vanno dall'alimentatore al pezzo da saldare. Per tali macchinari l'esposizione dell'operatore dipende in modo drastico, a parità di esemplare di saldatrice, dalla disposizione dei cavi intorno al suo corpo.

Il principio che l'esposizione ai CEM va mantenuta al minor livello possibile, impone di eliminare per quanto possibile quelle procedure che portino ad un aumento dell'esposizione, come in questo caso potrebbe essere una disposizione dei cavi ingiustificatamente vicina al corpo del saldatore. Una volta scongiurate le configurazioni peggiori, rimane il problema di come disporre i cavi per valutare l'esposizione. Le saldatrici ad arco rappresentano uno di quei casi in cui è la norma tecnica di prodotto che fornisce un valido aiuto alla ricerca della soluzione.

La norma CEI EN 50444 descrive differenti metodiche per misurare, calcolare l'esposizione umana alle saldatrici ad arco. Essa fornisce una configurazione dei cavi da utilizzare per dichiararne la conformità. Questo fatto serve in primo luogo ai produttori per poter confrontare correttamente le emissioni dei differenti modelli di saldatura, ma fornisce anche un buon punto di partenza per i valutatori del rischio. Infatti la conformità alla suddetta norma, insieme alla norma di prodotto CEI EN 50445 [7] impone il rispetto dei livelli di esposizione per i lavoratori per gli effetti sensoriali nelle corrette condizioni di utilizzo. Essa inoltre impone al costruttore di fornire all'utilizzatore informazioni sui livelli di esposizione stimati ed in quali condizioni sono stati effettuati i test.

Inoltre chiarisce che se l'apparato è fatto per lavorare in zone aperte al pubblico, i limiti da considerare per valutarne le emissioni sono quelle per la popolazione.

Un altro esempio di conformità importante è quello alla norma CEI EN 60974-10 sulla compatibilità elettromagnetica specifica per le saldatrici. Nei manuali della Lincoln, ad esempio, viene dichiarata la conformità a questa norma e vi si trovano specifiche istruzioni e misure di tutela per la riduzione dell'esposizione e avvisi per i soggetti più a rischio come i portatori di pacemaker.

Da quanto appena detto si deduce l'importanza del manuale d'uso: la dichiarazione di conformità del macchinario ad una data norma può fornire importanti informazioni per la valutazione del rischio. Per questo motivo nelle schede dei macchinari presenti in banca dati viene sempre segnalata l'eventuale conformità o mettendola nel campo specifico delle norme di prodotto o nelle note.

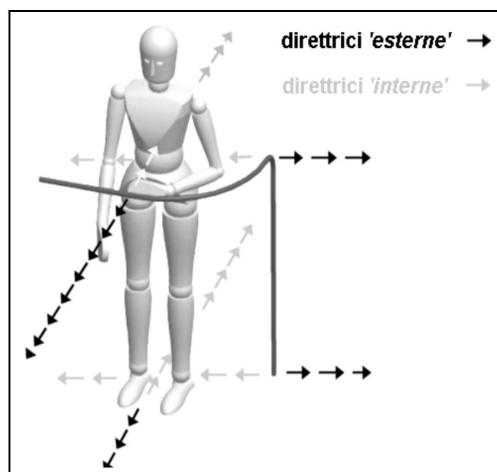


Figura 3: Modello presente nella norma tecnica CEI EN 50444 per calcolare l'esposizione del saldatore

Va notato al riguardo che gli apparecchi per saldatura hanno in genere una durata di utilizzo di molti anni, pertanto gli apparati in uso presso le piccole e medie aziende sono tipicamente apparecchi molto vecchi, non conformi alle nuove normative che ne limitano le emissioni e praticamente prive di informazioni utili al riguardo. Per questo motivo la banca dati del portale fornisce valori di esposizione per saldatrici ad arco di vecchia generazione, che non dovrebbero più essere in commercio ma che sono ampiamente diffuse sul territorio nazionale, insieme alle le misure di tutela da adottare e le distanze di rispetto dei limiti per i lavoratori e per la popolazione.

3.4 - IL CASO DEI CARRELLI ELEVATORI

Alcune schede dei macchinari presenti sul PAF non hanno la sezione delle misure. Questo è il caso ad esempio dei carrelli elevatori.

Quello che però si nota è che in coda all'anagrafica, nel campo delle "misure di tutela necessarie" compare la seguente frase: "L'equipaggiamento elettrico del veicolo può compromettere il funzionamento dei dispositivi medicali (pace-maker, apparecchi acustici, ecc.) dell'operatore e portare ad anomalie funzionali. Consultare un medico o il fabbricante del dispositivo medicale per sapere se può essere impiegato senza problemi vicino al veicolo di movimentazione interna". Questa frase è stata presa direttamente dal manuale del costruttore. Infatti queste apparecchiature sono azionate a corrente ed conducente sta seduto sul pacco batterie. Quindi il costruttore ha valutato che mentre per operatori sani non vi sono rischi di CEM, nel caso di portatori di dispositivi medici impiantati attivi, ci potrebbe essere il rischio di interferenze. Correttamente, la presenza di questa frase nel manuale deve far scattare, nel caso di soggetti a rischio, una procedura di valutazione ad hoc come già detto nei paragrafi precedenti.

Si noti che anche nella già citata tabella 3.2 della linea guida relativa alla nuova

direttiva, vi si trovano due voci sotto le quali potrebbero rientrare i carrelli elevatori: “veicoli o impianti a motore” e “macchinari per cantieri”; coerentemente a quanto dichiarato dal produttore, per entrambe le categorie la linea guida indica la necessità di eseguire una valutazione approfondita nel caso di operatori con dispositivi medici impiantati attivi.

Scheda Macchinario 	
Marca: JUNGHEINRICH	
Modello: EFG 213-220	
Tipologia: Carrello sollevatore (muletto)	
Costruito nel 2011	
Peso: 2733 kg	
Potenza: 4.5 kW	
Alimentazione: Batteria 12V-36V	
Norma di riferimento: UNI EN 12895:2002	
Frequenza di lavoro: Non disponibile	
Tipologia di emissione: Non disponibile	
Tipologia elemento radiante: Non disponibile	
Categoria di cui alla norma 12198-1-12009: Non disponibile	
Misure di tutela necessarie:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. L'equipaggiamento elettrico del veicolo può compromettere il funzionamento dei dispositivi medici (pace-maker, apparecchi acustici, ecc.) dell'operatore e portare ad anomalie funzionali. Consultare un medico o il fabbricante del dispositivo medicale per sapere se può essere impiegato senza problemi vicino al veicolo di movimentazione interna. 	
Non sono disponibili Misure sul Campo	

Figura 4: Scheda tecnica presente sul portale relativa ad un carrello elevatore. L'avvertimento per i portatori di pacemaker è presente sul manuale

4 - SVILUPPI FUTURI DEL PORTALE

Il programma di sviluppo della sessione CEM del PAF, in linea con i recenti sviluppi normativi, è la creazione di procedure guidate semplificate che permettano di valutare il rischio associato a ciascuna sorgente, senza ricorrere a misurazioni che penalizzano le aziende sia in termini di costi che di tempo.

Inoltre, proprio per permettere un utilizzo più efficace, il portale fornirà una consultazione rapida per tipologia di sorgente, fornendo le indicazioni in accordo alla tabella 3.2 del primo volume della Guida per l'attuazione della Direttiva (Europea, 2015). In tal modo sarà possibile evidenziare subito la presenza o meno del rischio in relazione ai compiti dell'operatore ed alla sua eventuale appartenenza ad una delle categorie più suscettibili.

Lo sviluppo di tale strumento è pienamente in linea con le recenti modifiche apportate dal D.Lgs. 14/07/2015 nel capo III art.20 all'art.28 D.Lgs. 81/08: all'articolo 28, dopo il comma 3-bis è inserito il seguente: “3-ter. Ai fini della valutazione di cui al comma 1, l'INAIL, anche in collaborazione con le Aziende Sanitarie Locali per il tramite del Coordinamento Tecnico delle Regioni e i soggetti

di cui all'articolo 2, comma 1, lettera ee), rende disponibili al datore di lavoro strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio. L'INAIL e le aziende sanitarie locali svolgono la predetta attività con le risorse umane, strumentali e finanziarie disponibili alla legislazione vigente”.

L'obiettivo perseguito con lo sviluppo di tali procedure è fornire strumenti utili per tutti gli operatori della prevenzione, anche che non siano possesso di specifiche conoscenze sui campi elettromagnetici, rendendo peraltro immediatamente fruibili i contenuti della Guida per l'attuazione della Direttiva Europea forniti dalla Commissione Europea [2].

BIBLIOGRAFIA

- [1] Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici). Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 179/1-21, 29.6.2013
- [2] Commissione Europea: “Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai Campi Elettromagnetici. Volume 1: Guida Pratica”, Ufficio delle Pubblicazioni dell'Unione Europea, Lussemburgo (2015)
- [3] Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome: "Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro – Indicazioni operative", PAF sezione CEM.
- [4] International Commission on Non Ionizing Radiation, “Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100KHz with ICNIRP Guidelines”, Health Physics Vol. 84 N3, 2003.
- [5] Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio europeo del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee L 199/59-70, 30.7.1999
- [6] Comitato Elettrotecnico Italiano: "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici". Norma CEI EN 50499, novembre 2009
- [7] Comitato Elettrotecnico Italiano: "Norma per famiglia di prodotti per dimostrare la conformità delle apparecchiature per la saldatura a resistenza, saldatura ad arco e processi affini ai limiti di base relativi all'esposizione umana ai campi elettromagnetici (0 Hz – 300 GHz)". Norma CEI EN 50445, maggio 2008



IL PROCESSO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA CAMPI ELETTROMAGNETICI MEDIANTE MISURAZIONI: QUALI STRUMENTAZIONI, QUALI PARAMETRI, QUALI METODOLOGIE

Gianluca Gambino⁽¹⁾, Alessandro Merlino⁽¹⁾, Gabriele Quadrio⁽¹⁾

⁽¹⁾: CeSNIR, Villasanta (MB)

1 – INTRODUZIONE

Dopo più di un decennio di incertezze sulle modalità di valutazione dell'esposizione occupazionale ai campi elettromagnetici, oggi si delinea finalmente una procedura di valutazione condivisa e praticabile nell'ambito dell'igiene industriale.

Con questo lavoro si intende richiamare le modalità di valutazione dell'esposizione mediante l'accertamento strumentale dei campi elettromagnetici.

La misurazione non è un passaggio obbligato e si rende necessaria solo allorché non sia possibile affermare con certezza che l'esposizione al campo elettromagnetico è irrilevante per la salute dell'esposto.

Il lavoro richiama quanto si può considerare finalmente consolidato nell'ambito dell'accertamento tecnico dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici in ambito occupazionale ed è pertanto centrato sulle misurazioni di campo elettrico e di induzione magnetica in aria, mentre non prende in esame i calcoli per la valutazione delle grandezze dosimetriche. La dosimetria delle radiazioni non ionizzanti, intesa come metodica approcciabile dall'igienista, è infatti ancora ai suoi albori ed è stata trattata solo molto di recente nel contesto tecnico normativo dalle linee guida emesse dalla Commissione Europea all'inizio di quest'anno.

2 – I LIMITI

I livelli limite per l'esposizione umana ai campi elettromagnetici sono espressi in termini di grandezze valutate internamente al corpo umano, dette anche dosimetriche, in analogia con i limiti esistenti per l'esposizione a radiazioni ionizzanti, per quanto, solo per queste ultime, sia un vero e proprio assorbimento organico (nello specifico di energia) tale da rendere pertinente il ricorso al concetto di dose. Nel caso delle radiazioni non ionizzanti, invece, l'esposizione al campo si traduce in un assorbimento di energia da parte del corpo umano solo a partire da frequenze dell'ordine del megahertz, quando l'energia trasferita dal campo elettromagnetico al corpo è assorbita dal secondo con conseguente rialzo termico di questo. Alle frequenze più basse i meccanismi di interazione tra campo elettromagnetico e tessuti biologici comportano invece una sollecitazione dei tessuti

per effetto di fenomeni di induzione elettromagnetica con la conseguente attivazione di correnti elettriche nello stesso.

Come detto nell'introduzione, la nostra attenzione è posta alla verifica di quelli che il legislatore europeo chiama *livelli di azione*, ovvero di quelli che nel contesto della ricerca scientifica sono chiamati *livelli di riferimento*¹.

Com'è noto i livelli di azione sono definiti per il campo elettrico (E) e per l'induzione magnetica (B) intesi esternamente al corpo umano, in condizione imperturbata, ovvero in assenza del corpo esposto.

3 – SEGNALI A FREQUENZE MULTIPLE

Nella nostra esperienza comune sono ancora diversi i casi in cui si trovano, presso il datore di lavoro, delle relazioni tecniche in cui il risultato dell'accertamento è espresso tramite il confronto diretto tra il livello di campo elettrico e/o magnetico misurato per una determinata componente in frequenza e il corrispondente livello di azione. Questo modo di restituire il risultato conduce spesso ad un'errata valutazione del rischio, considerato che il campo elettromagnetico è raramente caratterizzato da un segnale monofrequenza. In questo paragrafo riprendiamo quindi il tema della valutazione dei campi contenenti segnali a frequenze diverse.

LA per esposizione a campi elettrici compresi tra 1 Hz e 10 MHz

Gamma di frequenza	Intensità di campo elettrico LA(E) inferiori [Vm ⁻¹] (RMS)	Intensità di campo elettrico LA(E) superiori [Vm ⁻¹] (RMS)
$1 \leq f < 25$ Hz	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50$ Hz	$5,0 \times 10^5/f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$1,0 \times 10^6/f$

LA per esposizione a campi elettrici e magnetici compresi tra 100 kHz e 300 GHz

Gamma di frequenza	Intensità di campo elettrico LA(E) [Vm ⁻¹] (RMS)	Induzione magnetica LA (B) [μT] (RMS)	Densità di potenza LA(S) [Wm ⁻²]
$100 \text{ kHz} \leq f < 1$ MHz	$6,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^6/f$	—
$1 \leq f < 10$ MHz	$6,1 \times 10^8/f$	$2,0 \times 10^6/f$	—
$10 \leq f < 400$ MHz	61	0,2	—
$400 \text{ MHz} \leq f < 2$ GHz	$3 \times 10^{-3} f^{1/2}$	$1,0 \times 10^{-5} f^{1/2}$	—

Figura 1: Stralcio delle tabelle con le quali la direttiva 2013/35 fornisce i livelli di azione per gli effetti non termici (in alto) e per quelli termici (in basso).

¹ ICNIRP, ente che ha prodotto la letteratura a cui gli organi legislativi internazionali fanno riferimento, denomina i limiti dosimetrici come *restrizioni di base* e le corrispondenti soglie per il campo magnetico e quello elettrico, misurati in aria, come *livelli di riferimento*.

I livelli di azione definiti dal legislatore dipendono dalla frequenza e sono talvolta valori costanti per intervalli di questa e in altri casi variano con continuità risultando di questa una funzione (si veda **figura 1**).

Nel valutare il rispetto di questi livelli dovrà essere tenuta in considerazione l'esposizione a frequenze multiple e a questo scopo non sarà sufficiente valutare che il livello di ogni singola componente in frequenza rispetti il pertinente livello di azione, ma sarà necessario tenere conto dell'effetto combinato dei diversi contributi. Un effetto combinato si ha quando c'è contemporaneità di più componenti che agiscono sui tessuti biologici mediante il medesimo meccanismo di interazione: effetti di elettrostimolazione (dominanti sotto i 100 kHz, possibili sino a 10 MHz) o effetti di assorbimento di energia con rialzo termico (dominanti sopra i 10 MHz, possibili già a partire da 100 kHz); non c'è invece combinazione di effetti nei casi in cui ci sia contemporaneità di una componente sotto i 100 kHz e una sopra i 10 MHz. Ad esempio è intuitivo immaginare che se vi è un'esposizione a più contributi di frequenza superiore a 10 MHz, il riscaldamento dei tessuti interessati dall'azione del campo elettromagnetico superi quello procurato dall'esposizione ad ogni singola componente in frequenza e che pertanto il rispetto dei livelli di azione da parte di ognuna non possa garantire che il riscaldamento complessivo rientri entro i livelli di sicurezza. È meno intuitivo immaginare cosa accade per frequenze nel range degli effetti di elettrostimolazione dei tessuti, ma vale il medesimo principio: per garantire che l'esposizione rientri entro livelli di sicurezza non è sufficiente verificare che ogni componente rispetti singolarmente il pertinente livello di azione.

A questo scopo, già nelle linee guida ICNIRP del 1998 era stato chiarito che la valutazione dell'esposizione a campi multifrequenza è da compiersi mediante la valutazione di una somma pesata sui livelli limite² dei livelli riscontrati per ogni componente in frequenza. A fronte della revisione 2010 delle linee guida per i campi di frequenza inferiore a 10 MHz, la somma pesata dei diversi contributi si esegue come illustrato nella tabella sotto.

Tabella 1: determinazione dell'effetto dell'esposizione a frequenze multiple

$$\sum_{i>1MHz}^{10MHz} \frac{A_i}{A_{L,i}} \leq 1 \quad \text{dove:}$$

A_i = intensità del campo elettrico o dell'induzione magnetica alla frequenza i ;

$$\sum_{i>100kHz}^{300GHz} \left(\frac{A_i}{A_{L,i}} \right)^2 \leq 1 \quad A_{L,i}$$

$A_{L,i}$ = livello limite per il campo elettrico o per l'induzione magnetica alla frequenza i .

Per quanto questa procedura risalga alla pubblicazione delle prima linee guida ICNIRP del 1998 solo nel 2009, con la pubblicazione della norma CEI EN 50499, entra a tutti gli effetti nella normazione tecnica ed ancora oggi, come scrivevamo sopra, è talvolta trascurata con conseguente sottostima dell'effettiva esposizione.

Si può essere portati a pensare che questo tipo di esposizioni si abbia solo nel caso di emissione da sorgenti multiple e invece un segnale multifrequenza deve essere

² Con livello limite intendiamo quello applicabile allo specifico caso in esame. Può essere un limite occupazionale o non occupazionale e, nel primo caso, un livello inferiore di azione o superiore, oppure il livello di azione per gli arti.

atteso da qualsiasi sorgente e deve essere considerato la normalità, in special modo da tutte le sorgenti la cui emissione è non controllata. A titolo di esempio, il trasformatore di una cabina elettrica produce un campo magnetico con frequenza fondamentale pari a 50 Hz, ma questa è accompagnata da uno spettro molto ricco di altre componenti, costituito dalle armoniche della frequenza fondamentale (multipli interi di questa). In figura 2 è pubblicato uno spettro esemplificativo del campo magnetico rilevato in una cabina elettrica di trasformazione MT/BT.

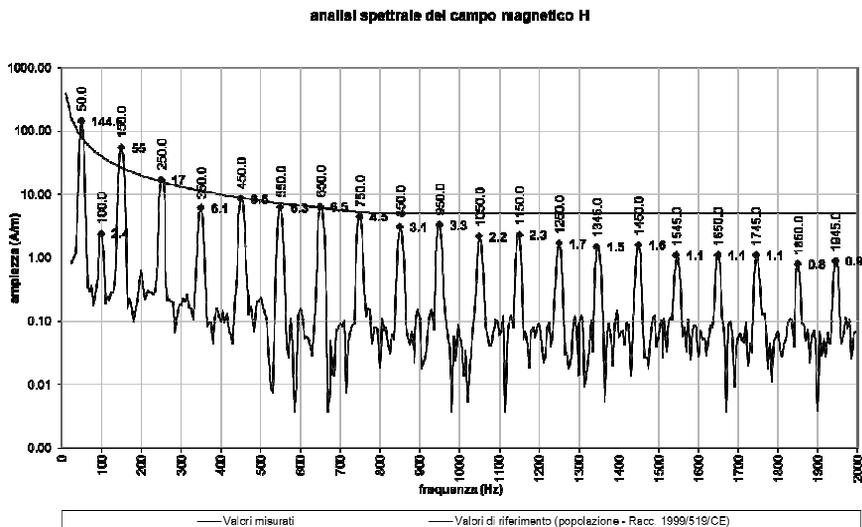


Figura 2. Spettro di frequenze tipicamente rilevabile in prossimità del trasformatore di una cabina elettrica di trasformazione.

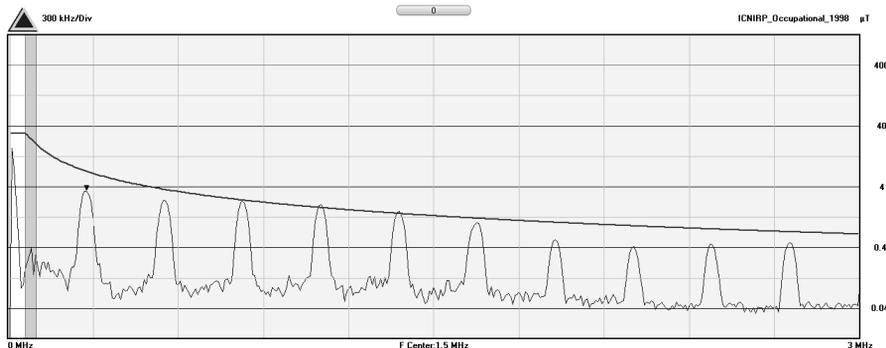


Figura 3. Emissione di un elettobus in una specifica modalità di esercizio.

È invece ragionevole ipotizzare emissioni a singola frequenza nei casi in cui il campo elettromagnetico è emesso in modo controllato dalla sorgente e non come effetto secondario del proprio funzionamento. Ad esempio nel caso di emettitori di radiofrequenza per le telecomunicazioni e una grande varietà di dispositivi impiegati nella sanità, nella fisioterapia e nei trattamenti estetici, che fanno uso di radiofrequenze per il riscaldamento dei tessuti e per i trattamenti analgici.

Tuttavia anche in questi casi, se possibile, sarebbe bene verificare che non siano presenti componenti armoniche di intensità sufficiente a incrementare sensibilmente l'esposizione complessiva.

Alla **figura 3** un altro esempio di emissione multifrequenza ed alla **figura 4** un esempio di emissione monofrequenza.

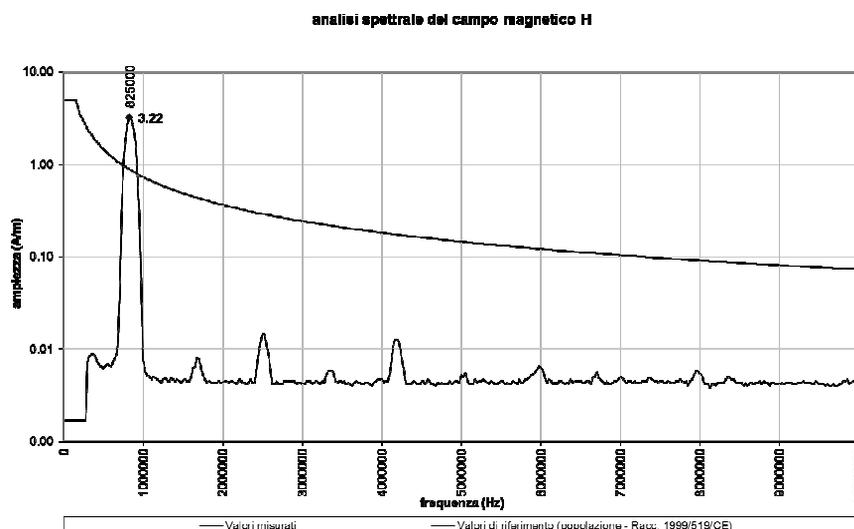


Figura 4. Emissione di una saldatrice a induzione per lo stagno.

Preso atto che un'esposizione a frequenza multipla è da considerarsi normale e usuale, di fatto, i valori di campo elettrico e magnetico non risultano più interessanti in sé, perché la reale informazione sul livello di esposizione è restituita dagli indici di esposizione risultanti dalle somme pesate di cui alla **tabella 1**.

4 – SEGNALI TRANSIENTI

Acquisita l'importanza di non trascurare la natura multifrequenza della maggior parte dei segnali, esiste un altro aspetto che deve essere noto al valutatore affinché non incappi in ulteriori sottostime del livello di esposizione e riguarda i segnali transienti: singoli impulsi o treni di impulsi ma anche rampe all'interno di segnali oscillanti a bassa frequenza.

Il calcolo degli indici di esposizione illustrato al paragrafo precedente, presuppone che il segnale corrispondente al campo elettrico o magnetico sotto esame sia stato scomposto nelle diverse componenti in frequenza, operazione che pare imprescindibile nel momento in cui i limiti di legge risultano organizzati per bande di frequenze. Tuttavia la scomposizione in frequenza di un segnale reale, per la quale il segnale acquisito nel dominio del tempo è trasformato in un segnale nel dominio delle frequenze mediante l'algoritmo FFT (Fast Fourier Transform), può comportare, in alcuni casi, serie difficoltà di calcolo. Queste difficoltà sono tanto maggiori quanto più il segnale originale presenta componenti impulsive o, più in generale, transitori. Per questo tipo di segnali la trasformata di Fourier conduce verso distribuzioni di frequenze ricche di componenti ad alta frequenza, molto fitte, eventualmente tendenti al continuo (si ricordi che la trasformata di Fourier di un impulso "perfetto" – delta di Dirac – è rappresentata dalla funzione costante ovvero contenente qualsiasi componente in frequenza). In **figura 5** sono forniti esempi di segnali contenuti transienti che mal si prestano ad essere sottoposti alla trasformata di Fourier.

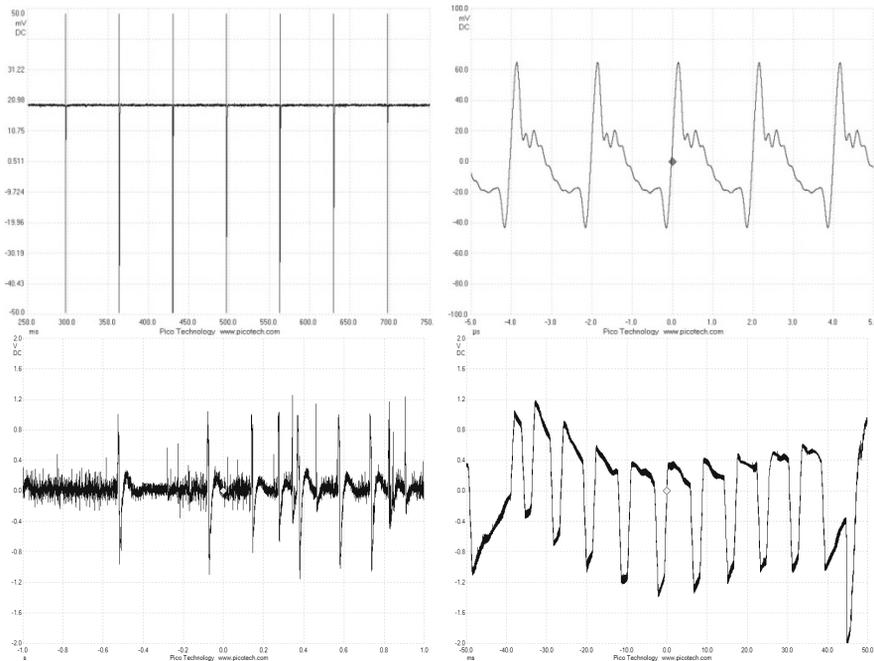


Figura 5. Diagramma temporale di alcune emissioni pulsate o con forma d'onda complessa: magnetoterapia transcranica (in alto a sinistra), tecarterapia in modalità capacitiva (in alto a destra), saldatrice a elettrodo (in basso a sinistra), saldatrice GMAW (in basso a destra)

Il metodo adeguato a questi ultimi casi è quello detto del *picco ponderato*, introdotto dallo statement ICNIRP del 2003, ripreso nella revisione 2010 delle linee guida sui campi con frequenza sino a 10 MHz (ICNIRP, 2010) e infine richiamato dalla stessa direttiva 2013/35 che lo indica come unico metodo da utilizzarsi per la verifica del rispetto dei livelli di azione previsti per gli effetti di elettrostimolazione dei tessuti (effetti non termici, possibili a frequenze inferiori a 10 MHz).

Il metodo del picco ponderato ha, tra i suoi vantaggi, quello di poter essere implementato nel dominio del tempo, bypassando il calcolo della trasformata di Fourier del segnale, e questo costituisce uno dei principali punti di forza del metodo stesso. Per applicare il metodo del picco ponderato nel dominio del tempo, ciascuna componente cartesiana del campo deve essere fatta passare attraverso una catena di filtri con guadagno variabile in frequenza e proporzionale all'inverso dei limiti oggetto di verifica. ICNIRP lo ha elaborato per la verifica dei *livelli di riferimento* tra 1 Hz e 100 kHz, ovvero i *livelli di azione inferiori* della direttiva 2013/35; tuttavia il metodo può essere generalizzato anche ad altri sistemi di limiti. All'uscita di una siffatta catena si ottiene un indice (variabile nel tempo) che restituisce il rispetto delle prescrizioni normative se minore dell'unità.

Il processo può essere implementato sia per via analogica, cioè in hardware all'interno della sonda di misura, sia per via numerica, ovvero elaborando al computer le forme d'onda acquisite con una sonda a risposta piatta e successivamente campionate, ma questo secondo metodo, per questioni di praticità e validazione, è sostanzialmente utilizzabile solo per finalità di ricerca, mentre per le valutazioni pratiche di igiene industriale si ricorre a strumentazione che lo implementa a bordo.

Va infine detto che il metodo del picco ponderato risulta più che adeguato anche per l'analisi di segnali sinusoidali sostituendosi a quello della sommazione in frequenza pesata sui limiti; restituisce risultati anche più affidabili perché, a differenza del primo, non postula la coincidenza nel tempo dei picchi di tutti i singoli contributi spettrali, condizione che porta il metodo della sommazione in frequenza a sovrastimare l'esposizione (aspetto che abbiamo però deciso di non illustrare e per il quale rimandiamo alla bibliografia).

In generale, per il valutatore, è importante ricordare che la forma d'onda del segnale che si va a valutare incide in modo critico sull'entità degli effetti biologici che questa può procurare sul corpo dell'esposto.

Le componenti di campo magnetico sotto i 10 MHz e, ancor di più sotto i 100 kHz, sono infatti responsabili di effetti riconducibili al fenomeno dell'induzione elettromagnetica, il quale comporta l'insorgenza di campi elettrici e, conseguentemente, di correnti elettriche nel corpo umano esposto. L'entità del rischio è connessa alle correnti elettriche indotte, le quali dipendono però dalla rapidità con la quale il flusso magnetico varia entro ogni superficie delimitata da un circuito chiuso costituito da tessuti elettricamente stimolabili³. Dal legame tra l'entità del fenomeno indotto e la velocità con cui varia il campo magnetico inducente, discende l'importanza delle eventuali fasi transitorie del secondo.

³ La legge di Faraday sull'elettromagnetismo descrive il fenomeno dell'induzione elettromagnetica, che si verifica quando il flusso del campo magnetico attraverso la superficie delimitata da un circuito elettrico è variabile nel tempo.

I tre segnali rappresentati in **figura 6**, ad esempio, sono tutti segnali di pari ampiezza e stessa frequenza fondamentale (50 Hz, nello specifico, infatti tutti e tre hanno un periodo di 20 ms), ma con differenti effetti sui tessuti biologici di un eventuale corpo esposto, a causa delle diversa forma d'onda. Tali differenze, teoricamente interpretabili anche con un'analisi in frequenza, possono essere da questa mal quantificate per i limiti pratici dell'applicazione dell'algoritmo della FFT da parte della strumentazione di misura e si riescono invece a quantificare correttamente con un'analisi eseguita rimanendo nel dominio del tempo, tramite il metodo del picco ponderato.

Anche per il valutatore, chiarito il ruolo che ha la rapidità con cui il campo varia e non solo l'ampiezza da questo raggiunta, diventerà facilmente intuibile come, dei tre, quello con il più alto livello di rischio sia quello con la linea tratteggiata.

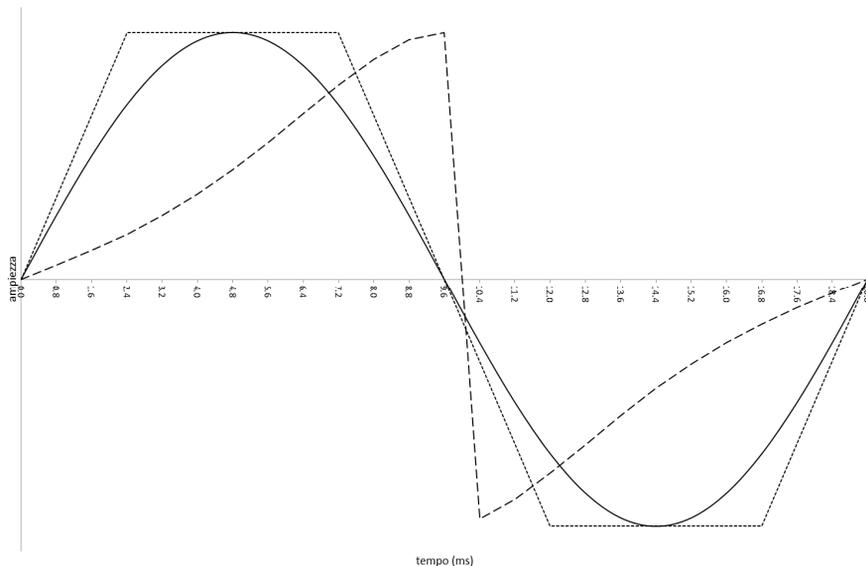


Figura 6. Diagramma temporale di tre segnali di periodo 20 ms e frequenza fondamentale 50 Hz. Il segnale con la linea continua è una sinusoide, gli altri due sono forme d'onda complesse e caratterizzate dalla presenza di rampe al loro interno. La linea tratteggiata rappresenta il segnale con il più alto livello di rischio.

5 – INDICI DI ESPOSIZIONE

Nei due precedenti paragrafi abbiamo visto che esiste più di un caso in cui si perviene alla determinazione dell'esposizione al campo elettromagnetico mediante il ricorso ad un indice numerico e non tramite il diretto confronto tra i valori di campo misurati e i limiti pertinenti. Questo approccio può essere utilizzato sempre con efficacia a patto di aver chiarito al proprio interlocutore, che tipicamente è

rappresentato dal Servizio Prevenzione e Protezione aziendale, come devono essere letti i risultati.

Alle considerazioni espresse sinora si aggiunga che il medesimo livello di campo può essere considerato sicuro o pericoloso a seconda che l'esposizione sia valutata rispetto ai limiti occupazionali o rispetto a quelli non occupazionali, pratica necessaria anche nei luoghi di lavoro sia perché non tutte le esposizioni sono di tipo occupazionale, sia perché i limiti non occupazionali consentono di condurre una valutazione dei rischi specificatamente rivolta ai soggetti particolarmente sensibili al rischio.

L'utilizzo degli indici di esposizione consente di restituire i risultati dell'accertamento tecnico al SPP in modo organico ed eterogeneo. Gli indici di esposizione forniscono infatti direttamente l'informazione sul rapporto tra i livelli di esposizione dell'addetto e il complesso dei limiti applicabili alla sua specifica situazione espositiva, cosicché a seconda che tale numero sia inferiore, pari o superiore ad 1 (o in termini percentuali al 100%), si abbia l'immediata informazione se l'esposizione è inferiore, pari o superiore al complesso di limiti applicabili al caso in esame, qualunque questi siano, sia che si tratti di esposizione generica che occupazionale. Questa iniziativa consente di poter restituire l'esito quantitativo della valutazione dell'esposizione senza dover richiamare, caso per caso, quali fossero le grandezze fisiche che sono state misurate, quali i dispositivi di legge di riferimento, se vi fosse o meno un'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa o a campi pulsati.

Gli indici saranno da calcolare in modo diverso a seconda dei casi e di questo si deve far carico il valutatore. Se la strumentazione lo consente, si può utilizzare sempre il metodo del picco ponderato altrimenti si può procedere calcolando autonomamente questi indici, come segue:

- rapporto tra il valore misurato⁴ e il corrispondente limite ($val_{mis}/limite$) in caso di campi a singola frequenza, inferiore a 100 kHz;
- rapporto tra il quadrato del valore misurato⁵ e il corrispondente limite, anch'esso elevato a quadrato ($val_{mis}^2/limite^2$), in caso di campi a singola frequenza, superiore a 10 MHz;
- il maggiore dei due valori di cui sopra per campi a singola frequenza, compresa tra 100 kHz e 10 MHz;
- il risultato delle sommatorie di cui alla **tabella 1** nel caso di esposizioni occupazionali o non occupazionali a campi multifrequenza (quando non applicabile una valutazione tramite metodo del picco ponderato).

Come detto, ogni qual volta è possibile, la via più breve ed affidabile è quella di restituire l'indice risultante della valutazione mediante metodo del picco ponderato nel dominio del tempo, eseguita con strumentazione adeguata, detta anche "shaped time domain"

Il Servizio di Prevenzione e Protezione e nello specifico il responsabile del servizio (RSPP), riceve l'informazione sull'entità dell'esposizione a mezzo di tale indice ed è immediatamente in grado di valutare il livello del rischio anche senza entrare nel

⁴ In questo caso, trattandosi di effetti a soglia e limiti da verificare su base istantanea, con val_{mis} si intende il massimo dei valori misurati all'interno del tempo di osservazione.

⁵ Alle alte frequenze il valore di esposizione è in realtà ottenuto come valore quadratico medio dei valori assunti dal campo su un qualsiasi intervallo di 6 minuti; è quindi a questo che ci si riferisce con val_{mis} .

merito di come sia stata misurata l'esposizione, né di quale fosse il riferimento normativo da assumere come riferimento. $IE = 1$ indica comunque il raggiungimento dei livelli assunti come limite, $IE < 1$ il loro rispetto e $IE > 1$ il superamento di questi (con IE intendiamo Indice di Esposizione).

Chiarito al SPP che deve far riferimento solo all'entità di questo indice, la nostra personale scelta è quella di restituire comunque un quadro che comprenda anche qualche elemento relativo ai livelli di campo riscontrati e ai criteri su cui si è basata la singola valutazione e a questo fine proponiamo una scheda di cui si riporta un estratto di seguito (figura 7).

ID rilievi: xx		Data e ora: gg/mm/aaaa, hh:mm	
Compito lavorativo			
COD	Compito lavorativo		
CL01	Ispezione locale e manovre ai quadri elettrici		
Descrizione della situazione espositiva			
Area / reparto	Cabina Elettrica MT/BT		
Sorgenti	S02 Quadro elettrico BT "Generale arrivo Trafo 1"		
Rif. normativi per calcolo di IE_{occ}	Direttiva europea 2013/35/UE	Rif. normativi per calcolo di $IE_{non\ occ}$	<input type="radio"/> DPCM 8/7/03 (Freq. ELF)
			<input type="radio"/> DPCM 8/7/03 (Freq. RF)
			<input checked="" type="radio"/> Raccomandazione 1999/519/CE
Permanenza	occasionale		
Note	--		

Sorgenti sotto indagine / prevalenti: Quadro elettrico BT



Informazioni sulla natura della forma d'onda dell'emissione: attesa regolare

Metodo del rilievo: analisi nel dominio del tempo (picco ponderato)

Informazioni sulla misura

Condizioni di misura: Sorgente attiva in modalità di esercizio usuale.

Posizione di misura: misura c/o fronte interruttore elettrico

Target (persona in piedi)	<input checked="" type="radio"/> capo	<input type="radio"/> tronco	<input type="radio"/> arti superiori	<input type="radio"/> arti inferiori
---------------------------	---------------------------------------	------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

Effetti non termici

ID rilievo	campo E/B	Componente spettrale dominante			Segnale multifrequenza	IE_{occ}	$IE_{non\ occ}$
		f (Hz)	I	Liv. inf. azione Limite non occ.			
06	E (V/m)	50	130.0	10000 5000	SI	≤ 0.10	≤ 0.10
	B (μ T)	50	260.8	1000 100	SI	0.28	3.26

Effetti termici (non valutati perché tutti i contributi in frequenza sono inferiori a 100 kHz)

Figura 7. Esempio di restituzione del risultato di una misurazione dei livelli di esposizione.

6 – STRUMENTAZIONE DI MISURA

In merito alla strumentazione di misura, sdoganato e soprattutto affermato il metodo del picco ponderato nel dominio del tempo e considerata inoltre l'attuale disponibilità di strumenti in grado di implementarlo a bordo, per l'analisi di campi elettrici e magnetici sino alla frequenza di 100 kHz non vi è più motivo di procedere altrimenti. Inoltre, sulla base della nostra esperienza, segnaliamo che nel caso di campi con forma d'onda caratterizzata da importanti transitori è facile che una valutazione eseguita con il metodo standard (sommazione in frequenza) conduca ad una sottostima dell'esposizione e non il contrario, come atteso teoricamente.

Per frequenze superiori a 100 kHz, per le quali diventa quindi necessario valutare anche i possibili effetti termici, riteniamo consigliabile condurre misurazioni sia sulla parte elettrica che su quella magnetica sino alla frequenza di 30 MHz. Entro questa frequenza si trovano infatti la maggior parte delle sorgenti impiegate in campo industriale e medicale e inoltre questa rappresenta anche il limite entro il quale vi è ancora un'ampia disponibilità di strumenti di misura. Nel range di frequenza 100 kHz – 30 MHz si ha disponibilità di strumentazione a banda larga, quindi con una risposta piatta in frequenza in tutto il range di funzionamento, ma anche di strumentazione in grado di restituire l'analisi in frequenza dei campi elettrici e magnetici. La seconda sarebbe raccomandabile perché, anche in questo intervallo di frequenze, si possono avere contributi armonici che potrebbe essere importante non trascurare, tuttavia in taluni specifici casi deve essere valutata anche la velocità di risposta dello strumento poiché alcune sorgenti nel settore medicale ed estetico lavorano con emissioni brevi (nell'ordine del secondo).

Oltre i 30 MHz diventa particolarmente impegnativa la valutazione spettrale del campo elettromagnetico a meno di non ricorrere a strumentazione da telecomunicazionisti, costituita da analizzatori di spettro e differenti set di antenne, strumentazione che tuttavia per ingombro, pesantezza e costi mal si presta all'uso per una valutazione dell'esposizione dei lavoratori, ma alla quale sarà comunque necessario ricorrere in tutti quei casi per i quali dovesse risultare inadeguata quella in banda larga. A questo proposito si sottolinea che l'uso della strumentazione in banda larga è adatto per la determinazione dell'intensità di campi elettrici o magnetici monofrequenza di cui sia già nota la frequenza e dei quali sia pertanto noto il livello limite con il quale confrontarsi. Risulta invece del tutto inadeguata alla valutazione di campi multifrequenza, rispetto ai quali non è in grado di operare alcun tipo di sommazione e quindi nessun tipo di valutazione complessiva. Esistono sonde, dette "shaped", in grado di valutare l'effetto complessivo di un campo multifrequenza pesando le diverse componenti sui limiti ad esse applicabili e restituendo di fatto il valore dell'indice di esposizione risultante dalla sommazione in frequenza (vedi tabella 1 più sopra).

In **tabella 2** riepiloghiamo quale tipo di strumentazione riteniamo concretamente utilizzabile e consigliabile ai diversi scopi, per lo meno in ambito industriale e medicale.

Tabella 2. Riepilogo della strumentazione di misura meglio impiegabile per valutazioni di igiene industriale

range di frequenze	descrizione della strumentazione	note
Campo magnetico statico	Gaussmetro triassiale	Nel caso di RMN vedere specifiche linee guida.
Campo elettromagnetico a basse frequenze (entro 100 kHz)	Misuratore di campo elettrico e magnetico, con sonde triassiali e capacità di calcolo della FFT del segnale	Adatto per segnali regolari, compresi quelli multifrequenza.
	Misuratore del livello di esposizione con implementazione del metodo del picco ponderato	Necessario per segnali caratterizzati da transienti veloci o impulsivi. Adatto a tutti i segnali.
Campo elettromagnetico a frequenze intermedie (oltre 100 kHz ed entro 30 MHz)	Misuratore di campo elettrico e magnetico, con sonde triassiali e capacità di calcolo della FFT del segnale	Adatto a segnali persistenti e necessario se non ne è nota la frequenza e per i campi multifrequenza.
	Misuratore in banda larga e le rispettive sonde di campo elettrico e magnetico	Adatto anche a segnali non persistenti, di frequenza singola e nota.
Campo elettromagnetico ad alta frequenza (oltre 30 MHz)	Misuratore in banda larga e rispettive sonde di campo elettrico e magnetico	Adatto per segnali a frequenza nota e singola. Scarsa disponibilità di sonde di campo magnetico oltre i 30 MHz. Utilizzo raro nel campo industriale e medicale
	Misuratori con sonde "shaped"	Adatti anche a segnali a frequenza multipla e di pratico utilizzo nel settore dell'igiene industriale

7 – PROCEDURA DI VALUTAZIONE, SVILUPPI FUTURI

Nell'ambito della valutazione dei livelli di esposizione ad un agente fisico, l'elemento di maggior rilevanza al fine di ottenere risultati affidabili è la procedura di misura. Per quel che concerne i campi elettromagnetici il primo rilevante contributo in tale senso è arrivato di recente con la pubblicazione delle linee guida non vincolanti a cura della Commissione Europea. Raggiunto infatti l'obiettivo di

definire quale dovesse essere la tecnica di misura dei campi di qualsiasi forma d'onda, ora il focus è da spostare sul numero e sulle posizioni dei punti di misura.

In ambito occupazionale l'esposizione degli addetti avviene infatti quasi sempre in campo vicino, reattivo; questo è sempre vero per le sorgenti di campo elettromagnetico alla frequenza di rete di 50 Hz, per gli usi industriali e medicali dei campi elettromagnetici nel range di frequenze 100 kHz – 3 MHz, ma anche per gli usi dei campi a 6, 13 e 27 MHz, considerato che l'addetto è normalmente al lavoro vicino al dispositivo che è sorgente del campo⁶. Potrebbero aversi delle esposizioni in condizione di campo lontano o perlomeno vicino ma radiativo, nel settore delle telecomunicazioni, ma normalmente queste si sommano a quelle in condizioni di campo vicino, anche reattivo.

La valutazione dell'esposizione in condizioni di campo vicino richiede innanzitutto di definire i punti di campionamento nella singola postazione di misura; infatti, in questa regione, a piccoli spostamenti della sonda corrispondono grandi variazioni del valore di campo misurato (elettrico o magnetico). A questo fine va ricordato che gli effetti di stimolazione elettrica che è fondamentale prevenire sono a carico del sistema nervoso e cardiaco, mentre nel caso degli effetti termici sono un target sensibile anche gli arti. Il primo passo per tentare di restituire una valutazione affidabile dell'esposizione è quindi quello di definire i punti di campionamento in corrispondenza della posizione dell'addetto.

Questo è proprio uno dei temi affrontati dalle linee guida non vincolanti a cura della Commissione Europea (si veda “Vol 1: guida pratica”, “APPENDICE D. Valutazione dell'esposizione”, paragrafo “D.2 Dimostrazione di conformità per l'esposizione non uniforme”).

Riteniamo che sia proprio da questo punto che debba ripartire la discussione comune.

8 – CONCLUSIONI

Con questo lavoro si è voluto tornare sugli aspetti legati alla misurazione dei campi elettromagnetici in ambito occupazionale e fare il punto sulle pratiche oramai affermatesi. Il lavoro è quasi esclusivamente dedicato alla determinazione degli indici di esposizione derivanti dai due principali metodi di analisi dei campi, quello della sommazione in frequenza e quello del picco ponderato nel dominio del tempo.

Abbiamo richiamato quali sono le motivazioni per cui l'uno o l'altro metodo devono essere utilizzati sempre e per le quali sia necessario rinunciare a restituire l'esito di una valutazione mediante il valore di campo riscontrato ad una specifica frequenza e sia invece opportuno abituarsi a valutare l'entità di un'esposizione tramite gli indici adimensionali di esposizione (IE).

C'è ancora molto da discutere e condividere riguardo la procedura dell'accertamento tecnico, ovvero la pianificazione della campagna di misure, la definizione del numero e delle posizioni di misura, l'opportunità di procedere con medie spaziali dei

⁶ Usi industriali e medicali di campi elettromagnetici a queste frequenze comprendono ad esempio: la tempra e la fusione dei metalli a induzione, la saldatura delle plastiche, l'uso di radio ed elettro-bisturi, trattamenti medici ed estetici della cute.

valori misurati, la modalità di correlare i valori misurati alle condizioni di esercizio delle sorgenti.

Riteniamo che la discussione debba riprendere da qui e che ad oggi si possa dire di aver raggiunto un importante approdo, arrivando a definire le modalità di misura e quindi i requisiti della strumentazione.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Andreuccetti D., Priori S., Zoppetti N. (2010). *Esposizione della popolazione a sorgenti ELF con forma d'onda complessa: valutazione del campo magnetico e della densità di corrente indotta*. TSRR, 2, 95-158.
- [2] CEI EN 50499 (2009) *Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici*
- [3] Commissione Europea (2016). *Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici*
- [4] Coordinamento Tecnico per la Sicurezza delle Regioni e delle Province autonome (2014). Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro. Indicazioni operative.
- [5] ICNIRP (1998). Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Physics, 74(4), 494-522.
- [6] ICNIRP (2003) Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines. Health Physics, Vol.84, N.3, pp.383-387.
- [7] ICNIRP, I. C. (2010). Guidelines For Limiting Exposure To Time-Varying Electric And Magnetic Fields. Health Physics, 99(6), 818-836.
- [8] *Direttiva 2013/35/UE del, del 26 giugno 2013, sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE*, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea n. L 179 del 29/06/2013
- [9] Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e successive modificazioni (c.d. Testo Unico sulla Sicurezza) *Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*, Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n. 108
- [10] G. Gambino, A. Merlino, G. Quadrio (2014) *Il ruolo della misurazione nella valutazione del rischio da esposizione a radiazioni non ionizzanti: campi elettromagnetici e radiazioni ottiche*, atti del convegno dBA 2014 (Modena 17 settembre 2014); 7 – 23
- [11] Merlino, G. Quadrio (2012) *Esposizione occupazionale a campi elettromagnetici, complessità degli accertamenti tecnici ed efficacia nella comunicazione del rischio*, Atti del V Convegno Nazionale sugli Agenti Fisici (Novara 6-8 giugno 2012)



Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro.
Legislazione, Valutazione, Tutela.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER I PORTATORI DI DISPOSITIVI MEDICI IMPIANTABILI ATTIVI (DMIA)

Rosaria Falsaperla⁽¹⁾, Eugenio Mattei⁽²⁾

⁽¹⁾ INAIL – Dipartimento Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale,
Monte Porzio catone (Roma)

⁽²⁾ ISS – Dipartimento Tecnologia e Salute, Roma

1 - INTRODUZIONE

La pubblicazione della Direttiva 2013/35/UE [1], sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dai campi elettromagnetici (CEM), ha introdotto notevoli innovazioni nell'impianto protezionistico alla base della precedente e abrogata Direttiva 2004/40/CE [2], in particolare per quanto riguarda le esposizioni ai campi in bassa frequenza, novità che non hanno in ogni caso sostanzialmente modificato l'approccio verso i lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi (DMIA). Come nel caso della 2004/40/CE, i Livelli di Azione (LA) e i Valori Limite di Esposizione (VLE) stabiliti dalla Direttiva 2013/35/UE non garantiscono infatti un'adeguata protezione di soggetti esposti a rischi particolari quali i portatori di dispositivi medici impiantabili attivi e già nel preambolo viene evidenziato come *“problemi di interferenza, in particolare per quanto riguarda gli stimolatori cardiaci, possono verificarsi a livelli inferiori rispetto ai LA e dovrebbero pertanto essere oggetto di adeguate precauzioni e misure protettive”*. Sebbene la direttiva esiga una particolare attenzione a questo aspetto, non stabilisce in ogni caso pertinenti misure operative.

La Guida non vincolante in tre volumi [3] pubblicata dalla Commissione Europea per supportare i datori di lavoro nell'attuazione della Direttiva 2013/35/UE, conferma su questo aspetto l'approccio delineato dalle norme tecniche [4;5] redatte a suo tempo dal CENELEC in applicazione della Direttiva 2004/40/CE, fornendo però al contempo utili indicazioni per una corretta interpretazione ed implementazione dei principi in esse descritti.

In generale, sia le norme tecniche che la Guida suggeriscono di effettuare una prima analisi dei rischi semplificata basata sul presupposto che i dispositivi medici funzionino correttamente, sebbene con opportune precisazioni, qualora non siano superati i livelli di riferimento stabiliti dalla Raccomandazione 1999/519/CE [6] per la protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici. Allo stesso tempo però evidenziano in modo chiaro che questa analisi semplificata non sempre è sufficiente per affrontare in modo adeguato la molteplicità e complessità di

situazioni espositive che si possono incontrare in ambiente di lavoro, e può quindi essere necessario effettuare valutazioni più approfondite.

Scopo del presente lavoro è quello di contribuire a fornire al datore di lavoro elementi utili per effettuare una corretta valutazione dei rischi per i lavoratori portatori di DMIA.

2 - REQUISITI DI IMMUNITÀ PER I DMIA

Come definito dalla direttiva 90/385/CEE [7] per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri relative ai dispositivi medici impiantabili attivi, per dispositivo medico impiantabile attivo (DMIA) si intende *“qualsiasi dispositivo medico attivo destinato ad essere impiantato interamente o parzialmente mediante intervento chirurgico o medico nel corpo umano o mediante intervento medico in un orifizio naturale e destinato a restarvi dopo l'intervento”*.

Esempi di DMIA sono:

- stimolatori cardiaci
- defibrillatori
- impianti cocleari
- impianti al tronco encefalico
- protesi dell'orecchio interno
- neurostimolatori
- pompe per l'infusione di farmaci
- codificatori della retina.

Tutti i DMIA immessi sul mercato dopo il primo gennaio 1995 devono rispettare i requisiti essenziali della direttiva 90/385/CEE [7] per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri relative ai dispositivi medici impiantabili attivi. A partire dal 2007 tale direttiva, unitamente a quella sui dispositivi medici (93/42/CEE [8]), è stata integrata all'interno di una unica direttiva, la 2007/47/CE [9], che, per quanto riguarda i DMIA ha introdotto un'importante novità consistente nella necessità di effettuare, da parte del fabbricante, una adeguata valutazione clinica che prenda in considerazione non solo la sicurezza del dispositivo ma anche la sua efficacia clinica.

Secondo l'approccio adottato dall'Unione europea, i requisiti indicati nelle direttive sono volutamente di carattere generale, in modo da garantirne l'applicabilità e validità su tempi lunghi. I contenuti tecnici sono invece rimandati a norme tecniche che, pur non vincolanti, se seguite dal fabbricante in fase di progettazione e realizzazione del dispositivo, ne garantiscono la presunzione di conformità ai requisiti essenziali della pertinente direttiva (norme tecniche armonizzate).

Per quanto riguarda i campi elettromagnetici, la direttiva 2007/47/CE stabilisce che i dispositivi medici *devono essere progettati e fabbricati in modo da eliminare o ridurre al minimo i rischi connessi con condizioni ambientali*

ragionevolmente prevedibili, in particolare quelli connessi con i campi magnetici, le influenze elettriche esterne, le scariche elettrostatiche. Questo requisito include la necessità di prevenire possibili effetti di interferenza causati da campi elettromagnetici a cui il dispositivo può essere esposto, effetti rilevanti ai fini della valutazione dei rischi dei lavoratori portatori di DMIA.

Le norme tecniche armonizzate cui devono riferirsi i fabbricanti in applicazione dei requisiti essenziali delle direttive sui DMIA sono la EN45502-1 [10] (norma orizzontale, valida per tutti) e la serie EN45502-2-X di norme particolari, specifiche per le varie tipologie di DMIA (45502-2-1 [11] per i pacemaker; 45502-2-2 [12] per i defibrillatori; 45503-2-3 [13] per gli impianti cocleari). Queste norme derivano i requisiti di immunità elettromagnetica dai livelli di riferimento indicati dalla Raccomandazione 1999/519/CE per la protezione della popolazione [6]. Si assume infatti che l'esposizione del paziente sia limitata a campi di un ordine di grandezza che è probabile trovare nell'ambiente «normale», ovvero dovuti alle più comuni sorgenti ambientali.

Partendo da questo razionale, le norme descrivono procedure per la verifica dell'immunità elettromagnetica in un ampio intervallo di frequenze (campo magnetico statico e campi elettromagnetici variabili da 16,6 Hz a 3GHz), includendo prove sia di natura condotta che radiata. Come prevedibile, una sorgente esplicitamente presa in considerazione dalla norma nel definire le condizioni di prova radiata (in termini di potenza, frequenza, modulazione del segnale) è il telefono cellulare, considerata la sua diffusione negli ambienti di vita comune.

I test previsti dalle norme tecniche non valutano l'immunità dei dispositivi a segnali associati a sorgenti specifiche, non comuni, come quelle che spesso si possono trovare negli ambienti di lavoro. Per queste situazioni la norma rimanda ad analisi ulteriori da effettuarsi direttamente con il costruttore del dispositivo.

3 - VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER IL LAVORATORE CON DMIA

Come evidenziato nel precedente paragrafo, le norme tecniche di prodotto non sempre sono sufficienti a garantire la sicurezza per un lavoratore portatore di DMIA. Inoltre, come già detto, anche il rispetto dei limiti stabiliti dalla Direttiva 2013/35/UE non permette di escludere potenziali problemi di interferenza sui DMIA. La direttiva tuttavia, pur evidenziando la necessità di adottare adeguate precauzioni e misure protettive per il lavoratore con DMIA (preambolo e Articolo 5), non fornisce indicazioni tecniche per implementare tali misure. Appare quindi chiaro come sia compito del datore di lavoro individuare i potenziali rischi e mettere in atto misure di protezione specifiche in grado di mitigarli.

A supporto dei datori di lavoro, la Direttiva 2004/40/CE aveva dato specifico mandato al CENELEC per la stesura di norme applicative che fornissero gli elementi necessari per effettuare la valutazione del rischio per tutte le categorie di lavoratori inclusi i portatori di DMIA (EN 50499 [14]; EN50527-1 [4]; EN50527-2-1 [5]). La

Direttiva 2013/35/UE ha previsto invece, come già detto, guide non vincolanti a cura della Commissione Europea (Articolo 14).

Effettivamente, a novembre 2015, la Commissione ha pubblicato una Guida pratica in tre volumi dal titolo: "Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della Direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici" [3] indirizzata in particolare a supportare le piccole e medie imprese (PMI) [15].

Le indicazioni fornite da tale guida sono del tutto coerenti con quanto riportato nelle menzionate norme CENELEC, (attualmente peraltro in fase di aggiornamento alla luce della pubblicazione della nuova Direttiva 2013/35/UE) e l'approccio suggerito per la valutazione del rischio non presenta sostanziali differenze.

Il presupposto di partenza è, come già detto, che nella maggior parte dei casi i dispositivi medici funzionino correttamente qualora non siano superati i livelli di riferimento stabiliti dalla Raccomandazione 1999/519/CE. Condizioni specifiche che contrastano questo assunto possono derivare ad esempio da una particolare configurazione del DMIA, dovuta ad esigenze specifiche del paziente, o nel caso in cui il fabbricante del dispositivo dichiari esplicitamente di non aver rispettato i requisiti di immunità del DMIA richiesti dalle norme armonizzate.

Da un punto di vista pratico, sia le norme CENELEC che la Guida propongono, in prima istanza, un'analisi dei rischi semplificata seguita, se necessario, da una più approfondita valutazione del rischio.

L'analisi semplificata delineata nella norma generale EN50527-1 [4] presuppone l'iniziale identificazione delle sorgenti potenzialmente interferenti con il DMIA, sorgenti che devono poi essere confrontate con quelle riportate in una tabella (Tabella 1), che elenca gli ambienti di lavoro e le apparecchiature considerate automaticamente conformi, purché vengano rispettate le indicazioni riportate nella colonna "Eccezione e Note". Se tutte le sorgenti individuate rientrano nella tabella e sono utilizzate come specificato nella stessa, il processo di valutazione del rischio può essere considerato concluso e non sono necessarie ulteriori azioni.

Ad esempio, per i telefoni cellulari e per i telefoni senza fili, indipendentemente dal luogo di utilizzo, la valutazione del rischio, a meno di indicazioni particolari (Tabella 1 "Eccezioni e Note"), presuppone come unica misura precauzionale il mantenimento di una distanza di sicurezza di 15 cm.

Se sul luogo di lavoro sono presenti sorgenti diverse da quelle riportate nella Tabella 1, o il loro utilizzo non è conforme a quanto indicato nella tabella stessa, lo sforzo di valutazione può essere comunque ridotto verificando se il lavoratore con DMIA abbia già lavorato nella sua mansione attuale senza effetti clinicamente significativi (comportamento precedentemente non influenzato, paragrafo 5.1.3 di EN50527-1, [4]). La norma specifica in ogni caso che tale approccio non offre margini di sicurezza e non è quindi consigliabile adottarlo a meno che si possa escludere la probabilità di interazioni gravi, ossia clinicamente significative. Le stesse considerazioni si possono estendere al caso in cui siano disponibili dati storici di assenza di influenze sul DMIA in relazione alla sorgente in esame.

La valutazione della probabilità di interazioni gravi in seguito ad una possibile interferenza sottende dunque, nella sua interezza, il rationale sia della norma generale che di quella specifica sui portatori di pacemaker. L'approccio delineato è infatti di carattere probabilistico e soprattutto indirizzato all'analisi dei rischi per il paziente: è necessario valutare non solo la probabilità di interferenza sul dispositivo, ma anche la probabilità che le conseguenze abbiano rilevanza clinica per il lavoratore. Entrambi questi fattori contribuiscono alla definizione del rischio complessivo associato ad una particolare condizione di esposizione e l'esito della valutazione può prevedere la possibilità di un rischio residuo per il paziente purché questo non comporti effetti clinicamente significativi. Per fare un esempio per un portatore di pacemaker una interferenza può comportare conseguenze clinicamente significative se il malfunzionamento del dispositivo si traduce nella soppressione di oltre tre battiti cardiaci.

Nel caso in cui nessuno degli approcci semplificati risponda alle peculiarità del luogo di lavoro, è necessario procedere ad una valutazione specifica, seguendo le indicazioni riportate nell'Allegato A della norma [4], anch'esso di carattere normativo.

Sono proposti due possibili approcci alternativi:

- Approccio non clinico: si basa sul confronto tra i livelli di esposizione presenti sul luogo di lavoro e i livelli di immunità del dispositivo. I livelli di esposizione possono essere determinati per via diretta, tramite misure sperimentali, o indirettamente, attraverso calcoli o informazioni fornite dal costruttore della apparecchiatura sorgente. E' importante sottolineare che la valutazione dei livelli di esposizione deve essere effettuata su base istantanea, senza alcuna media temporale (media su 6 minuti per frequenze superiori ai 100 kHz), in quanto possibili effetti interferenti sul DMIA dipendono dai valori istantanei di campo e non dai valori mediati.

Coerentemente con i presupposti protezionistici della norma, qualora non vengano superati i livelli di riferimento per la popolazione (Raccomandazione 1999/159/CE [6]) e in assenza di avvertenze specifiche, non è necessaria una ulteriore valutazione di conformità. In caso contrario, occorre effettuare la valutazione della compatibilità del DMIA con i livelli di esposizione ottenuti e individuare le aree dove consentire l'esposizione transitoria o a lungo termine del lavoratore, in funzione della rilevanza clinica degli effetti dell'interferenza. Se le conseguenze dell'interferenza sono clinicamente accettabili per brevi periodi di permanenza ma non per periodi prolungati, il lavoratore può transitare nell'area ma non sostarvi o lavorarci. Viceversa potrà lavorare in aree dove non si prevedono conseguenze anche per esposizioni prolungate. In ogni caso gli sarà negato l'accesso ad aree in cui le conseguenze di possibili interferenze siano clinicamente rilevanti.

- Approccio clinico: si basa sul monitoraggio del funzionamento del DMIA in condizioni di esposizione reali o simulate in laboratorio. Nel caso particolare dei pacemaker, è possibile utilizzare un holter 24h per registrare il funzionamento del dispositivo durante l'intera giornata lavorativa. Tale approccio potrebbe non

individuare un margine di sicurezza a meno di effettuare un test provocativo (aumento dei livelli di esposizione fino all'induzione di un'interferenza sul DMIA) e deve essere adottato sotto la supervisione medica.

Indipendentemente dal percorso seguito, il processo di valutazione del rischio deve comunque terminare, come detto, con l'individuazione delle aree di accesso (continuativo/ transitorio) o di interdizione per il lavoratore. Un eventuale esito di questo processo potrebbe pertanto anche comportare la modifica della mansione lavorativa.

I possibili percorsi per la valutazione del rischio sono riportati in **Figura 1**.

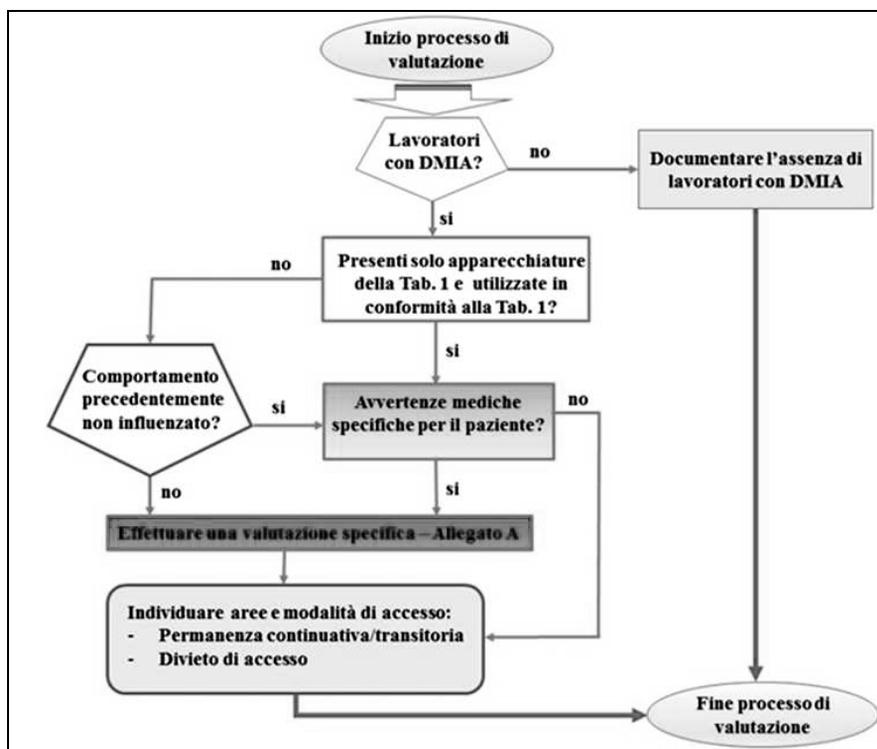


Figura 1: Procedura di valutazione del rischio per portatori di DMIA ispirata alla norma CENELEC EN 50527-1.

La Guida non vincolante della Commissione europea [3] richiama e conferma esplicitamente il rationale delle norme CENELEC. La necessità di un approccio semplificato/specifico è riassunto all'interno di un'unica tabella (**Figura 2**), nella quale, per alcune sorgenti, viene preso in considerazione anche il caso del suo utilizzo diretto da parte del lavoratore rispetto alla sola presenza della sorgente stessa nell'ambiente di lavoro.

Tabella 3.2 — Prescrizioni per le valutazioni specifiche dei campi elettromagnetici relative ad attività lavorative, apparecchiature e luoghi di lavoro comuni

Tipo di apparecchiatura o luogo di lavoro	Valutazione richiesta per i		
	Lavoratori non particolarmente a rischio ^a	Lavoratori particolarmente a rischio (esclusi quelli con dispositivi impiantabili attivi) ^b	Lavoratori con dispositivi impiantabili attivi) ^c
	(1)	(2)	(3)
Comunicazioni senza filo			
Telefoni senza filo (comprese le stazioni base per telefoni senza filo DECT) — utilizzo di	No	No	Si
Telefoni senza filo (comprese le stazioni base per telefoni senza filo DECT) — luoghi di lavoro contenenti	No	No	No
Telefoni cellulari — utilizzo di	No	No	Si
Telefoni cellulari — luoghi di lavoro contenenti	No	No	No
Dispositivi di comunicazione senza fili (per esempio Wi-Fi o Bluetooth) comprendenti punti di accesso per WLAN — utilizzo di	No	No	Si
Dispositivi di comunicazione senza fili (per esempio Wi-Fi o Bluetooth) comprendenti punti di accesso per WLAN — luoghi di lavoro contenenti	No	No	No

Figura 2: Prescrizioni per le valutazioni specifiche dei campi elettromagnetici.
(Estratto della Tabella 3.2 della Guida non vincolante, Volume 1, [2])

4 - ESEMPI DI SCENARI ESPOSITIVI: WiFi e RFID

Come più volte sottolineato nei precedenti paragrafi, i percorsi di valutazione del rischio proposti dalle norme si basano sui requisiti di immunità dei DMIA che derivano dal rispetto dei livelli di riferimento stabiliti dalla Raccomandazione [6]. In effetti, questo criterio non si rivela sempre sufficiente. Per chiarire questo aspetto sono presentati due esempi di sorgenti di particolare interesse per la loro diffusione in ambiente di vita e di lavoro, i terminali WiFi ed i lettori RFID. I livelli di esposizione associati ad entrambe queste sorgenti, per le caratteristiche tecniche di progettazione, sono conformi con i limiti della Raccomandazione. A titolo illustrativo gli esempi sono riferiti a possibili interferenze su pacemaker, ma le osservazioni sono in ogni caso di carattere generale ed estensibili ad altri DMIA.

4.1 - WiFi

I dispositivi WiFi per poter essere messi in commercio devono soddisfare specifiche norme tecniche che garantiscono il rispetto dei limiti di esposizione della Raccomandazione ([16]; [17]). Seguendo le indicazioni per i portatori di pacemaker, riportate nella norma EN 50527-2-1, nel caso di un dispositivo che utilizzi Wifi (ad esempio un computer), quando la potenza di picco del segnale supera i 120 mW è necessario effettuare una analisi specifica (Tabella A.1 di [5]), che può essere anche basata su studi in-vitro e/o su risultati riportati in letteratura. Proprio sulla base di risultati riportati in letteratura [18], è stato dimostrato che il segnale Wi-Fi è sostanzialmente innocuo per un paziente portatore di pacemaker: nessuna

interferenza è stata rilevata infatti anche a potenze superiori rispetto a quelle concesse ai dispositivi commerciali (test provocativi in condizione di caso peggiore).

Peraltro, la conformità al segnale Wifi è esplicitamente considerata nei test che il fabbricante del DMIA deve effettuare ai sensi della norma tecnica di prodotto (EN45502-2-1, [11]). Si può quindi concludere che il margine di sicurezza rispetto a possibili interferenze risulta essere significativo e l'unica azione da adottare è la definizione di una distanza precauzionale per un utilizzo sicuro (Tabella A.1 di [5]).

4.2 - RFID

Anche gli RFID presenti in commercio risultano conformi ai limiti della Raccomandazione in quanto soddisfano specifiche norme di prodotto relative alla limitazione dell'esposizione umana ([19]; [20]) Nel caso dei sistemi RFID, tuttavia, esiste un disallineamento tra le norme di prodotto specifiche della tecnologia RFID, che definiscono gli standard di emissione alla varie frequenze di lavoro in termini di potenza di segnale, modulazione, etc, e le prescrizioni ed i test di immunità elettromagnetica dei DMIA. Peraltro, il segnale RFID non è esplicitamente contemplato nel rationale alla base delle prove di immunità della norma EN 45502-2-1 sui pacemaker [11].

Seguendo lo stesso approccio descritto precedentemente, i risultati di un altro studio presente in letteratura [21] evidenziano come il segnale RFID possa produrre fenomeni di interferenza, soprattutto alle basse frequenze (125 kHz, 13,56 MHz), anche per potenze comparabili con quelle di dispositivi commerciali.

Questo implica la necessità di effettuare analisi specifiche seguendo il metodo più idoneo tra quelli descritti nelle norme CENELEC, al fine di dare indicazioni al lavoratore che potrebbero consistere, come nel caso del WiFi, anche nella sola definizione di una distanza di sicurezza. Resta sempre valida la possibilità di non modificare la mansione a un lavoratore che non abbia mai segnalato nel corso della propria attività effetti clinicamente rilevanti, come indicato dalla norma EN50527-1 [4] al paragrafo 5.1.3: "*Comportamento precedente non influenzato*".

5 - OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

I LA e i VLE stabiliti dalla Direttiva 2013/35/UE non garantiscono un'adeguata protezione di soggetti esposti a rischi particolari quali i portatori di DMIA. La valutazione del rischio di questi soggetti presenta pertanto una specificità la cui gestione richiede particolare attenzione.

Quale supporto operativo, i datori di lavoro possono riferirsi all'approccio descritto da specifiche norme tecniche ([4]; [5]), la cui validità è stata confermata dalla Guida non vincolante [3] pubblicata dalla Commissione ai sensi dell'Articolo 14 della Direttiva 2013/35/UE. Tale approccio origina dai requisiti di immunità per i DMIA stabiliti da pertinenti norme tecniche armonizzate cui devono ispirarsi i produttori dei dispositivi ([10]; [11]; [12]). Come si è detto, sulla base di tali requisiti in generale non dovrebbero verificarsi interferenze a condizione che i valori istantanei dei campi elettromagnetici presenti nello scenario espositivo non superino i valori dei livelli di riferimento della Raccomandazione [6]. Le norme introducono inoltre

un approccio di carattere probabilistico, indirizzato all'analisi dei rischi piuttosto che alla mera osservazione del verificarsi o meno di fenomeni di interferenza. La valutazione della probabilità di una interferenza viene infatti messa in relazione a quella di effetti clinici significativi.

In pratica il criterio del rispetto dei limiti della Raccomandazione non si dimostra però sempre sufficiente, in quanto altri fattori possono entrare in gioco, tra i quali ad esempio la tipologia del segnale emesso dalla sorgente, come illustrato dal caso degli RFID. Risulta pertanto evidente come la valutazione dei rischi per i portatori di DMIA sia complessa e richieda la necessità di avvalersi di personale tecnico specializzato e della collaborazione di tutti i soggetti coinvolti a vario titolo, quali il datore di lavoro, il fabbricante del dispositivo, il medico curante e il paziente stesso.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della Direttiva 89/391/CEE) e che abroga la Direttiva 2004/40/CE. G.U. UE L179: 1-21.
- [2] Direttiva 2004/40/EC del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 29 aprile 2004, sulle norme minime per la salute e sicurezza in relazione all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (XVIII Direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della Direttiva 391/89/EEC), G.U. UE L184 del 24 maggio 2004.
- [3] Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici. Reperibile all'indirizzo: http://www.portaleagentifisici.it/fo_campi_elettromagnetici_documentazione.php?lg=IT
- [4] EN50527-1:2010. Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices. Part 1: General.
- [5] EN50527-2-1:2011. Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices Part 2-1: Specific assessment for workers with cardiac pacemakers.
- [6] Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz. GUCE L199 del 30 luglio 1999.
- [7] Direttiva 90/385/CEE del Consiglio, del 20 giugno 1990, per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri relative ai dispositivi medici impiantabili attivi. G. U. UE L 189 del 20/07/1990.
- [8] Direttiva 93/42/CEE del Consiglio, del 14 giugno 1993 concernente dispositivi medici. G. U. UE L 169 del 12/07/1993.
- [9] Direttiva 2007/47/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 settembre 2007 che modifica la direttiva 90/385/CEE del Consiglio per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi medici impiantabili

- attivi, la direttiva 93/42/CEE del Consiglio concernente i dispositivi medici, e la direttiva 98/8/CE relativa all'immissione sul mercato dei biocidi. G. U. UE L 247 del 21/09/2007.
- ^[10] EN45502-1:2015. Implants for surgery - Active implantable medical devices - Part 1: General requirements for safety, marking and for information to be provided by the manufacturer
- ^[11] EN45502-2-1:2003. Active implantable medical devices Part 2: Particular requirements for active implantable medical devices intended to treat Brady arrhythmia (cardiac pacemakers).
- ^[12] EN45502-2-2:2008. Active implantable medical devices. Particular requirements for active implantable medical devices intended to treat tachyarrhythmia (includes implantable defibrillators).
- ^[13] EN 45502-2-3:2010. Active implantable medical devices - Part 2-3: Particular requirements for cochlear and auditory brainstem implant systems.
- ^[14] EN50499:2008. Procedure for the assessment of the exposure of workers to electromagnetic fields.
- ^[15] CONTESSA G.M., Esposizione ai campi elettromagnetici: la valutazione del rischio secondo le indicazioni della Guida non vincolante della Commissione europea. Atti del Convegno Nazionale dBA Incontri 2016 "Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro. Legislazione, Valutazione, Tutela", Bologna, 21 ottobre 2016.
- ^[16] EN 50385:2002. Product standard to demonstrate the compliance of radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems with the basic restrictions or the reference levels related to human exposure to radio frequency electromagnetic fields (110 MHz - 40 GHz) - General public
- ^[17] EN 50383:2010. Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems (110 MHz - 40 GHz)
- ^[18] MATTEI E., CENSI F., TRIVENTI M., CALCAGNINI G., Electromagnetic Immunity of Implantable Pacemakers Exposed to Wi-Fi Devices. *Health Phys.* 107 (4): 318–325, 2014. DOI: 10.1097/HP.0000000000000113
- ^[19] EN 62369-1:2009. Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from short range devices (SRDs) in various applications over the frequency range 0 GHz to 300 GHz. Part 1: Fields produced by devices used for electronic article surveillance, radio frequency identification and similar systems.
- ^[20] EN 50364:2010. Limitation of human exposure to electromagnetic fields from devices operating in the frequency range 0 Hz to 300 GHz, used in Electronic Article Surveillance (EAS), Radio Frequency Identification (RFID) and similar applications.
- ^[21] MATTEI E., LUCANO E., CENSI F., TRIVENTI M. AND CALCAGNINI G., Provocative Testing for the Assessment of the Electromagnetic Interference of RFID and NFC Readers on Implantable Pacemaker. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility.* 58 (1): 314-322, 2015. DOI: 10.1109/TEM.2015.2504602

FOCUS SUGLI UTILIZZI DELLA RISONANZA MAGNETICA NEI DIFFERENTI SETTORI DI IMPIEGO

Francesco Campanella⁽¹⁾, Domenico D'Ambrogi⁽¹⁾, Maria Antonietta D'Avanzo⁽¹⁾, Massimiliano Di Luigi⁽¹⁾, Ari Fiorelli⁽¹⁾, Massimo Mattozzi⁽¹⁾, Laura Moretti⁽¹⁾

⁽¹⁾INAIL, Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro - Dipartimento di Medicina Epidemiologia Igiene del Lavoro ed Ambientale - Monte Porzio catone (Roma)

1 – INTRODUZIONE

In Italia, l'installazione e l'uso delle apparecchiature diagnostiche a Risonanza Magnetica (RM) utilizzate per scopo medico sono regolati da un quadro normativo ormai vetusto ma ben codificato, nel quale l'atto più recente è rappresentato dal D.P.R. 542/1994 con il quale sono stati codificati gli standard di sicurezza ancora vigenti.

Il profondo mutamento dovuto all'evoluzione scientifica e tecnologica che ha caratterizzato negli ultimi venti anni la diagnostica per immagini a scopo medico con tomografia RM (in particolare, utilizzando campi statici di induzione magnetica sempre più elevati, a cui si associano radiofrequenze e gradienti sempre più spinti che danno vita ogni giorno ad apparecchiature via via più sofisticate e performanti), si è purtroppo accompagnato ad un'inopportuna stasi normativa relativamente alle modalità di installazione e gestione in sicurezza dei tomografi, creando così una situazione dicotomica che ha generato livelli di rischio non sempre codificati, problematiche di carattere gestionale ed operativo piuttosto significative e un'inadeguatezza - anche solo parziale - delle soluzioni precedentemente adottate.

Nel 2004 l'ISPESL (ora INAIL, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro ed Ambientale) ritenne opportuno scrivere le prime *"Indicazioni operative: procedure autorizzative e gestionali relative all'installazione ed uso di apparecchiature diagnostiche a risonanza magnetica"*, che hanno rappresentato il primo tentativo di standardizzare l'approccio alla materia. A distanza di dieci anni è parso doveroso elaborare per le medesime un aggiornamento, che tenesse conto dei profondi cambiamenti sopra introdotti e che si ponesse quale strumento utile per la comunità scientifica di settore, al fine di ispirare approcci gestionali e strategie prevenzionistiche più moderni - sempre nel rispetto degli standard sanciti nel 1994 - e finalmente bene allineati con gli attuali contesti operativi e, possibilmente, anche con quelli prossimi venturi.

Al centro dell'attenzione delle Indicazioni Operative dell'INAIL del 2015, testo elettivo di riferimento a livello nazionale, come già avvenuto un decennio fa nelle precedenti Indicazioni ISPESL, vengono posti i ruoli e i compiti delle due figure professionali codificate negli standard come responsabili della sicurezza: il Medico

Responsabile dell'attività dell'impianto (MR) e l'Esperto Responsabile della sicurezza (ER). È in particolare a loro e alle strutture sanitarie ove svolgono la loro attività che si rivolge la presente pubblicazione, proponendo una concezione di gestione complessiva, che affronta aspetti fortemente operativi, con l'obiettivo di rappresentare un valido ed efficace modello operativo di confronto senza tentare di imporre uno standard univoco.

Le nuove "Indicazioni Operative" rappresentano quindi la logica evoluzione di quelle del 2004, arricchite e maturate non solo alla luce dell'intensa attività ispettiva svolta in questo decennio, ma anche e soprattutto grazie all'impegno profuso nelle attività di studio e di ricerca che l'INAIL ha sempre sostenuto ed incoraggiato, così fornendo lo stato dell'arte relativo alle conoscenze di tutte le problematiche di sicurezza ad oggi note per un tomografo di risonanza magnetica, con particolare attenzione alla progettazione dei siti RM e degli impianti di sicurezza ad esso asserviti.

Nella sostanza, pur considerando la staticità di una norma mai più aggiornata negli ultimi venti anni, grazie allo sforzo dell'ISPESL prima e dell'INAIL poi, si è cercato di mettere a sistema a vantaggio dell'utenza un patrimonio di esperienza e di condivisione al quale l'intera comunità scientifica ha in tanti anni contribuito, nella convinzione che la sicurezza non debba essere percepita come un ostacolo da superare per lo svolgimento della propria attività, ma piuttosto come parte integrante di una strategia propedeutica allo svolgimento dell'attività stessa, utile, se correttamente perseguita, a facilitarne l'intera gestione.

Più complesso risulta l'approccio alle problematiche di sicurezza relative alle applicazioni non mediche della Risonanza Magnetica ad oggi conosciute, per le quali sarebbe utile avere la disponibilità di un quadro normativo di riferimento altrettanto strutturato, dedicato al "rischio correlato all'uso della risonanza magnetica", prescindendo dal contesto di utilizzo e puntando sempre comunque a preservare la sicurezza di tutti i soggetti coinvolti, in particolar modo gli operatori; magari, nel fare ciò, sarebbe auspicabile partire – quale modello di riferimento – dall'ambito clinico, che è forte di una storia lunga ormai venticinque anni, ed è codificato da "standard" eventualmente esportabili.

Il progresso scientifico e lo sviluppo tecnologico legato alle applicazioni del fenomeno fisico della Risonanza Magnetica, ha aperto negli ultimi decenni nuovi scenari, e non tutti correlati al settore medico: l'evoluzione delle metodiche di diagnostica per immagini spinge verso l'utilizzo di campi magnetici e gradienti di intensità sempre più elevati anche nelle più moderne e sempre più raffinate tecniche di spettroscopia, e in diffusione, attività particolarmente importanti nell'ambito, per esempio, della ricerca clinica, in particolare per ciò che attiene le neuroscienze.

A conferma della sua poliedricità, vale la pena ricordare che la Risonanza Magnetica, prima di trovare ampie applicazioni in medicina, ha sviluppato terreno fertile nel mondo dell'analisi chimica applicata, nella fattispecie per lo studio delle molecole organiche e delle macromolecole biologiche, la cui struttura complessa ha trovato codifica principalmente attraverso l'interpretazione proprio degli spettri NMR derivanti da indagini di tipo non distruttivo finalizzati alla caratterizzazione di campioni particolarmente interessanti. Grazie a tale premessa, molteplici sono poi state le applicazioni nella ricerca farmaceutica, nello studio della relazione tra la struttura molecolare delle specialità farmaceutiche e la loro attività biologica, in

particolare nei farmaci capaci di interagire nei confronti dei siti attivi dei recettori biomolecolari umani: in questi casi la tecnica NMR consente di investigare circa la reale capacità d'azione della molecola studiata, permettendo di dare maggiore incisività allo studio ed alla sintesi di nuove strutture molecolari da destinare all'utilizzo farmacologico. Dalle prime applicazioni dell'NMR, legate al solo nucleo dell'idrogeno, nel tempo il numero dei nuclei investigabili è aumentato considerevolmente, ed anche le metodiche sono andate via via raffinandosi, consentendo di ottenere informazioni che, correlate tra loro, forniscono anche indicazioni strutturali multidimensionali. Ovviamente, ciò si associa alla necessità di utilizzare campi magnetici statici e, corrispondentemente, quantitativi di fluidi criogenici, sempre più elevati: oggi si è giunti a tomografi da 23.5 tesla ed oltre 1300 litri di elio liquido.

Da quanto sopra riportato, è possibile desumere facilmente come l'evoluzione tecnologica e la diversificazione delle applicazioni abbiano comportato un aumento del livello di rischio connesso all'utilizzo delle apparecchiature di risonanza magnetica; nonostante ciò, di fatto in Italia non si è mai normato il rischio specifico nel suo complesso, ma ci si è concentrati semplicemente sull'ambito più macroscopicamente in evidenza, ovvero quello medico. Tale carenza "storica", magari un tempo tollerabile, è oggi sfociata, alla luce delle attuali apparecchiature presenti sul mercato, in una lacuna di proporzioni inaccettabili, che diventa tanto più grave quanto più, nei vari contesti di utilizzo, gli operatori sono rappresentati da categorie che, proprio per la loro specifica connotazione, sono individuate, per la stessa impostazione del quadro normativo attuale relativo all'igiene del lavoro, come meritorie di particolare protezione, ovvero per esempio gli studenti, gli specializzandi, i borsisti e i contrattisti in servizio presso strutture sanitarie e struttura di ricerca ove la tomografia RM è usualmente disponibile.

Fermo restando quanto sopra esposto, anche nel mondo della medicina le applicazioni della risonanza magnetica, nonostante le indagini siano ancora limitate all'atomo di idrogeno, richiedono campi statici sempre maggiori, e l'adozione di magneti superconduttori che, sebbene di 7-9 tesla (e più di 2000 litri di elio liquido), sono ormai orientati, in prospettiva, ad essere utilizzati nella routine diagnostica, di fatto comportando la necessità di gestire in modo ordinario scenari di rischio potenziale anche particolarmente critici e complessi.

2 – L'UTILIZZO MEDICO DELLA RISONANZA MAGNETICA

La presenza, all'interno di una struttura sanitaria, di apparecchiature diagnostiche a Risonanza Magnetica (RM) determina l'esistenza di una serie di rischi legati alle caratteristiche strutturali e tecnologiche dell'impianto stesso.

In particolare i rischi sono dovuti alla presenza di:

- un campo magnetico statico di intensità elevata sempre attivo (tranne che nei magneti resistivi);
- fluidi criogenici pressurizzati, nel caso di magneti superconduttori;
- un campo elettromagnetico a radiofrequenza (RF), con frequenza dipendente dall'intensità del campo magnetico statico, attivato nel momento di esecuzione degli esami;

- gradienti di campo magnetico necessari per la codifica spaziale del segnale RM, attivati durante le sequenze di acquisizione.

I potenziali scenari di rischio legati all'utilizzo di apparecchiature RM riguardano, pertanto, diverse categorie di persone coinvolte direttamente o indirettamente dall'attività diagnostica:

- i pazienti, ovvero i fruitori della diagnosi RM;
- le diverse tipologie di lavoratori che prestano servizio presso il sito RM, ovvero operatori sanitari, addetti alle pulizie, operatori della manutenzione, addetti al rabbocco dell'elio;
- i visitatori, ovvero persone che, a vario titolo, possono trovarsi ad accedere al sito RM e all'interno delle zone di rischio come, ad esempio, eventuali accompagnatori dei pazienti, ma anche il personale della struttura sanitaria che si trovi ad accedere al sito RM per particolari motivi (audit interni, verifiche ispettive, verifiche di qualità, iniziative di formazione, ecc.);
- i gruppi critici di popolazione, ovvero tutti coloro che all'interno e all'esterno della struttura sanitaria (aree limitrofe) possono essere, anche inconsapevolmente, interessati dalla presenza del tomografo RM, con particolare riferimento alla presenza di magneti superconduttori.

Il quadro normativo di riferimento vigente ha permesso di inquadrare, gestire e - ove possibile - prevenire i rischi specifici sopra evidenziati, nonché dettare delle regole di comportamento rivolte sia agli operatori direttamente interessati sia a tutti gli altri soggetti che indirettamente possono trovarsi coinvolti, consapevolmente o anche in modo inconsapevole.

In Italia, dopo una prima fase di sperimentazione normativa e conseguentemente gestionale, avviata con il D.M. 29/11/1985, la risonanza magnetica a scopo medico ha avuto un grande impulso fra il 1991 e il 1993, allorquando vennero emanati i DD.MM. 02/08/1991 e 03/08/1993, i cui contenuti, rispettivamente degli allegati 1 e 4 ed A e B, rappresentano i primi, e ad oggi i soli, standard di sicurezza (requisiti minimi strutturali, tecnologici e organizzativi) così definiti dall'art. 2 del successivo D.P.R. 542/1994.

Tabella 1: Riferimenti normativi specifici in RM

Decreti	Articoli e allegati vigenti	Articoli abrogati
D.M. 29/11/1985	1, 2	3, 4, 5
D.M. 02/08/1991	Articolo 7, allegati da 1 a 6	1, 2, 3, 4, 5 e 6
D.M. 03/08/1993	Articoli 2, 4, 5, allegati A e B	1 e 3
D.P.R. 542/1994	Tutti gli articoli	-

La definizione di “standard di sicurezza” ha un significato molto incisivo a livello normativo ovvero gli stessi rappresentano di fatto elementi imprescindibili ed indifferibili da garantire in via continuativa e permanente all’interno del sito RM, senza eccezione alcuna.

Nella **Tabella 1** vengono riportati, per i vari riferimenti normativi specifici e sopra richiamati, gli articoli vigenti e quelli abrogati alla data di stampa della presente pubblicazione.

Sebbene dal 1994 ad oggi sia profondamente mutato il contesto operativo nel quale la diagnostica RM si colloca all’interno delle strutture sanitarie, tali riferimenti normativi sono di fatto rimasti immutati e oggi non sono più così allineati con l’evoluzione tecnologica di settore. L’utilizzo di campi magnetici statici, campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF) e gradienti di intensità sempre più elevati, a cui si associa la presenza di quantità sempre più elevate di elio liquido in caso di realizzazione di magneti superconduttori a medio ed alto campo, ma anche l’adozione dei sistemi di controcampo per il contenimento della Zona Controllata, rappresentano solo alcuni esempi dell’evoluzione tecnologica che ha connotato in questi anni il settore della RM portando ad una evoluzione dei fattori di rischio.

La complessità della situazione è amplificata ulteriormente dalla dicotomia fra il contesto normativo italiano e quello europeo, essendo quest’ultimo basato esclusivamente sul recepimento delle Direttive comunitarie applicabili e sull’adozione delle norme di buona tecnica internazionali riconosciute, contrariamente a quanto accade in Italia. Nel nostro Paese, infatti, esiste un sistema di riferimento (“standard di sicurezza”) molto rigido, cautelativo e dettagliato, tipicamente più restrittivo del modello europeo, che si accompagna alla definizione di un regime autorizzativo estremamente puntuale che, essendo stato codificato venti anni fa, non tiene conto dei recenti sviluppi della tecnologia RM. Ciò premesso, e nonostante appaia quindi necessario intraprendere al più presto un rapido percorso di aggiornamento normativo, è opportuno evidenziare come l’Italia sia - nel contesto mondiale - un polo di avanguardia per quanto concerne la prevenzione degli incidenti e degli eventi anomali in RM, anche rispetto a Paesi molto sviluppati - in primis gli Stati Uniti - che solo adesso stanno intraprendendo un percorso per la creazione di un sistema di prevenzione e protezione formalmente codificato all’interno di un sistema di regole che abbia valore di legge.

3 - PROCEDURE PER L’INSTALLAZIONE DI TOMOGRAFI A RISONANZA MAGNETICA

Il D.P.R. 542/1994 prevede un iter autorizzativo differenziato per le apparecchiature RM ad uso medico diagnostico, in funzione di due parametri fondamentali: il valore del campo statico di induzione magnetica dell’apparecchiatura e le finalità di utilizzo del tomografo (così come riassunto nella **Tabella 2**). Ciò detto, si evidenzia che, trattandosi di dispositivi medici, tutte le apparecchiature RM circolanti sul territorio italiano sono preliminarmente marcate CE nel rispetto della Direttiva

europea di riferimento (Direttiva 1993/42) e risultano inoltre registrate all'interno del Repertorio dei Dispositivi Medici (RDM) del Ministero della Salute, consultabile online. La registrazione nel RDM implica, tra le altre cose, la formalizzazione ufficiale della finalità di utilizzo clinico dell'apparecchiatura (settoriale per le estremità o a corpo intero) e quindi, conseguentemente, l'appartenenza della stessa ad uno specifico ambito autorizzativo, fra quelli definiti dal D.P.R. 542/1994.

Tabella 2: Classificazione apparecchiature RM

Classificazione	Fonte legittimante	Campo magnetico statico	Utilizzo	Autorizzazione
Settoriali	Art.3 D.P.R. 542/1994	Inferiore a 0,5 T ⁽⁷⁾	Clinico	Non necessaria
A corpo intero di Gruppo A	Art.5 D.P.R. 542/1994	Inferiore o uguale a 2 T	Clinico	Regione o Provincia autonoma
A corpo intero di Gruppo B	Art.6 D.P.R. 542/1994	Superiore a 2 T	Ricerca	Ministero della Salute

Un'apparecchiatura che venga registrata all'interno del RDM nella categoria "Tomografo settoriale (per esami tomografici sulle estremità)" è dedicata, di fatto, ad esami sugli arti e viene installata in deroga all'Allegato 1 del D.M. 02/08/1991 in quanto, per l'installazione, non necessita di ulteriori dotazioni diagnostiche di supporto e non richiede alcuna autorizzazione (vedi **Tabella 2**). Tuttavia essa deve operare sotto la responsabilità di un Medico Radiologo e non è esonerata dall'applicazione degli standard di sicurezza (e quindi dalla necessità di essere "controllata" da MR ed ER).

Un'apparecchiatura non settoriale, quindi registrata all'interno del RDM come "Tomografo a corpo intero", rientra nel regime autorizzativo "locale" o "centrale" a seconda del valore del campo magnetico statico, essendo a sua volta vincolata al rispetto degli standard di cui all'Allegato 1 (campo magnetico statico fino a 2 T) e 4 (campo magnetico statico superiore a 2 T) del D.M. 02/08/1991.

Successivamente all'ottenimento dell'autorizzazione regionale o ministeriale, in base al regime autorizzativo di pertinenza, nonché all'avvio dell'attività diagnostica, le strutture comunicano agli organi deputati alle attività di vigilanza e controllo, di cui agli articoli 7.1 e 7.2 del D.P.R. 542/1994, l'avvenuta installazione. Tale comunicazione avviene tipicamente 60-90 giorni dopo l'inizio dell'attività diagnostica e consente agli organi di vigilanza la "verifica di conformità agli standard di sicurezza" finalizzata ad intraprendere eventuali azioni correttive.

I contenuti della suddetta comunicazione sono codificati dal D.M. 02/08/1991.

⁽⁷⁾ Magnete resistivo o permanente

Tutto quanto sopra definito ricade anche in capo a quelle strutture sanitarie che utilizzano apparecchiature RM operanti su mezzo mobile, le quali rientrano parimenti nell'applicazione dell'Art.5 del D.P.R. 542/1994 e vanno gestite secondo quanto sancito dal D.M. 02/08/1991 e dal D.P.R. 542/1994, auspicando tempi di comunicazione decisamente inferiori, trattandosi di una prestazione d'opera mediamente a breve o medio termine, e non di lunga durata.

In particolare, nel caso di tomografi installati su mezzo mobile, sarà responsabilità del Presidio ospitante - attraverso la nomina dell'Esperto Responsabile della sicurezza dell'impianto, oppure, nel caso quest'ultimo venga "fornito" insieme al mezzo mobile, tramite la nomina di un proprio "consulente" che collabori con il medesimo - garantire che, nella sua integrazione temporanea con il Presidio stesso, l'approntamento dell'installazione RM di tipo mobile risponda agli stessi requisiti generali di sicurezza già previsti per le apparecchiature fisse e che tali requisiti siano i più idonei in rapporto allo scenario che caratterizza il Presidio ospitante.

In particolare, ciò può essere realizzato tramite:

- confinamento delle zone di rischio;
- individuazione dell'accesso controllato;
- valutazione di tutti gli aspetti interferenziali legati alla gestione della sicurezza del magnete installato sul mezzo mobile, in rapporto al sito ospitante nel quale lo stesso viene transitoriamente allocato.

Sulla base degli atti correlati alla "comunicazione di avvenuta installazione" pervenuta, le autorità competenti per la vigilanza ed il controllo di cui agli Art. 7.1 (ASL) e 7.2 (in particolare l'INAIL) procedono, secondo la propria organizzazione e le proprie attribuzioni, alle verifiche di conformità delle installazioni agli standard di sicurezza.

4 - REGOLAMENTO DI SICUREZZA IN RISONANZA MAGNETICA

Per quanto attiene la gestione in sicurezza dei pazienti, dei lavoratori e di tutte le altre categorie autorizzate ad accedere alle aree ad accesso controllato, il Presidio deve identificare, valutare e ridurre i rischi connessi all'utilizzo del tomografo, mettendo in atto tutti i possibili accorgimenti necessari a limitarli. Il Regolamento di Sicurezza (RdS) rappresenta, in tal senso, il documento di riferimento per la gestione delle attività che si svolgono all'interno del sito RM, alla luce degli specifici rischi in esso presenti. Tale documento deve essere redatto e firmato dai responsabili della sicurezza, ovvero dall'ER e dal MR, ciascuno per quanto di propria competenza, e, nel caso si rendesse necessaria l'adozione di misure di sicurezza di carattere più generale, va condiviso per quanto di competenza con l'RSPP del Presidio stesso. Al suo interno devono essere previste specifiche norme di sicurezza e procedure comportamentali per tutte le diverse tipologie di pazienti e personale che possono accedere sia abitualmente che saltuariamente nel sito RM.

I lavoratori che operano presso il sito RM devono essere portati a piena conoscenza del RdS, cosicché possano attenersi alle norme in esso contenute e fare in modo che

le stesse siano rispettate da tutti coloro che accedono al sito a qualsiasi titolo. Le norme del RdS si applicano, per quanto di competenza, sia a chi svolge abitualmente la propria attività lavorativa all'interno della ZAC, sia a chi effettua, per giustificata e autorizzata motivazione, accessi occasionali.

Il RdS deve essere verificato nella sua applicabilità con periodicità almeno annuale, va revisionato ogni qualvolta si presenti la necessità di un adeguamento, sia in relazione ad eventuali modifiche occorse al sito o alle procedure di gestione delle apparecchiature, sia per adeguarlo alle disposizioni normative eventualmente intervenute ed all'evoluzione delle conoscenze scientifiche in materia.

I contenuti del RdS sono determinati dall'applicazione di quanto previsto dagli allegati I e IV del D.M. 02/08/1991, "Standard di sicurezza", ai sensi di quanto sancito dall'Art. 2 del D.P.R. 542/1994.

Il RdS deve contenere indicazioni chiare per tutte le categorie che accedono a vario titolo all'interno del sito RM, prevedendo anche casi specifici non ordinari, come per esempio le indicazioni in caso di esami diagnostici su soggetti particolari che richiedano la presenza di operatori in sala nel corso dell'esame medesimo (ad es. pazienti pediatrici).

Tutto il personale che presta servizio presso il sito RM deve essere reso edotto, mediante specifici momenti di informazione e corsi di formazione, sulle norme contenute nel RdS e nessun operatore che non sia stato adeguatamente informato e formato può operare nel sito RM. In accordo con quanto disposto dal D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., il Datore di Lavoro ha il compito di organizzare - avvalendosi per i compiti di docenza del MR e dell'ER così come previsto dal D.M. 02/08/1991 e s.m.i. - specifiche sessioni di informazione e formazione del personale, durante le quali verrà consegnata una copia del RdS ad ogni lavoratore, il quale è tenuto alla firma della "scheda di presa visione" del RdS e del foglio presenze attestante l'avvenuta formazione. Si evidenzia, inoltre, che al termine dei corsi di formazione è prevista la verifica dell'apprendimento, mediante la somministrazione di un questionario a risposta multipla, la dichiarazione da parte di ogni partecipante di avere compreso i contenuti del corso, nonché la valutazione del questionario da parte del docente.

Il RdS deve essere sempre firmato sia dall'ER che dal MR, i quali per competenza lo redigono, e viene formalmente esposto e portato a conoscenza dei soggetti interessati dal Datore di Lavoro, che ne impone il pedissequo rispetto.

Una copia del RdS deve essere sempre a disposizione per la consultazione presso i locali del sito RM. È, inoltre, opportuno predisporre in zona comandi un breve estratto delle misure da attuare in caso di emergenza. I responsabili della sicurezza dell'impianto RM (MR e ER) devono vigilare sull'effettiva conoscenza, sull'applicazione e sul rispetto delle norme contenute nel RdS.

4.1 - PROTOCOLLI DI SICUREZZA

I rischi potenziali, associati all'installazione e all'utilizzo di apparecchiature RM, sono classificati in tre categorie:

- rischi da esposizione a campi magnetici statici (B0);
- rischi da esposizione a campi magnetici variabili nel tempo (dB/dT);
- rischi associati all'assorbimento di energia elettromagnetica nel campo delle radiofrequenze.

In merito ai rischi associati all'esposizione a campi magnetici statici, l'accesso al sito RM deve essere in linea di principio precluso a soggetti portatori di:

- pacemaker e defibrillatori impiantabili;
- qualsiasi altra protesi, più o meno dotata di circuiti elettronici non compatibili con l'apparecchiatura diagnostica, che possa determinare rischi per la persona esposta;
- tutti i soggetti aventi una delle significative controindicazioni di preclusione previste dal questionario di anamnesi conforme ai dettami del D.M. 02/08/1991.

Il divieto non si applica alle persone occasionalmente esposte (diverse dai pazienti da sottoporre all'esame RM e dai lavoratori) portatrici di dispositivi medici documentati come magneto-compatibili.

Per i pazienti portatori di dispositivi medici documentati come magneto-compatibili, il MRP, dopo aver valutato preventivamente i margini di giustificazione dell'esame stesso, deve predisporre precise indicazioni procedurali che tengano conto dei parametri tecnici che verranno utilizzati in sede di esame, al fine di garantire la sicurezza del paziente, ovvero non compromettere il buon funzionamento del dispositivo medico.

In caso di portatori di dispositivi cardiaci impiantabili o di pacemaker, si rimanda interamente allo specifico rapporto ISTISAN ("Dispositivi cardiaci impiantabili attivi e risonanza magnetica: aspetti tecnologici, inquadramento normativo e modelli organizzativi") che l'Istituto Superiore di Sanità ha realizzato in collaborazione, fra gli altri, con l'INAIL, e la cui pubblicazione è prevista nel corrente anno. Tale documento è stato sviluppato per fornire un supporto all'attività clinica di cardiologi e radiologi coinvolti nella pianificazione ed esecuzione di esami di RM in pazienti portatori di pacemaker, defibrillatori impiantabili e loop recorder, al fine di garantire la sicurezza del paziente e degli operatori. Il gruppo di lavoro che ha lavorato al documento ha evidentemente riconosciuto l'importanza di fornire ai clinici gli elementi essenziali ai fini di una corretta cura e gestione dei pazienti impiantati, anche in considerazione della crescente richiesta di esami RM di tutti i distretti corporei, prevedibile nei prossimi anni per questi pazienti.

I pazienti, i lavoratori, i volontari sani, gli accompagnatori, i visitatori devono essere informati delle norme di sicurezza interne e dei possibili rischi derivanti dalla presenza del campo magnetico, oltre che essere sottoposti preventivamente alla verifica anamnestica.

4.2 - MISURE DI SICUREZZA PER I LAVORATORI

I lavoratori coinvolti nell'attività di diagnostica mediante RM sono tipicamente medici radiologi, altri medici specialisti, medici anestesisti, fisici medici, tecnici sanitari di radiologia medica, infermieri professionali, operatori addetti alle pulizie e, occasionalmente, il personale addetto alla manutenzione e al rabbocco dei criogeni.

Ferma restando la necessità di ridurre l'esposizione del personale, ovvero il numero di operatori formalmente autorizzati all'accesso nel sito RM, l'elenco dei medesimi deve essere a disposizione del MC, il quale, sulla base del protocollo di sorveglianza sanitaria prescelto, rilascia - esplicitato il fattore di rischio di cui trattasi - il giudizio di idoneità specifica alla mansione.

Il MR, al quale spetta il controllo degli accessi del personale nel sito RM, deve garantire, insieme all'ER, ciascuno per quanto di propria competenza, la formazione del personale, anche in rapporto all'applicazione del RdS, con particolare riferimento agli scenari di emergenza, ovvero ai possibili incidenti ed eventi anomali.

Tutti i lavoratori autorizzati dal Datore di Lavoro a svolgere la propria attività all'interno del sito RM devono essere formalizzati in un elenco denominato "elenco del personale autorizzato", nel quale insieme al nominativo dovrà essere specificata la mansione. All'interno dell'elenco dovranno essere inseriti tutti i lavoratori che abitualmente e per giustificato motivo, legato all'espletamento della specifica mansione lavorativa, siano stati autorizzati dal Datore di Lavoro a permanere nelle zone di rischio, nel rispetto dei limiti di esposizione sanciti dal D.M. 02/08/1991.

Per ciascuna categoria di lavoratori autorizzati devono essere predisposte indicazioni univoche di comportamento che tengano conto delle singole specificità, ad esempio il carico di lavoro dei tecnici sanitari di radiologia medica, al fine del rispetto dei vigenti limiti di esposizione al campo magnetico statico, e le istruzioni al personale delle pulizie in rapporto alle operazioni da svolgere all'interno della zona controllata.

Il MR ha inoltre il compito di garantire che venga consentito l'accesso al sito RM al solo personale per il quale permanga l'idoneità sanitaria specifica, la quale, con periodicità almeno annuale, deve essere rilasciata da un Medico Competente (MC).

Ferme restando le attribuzioni del MR, i lavoratori, la cui presenza risulti essere non continuativa all'interno del sito RM, devono essere di volta in volta autorizzati dal medico di turno nel sito RM, il quale avrà il compito di verificare la sussistenza di eventuali controindicazioni, consentendo l'accesso al sito RM per i motivi strettamente legati allo svolgimento della loro mansione e per il tempo strettamente necessario. In presenza di lavoratori occasionalmente esposti, si raccomanda che il sito RM sia sempre presidiato da personale autorizzato durante tutto il tempo di permanenza al suo interno.

Le norme di sicurezza vanno sempre redatte in modo specifico e circostanziato anche per:

- il personale amministrativo che entra occasionalmente nel sito RM, a cui occorre dare indicazioni chiare e puntuali relativamente alle operazioni che tale

personale può svolgere all'interno della ZAC (ma mai in ZC), prevedendo tempi minimi di permanenza all'interno delle stesse;

- i manutentori, che di fatto svolgono le operazioni di manutenzione all'interno delle aree controllate con particolare riguardo all'introduzione di utensili e strumenti ferromagnetici o elettrici;
- gli addetti al rabbocco dell'elio, per i quali va previsto l'obbligo di lavorare sempre con la ventilazione di emergenza attivata durante le fasi di rabbocco, indicando il percorso lungo il quale trasportare il dewar contenente l'elio liquido dall'esterno della struttura sanitaria all'interno del sito RM e le modalità di trasporto in caso di utilizzo di ascensori e montacarichi;
- tutte le altre eventuali figure professionali che, per giustificato motivo legato all'espletamento della propria specifica mansione lavorativa, vengono autorizzate ad entrare nelle zone di rischio (ad es. i ricercatori medici e i fisici negli istituti di ricerca, eventuali medici specializzandi, il personale dell'ufficio tecnico che per particolari motivi accede al sito RM onde effettuare i controlli, ecc.).

4.3 - MISURE DI SICUREZZA PER I PAZIENTI

Le misure di sicurezza per i pazienti comprendono le procedure e le prescrizioni che devono essere attuate e osservate durante tutte le fasi riguardanti l'anamnesi, la preparazione e l'esecuzione degli esami diagnostici.

4.3.1 - Richiesta di esame RM

Le richieste di esame devono essere vagliate personalmente dal Medico Responsabile dell'esecuzione dell'esame presente nel sito RM, il quale, in base alla propria esperienza clinica, procede alla valutazione della reale necessità di effettuare l'indagine RM, considerando l'eventuale opportunità di utilizzare metodiche diagnostiche alternative più convenienti sulla base dell'analisi del rapporto rischio/beneficio, e individua le modalità di esecuzione dell'esame stesso. Tutti gli esami RM devono essere effettuati sotto la supervisione e la responsabilità di un medico esperto nelle metodologie di diagnostica con RM.

4.3.2 - Nota informativa

I pazienti, prima di essere sottoposti ad indagine RM, devono essere adeguatamente informati sul tipo di esame, sui possibili rischi, nonché sugli eventuali disagi correlati all'esecuzione dell'esame diagnostico.

Quanto sopra è realizzabile mediante la stesura di un'opportuna nota informativa, eventualmente integrata attraverso cartellonistica da esporre nelle sale di attesa e/o opuscoli da consegnare in sede di accettazione del paziente, che contenga tutte le informazioni riguardanti la tipologia dell'esame, le avvertenze del caso, i rischi connessi all'esposizione ai campi magnetici e le principali controindicazioni all'esame diagnostico.

4.3.3 - Modulo di interrogazione paziente

Il MR ha il compito di predisporre tutte le misure atte ad accertare preventivamente se il paziente presenti eventuali controindicazioni all'esecuzione dell'esame

diagnostico. A tale scopo verificherà, ad esempio, l'eventuale presenza di protesi metalliche (fisse o mobili), dispositivi elettronici, schegge o altri materiali e preparati ferromagnetici, situati in prossimità di strutture anatomiche vitali, in quanto ciò può rappresentare una controindicazione anche assoluta all'esecuzione dell'esame, in relazione alla loro interazione con il campo magnetico statico e/o a RF, nonché agli effetti che essi possono avere sulla qualità dell'immagine. Parimenti, la presenza di taluni dispositivi intrauterini o altre protesi interne, anche se in materiale diamagnetico, può comportare controindicazione all'esecuzione di alcuni esami RM, in quanto possono essere oggetto di interazione con la RF o con il campo magnetico e non funzionare più correttamente dopo l'esame.

Sebbene non esistano evidenze che dimostrino una sensibilità dell'embrione ai campi magnetici e ai campi a RF di intensità e potenze utilizzate nell'attuale strumentazione RM ad uso diagnostico, è prudente escludere dall'esposizione le donne nel primo trimestre di gravidanza, tranne nei casi di effettiva e improrogabile necessità, valutati dal medico e sotto la sua responsabilità. La paziente, in questo caso, dovrà essere preventivamente informata sui possibili rischi dell'esame.

Allo scopo di individuare possibili controindicazioni all'esame RM ed eventuali situazioni che potrebbero determinare un aumento di rischio per il paziente durante l'esposizione al campo magnetico statico e ai campi elettromagnetici generati dall'apparecchiatura, il presidio - per il tramite del MR - deve predisporre un questionario pre-esame che il MRP utilizzerà per interrogare il paziente e controfirmerà prima dell'espletamento della prestazione diagnostica. Il questionario anamnestico deve essere conforme ai requisiti richiesti dal D.M. 02/08/1991, ovvero prevedere almeno le domande presenti nel modello di legge previsto dall'Appendice 1 dell'Allegato 1 di detto decreto; lo stesso potrà essere eventualmente integrato e/o implementato a livello di domande, a discrezione dei vari presidi, con richieste supplementari valutate sulla base dell'analisi dei rischi condotta. Conformemente allo standard di legge è però necessario prevedere in calce la sola firma del MRP, unico responsabile dell'esecuzione della prestazione diagnostica. Il MRP deve accertare la regolarità delle risposte fornite dal paziente ed escludere la presenza di ogni possibile controindicazione all'esecuzione dell'esame, anche espletando una visita medica e sottoponendo il paziente ad ulteriori accertamenti clinici. Il MRP è tenuto al contempo ad informare il paziente sul tipo di prestazione diagnostica, sui possibili rischi, nonché su eventuali fenomeni di claustrofobia che possono verificarsi durante l'esecuzione dell'esame.

Sul questionario non è prevista la firma del paziente, in quanto il legislatore ha stabilito che l'anamnesi è un atto medico di esclusiva responsabilità dello specialista che esegue la diagnosi RM. La sua firma in calce non va interpretata come la sottoscrizione di una dichiarazione del paziente, ma l'attestazione che è stato il medico specialista ad interrogare il paziente e ad escludere la presenza di eventuali controindicazioni (se necessario anche attraverso l'espletamento di visita medica e di altri esami preliminari). Il medico, al termine della procedura di accertamento anamnestico, firma in calce il questionario onde acconsentire l'esecuzione dell'esame. Al paziente deve essere invece richiesto di firmare il proprio consenso all'esecuzione dell'indagine RM, così certificando di essere stato sufficientemente informato sui rischi e sulle controindicazioni legate all'esame RM. In aggiunta, se previsto, al paziente è fatta richiesta di firmare l'eventuale trattamento dei dati

personali, secondo la vigente Legge sulla privacy, acconsentendo al trattamento di quelli forniti alla struttura sanitaria nella persona del medico che lo ha intervistato in relazione alla verifica anamnestica. Visti i recenti sviluppi legati alle possibili - anche tardive - conseguenze legate alla somministrazione del mezzo di contrasto in alcuni specifici soggetti, in caso di somministrazione dello stesso è fatta raccomandazione di prevedere a parte (anche sul medesimo modello, ma in uno spazio definito e a sé stante) una nota di consenso alla sua somministrazione, previa spiegazione dei rischi ad esso legati.

Il Presidio è tenuto a conservare i questionari compilati e i relativi consensi informati per i pazienti sottoposti all'indagine diagnostica, congiuntamente ai referti e alle immagini RM.

Nel caso di paziente minorenne, sarà necessario il consenso di un genitore o di chi ne fa le veci.

Nei casi in cui sia previsto l'utilizzo di moduli standardizzati emessi dall'Azienda Sanitaria Locale competente o dalla singola Regione, che contengano al loro interno, oltre alle modalità di raccolta del consenso informato, il format per il questionario da adottare in rapporto alla verifica anamnestica, lo stesso dovrà comunque essere conforme ai requisiti sopra esposti, di cui alla norma di riferimento nazionale, ovvero esplicitati nel D.M. 02/08/1991.

Altre firme ivi non attese, come quella del medico che ha prescritto l'esame diagnostico o di altri soggetti professionalmente coinvolti, possono essere presenti solo se riportate in uno spazio ben distinto e separato dalla firma del MRP relativamente all'accertamento anamnestico, la quale deve comunque essere prevista al di sotto dei quesiti ed in posizione preminente; le stesse avranno comunque solo un valore identificativo ed in linea di principio non attiveranno profili di responsabilità specifica, considerando che la verifica della eventuale sussistenza di controindicazioni all'esecuzione di esami RM, che costituisce atto non delegabile, è demandata in via esclusiva al MRP.

4.3.4 - Descrizione del percorso d'esame del paziente

È fatta raccomandazione al MR di descrivere nel RdS, che va illustrato e condiviso con tutti i medici specialisti potenzialmente responsabili dell'esecuzione delle indagini RM, il percorso del paziente che deve essere sottoposto all'esame RM, al fine di standardizzare le procedure e realizzare opportuni obiettivi di sicurezza e qualità.

In sintesi, è opportuno considerare di dare indicazioni esplicite sulle seguenti procedure:

- le modalità di prenotazione esami di pazienti sia interni che esterni, se ritenute utili per le finalità del RdS;
- le modalità di accettazione amministrativa dei pazienti esterni, se ritenute utili per le finalità del RdS;
- le modalità di gestione dei pazienti interni, sia deambulanti che barellati; in quest'ultimo caso si preveda la definizione delle procedure all'uopo ritenute necessarie;
- l'accoglienza del paziente e l'espletamento della procedura di anamnesi ad esso dedicata, con la raccolta del consenso informato e dell'autorizzazione al

trattamento dei dati personali, con l'obbligo dell'apposizione della firma in calce al questionario anamnestico da parte del MRP che ha interrogato il paziente prima dell'esecuzione dell'esame RM;

- la modalità di gestione del numero massimo possibile di pazienti all'interno del sito RM, a seconda delle aree di preparazione, di emergenza e del numero di spogliatoi presenti;
- le norme comportamentali per il paziente che si trovi all'interno del sito RM;
- le procedure di preparazione propedeutiche all'esecuzione di esami RM (somministrazione del MdC, sedazioni, utilizzo di bobine endogene, somministrazione di preparati farmaceutici per via orale o rettale, ecc.) prevedendo, se necessario, la presenza del personale anestesista;
- le procedure di intervento in caso di emergenza medica sul paziente, specificando l'elenco delle dotazioni presenti nel sito RM ad uso esclusivo dell'apparecchiatura RM, ai sensi del quadro 4.6 dell'Allegato 3 del D.M. 02/08/1991, oltre alla disponibilità dei gas medicali e della barella amagnetica, se il lettino dell'apparecchiatura RM non è sganciabile, indicando altresì le eventuali caratteristiche di amagnetività delle dotazioni previste in caso di soccorso che sia possibile prestare direttamente in sala magnete;
- le eventuali misure di attenzione per la gestione del paziente successivamente all'esecuzione dell'esame diagnostico (se e dove fare trascorrere un tempo di attesa in osservazione a seguito dell'avvenuta somministrazione del mezzo di contrasto o a seguito della esecuzione di altre procedure di preparazione più o meno invasive);
- la gestione della fase di refertazione e modalità di rilascio del documento di cui trattasi, se ritenute utili per le finalità del RdS;
- le modalità di gestione di esami d'urgenza (traumatizzati provenienti dal pronto soccorso, esami su pazienti critici provenienti da sale di rianimazione o sale operatorie con eventuale necessaria assistenza da parte di personale anestesista, situazioni in cui non è possibile la raccolta dei dati anamnestici sul paziente, in quanto incosciente e privo della presenza di un familiare).

I protocolli di esecuzione degli esami devono essere elaborati dal MR sulla base di quanto richiesto dal D.M. 02/08/1991 e - parimenti al RdS - vanno portati a conoscenza di tutti i medici e del personale sanitario operante all'interno del sito RM, utilizzando la formazione periodica prevista ai sensi di legge. I protocolli rappresentano la codifica delle prestazioni diagnostiche (prevedibili e previste) ed è al MR del sito RM che spetta il compito di garantirne l'esecuzione in conformità a quanto previsto dal RdS.

4.4 - MISURE PER LA SICUREZZA DEI VOLONTARI SANI

Sono considerati volontari tutti i soggetti sani che si sottopongono volontariamente ad indagine RM a scopo di ricerca scientifica. I volontari sani possono essere sottoposti ad esami RM soltanto previo consenso libero ed informato, e a condizione che il Medico Responsabile dell'esecuzione dell'esame abbia accertato l'assenza di

controindicazioni all'esame attraverso le necessarie indagini cliniche. Per i volontari sani devono essere applicate le stesse misure di sicurezza adottate per i pazienti. Il Presidio deve conservare la documentazione relativa alle analisi effettuate sui volontari sani.

4.5 - MISURE PER LA SICUREZZA DEI VISITATORI E DEGLI EVENTUALI ACCOMPAGNATORI

Per i visitatori e gli accompagnatori sono valide tutte le norme generali di sicurezza. Gli stessi possono accedere alla zona di rischio soltanto se espressamente autorizzati da almeno uno dei Responsabili della Sicurezza o da un MRP e se accompagnati da personale che opera all'interno del sito RM ovvero che ne è autorizzato all'accesso. Non potranno essere autorizzati ad accedere alla zona di rischio i soggetti portatori di pacemaker, protesi dotate di circuiti elettronici, preparati metallici intracranici (o comunque situati in prossimità di strutture anatomiche vitali), clips vascolari, schegge, oggetti in materiale ferromagnetico e le donne in stato di gravidanza.

Si raccomanda la predisposizione di un modulo di accesso eccezionale per gli accompagnatori, i quali, dietro la valutazione del rapporto rischio/beneficio effettuata dal MRP, possono essere autorizzati ad assistere il paziente durante l'esame (come in caso di pazienti pediatriche o claustrofobici).

Il modulo deve prevedere:

- il questionario di anamnesi, identico di fatto a quello previsto per il paziente;
- la valutazione del MRP con la quale si acclarino i margini di giustificazione correlati alla possibilità di prevedere, durante l'esecuzione dell'esame, l'assistenza da parte dell'accompagnatore;
- la dichiarazione dell'accompagnatore che, preso atto della valutazione del MRP sulle criticità legate allo svolgimento dello stesso, chiede consapevolmente di prestare assistenza al paziente durante l'esame RM.

I visitatori e gli accompagnatori autorizzati ad accedere nella ZAC devono essere invitati dal personale di servizio a depositare gli oggetti metallici o magnetici prima di accedere alla sala del magnete.

4.6 - PROCEDURE DI EMERGENZA

Nel RdS vanno inoltre previste le procedure di emergenza da seguire in caso di incidente, sia medico che tecnico.

Per quanto concerne l'emergenza medica, come esplicitato sopra, per ogni sito RM è da prevedere - ad opera del MR - la definizione di una procedura di intervento; spetta al MR stabilire i contenuti e i margini di operatività di tale procedura, che, formalmente riportata nel RdS, deve essere portata a conoscenza di tutto il personale. In merito agli incidenti di carattere tecnico, l'ER deve redigere le norme da seguire in caso di emergenza ipotizzando gli incidenti più significativi che possono avvenire all'interno del sito RM, ivi comprese le calamità naturali.

Generalmente, per un magnete superconduttore, gli scenari di rischio più importanti sono quelli legati all'incendio, al quench con perdita di elio gassoso in sala RM, o all'attrazione improvvisa e fuori controllo di dispositivi non amagnetici erroneamente introdotti all'interno della sala RM. Lasciando alle competenze dell'ER la responsabilità di individuare con esattezza le singole procedure da seguire in caso di incidente generato da comportamenti inappropriati messi in essere da parte del personale autorizzato, preme evidenziare come un moderno approccio alla gestione dell'emergenza non deve sempre pedissequamente partire dall'adoperarsi per mettere in sicurezza il paziente, perché ciò di fatto potrebbe anche pregiudicare, in talune situazioni, l'incolumità degli operatori e la capacità di mantenere il più possibile il controllo dell'evento incidentale. È quindi raccomandabile agire immediatamente sui dispositivi di sicurezza e solo successivamente procedere a mettere in sicurezza il paziente, intraprendendo ulteriori azioni di limitazione dei danni.

Per quanto attiene le tre tipologie di incidenti sopra richiamate, l'esplicitazione di un'opportuna sequenza di interventi può essere schematizzata secondo i procedimenti sotto riportati.

In caso di incendio

1. premere il pulsante di sgancio elettrico;
2. portare il paziente fuori dalla sala esami e/o dal sito RM;
3. dare l'allerta e utilizzare gli estintori amagnetici per limitare i danni.

In caso di quench con perdita di elio gassoso in sala RM

1. accertarsi dell'avvenuto avvio in automatico della ventilazione di emergenza e, in caso negativo o comunque in situazione di dubbio, provvedere all'attivazione manuale;
2. portare il paziente fuori della sala esami e/o dal sito RM;
3. dare l'allerta e aprire tutte le porte per diluire l'elio presente nell'aria del locale, aiutandone l'evacuazione.

In caso di introduzione di materiale ferromagnetico che colpisce il paziente posto nel gantry dell'apparecchiatura a causa di un esame diagnostico in corso:

1. rapida valutazione da parte dell'operatore, presente in zona comandi, dello stato di coinvolgimento del paziente. Se il paziente viene colpito direttamente dall'oggetto, rimanendo schiacciato a contatto con la superficie esterna del magnete, quindi in evidente pericolo di vita, l'operatore non deve esitare ad effettuare direttamente un quench pilotato per abbassare il campo; se l'oggetto, pur avendo colpito il paziente, si posiziona direttamente sulla macchina, l'operatore entra dentro la sala esami e verifica lo stato di incolumità del paziente. Nel caso in cui il paziente sia coinvolto nell'incidente in modo grave e non sia possibile liberarlo altrimenti, l'operatore può effettuare il quench pilotato direttamente dal pulsante presente all'interno della sala, senza tornare in consolle, riducendo così i tempi di abbassamento del campo (si tenga presente che l'abbassamento del campo crea una corrente indotta dB/dt ed è opportuno quindi che il medico/rianimatore sia presente e informato delle possibili

conseguenze dell'azione: tipicamente il paziente può entrare in fibrillazione cardiaca).

È quindi evidente che la presenza dello sgancio elettrico (in genere oggi già presente) e del pulsante di attivazione manuale della ventilazione di emergenza all'interno della sala esami possono garantire maggiore tempestività di intervento nei casi in cui gli incidenti di carattere tecnico si verifichino durante le operazioni svolte dagli operatori all'interno della sala RM.

Al di là degli obblighi di segnalazione degli incidenti già evidenziati ai sensi di legge, è buona prassi - successivamente all'accadimento di un evento anomalo o di una situazione che ha portato alla configurazione di una fase di emergenza - effettuare un audit interno con la partecipazione di tutti gli uffici e di tutte le figure professionali interne alla struttura per competenza coinvolte, finalizzato a comprendere eventuali insuccessi correlati alla inadeguatezza o al mancato rispetto del RdS.

5 - RESPONSABILI DELLA SICUREZZA DI UN SITO RM

Il Presidio che intende installare un'apparecchiatura RM ha l'obbligo, secondo quanto previsto nel punto 4.10, Allegati 3 e 6 del D.M. 02/08/1991, di designare i responsabili della sicurezza di un sito RM, ovvero il Medico Responsabile dell'Attività dell'Impianto (MR) e l'Esperto Responsabile della Sicurezza (ER). Il Presidio, inoltre, ha l'obbligo di supportare detti responsabili per la realizzazione di un programma di garanzia della sicurezza e della qualità che preveda i controlli e le verifiche di competenza.

Il MR e l'ER del sito RM, oltre ad assicurare l'espletamento delle attribuzioni e dei compiti previsti dal disposto di legge sopra richiamato, dovrebbero garantire un tempestivo intervento in tutti i casi in cui le esigenze di sicurezza dei pazienti, dei lavoratori, dei volontari sani, degli accompagnatori e dei visitatori lo richiedano.

In modo solo apparentemente più stringente rispetto a quanto in realtà richiesto dalla norma sopra citata (scritta d'altronde in una fase ancora sperimentale per la tecnologia RM), ma in riscontro ai requisiti professionali effettivamente opportuni per operare con cognizione di causa e competenza all'interno di questo specifico ambito diagnostico, e già schematicamente abbozzati prima con il disposto di cui all'art.2 del D.M. 29/11/1985 e successivamente con quello di cui agli allegati sopra richiamati del D.M. 02/08/1991, l'incarico di MR è oggi ordinariamente affidato al Medico Specialista in Radiodiagnostica (Medico Radiologo), mentre quello di ER è ordinariamente affidato allo Specialista in Fisica Medica (Fisico Medico)⁽⁸⁾, i quali devono operare in sinergia tra loro.

Il Medico Radiologo incaricato del ruolo di MR deve tenere auspicabilmente conto delle competenze, delle sensibilità professionali e anche delle necessità operative dei medici responsabili della prestazione diagnostica, ovvero degli altri utilizzatori

⁽⁸⁾ Ciò è ovviamente correlato alla declaratoria dei compiti definiti nel D.M. 02/08/1991 e trova conferma nel database nazionale delle installazioni (banca dati INAIL), i cui dati - al mese di maggio 2014 - rilevano che il Medico Responsabile è un Medico Radiologo in più del 90% dei casi e l'Esperto Responsabile è un Fisico Medico in più dell'80% dei casi.

dell'apparecchiatura, compresi i medici specialisti non di area radiologica che possono utilizzare "a complemento" della loro attività l'indagine RM (cardiologi, neurologi, ecc.) e che contribuiscono in modo significativo a creare delle interfacce ottimali fra i pazienti e la tecnologia RM (si consideri, ad esempio, il coinvolgimento del cardiologo nell'esecuzione di prestazioni diagnostiche su pazienti portatori di dispositivi cardiaci impiantabili).

Il Fisico Medico incaricato del ruolo di ER deve tenere auspicabilmente conto delle ulteriori competenze tecniche e professionali rese disponibili nella struttura, con particolare riferimento all'ingegnere clinico e/o biomedico, il quale, fatta salva l'esclusività delle prerogative connesse al ruolo di ER ricoperto dal Fisico Medico, può – sia in fase progettuale e sia in fase di esercizio – collaborare col medesimo secondo quanto lo stesso ER avrà disposto, al fine di contribuire ad una più efficace gestione in sicurezza degli impianti asserviti alla tecnologia RM.

Preme infine evidenziare come sia altrettanto auspicabile che anche il Tecnico Sanitario di Radiologia Medica (TSRM), che più degli altri può contribuire ad evidenziare in modo efficace e immediato il verificarsi di situazioni di emergenza o comunque anomale che insorgano nel corso dell'ordinaria attività diagnostica, venga direttamente coinvolto nella messa in atto delle strategie prevenzionistiche e protezionistiche di sicurezza individuate dal MR e dall'ER.

La sicurezza - riferita sia al paziente che all'operatore - è un obiettivo indifferibile e irrinunciabile, che diventa tanto più realizzabile quanto più venga perseguito, non tanto dal singolo professionista opportunamente incaricato ai sensi di legge, ma piuttosto da un team multidisciplinare coordinato dal MR e dall'ER, nel quale sarebbe quindi fortemente consigliato il riconosciuto coinvolgimento di quelle figure professionali che abbiano titolo e competenze per contribuire nell'ambito delle proprie specifiche attribuzioni.

5.1 - MEDICO RESPONSABILE DELL'ATTIVITÀ DELL'IMPIANTO

Il Medico Responsabile dell'attività dell'impianto, comunemente chiamato Medico Responsabile (MR), è la figura preposta per tutti gli aspetti medici legati all'espletamento in sicurezza dell'esame diagnostico.

I compiti specifici del MR, indicati nel punto 4.10, allegati 3 e 6 del D.M. 02/08/1991, sono:

- stesura, conoscenza e rispetto delle norme interne di sicurezza e della esecuzione dei controlli di qualità per gli aspetti di specifica competenza;
- stesura dei protocolli per la corretta esecuzione degli esami;
- stesura dei protocolli per il pronto intervento sul paziente nei casi di emergenza e relativa formazione del personale;
- segnalazione degli incidenti di tipo medico al Datore di Lavoro.

5.2 - ESPERTO RESPONSABILE DELLA SICUREZZA

L'Esperto Responsabile della Sicurezza (ER) del sito RM è la figura preposta per tutti gli aspetti legati alle problematiche prevenzionistiche e protezionistiche correlate al funzionamento dell'apparecchiatura e degli impianti ad essa asserviti.

Le attribuzioni dell'ER, indicate al punto 4.10, allegati 3 e 6 del D.M. 02/08/1991, sono le seguenti:

- validazione del progetto esecutivo e in particolare della planimetria del sito RM;
- controllo dei diversi collaudi effettuati dalla ditta incaricata dell'installazione delle apparecchiature e loro validazione;
- verifica della corretta esecuzione del progetto ad installazione avvenuta;
- valutazione dei possibili incidenti all'interno del sito RM;
- stesura delle regole da seguire nei casi di emergenza nel sito;
- verifica periodica del perdurare delle caratteristiche tecniche dell'impianto;
- stesura e garanzia del rispetto delle norme interne di sicurezza e dell'esecuzione dei controlli di qualità per gli aspetti di competenza;
- sorveglianza fisica dell'ambiente;
- segnalazione al Datore di Lavoro degli incidenti di tipo tecnico.

Per quanto riguarda la verifica periodica del perdurare delle caratteristiche tecniche dell'impianto, è richiesto il controllo periodico dei seguenti fattori, dispositivi e sistemi:

- dispositivi di controllo e sicurezza a RF;
- gabbia di Faraday;
- nel caso di magnete superconduttore: sistema di rilevazione O₂, canalizzazione dei gas prodotti dai liquidi criogenici di ventilazione ed espulsione rapida dei gas;
- distribuzione delle curve isomagnetiche in relazione alla definizione delle aree ad accesso controllato e alle zone di rispetto.

6 - GLI ATTORI DELLA PREVENZIONE IN RISONANZA MAGNETICA

Per garantire una gestione in totale sicurezza di un sito RM, si rende necessaria la cooperazione tra le diverse figure che si occupano di prevenzione negli ambienti di lavoro, al fine di evitare o ridurre i rischi professionali in tutte le fasi lavorative.

A tal riguardo sono fondamentali le figure del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione di tutta la struttura e del Medico Competente, previste dal D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

6.1 - IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Il Servizio di Prevenzione e Protezione (SPP) è costituito dall'insieme di persone, sistemi e mezzi esterni o interni all'azienda necessari all'attività di prevenzione e protezione dai diversi rischi professionali connessi all'attività svolta nell'azienda, ovvero nell'unità produttiva, con l'eccezione delle radiazioni ionizzanti (per le quali

è prevista la figura di “specialista del rischio“ (rappresentata dall’esperto qualificato) e della RM (in cui lo “specialista del rischio” è l’ER). La direzione del SPP spetta al Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP), che ha competenze tecniche e caratteristiche curriculari allineate con quanto al riguardo richiesto dal quadro normativo di riferimento in materia di sicurezza.

È fondamentale che l’ER collabori con il SPP e in particolare con il suo responsabile, per quanto di competenza, al fine di:

- individuare tutti i fattori di rischio presenti nell’ambiente di lavoro;
- elaborare le misure preventive e protettive;
- garantire corsi di informazione e formazione per l’addestramento del personale sulle procedure impartite, al fine di minimizzare i rischi;
- redigere le procedure d’emergenza da adottare in caso di incendio, per l’evacuazione dei lavoratori.

In merito all’ultimo punto, vale la pena sottolineare alcuni aspetti relativi alle dotazioni degli estintori, nonché alla realizzazione ed indicazione delle vie di fuga.

Premesso che occorre garantire che tutti gli estintori presenti all’interno del sito RM siano di tipo completamente amagnetico e dimensionati nel numero e nella grandezza sulla base delle valutazioni espresse in riferimento alla normativa vigente - in particolare nel rispetto del Certificato Prevenzione Incendi (CPI) rilasciato dai Vigili del Fuoco - è fatta ad ogni buon conto raccomandazione che, prescindendo dalla estensione del sito RM, siano presenti al suo interno almeno un estintore riferito alla sala magnete e un secondo estintore riferito al locale tecnico. Se l’accesso al locale tecnico è esterno, l’estintore di riferimento dovrà essere disposto in prossimità del suo accesso (non all’interno) e dovrà essere di natura amagnetica o ferromagnetica, a seconda della scelta di merito fatta dall’ER sulla base della mappatura del campo magnetico statico generato dal magnete. In merito invece alle vie di fuga, l’ER e l’RSPP devono, di concerto, stabilire sulla base dello specifico sito in oggetto, la via di fuga dallo stesso tenendo conto della necessità di dover rispettare in ogni situazione la condizione di non avere altri accessi aperti al pubblico (vedi descrizione accesso alla ZAC), fino al raggiungimento del punto sicuro.

6.2 - IL MEDICO COMPETENTE

Il Medico Competente (MC) è la figura professionale formalmente incaricata della sorveglianza sanitaria del personale professionalmente esposto ai diversi fattori di rischio presenti nel ciclo produttivo. La sorveglianza sanitaria comprende tra l’altro (Art. 41, D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.):

- visita medica preventiva, intesa a constatare l’assenza di controindicazioni al lavoro cui il lavoratore è destinato, al fine di valutare la sua idoneità alla mansione specifica;
- visita medica periodica, per controllare lo stato di salute del lavoratore e rilasciare il giudizio di idoneità alla mansione. La periodicità di tali accertamenti viene stabilita, di norma, almeno una volta l’anno. Tale periodicità

può assumere cadenza diversa, stabilita dal MC in funzione dei risultati della valutazione del rischio;

- visita medica su richiesta del lavoratore, qualora sia ritenuta dal MC correlata ai rischi professionali o alle sue condizioni di salute, suscettibili di peggioramento a causa dell'attività lavorativa svolta, al fine di esprimere il giudizio di idoneità alla mansione specifica;
- visita medica in occasione del cambio della mansione, onde verificare l'idoneità alla mansione specifica;
- visita medica alla cessazione del rapporto di lavoro, nei casi previsti dalla normativa vigente.

I lavoratori devono segnalare tempestivamente al Datore di Lavoro e al MC ogni intervento subito che comporti l'installazione di protesi o dispositivi di qualunque tipo, anche considerando che la definizione di "dispositivo RM compatibile" è tipicamente riferita alla possibilità del portatore del medesimo (in quanto paziente) di essere sottoposto a indagine RM, mentre l'approccio al sistema RM da parte di un lavoratore comporta situazioni e rischi di esposizione (correlati al movimento che avviene all'interno del campo magnetico statico generato dall'apparecchiatura) notevolmente diversi e non contemplati all'interno dalla definizione stessa.

Il MC, sulla base dei risultati delle visite mediche espletate, esprime uno dei seguenti giudizi relativi alla mansione specifica:

- idoneità;
- idoneità parziale, temporanea o permanente, con prescrizioni o limitazioni;
- inidoneità parziale;
- inidoneità permanente.

Gli esiti della visita medica devono essere allegati alla cartella sanitaria e di rischio del lavoratore.

Il MC, successivamente, comunica per iscritto il suo giudizio al lavoratore e al Datore di Lavoro; quest'ultimo ha il compito di verificare che tutti i lavoratori, per i quali vige l'obbligo della sorveglianza sanitaria, siano in possesso del giudizio di idoneità specifica alla mansione.

La collaborazione e la diretta comunicazione tra l'ER, il MR e il MC risulta, quindi, fondamentale per l'identificazione e il monitoraggio dei lavoratori autorizzati ad accedere all'interno del sito.

Nel caso di affidamento dei lavori a un'impresa appaltatrice sarà compito dell'appaltatore sottoporre il lavoratore ad adeguata visita per il rilascio dell'idoneità specifica alla mansione. Il Datore di Lavoro avrà il compito di valutare la documentazione fornita dalla ditta esterna, relativa alle idoneità specifiche, al fine di inserire il personale nell'elenco delle persone autorizzate a svolgere l'attività lavorativa presso il sito RM. A titolo di esempio ricordiamo il personale delle pulizie, spesso proveniente da ditte esterne, i cui nominativi dovranno sempre essere riportati nell'elenco del personale autorizzato ad accedere nel sito RM, con indicata la mansione specifica.

7 – UTILIZZI ALTERNATIVI DELLA RISONANZA MAGNETICA

Per quanto detto sopra, l'evoluzione tecnologica ha consentito di allargare il campo di applicazione della tecnica ad ambiti impensabili fino a 20 anni fa, permettendo così di identificare una casistica piuttosto ampia ove riportare gli utilizzi della tomografia a risonanza magnetica.

In Italia tale casistica è così schematizzabile:

- a) Diagnostica medica e ricerca clinica: attività diagnostica e di ricerca applicata all'ambito clinico effettuate oggi con circa 1000 apparecchiature con architettura "total body": circa due terzi sono magneti superconduttori con campo magnetica statico compreso fra 1 e 2 tesla, tra le 40 e le 50 sono le apparecchiature ad alto campo (superiore o uguale a 3 tesla).
- b) Spettroscopia NMR: la quasi totalità degli spettrometri sono installati presso Università e Centri di Ricerca, per onorare gli scopi di cui trattasi. Tipicamente, questo genere di spettrometri vanno mediamente da 200 MHz (4.7 tesla) fino al 900 MHz (21 tesla), ma è disponibile sul mercato anche un tomografo che arriva a 1000 MHz (23.5 tesla).
- c) Diagnostica veterinaria: ad oggi sono installati sul territorio nazionale solo magneti "low field", con conformazione a sandwich, mediamente da 0.2 tesla, simili a quelli per uso umano, o anche proprio gli stessi, dotati però di bobine dedicate alle diverse tipologie di animali esaminati; è pressoché imminente il passaggio ai magneti superconduttori con campi statici che si attesteranno, con molta probabilità, a non meno di 1.5 tesla, come già avviene largamente all'estero.
- d) Diagnosi disposte dalle autorità giudiziarie su soggetti in regime di detenzione: si tratta di esami disposti dall'autorità giudiziaria sia per un fini medici, legati alla diagnosi di un paziente malato o ferito che necessita di cure, sia non medico allo scopo di verificare la presenza all'interno del suo corpo di materiale efficacemente segregato (quale droga, preziosi, etc.) tramite involucri in genere inghiottiti, nonché attrezzature da spionaggio (cimici, microspie, dispositivi elettronici, etc.). Lo status giuridico particolare del soggetto esposto ingenera scenari di gestione operativa e di prevenzione del rischio che suggeriscono approcci simili a quelli codificati per la diagnostica medica, ma più stringenti e cautelativi rispetto alla medesima.
- e) Diagnosi di tipo autoptico (necroscopiche), effettuate nell'ambito di autopsie, in particolare su cadaveri per i quali si renda necessario stabilire i dettagli che hanno portato alla morte quello specifico soggetto.
- f) Diagnosi su reperti archeologici eventualmente al fine di una loro datazione, ovvero esami ad esempio sulle mummie o su resti umani di soggetti, vissuti

nell'antichità, e che sono giunti fino a noi grazie alle tecniche di imbalsamazione o anche all'ibernazione.

- g) Indagini neuro funzionali a scopo commerciale (neuro marketing), ovvero utilizzo della tecnica RM per lo studio del comportamento dell'uomo "consumatore" con l'approccio neuro – funzionale, al fine di identificare i meccanismi che inducono la scelta di un prodotto piuttosto che di un altro, così permettendo di analizzare il processo decisionale utilizzato. In questo caso, lo scopo dell'indagine non è evidentemente di tipo medico, ma è comunque un soggetto umano l'oggetto della medesima, sebbene per finalità di carattere commerciale, o al più conoscitivo- comportamentale.

In tutte le applicazioni sopra citate l'evoluzione delle conoscenze è ancora in fase di forte espansione, molto c'è ancora da scoprire, e, a seconda del contesto, diversi sono i parametri con i quali rincorrere approcci sempre più spinti, ciò però comportando l'insorgenza di rischi che crescono e, addirittura, a volte, cambiano a la loro stessa natura in virtù per esempio, dell'utilizzo di campi sempre maggiori. A titolo di esempio, basti pensare alla forza di frenamento esercitata sulla circolazione del sangue da parte del campo statico, che sembrerebbe diventare significativa, secondo alcuni studi, per valori al di sopra di 5 tesla: un effetto fino ad oggi mai considerato, visto che in Italia l'utilizzo della diagnostica medica RM si ferma attualmente ai 4 tesla e che risulta ancora in fase di installazione il primo tomografo a 7 tesla., ma che in prospettiva non potrà essere sottovalutato, e con esso tutte le altre eventuali problematiche che, per campi al di sotto dei 3 tesla, hanno un rilievo poco significativo (ad esempio, l'orientazione delle emazie per i pazienti affetti da anemia falciforme e una controindicazione "storica" i cui effetti sono stati però poi ampiamente dimostrati come incisivi solo al di sopra dei 4 tesla). Lo stesso criterio di identificazione delle condizioni di controindicazione all'esame va oggi interpretato in modo molto flessibile, secondo uno standard di "job on going" direttamente riferito al singolo paziente, in quanto la scarsa riferibilità e referenza passata in rapporto alle nuove apparecchiature immesse sul mercato non consente di fare sistematicamente previsioni preventive sul giusto comportamento valutativo da osservare.

In aggiunta a quanto sopra, bisogna anche considerare che le diverse macro-applicazioni sopra identificate (RM medica, RM veterinaria, e la spettroscopia NMR) non sono assolutamente paragonabili tra loro in quanto a modalità e livelli di esposizione sull'uomo: nella RM medica abbiamo l'esposizione sia del paziente e sia dei lavoratori addetti alla gestione dell'apparecchiatura o comunque in qualche modo autorizzati ad entrare nel locale ove la medesima è collocata, mentre nelle altre due applicazioni l'essere umano è coinvolto solo in quanto operatore esposto.

Nel caso medico, l'esposizione del paziente, che ha un valore di picco (sia relativamente al campo magnetico statico e sia relativamente ai gradienti propri dell'apparecchiatura durante l'erogazione della prestazione diagnostica) ovviamente elevata, è comunque sottoposta al preventivo esercizio del principio di giustificazione da parte del medico responsabile dell'esame, mentre i lavoratori permangono nelle zone di rischio sulla base delle specifiche mansioni operative e, per lo più, solo nelle fasi di posizionamento del paziente e di fine esame, di fatto

venendo esposti al solo rischio da campo magnetico statico (in procedure particolari - per lo più eccezionali - alcune tipologie di lavoratori potranno essere esposti anche ai campi variabili della macchina RM e alle radiofrequenze attivi durante l'esecuzione degli esami, come in alcuni casi di anestesia pediatrica o in RM intraoperatoria in cui può rendersi necessaria l'assistenza sanitaria all'interno della sala magnete da parte di alcuni operatori sanitari).

I livelli di esposizione occupazionale ai campi magnetici statici tipici della risonanza magnetica sono oggetto della direttiva europea 40/2004, la cui entrata in vigore è stata differita dal 2008 al 2012 proprio per dare tempo ai paesi membri di effettuare studi applicativi finalizzati alla definizione di limiti che, sebbene armonizzati con quelli della Direttiva medesima, consentano, diversamente di questi ultimi, di continuare ad utilizzare la tomografia RM, senza deprimere l'evoluzione tecnologica ad essa riferita, nel rispetto di una matrice normativa che sia comune a tutti i paesi industrializzati.

8 - ANALISI DEI RISCHI

Relativamente a tutti gli utilizzi della metodica RM per finalità non mediche fino a questo punto introdotti, emergono una serie di considerazioni che meritano di essere attentamente al fine di proporre delle strategie di valutazione e riduzione del rischio sufficientemente efficaci.

8.1 - RISCHI LEGATI ALLA PRESENZA DI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Negli ambiti applicativi presi in considerazioni si hanno livelli di esposizione che, per quanto riguarda l'ambito medico, sono oramai ben noti, ma che, in alcuni ulteriori casi, come per esempio l'NMR nella ricerca scientifica, sono correlati a campi magnetici statici molto maggiori, sebbene particolarmente ristretti ad un'area strettamente circostante quella dell'apparecchiatura: il problema è che, ciò nonostante, nelle attività di introduzione del campione, di regolazione del "tuning", e di "refilling" del criogeno, gli operatori rischiano di rimanere immersi, per un tempo significativo, in un campo magnetico statico significativo, e per il quale si deve rendere necessaria una preventiva analisi dei rischi.

8.2 - RISCHI LEGATI ALLA PRESENZA DI CRIOGENI NEI MAGNETI SUPERCONDUTTORI

Per tutte le applicazioni RM non mediche citate, escluso l'ambito l'NMR, i quantitativi di fluido criogenico nei magneti superconduttori sono più o meno gli stessi, e analogo risulta di conseguenza il livello di rischio occupazionale correlato. Per le apparecchiature NMR i contenuti di elio liquido variano invece da apparecchiatura ad apparecchiatura, in funzione della potenza caratteristica. Rispetto alle apparecchiature RM, quelle NMR hanno una variabilità di contenuti molto elevata: si va da apparecchiature da 200 MHz (4.7 tesla) che ne contengono poche decine di litri, fino a spettrometri da 1.2 GHz, che ne contiene oltre 1000. A differenza delle più moderne apparecchiature di diagnostica per immagini, gli

spettroscopi NMR necessitano poi di refilling continui, con cadenze in molti casi anche molto ravvicinate, in quanto sono caratterizzate da fenomeni di evaporazione dell'elio che sono fisiologicamente molto più accelerati.

9 - GLI USI DELLE TECNICHE A RISONANZA MAGNETICA SULL'UOMO CONSENTITI IN ITALIA: COSA LA LEGGE NON HA ANCORA NORMATO

Ad oggi in Italia, mentre l'utilizzo delle Radiazioni Ionizzanti è chiaramente legiferato dal decreto 230/1995 e s.m.i., vietando le pratiche non appartenenti agli usi consentiti per legge, e, per quelle relative alle esposizioni mediche, vietando le pratiche non autorizzate dal Ministero della Salute, e radiazioni ionizzanti, e conseguentemente la risonanza magnetica, non gode di analoga formazione. Pertanto, il Regolamento sancito con l'emanazione del DPR 542/1994 prevede, almeno per l'ambito medico, un processo autorizzativo ben codificato, e nel quale comunque non rientrano tutte le applicazioni alternative di cui sopra, poiché nessuna si basa sull'utilizzo di un dispositivo che si definisce "medico" quando caratterizzato da "... qualunque strumento, apparecchio, impianto, software, sostanza o altro prodotto, utilizzato da solo o in combinazione, compreso l'eventuale software informatico impiegato, destinato dal fabbricante⁹ ad essere impiegato sull'uomo a fini di diagnosi, controllo, terapia, attenuazione o compensazione di una ferita o di un handicap; di studio, sostituzione diagnosi, controllo, terapia, attenuazione, compensazione di un handicap; studio, sostituzione o modifica dell'anatomia o di un processo fisiologico; intervento sul concepimento, il quale prodotto non eserciti l'azione principale nel o sul corpo umano, cui è destinato, con mezzi farmacologici o immunologici né mediante processo metabolico ma la cui funzione possa essere coadiuvata da tali mezzi ...". L'applicabilità di tale definizione al contesto del neuromarketing, è di per sé particolarmente meritoria di riflessione poiché in questo caso, e come peraltro già evidenziato, lo studio di un soggetto umano non si affianca in alcun modo a finalità di carattere diagnostico, sebbene in qualche modo interessato alla connotazione di quel medesimo soggetto.

Il processo autorizzativo esistente oggi in Italia per le apparecchiature di risonanza magnetica, riguarda quindi le sole apparecchiature utilizzate a scopo clinico: quelle dedicate allo studio dei soli arti (settoriali) possono essere installate senza autorizzazione preventiva in quanto utilizzano campi decisamente bassi, quelle di tipo "total body" al di sotto dei 2 tesla necessitano di un'autorizzazione regionale, quelle con campo magnetico statico superiore a 2 tesla necessitano dell'autorizzazione del Ministero della Salute (sentito il Consiglio Superiore di Sanità, l'ISS e l'INAIL – area ex ISPESL), ma possono essere installate solo presso Istituti di ricerca.

⁹ la destinazione d'uso serve a valutare la pericolosità del dispositivo (esistono dispositivi il cui grado di rischio varia a seconda delle modalità di utilizzo)

10 - CONCLUSIONI

In Italia, l'installazione e l'uso delle apparecchiature diagnostiche a Risonanza Magnetica (RM) utilizzate per scopo medico sono regolati da un quadro normativo ormai vetusto ma ben codificato, nel quale l'atto più recente è rappresentato dal D.P.R. 542/1994 con il quale sono stati codificati gli standard di sicurezza ancora vigenti.

Le "Indicazioni Operative" dell'INAIL emanate nel 2015, e che rappresentano la logica evoluzione di quelle del già ISPESL pubblicate nel 2004, forniscono lo stato dell'arte relativo alle conoscenze di tutte le problematiche di sicurezza ad oggi note per un tomografo di risonanza magnetica utilizzato per scopo medico, con particolare attenzione alla progettazione dei siti RM e degli impianti di sicurezza ad esso asserviti. Nella sostanza, pur considerando la staticità di una norma mai più aggiornata negli ultimi 20 anni, grazie allo sforzo dell'ISPESL prima e dell'INAIL poi, si è cercato di mettere a sistema a vantaggio dell'utenza un patrimonio di esperienza e di condivisione al quale l'intera comunità scientifica ha in tanti anni contribuito, nella convinzione che la sicurezza non debba essere percepita come un ostacolo da superare per lo svolgimento della propria attività, ma piuttosto come parte integrante di una strategia propedeutica allo svolgimento dell'attività stessa, utile, se correttamente perseguita, a facilitarne l'intera gestione.

In nessuna norma italiana che si occupa di sicurezza in risonanza magnetica viene invece preso in considerazione un ambito applicativo diverso da quello medico, in quanto le medesime sono state scritte in un'epoca nella quale gli scenari di largo utilizzo della tecnica RM a contesti diversi da quello clinico non erano così consapevolmente immaginabili. La scelta quindi di codificare gli aspetti di gestione di uno specifico ambito operativo, quello medico appunto, e non il rischio nella sua accezione più generica, rappresenta ad oggi un problema di proporzioni sempre più rilevanti al quale sarebbe necessario dare risposta attraverso la promozione di iniziative di carattere legislativo organiche e complessivamente esaustive capaci, anche per le applicazioni alternative, di codificare un sistema di standard che, per l'attività di diagnostica medica RM, è rappresentato dagli allegati 1 e 4 del DM 20/08/91 e dagli allegati A e B del DM 08/08/93.

Differire ulteriormente questa scelta potrebbe comportare il proliferare di apparecchiature di risonanza magnetica correlate a livelli di rischio non trascurabili e utilizzate all'interno degli scenari più diversi fra loro, venendo magari gestite da utilizzatori non sempre consapevoli delle implicazioni tecniche e di sicurezza correlate: è in virtù di tutto ciò che la Sezione di Supporto Tecnico al SSN del Dipartimento di Medicina Epidemiologia Igiene del Lavoro ed Ambientale dell'INAIL, intende promuovere un processo di sensibilizzazione presso il Ministero della Salute in merito al tema di cui trattasi, mettendosi a disposizione del medesimo per condividere un approccio sistematico e moderno che risolva i dubbi sollevati.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CAMPANELLA F et al, Indicazioni Operative dell'INAIL per la gestione della sicurezza e della qualità in Risonanza Magnetica, Monografico INAIL serie Ricerca, www.inail.it, agosto 2015, ISBN 978-88-7484-451
- [2] CAMPANELLA F et al, Realizzazione alla regola dell'arte degli impianti di ventilazione nelle sale di Risonanza Magnetica. Indicazioni operative, esperienze, criticità. Monografico INAIL ISBN 978-88-7484-245-2, aprile 2012
- [3] CAMPANELLA F et al, Le applicazioni scientifiche della Risonanza Magnetica Nucleare (NMR): criticità, indicazioni e proposte operative per la gestione della sicurezza. Monografico INAIL ISBN 978-88-7484-265-0, settembre 2012
- [4] CAMPANELLA F et al, Rapporto INAIL Area Ricerca 2012 sulle apparecchiature di Risonanza Magnetica total body di tipo medico. Monografico INAIL ISBN 978-88-7484-264-3, novembre 2012
- [5] CAMPANELLA F et al, Soluzioni strutturali per la progettazione e realizzazione a regola d'arte di un sito di Risonanza Magnetica: indicazioni operative. Monografico INAIL ISBN 978-88-7484-334-3, novembre 2013
- [6] CAMPANELLA F et al, L'utilizzo della Risonanza Magnetica in veterinaria: criticità, indicazioni e proposte operative per la sicurezza, www.inail.it Area Ricerca 2016
- [7] CAMPANELLA F et al, L'utilizzo della Risonanza Magnetica per la diagnostica medica su pazienti in regime di detenzione e per indagini in ambito autoptico: criticità, indicazioni e proposte per la gestione della sicurezza, www.inail.it, Area Ricerca 2016
- [8] CAMPANELLA F et al, "Accompagnatori Speciali" in un sito di Risonanza Magnetica: il caso degli Agenti di Polizia Penitenziaria", www.inail.it Area Ricerca 2016



LA SORVEGLIANZA SANITARIA DEI LAVORATORI ESPOSTI CAMPI ELETTROMAGNETICI: INDICAZIONI OPERATIVE

Fabriziomaria Gobba^(1,2)

- ⁽¹⁾ Cattedra di Medicina del Lavoro, Dipartimento di Scienze Biomediche, Metaboliche e Neuroscienze, Università di Modena e Reggio Emilia
- ⁽²⁾ Scientific Committee on Radiation and Work, International Commission on Occupational Health (ICOH)

1 – INTRODUZIONE

Nel nostro Paese la Sorveglianza Sanitaria (SS) dei lavoratori professionalmente esposti a rischio da campi elettromagnetici (CEM) è regolata dal Decreto Legislativo 81/2008 e successivi provvedimenti di modifica e integrazione ^[1]. Gli aspetti generali sono affrontati nel Titolo I sui Principi Comuni, mentre quelli più specificamente riferiti ai CEM sono contenuti nel Titolo VIII sugli Agenti Fisici.

Sebbene una trattazione degli aspetti generali della SS esuli dagli scopi di questa relazione, sembra comunque utile richiamarne in questa sede almeno alcuni punti che hanno riferimenti di rilievo per la SS degli esposti a CEM.

Innanzitutto la SS, che è *“l’insieme degli atti medici, finalizzati alla tutela dello stato di salute e sicurezza dei lavoratori, in relazione all’ambiente di lavoro, ai fattori di rischio professionali e alle modalità di svolgimento dell’attività lavorativa”*, (art. 2, comma 1, lettera m del D.Lgs. 81/2008), *“... è effettuata dal medico competente: a) nei casi previsti dalla normativa vigente, dalle indicazioni fornite dalla Commissione consultiva di cui all’art. 6; b) qualora il lavoratore ne faccia richiesta e la stessa sia ritenuta dal medico competente correlata ai rischi lavorativi.”* (art. 41, comma 1, D.Lgs. 81/2008).

Comprende visite mediche preventive e periodiche, visite mediche su richiesta del lavoratore qualora il Medico Competente (MC) ritenga che esista una coerenza tra le motivazioni ed i rischi professionali, inclusa una possibile relazione tra l’attività lavorativa ed un rischio di peggioramento delle condizioni di salute, e visite mediche in specifiche situazioni, quali una malattia con assenza dal lavoro superiore ai 60 giorni.

La visita, medica effettuata per SS può comprendere, anzi correntemente comprende, degli accertamenti medici (*“esami clinici e biologici ed altre indagini specialistiche mirati al rischio”*) ritenuti necessari dal Medico Competente.

Va anche osservato che, nella definizione e programmazione delle attività (inclusi quindi gli accertamenti effettuati in corso di SS), il MC deve operare *“secondo i principi della medicina del lavoro e del Codice Etico della Commissione internazionale di salute occupazionale (ICOH)”* (art. 39, comma 1, D.Lgs. 81/2008). Tale Codice Etico (a cui si rimanda per approfondimenti) dedica un intero articolo, il 12, proprio agli accertamenti sanitari nei lavoratori: *“Si dovranno*

prevedere esami biologici ed altri accertamenti sulla base della loro validità e rilevanza nel proteggere la salute del lavoratore interessato, tenendo in dovuto conto la loro sensibilità, la loro specificità ed il loro valore predittivo. Gli OML (Operatori di Medicina del Lavoro) non dovranno basarsi su esami o accertamenti non affidabili o con scarso valore predittivo in rapporto alle caratteristiche del lavoro svolto. ... omissis..."^[5].

2 - LA SORVEGLIANZA SANITARIA DEI LAVORATORI ESPOSTI A CAMPI ELETTROMAGNETICI

2.1 LA NUOVA DIRETTIVA COMUNITARIA 2013/35/EU: ASPETTI DI RILIEVO

Come accennato, per quanto riguarda in modo più specifico i Campi Elettromagnetici (CEM), le disposizioni per la protezione dei lavoratori esposti, inclusa la SS, sono contenute nel Titolo VIII del D.Lgs 81/2008 tutto dedicato agli agenti fisici, e che comprende sei Capi, il primo di carattere generale, i quattro successivi sugli specifici rischi (rumore, vibrazioni, campi elettromagnetici, radiazione ottica artificiale), e l'ultimo sulle sanzioni.

I Capi di interesse in questa sede sono il I, che fornisce delle Disposizioni Generali, il IV, dedicato invece in modo specifico i CEM (0 Hz - 300 GHz), ed il VI sulle sanzioni. Gli aspetti di maggiore rilievo per questa relazione, che verranno affrontati in modo più dettagliato, sono però quelli contenuti nel Capo IV.

Una premessa necessaria è che mentre il Capo I è entrato in vigore, contestualmente al Testo Unico, il 1/1/2009 (pertanto lo sono anche tutti gli obblighi specificamente richiamati in tale capo, incluso l'obbligo di valutazione del rischio e di informazione e formazione dei lavoratori esposti), per il Capo IV la situazione è più complessa. In ragione della formulazione adottata dal legislatore all'articolo 306 del D.Lgs. 81/08, infatti, l'entrata in vigore di tale Capo è contestuale alla data prevista dall'Art. 10 comma 1 della Direttiva Comunitaria 2004/40/CE^[2]; tale Direttiva è però stata abrogata dalla successiva 2013/35/UE e, pertanto, non è mai entrata in vigore in modo compiuto. La Direttiva Europea attualmente vigente sulla prevenzione del rischio da CEM nei lavoratori è pertanto la 2013/35/UE^[3]. Tale nuova Direttiva, ai sensi dell'art. 16, prevedeva che il recepimento nelle varie Nazioni Europee dovesse avvenire entro il 1/1/2016.

Per quanto riguarda l'Italia, il recepimento, non ancora avvenuto, dovrà prevedere una larga revisione del Capo IV del D.Lgs. 81/08 sui rischi da CEM, dato che quello attuale è basato sulla vecchia Direttiva 2004/40/CE, significativamente diversa in vari punti dalla 2013/35/UE.

Al momento della stesura di questa relazione, una bozza del testo del D.Lgs. 298, recepimento Italiano della nuova Direttiva, è disponibile alla pagina WEB del Senato (<http://www.senato.it/service/PDF/PDFServer/BGT/972586.pdf>). Nella parte che segue della relazione faremo riferimento a tale testo, sostanzialmente coerente con la 2013/35/UE, nella presunzione che non subisca sostanziali modifiche prima dell'approvazione.

Con questa premessa, la prima necessaria osservazione è che le misure previste dalla Direttiva, e, in modo coerente, anche quelle del recepimento, sono esplicitamente

rivolte alla “... protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti biofisici diretti e agli effetti indiretti noti provocati dai campi elettromagnetici”. Su questa base, anche i valori limite previsti “riguardano soltanto le relazioni scientificamente accertate tra effetti biofisici diretti a breve termine ed esposizione ai campi elettromagnetici.”

Tali effetti sono ulteriormente dettagliati nell’art. 207 della bozza di D.Lgs. 298 (*Definizioni*), e sono quelli provocati dalla presenza di un campo elettromagnetico all’interno del corpo umano, che possono essere suddivisi in **diretti** ed **indiretti**.

Gli **effetti diretti** sono di tipo termico (riscaldamento di tessuti) e non termico; questi ultimi comprendono fenomeni di stimolazione di muscoli, nervi e organi sensoriali, inclusi sintomi transitori quali vertigini e fosfeni, che possono influenzare le capacità cognitive o altre funzioni cerebrali, ed influire quindi negativamente anche sulla sicurezza; ancora tra gli effetti diretti non termici va inclusa l’induzione di correnti negli arti. Tra gli **effetti indiretti**, invece, quelli di maggiore interesse specifico per questa relazione sono la possibilità di interferenza, ad esempio con attrezzature e dispositivi medici impiantati o portati sul corpo, e le correnti di contatto.

Uno schema dei principali sintomi e/o effetti che possono essere indotti da esposizioni elevate a campi elettrici, magnetici o elettromagnetici è riportato nella **Tabella 1**.

Tabella 1: Principali effetti/sintomi che possono essere indotti da esposizioni a livelli di CEM superiori ai VLE (da: “Guida non vincolante di buone prassi, Volume 1: Guida pratica.” Unione Europea, 2015, modificata).

Tipo di campo	Frequenze	Possibili sintomi e/o effetti
Campi magnetici statici	0-1 Hz	Interferenza con dispositivi medici* Nausea e vertigini. Effetti su flusso ematico, battito cardiaco, funzione cerebrale (possibile al di sopra di 7 T) Stimolazione dei nervi e contrazione dei muscoli (movimenti rapidi)
Campi magnetici a bassa frequenza	1 Hz-10MHz	Interferenza con dispositivi medici* Sensazioni visive Stimolazione nervosa, con conseguente formicolio o dolore Contrazione dei muscoli, aritmia cardiaca
Campi elettrici a bassa frequenza	1 Hz-10MHz	Scosse elettriche e ustioni superficiali (in caso di contatto con oggetti)
Campi intermedi	100 kHz-10 MHz	Possibile induzione di un quadro complesso, con sintomi simili a quelli sia delle basse che delle alte frequenze.
Campi ad alta frequenza	Oltre 100 kHz	Interferenza con dispositivi medici* Sensazione di calore Stress termico Scossa e ustione superficiale o profonda (in caso di contatto con oggetti) Possibili altri sintomi

* Interferenze con dispositivi medici attivi possono comparire per livelli inferiori ai VLE

Invece, come viene esplicitamente dichiarato, le misure non prendono in considerazione *“la protezione da eventuali effetti a lungo termine e i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.”* (art. 206). Nel testo del recepimento italiano non vengono fornite le motivazioni per questa scelta, mentre nella Direttiva viene chiarito che si basa sull’attuale mancanza di adeguate dimostrazioni di un rapporto causale (*“...since there is currently no well-established scientific evidence of a causal relationship.”*).

La prevenzione dei rischi previsti è principalmente basata sul rispetto di specifici **Valori Limite di Esposizione (VLE)**. In funzione del tipo di effetto sono stati definiti dei *“VLE relativi agli effetti sanitari”*, al di sopra dei quali potrebbero comparire effetti nocivi per la salute quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare, e dei *«VLE relativi agli effetti sensoriali»*, al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a disturbi transitori delle percezioni sensoriali e a modifiche minori nelle funzioni cerebrali. A scopi pratici sono poi stati definiti anche dei **“valori di azione” (VA)**, livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di valutazione dell’esposizione; sono stati previsti VA inferiori e VA superiori, riferiti ai differenti tipi di effetti, rispettivamente sensoriali e sanitari (art. 207).

Tabella 2: Definizioni dei Valori Limite di Esposizione e dei Valori di Azione

<p>Valori Limite di Esposizione (VLE): valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare sulla base degli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e la stimolazione elettrica dei tessuti;</p> <ul style="list-style-type: none"> -VLE relativi agli effetti sanitari», VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a effetti nocivi per la salute, quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare; -VLE relativi agli effetti sensoriali», VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a disturbi transitori delle percezioni sensoriali e a modifiche minori nelle funzioni cerebrali
<p>Valori di Azione (VA): livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE o, ove appropriato, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) per i campi elettrici, per «VA inferiori» e «VA superiori» s’intendono i livelli connessi alle specifiche misure di protezione e prevenzione stabilite nel presente capo 2) per i campi magnetici, per «VA inferiori» s’intendono i valori connessi ai VLE relativi agli effetti sensoriali e per «VA superiori» i valori connessi ai VLE relativi agli effetti sanitari.

Di norma l’esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici non dovrebbe superare i VLE (art. 208), ma in specifiche situazioni possono essere consentite delle deroghe da parte dell’organo di vigilanza territorialmente competente (art. 208,

comma 4 e art. 212); tali deroghe costituiscono una delle peculiarità di questa normativa.

Un ulteriore punto di grande rilevanza viene introdotto nell'articolo 209 sulla valutazione dei rischi; infatti, in tale valutazione (ma anche nella conseguente predisposizione delle misure di prevenzione –art. 210-) oltre al rispetto dei VLE si deve tenere conto anche di tutti gli *“effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio”* *“con particolare riferimento a soggetti portatori di dispositivi medici impiantati, attivi o passivi, o dispositivi medici portati sul corpo e le lavoratrici in stato di gravidanza”* e di eventuali altri effetti indiretti (art. 209). Questo punto è di grande rilievo perchè introduce, anche con alcuni esempi, il concetto di *“lavoratori particolarmente sensibili al rischio”* ovvero un gruppo di persone con condizioni patologiche o fisiologiche che le rendono maggiormente suscettibili agli effetti avversi dei CEM. Una immediata conseguenza che va certamente menzionata qui è che i VLE previsti dall'art. 208 potrebbero non essere adeguatamente protettivi per (alcuni di) questi lavoratori, come dimostrato da alcune segnalazioni di interferenza ad es. con pacemaker, specie non recenti, anche per livelli inferiori ai VLE.

Per quanto riguarda specificamente la SS dei lavoratori esposti a CEM, l'obbligo viene previsto dall'articolo 211 (Sorveglianza sanitaria), che ne specifica anche la periodicità, usualmente annuale o con frequenza maggiore se ritenuta necessaria medico competente, ma che può essere modificata dall'organo di vigilanza con provvedimento motivato. La SS deve essere definita sulla base dei risultati della valutazione dei rischi, ma sempre *“con particolare riguardo ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio”*.

Nello stesso articolo, al successivo comma 2, si prevede *“un controllo medico e, se necessario, una sorveglianza sanitaria appropriati”* *“nel caso in cui un lavoratore segnali effetti indesiderati o inattesi sulla salute, ivi compresi effetti sensoriali”* oltre che nel caso di esposizioni superiori ai VLE per gli effetti sensoriali o sanitari. La norma non fornisce ulteriori dettagli su tale *“controllo medico”* e sull'eventuale *“sorveglianza sanitaria”* *“appropriati”*, pur specificando che debbono essere *“in conformità all'articolo 41”*.

Un comma dell' art. 211 previsto dal D.Lgs. 298 che presenta alcuni aspetti di anomalia, ma che è tratto in modo integrale dal testo della nuova Direttiva, è il nuovo comma 3: *“I controlli e la sorveglianza di cui al presente articolo sono effettuali, a cura e spese del datore di lavoro, in orario scelto da lavoratore.”*. Le prime due specificazioni sembrano superflue, essendo già previste in altri articoli del D.Lgs. 81/08 (ad es. art. 15, a art. 41, comma 4), mentre l'ultima potrebbe presentare delle difficoltà pratiche nella realizzazione.

2.1 INDICAZIONI PER LA SORVEGLIANZA SANITARIA DEI LAVORATORI ESPOSTI A CEM IN ACCORDO CON LA DIRETTIVA 2013/35/EU

Sulla base di quanto esposto nella parte precedente, possiamo passare ad illustrare l'ultimo punto, ovvero ad una discussione sulla organizzazione e sui criteri per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a EMF sulla base della Direttiva/2013/35/EU e del suo recepimento Italiano.

Un programma di SS preventiva e periodica dovrà essere avviato all'entrata in vigore del decreto di recepimento che, come anticipato, dovrebbe verosimilmente avvenire in tempi brevi (anche se al momento non prevedibili). Peraltro si sottolinea che la valutazione del rischio da CEM, essendo prevista nel Capo I del Titolo VIII (art. 181) avrebbe già dovuto essere effettuata: nei casi in cui in base a tale valutazione, o anche come conseguenza della informazione e formazione dei lavoratori (prevista nel Capo I, art. 184, quindi anch'essa già vigente) la SS sia ritenuta opportuna, è comunque possibile attivarla tramite richiesta del lavoratore al medico competente (ove già presente in azienda) ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs 81/08.

Per quanto riguarda le modalità ed il contenuto della SS dei lavoratori esposti a CEM è necessario premettere che attualmente non esiste ancora una prassi condivisa, nemmeno a livello internazionale.

Indicazioni su alcuni aspetti possono essere reperite nelle "Non-binding practical guides", la cui versione in italiano "Guida non vincolante" di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici", Voll. 1, 2 e 3, è liberamente reperibile in rete all'indirizzo web:

<http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=en&pubId=7845>

Si noti che si tratta di indicazioni che non hanno alcun valore vincolante, ma la cosa non è sorprendente: la scarsa omogeneità delle normative sulla prevenzione del rischio occupazionale nelle nazioni europee rende infatti necessari degli adattamenti nei vari stati sulla base delle specifiche norme nazionali.

Per quanto riguarda il nostro Paese, può essere fatto riferimento alle indicazioni contenute nelle "Linee di indirizzo per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a Radiazioni non ionizzanti" dell'AIRM-SIMLI ^[4] il cui ultimo aggiornamento disponibile al momento della presente relazione è quello del 2012, ma attualmente in fase di revisione. Altre indicazioni possono essere trovate nelle Indicazioni operative del Coordinamento Tecnico Interregionale, reperibili nel Portale Agenti Fisici (PAF) all'indirizzo:

http://www.portaleagentifisici.it/DOCUMENTI/FAQ_AFisici_web.pdf?lg=IT il cui ultimo aggiornamento è del 2013.

Una considerazione che sembra importante a questo punto è che il Medico del lavoro che si assume la responsabilità della SS dei lavoratori esposti a CEM deve avere sufficienti ed aggiornate conoscenze specifiche nel campo della fisica e degli effetti biologici delle radiazioni non ionizzanti e della loro prevenzione. Specie per il fatto che, in generale, i rischi da CEM sono stati finora tra quelli meno considerati nell'ambito dei rischi fisici (a differenza ad esempio dal rumore e dalle vibrazioni), è possibile che il bagaglio culturale attuale dei medici del lavoro non sia sempre adeguatamente approfondito ed aggiornato: è auspicabile che l'entrata in vigore del D.Lgs 289 costituisca uno stimolo ad un adeguamento delle competenze sull'argomento.

Tra gli aspetti da definire, uno dei primi è il livello di esposizione a partire dal quale effettuare la SS preventiva e periodica. L'unico obbligo esplicitamente previsto dalla nuova Direttiva 2013/35/UE, e dal testo di recepimento italiano, è quello di un "controllo medico e, se necessario, una sorveglianza sanitaria appropriati" nel caso in cui "un lavoratore segnali effetti indesiderati o inattesi sulla salute, ivi compresi effetti sensoriali", oppure "nei casi in cui sia stata rilevata un'esposizione superiore

ai VLE” (art. 211). Tuttavia il testo del recepimento, simmetricamente a quello della 2013/35/UE, non chiarisce in modo adeguatamente esplicito se questa soglia valga in generale, quindi anche per la SS preventiva e periodica.

Un’interpretazione in questo senso è quella riportata nella “Guida non vincolante di buone prassi per l’attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici”, ma secondo altre posizioni sarebbe opportuno che la SS fosse attuata già al superamento dei VA (inferiori o almeno superiori), secondo altre ancora in tutti i casi in cui la esposizione superi i livelli di riferimento previsti per la popolazione generale, ovvero nei casi in cui la esposizione non sia “giustificabile”.

In assenza di indicazioni normative esplicite si ricorda che l’indicazione espressa nell’attuale versione sia delle Linee di indirizzo AIRM SIMLII ^[4] che dal Coordinamento Tecnico Interregionale ^[6] è quella di prevedere la SS in tutte le situazioni di superamento dei VA con rischio di superamento dei VLE (“*a meno che la valutazione effettuata a norma dell’art. 209, comma 2, dimostri che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza*”).

L’unico caso in cui non esistono incertezze è attualmente costituito dagli operatori addetti alle Risonanze Magnetiche, per i quali attualmente deve essere effettuata una SS annuale in base a quanto previsto dal DM 2/8/1991, ancora vigente.

Sulla base dei risultati delle visite effettuate, nella popolazione generale dei lavoratori esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici è da prevedersi la presenza di due gruppi:

- a) Lavoratori che non presentano specifiche condizioni fisiologiche/patologiche che comportano “particolare sensibilità al rischio”
- b) Lavoratori con “particolare sensibilità al rischio”

Ma, a questo punto si pone l’ulteriore problema della definizione delle specifiche condizioni fisiologiche/patologiche che comportano una maggiore suscettibilità ai CEM. Sebbene alcune siano espressamente citate nella normativa: “.. *in particolare soggetti portatori di dispositivi medici impiantati, attivi o passivi, o dispositivi medici portati sul corpo e le lavoratrici in stato di gravidanza*” (art. 209, comma 5, lett. d) una lista esaustiva non esiste, ed anche quella riportata nella Guida non vincolante di buone prassi” (**Figura 1**) è solo esemplificativa. E’ ipotizzabile l’esistenza di altre condizioni, ad es. esiste qualche indicazione che 5-10/100.000 persone possano essere particolarmente suscettibili ad aritmie subentranti, che gli ELF possano influenzare la suscettibilità alle convulsioni nell’animale o che l’anemia a cellule falciformi possa costituire una condizione da considerare, tuttavia i dati finora disponibili sono del tutto insufficienti per pervenire a delle conclusioni pratiche evidence based. Pertanto, al momento attuale la indicazione che può essere fornita è quella di prendere in considerazione in modo specifico le condizioni di particolare rischio esplicitamente citate nel D.Lgs 298, e quelle presenti nella seguente tabella, tratta dalla già citata “Guida non vincolante di buone prassi, Volume 1: Guida pratica.” della Commissione Europea (**Figura 1**)

Tabella 3.1 — Lavoratori particolarmente a rischio ai sensi della direttiva relativa ai campi elettromagnetici

Lavoratori particolarmente a rischio	Esempi
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (Active Implanted Medical Devices, AIMD)	Stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari, impianti nel tronco encefalico, protesi dell'orecchio interno, neurostimolatori, codificatori della retina, pompe impiantate per l'infusione di farmaci
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili passivi contenenti metallo	Protesi articolari, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi metallici e tipi di dispositivi medici impiantabili attivi
Lavoratori portatori di dispositivi medici indossati sul corpo	Pompe esterne per infusione di ormoni
Lavoratrici in gravidanza	

NB: Per valutare se i lavoratori sono particolarmente a rischio, i datori di lavoro dovranno prendere in considerazione la frequenza, il livello e la durata dell'esposizione.

Figura 1: Condizioni di particolare sensibilità al rischio da CEM (da: “Guida non vincolante di buone prassi per l’attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici” Volume 1: Guida pratica.” Unione Europea, 2015).

A proposito di questo gruppo va rilevato che, come già accennato, un rischio significativo potrebbe essere presente anche per livelli di esposizione inferiori ai VLE. Questo fa emergere in modo assolutamente evidente tutta la importanza di una corretta e completa informazione e formazione dei lavoratori, in particolare per quanto riguarda quanto noto relativamente alle condizioni che possono comportare tale particolare suscettibilità: si tratta di un presupposto essenziale affinché il lavoratore sia in condizione di segnalarle tempestivamente, ad es. mediante richiesta di visita ai sensi dell’art. 41, evitando un indebito rischio di danni per la salute. Nel caso, anche se piuttosto improbabile, di aziende ove non esista un Medico competente è comunque possibile avvalersi di Enti Pubblici, ad es. di Commissioni mediche pubbliche ai sensi dall’art. 5, comma 3, della legge 300/70.

L’ultimo argomento da trattare in questa sede è quello del contenuto della SS, aspetto che si rivela particolarmente problematico.

Una prima considerazione è che, a differenza da vari agenti tossici industriali, non esistono, né al sono momento ipotizzabili, dei possibili indicatori biologici di esposizione/dose ai CEM, né sono stati sviluppati indicatori di effetto biologico precoce.

Una proposta operativa pratica di organizzazione della SS può essere reperita nelle già citate “Linee di indirizzo per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a Radiazioni non ionizzanti” dell’AIRM-SIMLII ^[4]. Anche se non è possibile riportare in modo dettagliato le indicazioni specifiche (per le quali si rimanda necessariamente al documento originale), qui verranno presentate le linee generali, che possono essere considerate ancora valide.

In assenza di indicatori di esposizione/effetto precoce, le visite mediche preventive e periodiche devono essere essenzialmente mirate almeno:

- all’evidenziazione di possibili effetti sia diretti che indiretti
- alla individuazione e gestione dei lavoratori con condizioni di particolare sensibilità al rischio.

Specie quest'ultimo obiettivo è di particolare importanza dato che, come indicato in precedenza, esposizioni al di sotto dei VLE previsti dalla normativa dovrebbero permettere di prevenire la comparsa di effetti avversi nei lavoratori con condizioni di "normale" suscettibilità, ma non necessariamente in quelli "particolarmente sensibili al rischio".

Sulla base di queste considerazioni, l'AIRM-SIMLII ha proposto lo schema per l'impostazione generale della SS dei lavoratori esposti a NIR riportato nella **Tabella 4**.

Tabella 4: Schema di modalità per l'effettuazione della SS dei lavoratori esposti a NIR proposto dall'AIRM-SIMLII (da: "Linee di indirizzo per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a Radiazioni non ionizzanti" dell'AIRM-SIMLII ^[4], modificato)

• Visita preventiva per tutti i lavoratori esposti
• Visita periodica annuale per i lavoratori individuati come "particolarmente sensibili"*
• Visita periodica annuale per operatori addetti alla RM come definiti dal DM 2/8/91
• Controllo medico (con eventuali ripetizioni successive) per i lavoratori con livello di esposizione superiore al valore di azione.
* per questi lavoratori la periodicità dei controlli sanitari, e le eventuali misure protettive specifiche da mettere in atto dovranno essere definite in modo individuale dal Medico Competente sulla base delle condizioni di suscettibilità individuate, ed in relazione alla tipologia, entità e modalità di esposizione eventuale.

Per quanto riguarda invece gli accertamenti sanitari preventivi e periodici che possono essere inclusi nella SS, va ricordato che il Capo IV del Titolo VIII del D. Lgs. 81/08 sui CEM è mirato alla protezione degli effetti nocivi a breve termine, impostazione che viene mantenuta anche nella versione aggiornata prevista dal D. Lgs. 298.

Su queste basi l'AIRM-SIMLII ^[4] ha proposto lo schema di accertamenti per la SS dei lavoratori esposti a NIR riportato nella seguente **Tabella 5**.

Nella presentazione di questo protocollo, il gruppo di lavoro chiamato alla stesura delle Linee di indirizzo ^[4] si è preoccupato di chiarire che le indicazioni riportate sono da considerare essenziali o "minime" per i diversi tipi di esposizione alle NIR, ma non intendono in alcun modo escludere la possibilità che, in specifiche circostanze, il MC possa richiedere, giustificandoli, ulteriori e/o differenti accertamenti mirati, inclusi accertamenti specialistici, in presenza di particolari fattispecie cliniche e/o espositive. Questi eventuali accertamenti aggiuntivi vanno tuttavia previsti, sulla base delle consolidate conoscenze scientifiche, sulla base di una precisa valutazione dei fattori di rischio lavorativo e di quelli individuali, anamnestici e clinici di rilievo.

Tabella 5: Schema di accertamenti per la SS dei lavoratori esposti a NIR proposto dall’AIRM-SIMLII (da: “Linee di indirizzo per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a Radiazioni non ionizzanti” dell’AIRM-SIMLII, 2012) ^[4]

TIPO DI ESPOSIZIONE	ACCERTAM. PREVENTIVI	ACCERTAM. PERIODICI*	CONTROLLO MEDICO** (per sovraesposizioni)
Campi Magnetici statici e variabili	Visita medica Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi ECG	Visita medica Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi	Visita medica ECG
ELF e IF	Visita medica Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi ECG	Visita medica Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi	Visita medica ECG
RF e MO	Visita medica Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi	Visita medica Questionario anamnestico per impianti attivi	Visita medica Esame cristallino

* Per la verifica dell’evoluzione delle condizioni cliniche di particolari sensibilità.

** Per verificare l’insorgenza di effetti acuti.

Naturalmente i protocolli riportati nelle **Tabelle 4 e 5** vanno considerati nella giusta prospettiva, ovvero come una indicazione operativa per i MC basata sull’elaborazione del quadro normativo e di quello scientifico al momento della presentazione delle Linee di indirizzo. Gli specifici contenuti sono passibili di revisioni/modifiche, oltre che su base individuale, anche in funzione dell’evoluzione normativa (ed in primo luogo del testo definitivo del recepimento Italiano della Direttiva 2013/35/UE) e dello sviluppo delle conoscenze scientifiche.

Va riconosciuto che, al momento attuale, per la definizione di una SS dei lavoratori esposti a CEM realmente efficace esistono ancora delle lacune nelle conoscenze. Tra gli aspetti particolarmente meritevoli di migliore definizione vanno certamente citate almeno le condizioni che comportano una particolare sensibilità al rischio e le possibili soglie, ed i rischi da elevate esposizioni/sovraesposizioni (sulle cui possibili conseguenze a lungo termine restano ampie lacune) e le modalità per una loro più corretta gestione.

BIBLIOGRAFIA

- [1] DECRETO LEGISLATIVO 9 Aprile 2008, N. 81. *Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*. G.U. 30 aprile 2008 n. 101 – Suppl. Ord. N. 108;
- [2] DIRETTIVA 2004/40/EC del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004. *Norme minime per la salute e sicurezza in relazione all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'art. 16 della Direttiva 391/89/EEC)*. G.U. U.E. n. L 184 del 24 maggio 2004;
- [3] DIRETTIVA 2013/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 26 giugno 2013 *Sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE*. G.U. U.E. n. L 179 del 29 giugno 2004;
- [4] Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM)- Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale (SIMLII). *Linee di indirizzo per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a Radiazioni non ionizzanti*. Nuova Editrice Berti, Piacenza, 2012;
- [5] International Commission on Occupational Health (ICOH): *Codice Internazionale di Etica per Operatori di Medicina del Lavoro* consultabile alla pagina web: http://www.icohweb.org/site_new/ico_core_documents.asp (ultimo accesso 15/7/2016);
- [6] Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle province Autonome. Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro. *Indicazioni operative* – Documento 1, 2009, revisione 3 del 2014;





Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro.
Legislazione, Valutazione, Tutela.

RISCHIO CEM NEI LUOGHI DI LAVORO: CRITERI PER UN'EFFICACE VIGILANZA

Iole Pinto ⁽¹⁾, **Andrea Bogi** ⁽¹⁾, **Nicola Stacchini** ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratorio di Sanità Pubblica, Usl Toscana Sud-Est, Siena

1 – PREMESSA

Il rischio da esposizione a campi elettromagnetici resta, nonostante l'intensificarsi degli studi in materia, un argomento complesso, ancora poco conosciuto per quanto riguarda i reali effetti sulla salute e i meccanismi di esplicazione di tali effetti. Per questa ragione è fondamentale che in sede di vigilanza si verifichi che i lavoratori e tutte le figure coinvolte nel sistema di sicurezza aziendale siano consapevoli delle procedure di valutazione e prevenzione del rischio, ed abbiano una adeguata informazione e formazione sui corretti comportamenti da adottare in tutte le attività in prossimità di sorgenti rilevanti sotto il profilo dell'esposizione a CEM. Tali aspetti assumono particolare rilevanza in ambito sanitario ed industriale ove sono correntemente utilizzati apparati quali saldatrici ad arco, smagnetizzatori, elettrobisturi, defibrillatori, stimolatori neurologici, apparati per magnetoterapia, diatermia etc. che emettono campi elettromagnetici di interesse protezionistico e che possono avere effetti gravi su soggetti con controindicazioni all'esposizione, quali portatori di pacemaker e protesi impiantate, donne in gravidanza, etc.

La principale finalità del lavoro qui presentato è di illustrare alcuni aspetti chiave che orientino ad una corretta ed efficace vigilanza ai fini della prevenzione e protezione del rischio da campi elettromagnetici [0 Hz- 300 GHz], alla luce del recepimento della Direttiva Europea 2013/35 ^[1] per la protezione dei lavoratori dall'esposizione a campi elettromagnetici nei luoghi di lavoro.

Come avviene anche per altre tipologie di rischio, ai fini di una corretta ed efficace azione di vigilanza è necessario riferirsi al contesto tecnico normativo complessivo nel quale si inserisce lo specifico disposto normativo; è pertanto necessario fare riferimento all'intero quadro normativo che regola l'esposizione umana a campi elettromagnetici nel nostro Paese, al cui interno si colloca il Titolo VIII Capo IV del D.Lgs. 81/08.

I principali riferimenti della normativa italiana in tema di esposizione umana ai campi elettromagnetici sono riportati sinteticamente in **Figura 1** e sono rappresentati da:

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.

In particolare è da tenere presente che la Legge quadro 36/2001^[2] definisce alcuni concetti di base, come ad esempio cosa si deve intendere per esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici, come verrà di seguito discusso. Ad essa si associano i due DPCM che precisano i concetti espressi nella legge e stabiliscono un quadro di prescrizioni specifiche che valgono solo per la popolazione e per due particolari classi di sorgenti, cioè gli elettrodotti e le sorgenti riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi. Per le esposizioni a sorgenti non comprese in queste due classi, i DPCM del 2003 rimandano alle prescrizioni della Raccomandazione Europea 1999/519, che a sua volta – come si è detto – si riferisce alle linee guida ICNIRP del 1998.

Nel seguito si individuano gli elementi prioritari da valutare in fase di vigilanza, alla luce delle principali criticità ad oggi riscontrate.

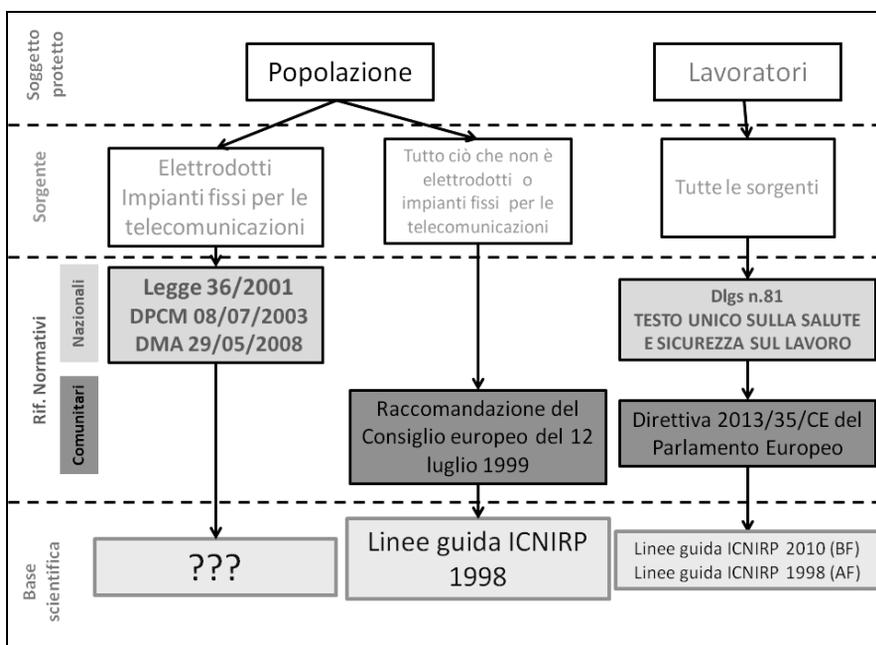


Figura 1 – Schema del Quadro Normativo Nazionale

2 – INDIVIDUAZIONE DEI LAVORATORI PROFESSIONALMENTE ESPOSTI

In un ambiente di lavoro ove vi siano sorgenti di interesse protezionistico, illustrate nel successivo paragrafo, è in prima battuta da verificare se sia stato chiaramente definito, nell'ambito del rapporto di valutazione dei rischi, quali siano i lavoratori professionalmente esposti a CEM, per i quali saranno valevoli i livelli di azione contenuti nel D.Lgs. 81/08, e quali lavoratori siano da considerarsi "popolazione generale", e per questi saranno da rispettare i livelli ICNIRP 98 cui alla Raccomandazione del Consiglio Europeo 12 luglio 1999 (**Figura 1**).

La legge quadro 36/2001 art. 3, comma f). fornisce la seguente definizione di lavoratori e lavoratrici professionalmente esposti a CEM:

"ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

La stessa legge quadro all'art. 3 comma g) specifica cosa si debba intendere per esposizione della popolazione a CEM:

"ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici dei lavoratori e delle lavoratrici, ad eccezione dell'esposizione di cui al comma 3 lettera f) della Legge 36/2001."

È importante tenere presente che per i lavoratori considerati non professionalmente esposti, secondo le definizioni date dalla normativa, dovranno essere applicati i valori limite valevoli per la popolazione generale, cui alla Raccomandazione del Consiglio Europeo 12 luglio 1999, che garantiscono l'assenza di effetti su qualsiasi soggetto esposto, anche con controindicazioni specifiche. I valori limite specificati per la popolazione generale assumono dunque rilevanza anche nei luoghi di lavoro, in relazione a tutti gli addetti non professionalmente esposti. Per questo motivo la zonizzazione di una sorgente di campo elettromagnetico deve essere eseguita considerando sia i livelli di riferimento per la popolazione che i valori di azione per i lavoratori, come illustrato al successivo paragrafo.

3 - INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI DI RISCHIO CEM

Uno dei principali riferimenti utilizzabili ai fini della valutazione del rischio per i lavoratori esposti a campi elettromagnetici è la norma CEI EN 50499 "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a campi elettromagnetici". Essa prevede una prima fase di intervento, detta valutazione iniziale, che consiste sostanzialmente in un censimento dei luoghi e delle attrezzature di lavoro. Queste devono essere classificate in base a criteri che riguardano la possibilità che possano essere superati i livelli di riferimento per la popolazione. In particolare sono considerati "conformi a priori":

- tutte le apparecchiature che non sono in grado di emettere campi di intensità superiore ai livelli di riferimento per la popolazione sono considerate conformi a priori alla norma (e talvolta sono denominate come sorgenti giustificabili);
- tutti i luoghi di lavoro in cui sono rispettati i livelli di riferimento per la popolazione sono considerati anch'essi conformi a priori.

Secondo la norma, nei luoghi di lavoro in cui siano presenti solo attrezzature conformi a priori, la valutazione del rischio si conclude sostanzialmente con il censimento iniziale. Nei luoghi di lavoro in cui siano presenti apparati capaci di emettere campi di intensità superiore ai livelli di riferimento per la popolazione, la norma indica invece come necessaria una procedura di valutazione ulteriore.

Per facilitare il compito del valutatore, la norma CEI EN 50499 contiene due tabelle, delle quali la prima comprende tutti i luoghi e le attrezzature di lavoro conformi a priori, mentre la seconda un elenco non esaustivo delle attrezzature per le quali è necessario procedere alla valutazione ulteriore.

Una rielaborazione delle tabelle in questione è contenuta nel documento “Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome: Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all’esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro – Indicazioni operative”^[4].

Tale metodica è stata ulteriormente dettagliata nella Guida non vincolante di buone prassi per l’attuazione della direttiva 2013/35/UE della Commissione Europea^[2]. In particolare la Tabella 1 contenuta nella CEI EN 50499 inerente le attrezzature “giustificabili a priori”, cioè quelle intrinsecamente sicure, è stata ampliata e dettagliata nel primo volume delle linee guida, nella tabella 3.2, dove, per ogni tipologia di macchinario, si indica anche quando la valutazione del rischio si può concludere con la giustificazione e quando invece occorre effettuare un’analisi più approfondita per soggetti particolarmente sensibili al rischio CEM.

4 - LA VIGILANZA IN PRESENZA DEL RISCHIO CEM

L’azione di vigilanza nei luoghi di lavoro ove siano presenti macchinari o impianti emettitori di campi elettromagnetici potenzialmente nocivi, dovrebbe essere prettamente rivolta ad appurare se, a seguito della valutazione del rischio, siano state effettivamente attuate un insieme di misure di tutela di tipo organizzativo e procedurale, al fine di:

- prevenire l’esposizione di individui con controindicazioni;
- ridurre al minimo l’esposizione dei lavoratori;
- rispettare i valori limite applicabili per le differenti categorie di soggetti che operano in prossimità delle sorgenti.

Nel seguito si riportano le principali misure di tutela che sono comuni alla maggior parte delle situazioni espositive e la cui attuazione dovrebbe essere attentamente presa in esame ai fini di un’efficace azione di vigilanza.

4.1 DISPOSIZIONE DELLE POSTAZIONI NELLE AREE DI LAVORO

È necessario che gli apparati emettitori di campi elettromagnetici di interesse protezionistico siano installati in aree di lavoro adibite esclusivamente al loro uso, poste a idonea distanza dalle altre aree di lavoro ove il personale staziona per periodi prolungati. In relazione alle caratteristiche del campo disperso, può essere necessario evitare la presenza, in prossimità della sorgente, di oggetti costituiti da determinati materiali (come ad esempio materiali ferromagnetici in presenza di intensi campi

magnetostatici per prevenire il rischio di proiezione di oggetti, ovvero di oggetti metallici all'interno di campi CEM variabili, per prevenire correnti di contatto indotte sugli stessi) e/o di apparecchiature che potrebbero interferire con il funzionamento della sorgente, o essere esse stesse soggette a interferenze.

In generale, chi effettua la valutazione del rischio dovrà identificare, intorno ad ogni sorgente, un'area ad accesso controllato (in contrapposizione alle altre aree, che saranno ad accesso libero) all'interno della quale i livelli di campo elettromagnetico sono tenuti sotto osservazione e dove vengono evidenziate, mediante il procedimento di zonizzazione sotto descritto, le eventuali zone dove è possibile che siano superati i limiti per la popolazione e i limiti occupazionali. La conformazione e l'estensione di queste zone dipendono ovviamente dalle caratteristiche dell'apparecchiatura coinvolta.

4.2 ZONIZZAZIONE

La norma CEI EN 50499 propone una procedura per la individuazione, nei luoghi di lavoro, delle aree soggette a livelli di rischio diversi. Questa procedura, che prende il nome di zonizzazione, è schematicamente rappresentata in **Figura 2**.

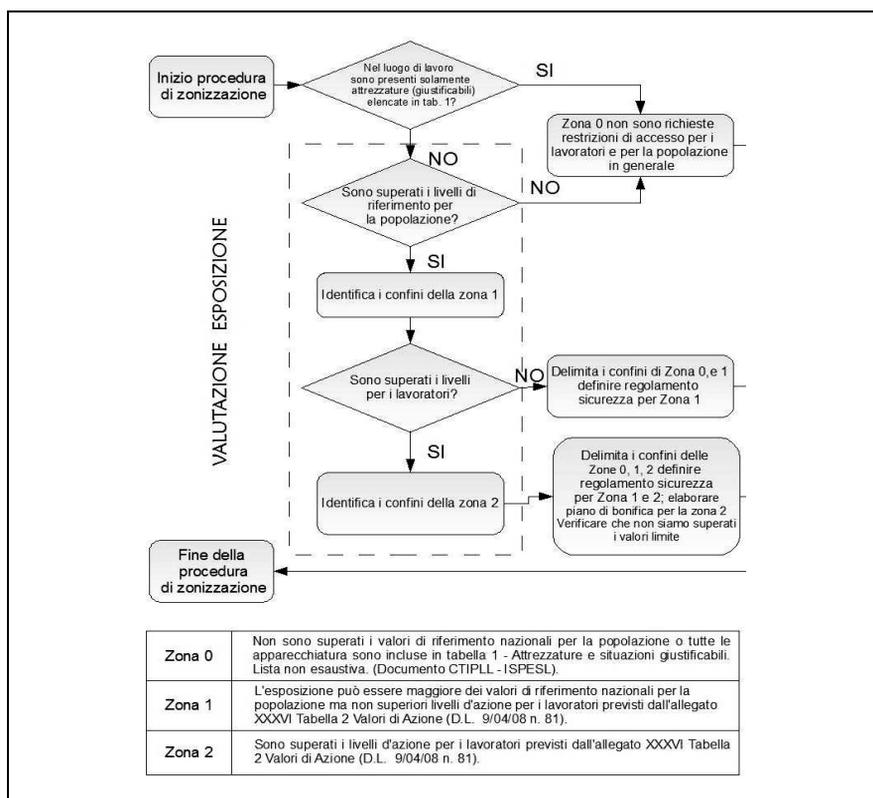


Figura 2: Procedura di zonizzazione ai sensi dello standard CEI EN 50499.

In particolare si distinguono tre differenti zone:

- *Zona 0*: è la zona in cui i livelli di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico rispettano i limiti per la popolazione generale, oppure in cui tutte le sorgenti presenti sono conformi a priori. A questa zona può accedere chiunque, compresi i soggetti con controindicazioni alle esposizioni, quali i portatori di protesi metalliche o di dispositivi elettronici impiantati (con le cautele e le limitazioni precedentemente illustrate), le donne in gravidanza e i minori.
- *Zona 1*: è la zona in cui è possibile che vengano superati i valori limite per la popolazione, ma in cui sono sicuramente rispettati i limiti occupazionali. L'accesso a questa zona deve essere consentito ai soli addetti alla lavorazione specifica in essa effettuata; questi devono essere opportunamente formati ed informati e sottoposti a sorveglianza sanitaria. L'accesso deve invece essere precluso a tutti gli altri lavoratori, agli individui della popolazione ed in particolare ai soggetti con controindicazioni.
- *Zona 2*: è la zona in cui i livelli di esposizione possono superare i valori limite occupazionali. L'accesso a questa zona deve di regola essere interdetto a chiunque.

Ai fini di un'efficace prevenzione, le aree dove i livelli di campo possono risultare superiori ai valori limite per la popolazione (zona 1) dovrebbero essere segnalate con cartelli che evidenziano la presenza di campi elettromagnetici, in conformità alle normative vigenti in materia di segnaletica di sicurezza (**Figura 3**). Ciò in quanto l'accesso a queste aree deve essere consentito solo a personale autorizzato, previa valutazione dell'assenza di controindicazioni specifiche all'esposizione.

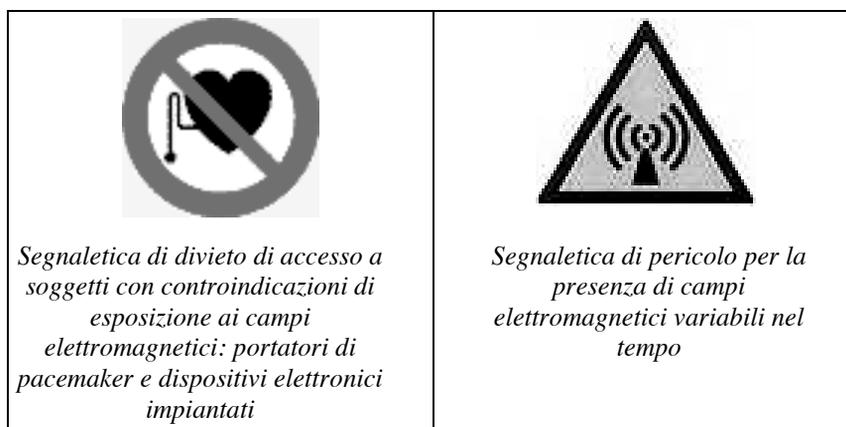


Figura 3: segnaletica di delimitazione dell'ambiente ad accesso controllato.

4.3 INFORMAZIONE, FORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO DEI LAVORATORI

Il rischio da esposizione a campi elettromagnetici è un argomento complesso e per alcuni versi ancora poco conosciuto. Per questa ragione, è importante fornire ai lavoratori – e a tutte le figure coinvolte nel sistema di sicurezza – una corretta informazione e formazione, soprattutto in quei settori dove sono possibili

esposizioni rilevanti e prolungate. Questo aspetto deve essere considerato a tutti gli effetti parte delle misure di tutela per la salute e sicurezza dei lavoratori.

Ai fini della prevenzione dei rischi per la salute dei soggetti esposti, è quindi fondamentale che il personale sia formato sulle corrette norme comportamentali da adottare nelle operazioni svolte in prossimità delle sorgenti di campo elettromagnetico e soprattutto sulla necessità di limitare la permanenza nelle aree a rischio (zone 1) al tempo strettamente funzionale alle attività di lavoro e alle operazioni di controllo che coinvolgono il macchinario o l'impianto interessati.

È importante verificare, in sede di vigilanza, che il personale sia stato formato sugli aspetti seguenti:

- condizioni di controindicazione individuale all'esposizione a campi elettromagnetici;
- appropriate modalità di utilizzo degli apparati al fine di ridurre l'esposizione per i lavoratori ed i soggetti terzi: a tale riguardo è importante prendere in esame quanto prescritto sul manuale di istruzione ed uso dello specifico apparato e se tali raccomandazioni siano state recepite o meno nell'ambito del rapporto di valutazione dei rischi e siano state adeguatamente comunicate ai lavoratori.
- corretti comportamenti da adottare in prossimità delle sorgenti; questi possono comprendere anche limitazioni all'introduzione di oggetti metallici o di apparecchiature elettriche all'interno dell'area controllata;
- modalità di accesso alle zone ad accesso regolamentato.

5 – LE CRITICITÀ FREQUENTEMENTE RISCOstrate

La maggior parte delle criticità attualmente riscontrabili in sede di vigilanza nei luoghi di lavoro con presenza di rischio CEM, sono in genere relative ai seguenti aspetti:

a) Omissione della verifica del rispetto dei livelli di riferimento per la popolazione generale: spesso le valutazioni dell'esposizione in prossimità delle sorgenti si limitano alla verifica del rispetto dei livelli di azione per i lavoratori cui al D.Lgs. 81/08, senza considerare che ciò non è sufficiente per tutelare tutte le categorie di lavoratori che a qualsiasi titolo accedano nell'ambiente di lavoro con esposizione a CEM, con possibili gravi conseguenze per la salute e sicurezza per soggetti con controindicazioni all'esposizione. Si tratta di una grave omissione, considerato che potrebbero trovarsi a stazionare o transitare inconsapevolmente in aree ove si riscontrano livelli di esposizione a CEM superiori ai livelli di riferimento per la popolazione generale soggetti con controindicazione all'esposizione, quali lavoratrici in gravidanza, lavoratori portatori di pacemaker o dispositivi elettronici impiantati etc.

Si ribadisce in merito che per tutti i lavoratori non professionalmente esposti devono essere applicati i valori limite valevoli per la popolazione generale; tali limiti non sono contenuti nel D.Lgs. 81/08 ma sono riportati nella Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio europeo del 12 luglio 1999 ^[6], recepita nel nostro Paese dalla Legge 22 febbraio 2001, n. 36 ^[2] e nei decreti applicativi discussi al paragrafo 1.

L'utilizzo della Banca Dati CEM ospitata nel Portale Agenti Fisici all'indirizzo:

www.portaleagentifisici.it consente di reperire questo tipo di informazioni per le sorgenti CEM maggiormente diffuse negli ambienti di lavoro.

b) I rapporti di valutazione del rischio raramente fanno riferimento a quanto riportato nei manuali di istruzione ed uso dei macchinari; questa criticità si riscontra anche nei casi in cui i manuali di istruzione ed uso dei macchinari, in ottemperanza alle norme di prodotto, riportino le indicazioni sul corretto impiego del macchinario ai fini della riduzione del rischio CEM per l'operatore. E' da tenere presente in proposito che il D.Lgs. 81/08 Titolo VIII capo IV prescrive espressamente che la valutazione del rischio CEM sia effettuata tenendo conto delle "informazioni sull'uso e sulla sicurezza rilasciate dai fabbricanti o dai distributori delle attrezzature". A tal proposito bisogna ricordare che sia i macchinari che rientrano nel campo di applicazione della Direttiva Macchine (Direttiva Europea 2006/42/CE, recepita dal D.Lgs. 27 gennaio 2010, n. 17), che gli elettromedicali (Direttiva Europea 2007/47/CE, recepita dal D.Lgs. 25.01.2010, n. 37), per poter essere conformi al marchio CE devono essere forniti di un manuale contenente tutte le informazioni necessarie per un utilizzo sicuro in relazione alle radiazioni emesse, incluse le radiazioni fortuite, la corretta installazione, le avvertenze e/o le precauzioni da prendere per l'uso, le specifiche istruzioni di utilizzazione ed una pertinente etichettatura. Queste informazioni rappresentano il punto di partenza basilare sia per la valutazione del rischio CEM che per eventuali misurazioni di emissioni. Infatti sia la strumentazione da utilizzare che la scelta della metodica dipendono in modo drastico dalla banda di emissione e dalla sua evoluzione temporale (continuo, pulsato, periodico, costante). Non prendere opportunamente in esame i contenuti del manuale di istruzioni ed uso del macchinario può rappresentare una grave omissione ai fini della corretta valutazione del rischio.

c) Anche in conseguenza di quanto precedentemente esposto al punto b), si riscontra spesso che gli operatori adottino metodiche di lavoro tali da incrementare l'esposizione personale a campi elettromagnetici, ad esempio mantenendo a contatto con il corpo i cavi di collegamento degli elettrodi come nel caso di saldatrici ad arco o apparati per diatermia, oppure stazionando in aree ad elevato campo, o ancora introducendo in aree ad elevato campo oggetti metallici. Tali comportamenti dimostrano una palese carenza sulla formazione e sull'addestramento dei lavoratori ai fini della prevenzione del rischio CEM e in genere una inadeguata valutazione del rischio CEM.

d) In alcuni casi le valutazioni dell'esposizione ed il confronto con i limiti per segnali con forma d'onda complessa riscontrate in sede di vigilanza risultano effettuate misurando l'esposizione ad un'unica frequenza (es. 50 Hz) e facendo riferimento ai limiti valevoli per tale frequenza, senza considerare le altre componenti in frequenza del segnale, o, ancor peggio, non considerando i valori di picco istantaneo dei campi, nel caso di segnali impulsivi. In questi casi di erronea misurazione sono riportati i valori di campo elettrico o magnetico invece di fare riferimento ad indici espositivi percentuali.

Va considerato in proposito che le emissioni su più frequenze sono la norma per le sorgenti sia industriali che in campo medico ed il confronto con i limiti deve essere effettuato quasi sempre in termini percentuali: un livello minore del 100% indica il rispetto dei limiti, mentre un livello superiore indica un superamento: nel caso di segnali pulsati e multifrequenza i valori assoluti della misura di campo elettrico o

magnetico –espressi in Volt/metro o Tesla, non hanno alcun significato al fine del confronto con i valori limite.

Una prima verifica della appropriatezza dei dati di misura riportati nei rapporti di valutazione del rischio e riscontrati in sede di vigilanza può essere facilmente effettuata utilizzando i valori riportati dalla banca dati CEM ospitata nel Portale Agenti Fisici al sito www.portaleagentifisici.it

e) Valutazioni del rischio con misure di esposizione effettuate per sorgenti giustificabili a priori (es. macchine da ufficio, computer etc) . Tali misurazioni, oltre ad essere inutili per sorgenti giustificabili a priori, come discusso al paragrafo 3, sono spesso riportate senza che si sia verificato se l’attrezzatura sia dichiarata conforme al pertinente standard di prodotto e ne sia stato preso in esame il manuale di istruzioni ed uso. Viceversa per gli apparati giustificabili a priori la valutazione del rischio va fatta principalmente prendendo in esame la conformità del prodotto allo standard applicabile: proprio in virtù della conformità allo standard di prodotto, i manuali di istruzioni ed uso di sistemi potenzialmente interferenti con dispositivi elettronici impiantati riportano obbligatoriamente le misure di tutela specifiche per i soggetti con controindicazioni all’esposizione.

f) Rapporti di valutazione del rischio CEM che si limitano a riportare misure di esposizione e non presentano alcun un programma di riduzione o controllo del rischio, anche in presenza di sorgenti con livelli di esposizione superiori ai livelli di azione per i lavoratori.

6 - CONCLUSIONI

Il nuovo quadro normativo può rappresentare un’importante opportunità per la prevenzione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici, definendo in maniera puntuale gli obblighi e criteri cui i produttori ed i datori di lavoro devono attenersi ai fini della riduzione del rischio alla fonte, con possibile esclusione dal mercato di macchinari che producono un rischio elevato rispetto allo stato dell’arte.

Sono ormai già da alcuni anni disponibili sul mercato numerosi macchinari, tradizionalmente ad alta emissione CEM, quali ad esempio saldatrici ad arco o forni ad induzione, che presentano livelli di esposizione compatibili con i livelli di azione prescritti dalla Direttiva 2013/35/UE recepita dal D.Lgs. 81/08. Titolo VIII Capo IV.

Le informazioni fornite dal produttore ai sensi delle nuove norme di prodotto rappresentano altresì preziosi strumenti per la riduzione ed il controllo del rischio da esposizione a campi elettromagnetici in ambito aziendale, facilitando e guidando le fasi di:

- Adeguamento del parco macchine
- Collaudo/accettazione nuovi macchinari
- Regolare manutenzione del parco macchine
- Controllo del rischio residuo

secondo quanto richiesto dal D.Lgs 81/2008.

È importante che gli attori della prevenzione, ed in particolare gli organi di vigilanza, siano consapevoli dell’importanza di acquisire in fase di valutazione del rischio le

informazioni fornite dal costruttore del macchinario, mirate alla prevenzione e riduzione del rischio per lo specifico apparato, così come prescritto dalla normativa. Qualora queste informazioni non siano presenti nel manuale di istruzione di nuovi macchinari ed il rischio CEM sia evidenziato, il macchinario non potrà essere considerato conforme alla Direttiva Macchine e alle pertinenti direttive comunitarie, pertanto non dovrà essere accettato in fase di collaudo ed aggiornamento della valutazione del rischio.

L'azione di vigilanza sarà tanto più efficace quanto più sarà tesa a perseguire l'adeguamento del mercato a macchinari che garantiscano la piena conformità delle emissioni CEM alle specifiche norme di prodotto e nel contempo la riduzione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici in quei luoghi di lavoro ove tale rischio è ancora rilevante.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici). Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 179/1-21, 29.6.2013;
- [2] Legge 22 febbraio 2001, n. 36: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 55 del 7 marzo 2001;
- [3] Commissione Europea: "Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai Campi Elettromagnetici. Volume 1: Guida Pratica", Ufficio delle Pubblicazioni dell'Unione Europea, Lussemburgo (2015);
- [4] Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome: "Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro – Indicazioni operative", PAF sezione CEM;
- [5] International Commission on Non Ionizing Radiation, "Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100KHz with ICNIRP Guidelines", Health Physics Vol. 84 N3, 2003;
- [6] Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio europeo del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee L 199/59-70, 30.7.1999;
- [7] Comitato Elettrotecnico Italiano: "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici". Norma CEI EN 50499, novembre 2009.

LA NORMATIVA NAZIONALE IN MATERIA DI IMPIEGO IN AMBITO MEDICO DELLA RISONANZA MAGNETICA: ALCUNE CRITICITÀ PERCEPITE DALL'UTILIZZATORE

Domenico Acchiappati ⁽¹⁾, Paolo Bassoli ⁽¹⁾, Marco Serafini ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Struttura Complessa Fisica Medica AUSL Modena

1 - INTRODUZIONE

L'ultimo aggiornamento sistematico delle norme nazionali, che regolano l'uso degli Impianti di Risonanza Magnetica in ambito medico, risale al lontano 1994.

Infatti l'articolo, in materia di Impianti RM, inserito in fase di conversione nella Legge 160, dello scorso 7 agosto, interviene solo sul loro regime autorizzativo.

Di conseguenza la nostra legislazione non ha recepito quei cambiamenti che sarebbero stati necessari, per esempio, in seguito agli enormi sviluppi tecnologici avvenuti in questo settore ed oggi l'utilizzatore si trova di fronte alla necessità di attenersi a disposizioni che è fin troppo facile ritenere ampiamente superate.

In particolare le limitazioni, fissate dai vigenti "*standard di sicurezza*", all'effettuazione di indagini RM in caso di pazienti portatori di Dispositivi Medici Impiantabili Attivi, hanno, a nostro parere, un notevole impatto.

Scopo di questo lavoro è quello di continuare ad alimentare l'attenzione su questi aspetti, esaminandoli in maggior dettaglio, ricordando quella che, anche secondo noi, potrebbe rappresentare una possibile soluzione al problema.

2 – ALCUNE CRITICITÀ DEL QUADRO NORMATIVO NAZIONALE

Nel nostro Paese il sistema di regole, per l'impiego a scopo medico della Risonanza Magnetica, è stato definito dal Legislatore nell'arco di un decennio, a cavallo tra gli anni 80 e 90, con la emanazione, in "rapida" successione, di quattro Decreti^[1,2,3,4]: tutti ancora in vigore, anche se in alcuni casi in modo molto parziale come rappresentato in **Tabella 1**, e che quindi costituiscono la normativa specifica del settore.

Dopo 22 anni, lo scorso 20 agosto, con la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale della Legge 160^[5], in cui è stato inserito in fase di conversione l'articolo 21bis, il Legislatore ha interrotto questo lungo "silenzio" trasferendo le competenze autorizzative sugli Impianti con valore di campo statico di induzione magnetica compreso tra i 2 e 4 Tesla (T) dal Ministero della Salute alle Regioni e Province autonome.

Nello stesso articolo si fissa l'obbligo di impiegare ai soli fini di ricerca gli Impianti RM con valore del campo statico di induzione magnetica $> 4T$.

Con questa decisione vengono meno due storiche (art. 6 del D.P.R. 542/94) criticità del settore:

- l'obbligo di utilizzare gli Impianti RM 3T a solo scopo di ricerca scientifica;
- l'impossibilità di chiedere l'autorizzazione ad installare, per l'impiego non limitato agli arti, Impianti RM con valori di campo statico di induzione magnetica superiore a 4 T.

Dalla banca dati INAIL^[6] risulta che, in Italia, sono in uso (dato aggiornato al 31/12/2014) 45 impianti con valore di campo di induzione magnetica superiore ai 2T, pari a circa il 4% delle apparecchiature censite.

L'obbligo di utilizzarli solo ed esclusivamente per ricerca rappresentava una forte limitazione che non ha una giustificazione scientifica e che è ancor più sentita in quanto inesistente fuori dai confini nazionali.

Va per altro ricordato che l'articolo della Legge 160 non autorizza esplicitamente l'uso diagnostico di queste apparecchiature. Infatti tutti questi Impianti sono, in questo momento, in possesso di una autorizzazione, in corso di validità o in fase di rinnovo, rilasciata dal Ministero per la sola attività di ricerca e, per quanto a nostra conoscenza, nessuna Regione ha ancora approntato un proprio Regolamento per gestire il loro percorso autorizzativo.

L'articolo della Legge 160/2016 non fornisce indicazioni per la fase transitoria e quindi, al di là del buon senso, la possibilità di utilizzare a fini diagnostici queste Apparecchiature non è scontata.

Tabella 1: sintesi dei riferimenti normativi nazionali di settore

Decreto	Articoli	
	Vigenti	Abrogati
D.M. 29/11/1985	1,2	3,4,5
D.M. 02/08/1991	7 e Allegati da 1 a 6	1,2,3,4,5,6
D.M. 03/08/1993	2,4,5 e Allegati A e B	1,3
D.P.R. 542/1994	1,2,3,4,5,6,7,8,9	Art. 4 comma 2, Art. 5 comma 1, Art. 6 comma 1, comma 2 lettera a, comma 3 lettera f, comma 4.

Ritornando all'ultimo Decreto interamente dedicato alla materia (D.P.R. 542/1994 "Regolamento recante norme per la semplificazione del procedimento di autorizzazione all'uso diagnostico di apparecchiature a risonanza magnetica nucleare sul territorio nazionale").

Va evidenziato che anche i Decreti applicativi i quali, così come stabilito dal comma 1 del suo articolo 2, avrebbero dovuto mantenere aggiornati gli "Standards" di sicurezza ed impiego per le apparecchiature RM non hanno mai visto la luce e, di

conseguenza, rimangono tuttora vigenti quelli contenuti negli Allegati 1 e 4 del D.M. 2 agosto 1991.

Di fatto quindi, da oltre 20 anni, la norma è rimasta immutata disallineandosi, in modo sempre più evidente, da quello che è l'evoluzione tecnica della materia che dovrebbe disciplinare.

Questo appare evidente già alla prima lettura degli Standard.

In particolare negli Allegati 1 e 4 del D.M. 2/8/91, rispettivamente ai commi 2 e 3, sta scritto che *“l'accesso al sito RM deve essere rigorosamente precluso a soggetti portatori di pace-maker, altre protesi dotate di circuiti elettronici;”*.

Analogamente ai commi 3 e 4, degli stessi allegati, il legislatore ha stabilito che: *“Debbono essere escluse da analisi RM persone portatrici di pace-maker cardiaco; altre protesi dotate di circuiti elettronici;”*.

Questa posizione non poteva, per ovvi motivi temporali, tenere conto della presenza oggi di Dispositivi Medici Impiantabili Attivi che, in conformità con le Direttive Europee^[7,8,9], sono classificati come MR Conditional^[10] (compatibili RM in certe condizioni), ovvero che *“Il dispositivo ha dimostrato di non porre rischi in un determinato ambiente MRI, sotto specifiche condizioni di utilizzo”* (**Figura 1**).

Le condizioni di esposizione, che definiscono lo specifico ambiente MRI, includono: l'intensità del campo magnetico; il gradiente spaziale, le variazioni temporali (dB/dt) dello stesso e l'energia depositata espressa in termini di SAR. Possono inoltre essere richiesti requisiti aggiuntivi, come una particolare configurazione del device, ad esempio la programmazione del pace-maker in modalità *“scansione RM”*. Tutto ciò deve essere riportato dal fabbricante nella documentazione fornita con il dispositivo.

Quindi se da una parte l'utilizzo in ambiente RM, di questi device, può essere considerato sicuro, a condizione che tutte le indicazioni fornite dal fabbricante vengano rispettate, dall'altra la norma italiana vieta esplicitamente non solo l'esecuzione dell'indagine RM ma anche l'accesso all'area dell'impianto RM di soggetti portatori di questi come di qualsiasi altro dispositivo elettronico impiantato. Siamo quindi di fronte ad un disallineamento esplicito tra le regole europee e la normativa nazionale che pone in forte difficoltà l'utilizzatore stretto com'è tra il vincolo normativo e la necessità di rispondere ad una più che legittima richiesta che, sempre più spesso, gli arriva dai propri utenti (**Figura 2**).

Va altresì ricordato che l'acquisto, da parte delle Aziende Sanitarie, di questo tipo di Dispositivi Medici Impiantabili Attivi viene esplicitamente motivato per la loro *“compatibilità”* con l'esame RM.

L'argomento è stato, in questi ultimi anni, oggetto di numerose iniziative ed ha portato anche alla elaborazione di un interessante Rapporto dell'Istituto Superiore di Sanità^[11] con la formulazione di possibili modelli organizzativi, anche se limitatamente ai soli device cardiaci (PM/ICD/ILR).



Figura 5: Classificazione CEI EN 60601-2-3:11/2011

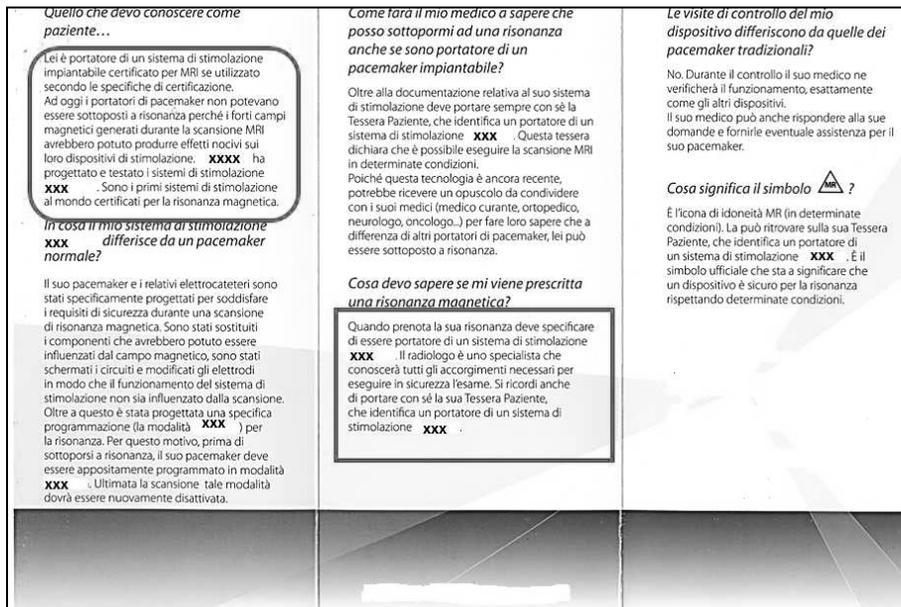


Figura 6: Esempio di scheda informativa fornita al Paziente dai Produttori

L'adozione di un modello organizzativo, a livello locale e in assenza di un aggiornamento della norma nazionale, non è ritenuta, dalla maggior parte degli utilizzatori, come la soluzione del problema e, a tutt'oggi, è estremamente basso il numero delle Aziende che, come la nostra (Figura 3), si sono date una organizzazione interna per gestire questi casi.

Infatti non vi è uniformità di pareri e le implicazioni, anche medico legali, non favoriscono l'adozione di questo approccio.

Va anche sottolineato il fatto che in ogni caso, ad oggi, l'Indagine RM in presenza di un paziente portatore di Dispositivo Attivo (dottato di circuito elettronico), non può seguire lo stesso percorso adottato per gli utenti non portatori di tali device.

Deve essere previsto un percorso differente ed il coinvolgimento, per il singolo paziente, della equipe multidisciplinare (Medico Radiologo, Fisico Medico, e Cardiologo/ Neurologo in funzione della tipologia del dispositivo).

Infatti, come abbiamo già detto, ogni fabbricante definisce un insieme di condizioni per i propri Dispositivi e queste condizioni, attualmente, differiscono da produttore a produttore. Quindi l'equipe multidisciplinare dovrà seguire con attenzione la preparazione ed esecuzione del singolo esame attenendosi scrupolosamente alle indicazioni fornite dal fabbricante per quello specifico impianto.

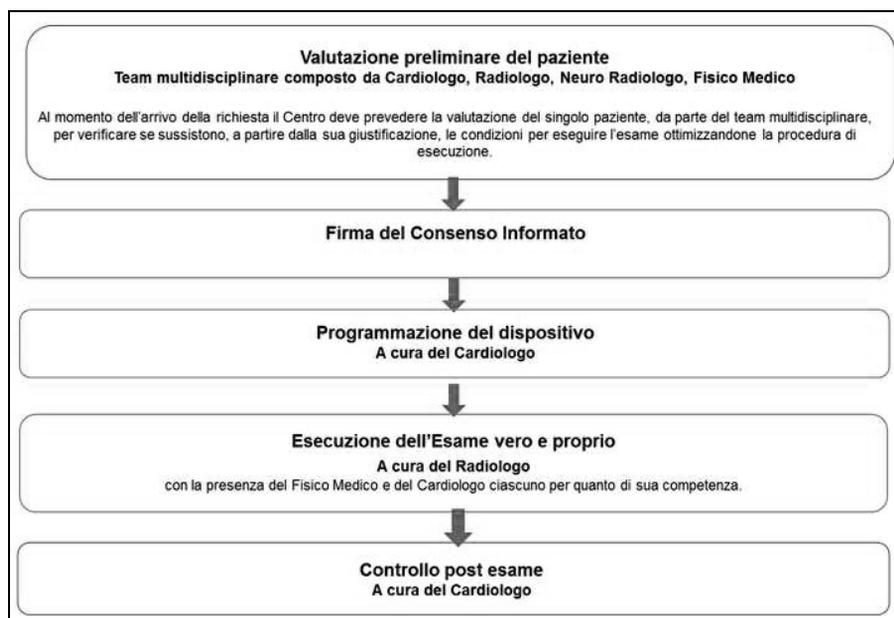


Figura 7: Diagramma di Flusso della Procedura per l'esecuzione di indagini RM in persone portatrici di pace-maker RM Conditional adottata presso AUSL Modena

3 – POSSIBILI SOLUZIONI

Come abbiamo visto, la normativa che regola in Italia l'impiego diagnostico della Risonanza Magnetica, sostanzialmente ferma da oltre un ventennio e riguardante un settore che ha vissuto nello stesso periodo una forte evoluzione, risulta oggettivamente superata con il permanere di vincoli che non trovano una giustificazione e che, in taluni casi, possono essere limitativi per l'utente.

L'unico strumento che può condurre al pieno superamento della situazione attuale è rappresentato dall'aggiornamento della norma e, nel corso degli anni, sono stati esperiti più di un tentativo in tal senso.

L'impiego per indagini diagnostiche degli almeno 45 Impianti 3T, oggi attivi nel Paese, non può prescindere dalla loro esplicita autorizzazione per tale scopo.

Preso atto del trasferimento, dei compiti autorizzativi, alle Regioni e alle Provincie autonome è auspicabile che, quanto prima, queste si dotino degli strumenti necessari per poter assolvere a tale compito in modo da poter procedere all'acquisizione e, ove possibile, aggiornamento delle Autorizzazioni Ministeriali ora in essere.

Sicuramente la definizione per Decreto degli "standard di sicurezza", come tali imprescindibili e indifferibili, rappresenta un valore aggiunto per la prevenzione degli incidenti e degli eventi anomali in RM. Non di meno, preso atto della difficoltà oggettiva nel mantenerli aggiornati mediante questo strumento, sarebbe auspicabile l'adozione di un livello normativo meno "impegnativo" con l'impiego di atti delegati.

Così come per altro già previsto in una delle proposte avanzate in parlamento in questi anni, sarebbe bene che il Legislatore prevedesse la possibilità, per il Ministro, di disciplinare con l'adozione di un proprio Regolamento l'adeguamento allo sviluppo tecnologico e all'evoluzione delle conoscenze scientifiche, con particolare riferimento alla sicurezza d'uso e alle indicazioni cliniche dei dispositivi medici.

BIBLIOGRAFIA

- [1] **MINISTERO DELLA SANITÀ** - Decreto Ministeriale del 29 novembre 1985 “Disciplina dell'autorizzazione e uso delle apparecchiature diagnostiche a Risonanza Magnetica Nucleare (R.M.N.) sul territorio nazionale”;
- [2] **MINISTERO DELLA SANITÀ** - Decreto Ministeriale del 2 agosto 1991 “Autorizzazione alla installazione ed uso di apparecchiature diagnostiche a risonanza magnetica”;
- [3] **MINISTERO DELLA SANITÀ** - Decreto Ministeriale del 3 agosto 1993 “Aggiornamento di alcune norme concernenti l'autorizzazione all'installazione ed all'uso di apparecchiature a risonanza magnetica”;
- [4] **PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA** - Decreto del 8 agosto 1994, n. 542 “Regolamento recante norme per la semplificazione del procedimento di autorizzazione all'uso diagnostico di apparecchiature a risonanza magnetica nucleare sul territorio nazionale”;
- [5] **PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA** - Legge 7 agosto 2016, n. 160 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2016, n. 113, recante misure finanziarie urgenti per gli enti territoriali e il territorio”;
- [6] **INAIL** - Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro ed Ambientale – “Indicazioni operative dell'INAIL per la gestione della sicurezza e della qualità in Risonanza Magnetica” – Edizione 2015;
- [7] **DIRETTIVA 90/385/CEE DEL CONSIGLIO**, del 20 giugno 1990;
- [8] **Direttiva 93/42/CEE**;
- [9] **Direttiva 07/47/CE**;
- [10] **IEC 62570:2014**
- [11] **ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ** – Rapporto ISTISAN n° 15/9 – “Dispositivi cardiaci impiantabili attivi e risonanza Magnetica: aspetti tecnologici, inquadramento normativo e modelli organizzativi” – 2015.





Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro.
Legislazione, Valutazione, Tutela.

ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI: LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SECONDO LE INDICAZIONI DELLA GUIDA NON VINCOLANTE DELLA COMMISSIONE EUROPEA

Gian Marco Contessa

ENEA – Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, C.R. Casaccia, Via Anguillarese, 301 00123 Santa Maria di Galeria (Roma)

1 – PREMESSA

Il 29 giugno 2013 è stata pubblicata la Direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dai campi elettromagnetici (CEM) ^[1]. Nel novembre scorso, in adempimento all'articolo 14 di tale direttiva, la Commissione europea ha pubblicato una Guida pratica in tre volumi dal titolo: "Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della Direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici" ^[2] a supporto dei datori di lavoro, soprattutto delle piccole e medie imprese (PMI), nell'ottemperare agli obblighi previsti dalla direttiva.

Il primo e il secondo volume di questa Guida, oggetto del presente articolo, forniscono un approccio metodologico e consigli di buona pratica utilizzabili da ogni datore di lavoro per la gestione dei rischi associati all'esposizione ai CEM, e presentano dodici casi studio relativi a comuni contesti lavorativi in ambito industriale e sanitario. In relazione alle situazioni di lavoro reali proposte nel secondo volume sono illustrati l'applicazione pratica dell'approccio alla valutazione del rischio e i vari passi da seguire nel processo, per cui i primi due volumi sono collegati in quanto informazioni utili ai fini del processo valutativo sono reperibili in entrambi.

L'approccio generale è coerente con quello suggerito dalla piattaforma OiRA (Online Interactive Risk Assessment) ^[3], fornita dall'Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro che, in sintesi, si sviluppa attraverso quattro fasi principali: preparazione, identificazione, valutazione e piano d'azione.

2 – L'APPROCCIO METODOLOGICO ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SECONDO LA GUIDA NON VINCOLANTE

L'approccio presentato dalla Guida è valido per tutti gli ambienti di lavoro, e può essere applicato anche a casi pratici diversi da quelli illustrati dai casi studio del secondo volume. Il processo è suddiviso in blocchi: quanto più la valutazione dei rischi è complessa, tanto più il datore di lavoro deve proseguire ai blocchi successivi.

In molti casi comuni però la Guida fornisce gli strumenti necessari per semplificare la procedura e condurla a termine già nella fase iniziale.

2.1 – LA VALUTAZIONE INIZIALE E LE SITUAZIONI DI LAVORO PIÙ COMUNI

La prima fase del processo di valutazione del rischio parte con un'ispezione iniziale dell'ambiente finalizzata all'inventario delle sorgenti CEM presenti e all'analisi del luogo di lavoro, delle pertinenti attività e della presenza o meno di lavoratori particolarmente sensibili (portatori di dispositivi medici impiantati attivi o passivi, lavoratori con dispositivi medici portati sul corpo, lavoratrici in gravidanza).

Il principale strumento operativo da utilizzare in questa fase iniziale è la Tabella 3.2, fornita nel primo volume, che riporta una lista di apparecchiature, attività e situazioni lavorative comunemente presenti nei luoghi di lavoro, classificate secondo le azioni da intraprendere per la valutazione del rischio anche in considerazione della presenza di soggetti sensibili, coerentemente con la filosofia già delineata dalla norma CENELEC EN50499 (recepita dal CEI nel 2009) ^[4] applicativa della Direttiva 2004/40/CE.

Nella prima colonna della Tabella 3.2 è dunque riportato un elenco di attrezzature/ambienti di lavoro e nelle altre tre colonne l'indicazione della necessità o meno di una valutazione specifica in funzione della categoria di lavoratore interessato. La tabella distingue inoltre la condizione di utilizzo diretto da parte del lavoratore da quella di ambiente contenente il dispositivo, dal momento che le due condizioni richiedono un differente livello di valutazione nel caso dei soggetti sensibili.

In particolare, per le attività contrassegnate con un "No" in tutte e tre le colonne relative alle categorie di lavoratori non è necessario effettuare una valutazione specifica (pur se rimane la necessità di una valutazione generale dei rischi ai sensi della direttiva quadro ^[5]): il processo si può concludere quindi in questa fase, semplicemente con la consultazione e l'applicazione nel contesto lavorativo della Tabella 3.2.

Al contrario, se per esempio nella colonna dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi (DMIA) compare un "Sì", si intende che in quel caso è richiesta una valutazione specifica per quella categoria, ed è quindi necessario procedere alle fasi successive del processo di valutazione - e ai capitoli successivi della Guida.

I limiti imposti dalla Direttiva 2013/35/UE non garantiscono infatti un'adeguata protezione dei lavoratori esposti a rischi particolari e, come evidenziato nel preambolo della direttiva stessa, "problemi di interferenza, in particolare per quanto riguarda gli stimolatori cardiaci, possono verificarsi a livelli inferiori rispetto ai Livelli di Azione (LA) e dovrebbero pertanto essere oggetto di adeguate precauzioni e misure protettive". Si ricorda inoltre che, come riportato correttamente in alcuni punti della Guida, i livelli per la popolazione forniti dalla Raccomandazione 1999/519/CE ^[6] possono servire da riferimento per la protezione dei lavoratori particolarmente a rischio solo in termini generali ^[7].

In questi casi è di supporto l'Appendice E della Guida, che presenta una rapida panoramica anche sugli effetti indiretti e sui lavoratori particolarmente sensibili, relativamente ai quali vengono fornite indicazioni aggiuntive per effettuare la valutazione del rischio (in particolare per informazioni specifiche relativamente ai

lavoratori con DMIA si rimanda all'approccio delineato dalle norme della serie EN50527-1-X^[7,8]).

A questo proposito è interessante il caso studio dell'ufficio nel secondo volume, che mostra come anche in un luogo di lavoro tra i più comuni, in cui apparentemente non sono riscontrabili sorgenti CEM di interesse protezionistico, possono comunque essere presenti apparecchiature come i laptop collegati al Wi-Fi o i telefoni senza filo che, in alcune condizioni di utilizzo, potrebbero costituire un rischio per i lavoratori portatori di DMIA.

Poiché i casi in Tabella 3.2 che non comportano la necessità di valutazioni specifiche si riferiscono ad apparati/condizioni espositive che non implicano rischi apprezzabili per la salute (apparecchiature conformi a norme recenti sulla limitazione dell'esposizione, sottoposte a corretta manutenzione, utilizzate come previsto dal fabbricante), sarà responsabilità del datore di lavoro dimostrare l'aderenza a tali requisiti dal momento che in caso contrario le indicazioni riportate potrebbero non essere applicabili. In ogni caso i datori di lavoro dovranno tener conto di eventuali mutamenti delle condizioni espositive nel tempo.

Chiaramente in un sistema virtuoso il processo di valutazione dovrebbe partire già in fase di progettazione dell'attività produttiva, come è mostrato nel secondo volume della Guida nell'esempio dell'elettrolisi: in questo caso studio l'impianto considerato era relativamente nuovo e già la progettazione aveva preso in considerazione le problematiche di sicurezza dai CEM, effettuando una modellizzazione teorica dei campi generati dalle sorgenti previste. Questo approccio ha permesso di attuare sin dall'inizio una serie di misure di protezione e prevenzione, al punto che non è stato necessario adottare alcuna azione supplementare successivamente alle valutazioni effettuate nell'ambito dello studio.

Se anche l'approccio metodologico non fosse applicato sin dalla fase di progettazione, l'analisi preliminare condotta con l'ausilio della Tabella 3.2 della Guida consentirà comunque, nella maggior parte delle realtà lavorative, di semplificare notevolmente il processo di valutazione del rischio.

2.2 – LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE TRAMITE ANALISI DOCUMENTALE O BANCHE DATI

Se le apparecchiature presenti sul luogo di lavoro non sono riportate nella Tabella 3.2 o se la stessa Tabella indica la necessità di valutazioni specifiche, è possibile reperire informazioni da altre fonti, quali i dati del fabbricante o banche dati (cfr. il capitolo 7 del primo volume della Guida), come ad esempio in Italia il Portale Agenti Fisici (PAF), realizzato dal Laboratorio Agenti Fisici del Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria USL 7 Siena con la collaborazione dell'INAIL e dell'Azienda USL di Modena^[9].

Questo approccio può in alcuni casi essere sufficiente per concludere la valutazione del rischio anche senza eseguire misurazioni o calcoli, come illustrato ad esempio nel caso studio delle "antenne da tetto".

L'analisi documentale e l'eventuale reperimento di informazioni in banca dati sono comunque in generale di interesse anche qualora il caso in esame richiedesse valutazioni più approfondite, in quanto forniscono un supporto indispensabile alle possibili fasi successive, ad esempio per identificare l'agente fisico di maggior

rilevanza protezionistica (campo elettrico/magnetico), le misure di protezione indicate dal fabbricante dell'apparecchiatura e i gruppi di riferimento nel processo di valutazione.

2.3 – LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE TRAMITE MISURAZIONI E/O CALCOLI

Nel caso in cui l'analisi documentale o tramite banche dati non sia sufficiente a valutare la conformità, è necessario allora procedere a una stima più dettagliata delle esposizioni per accertare se i LA della direttiva, e in alcuni casi i i valori limite di esposizione (VLE), siano superati.

Come detto, la disamina condotta nel passo precedente del processo di valutazione è introduttiva a questa fase, permettendo di scegliere i punti rappresentativi dove eseguire eventuali misurazioni dei CEM (per esempio a una certa gamma di altezze come nei casi studio dell'elettrolisi e della fabbricazione metallurgica o vicino ai cavi come in quello del settore medico) e individuare dove può essere necessario effettuare un esame più dettagliato in un secondo momento.

I capitoli 6 – 8 e l'Appendice D del primo volume della Guida sono pensati appositamente per i datori di lavoro che devono stabilire se i VLE e i LA della direttiva siano superati. La Guida discute questi valori e come confrontarsi con essi, ricordando che i LA sono derivati dai VLE tramite assunzioni conservative, per cui la conformità con i LA assicura sempre quella con i corrispondenti VLE, e, al contrario, il superamento degli LA non implica quello dei pertinenti VLE.

Sono quindi forniti consigli pratici ai fini della valutazione di conformità ad esempio sulle esposizioni non uniformi e sull'applicazione del metodo del picco ponderato per esposizioni a frequenze multiple, descritti in dettaglio nell'Appendice D, o sul concetto del cosiddetto “worst case”, ossia dell'utilizzo dello scenario di esposizione più pessimistico (come illustrato per esempio nel caso della sala delle celle elettrolitiche) per una valutazione conservativa.

Nell'eventualità in cui non sia possibile dimostrare la conformità con i LA, la Guida mostra vari casi in cui, conformemente all'art. 4 par. 3 della direttiva, il datore di lavoro effettua una modellizzazione numerica per determinare se i VLE pertinenti siano stati effettivamente superati.

Si ricorda che il datore di lavoro ha comunque in alternativa la possibilità di adottare misure tecniche e/o amministrative per ricondurre alla conformità la condizione espositiva, considerando anche che l'esito del confronto con i VLE potrebbe in ogni caso richiedere a posteriori l'attuazione di misure addizionali con conseguenti costi aggiuntivi.

A conclusione del processo di valutazione dell'esposizione la Guida propone di illustrare, mediante rappresentazione grafica in pianta, i perimetri di superamento individuati intorno all'apparecchiatura considerata dei LA inferiori e superiori e dei livelli di riferimento per la protezione della popolazione forniti dalla Raccomandazione 1999/519/CE^[6]. In base alla vista in pianta è quindi possibile, come misura protettiva, tracciare linee di demarcazione sul pavimento intorno a un'apparecchiatura per delimitare le aree di accesso per i vari gruppi di lavoratori (vedere come esempio i casi studio della saldatura, della fabbricazione metallurgica e degli aeroporti).

Questa procedura è la cosiddetta zonizzazione, già proposta dalla norma EN50499^[4], per l'individuazione, nei luoghi di lavoro, delle aree soggette a livelli di rischio diversi. Successivamente all'identificazione delle aree di superamento si può stabilire il fattore di occupazione delle diverse aree, a supporto del passo successivo di valutazione della probabilità del rischio.

Come è stato fatto per i casi studio del secondo volume, i risultati delle misurazioni possono essere presentati sinteticamente in tabelle ed espressi anche come percentuali dei LA della direttiva e dei livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/519/CE^[6].

2.4 – LA VALUTAZIONE DEI RISCHI E LE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Ai fini della valutazione dei rischi, da effettuare sulla base dei risultati della valutazione dell'esposizione, la Guida utilizza la metodologia classica proposta anche da OiRA^[3], secondo la quale i rischi vengono valutati e classificati in base alla gravità di un potenziale evento incidentale e alla probabilità che questo evento possa verificarsi; come risultato la Guida riporta tabelle di valutazione specifica dei rischi, riassunte a scopo illustrativo nella **Tabella 1**.

Sulla base degli esiti di tale valutazione è possibile determinare la validità delle misure di prevenzione e protezione già in vigore sul posto di lavoro e decidere se e quali misure aggiuntive siano necessarie.

La Guida inoltre suggerisce diverse misure generalmente applicabili, quali l'utilizzo di segnaletica e/o l'interdizione dell'accesso a certe aree (in base alla zonizzazione prevista) per tutti i lavoratori o solo per i portatori di DMIA. Nella discussione dei casi studio sono anche presentate misure specifiche pertinenti a singole sorgenti, come ad esempio l'introduzione di bilancieri a cui sospendere le pistole per la saldatura nel caso studio del settore automobilistico.

Coerentemente con le indicazioni della direttiva la Guida raccomanda la formazione del personale, anche al fine di sollecitare i lavoratori a manifestare la loro eventuale condizione di portatori di DMIA.

2.5 – LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO IN CASO DI DEROGA

Secondo quanto previsto dall'articolo 10 della Direttiva 2013/35/UE, la Guida ricorda che, anche nelle situazioni in cui è applicabile la deroga dal rispetto dei VLE, rimane comunque vigente per il datore di lavoro l'obbligo di valutazione del rischio e di adozione delle misure necessarie a eliminare o ridurre al minimo i rischi derivanti dai CEM. A tal fine nell'Appendice F del primo volume sono riportati alcuni orientamenti pratici per conformarsi alle condizioni della deroga in Risonanza Magnetica.

Tabella 1: Compendio delle valutazioni dei rischi per i dodici casi studio

Settore	Apparecchiatura	Effetti diretti		Interferenza con DMIA	
		Gravità	Probabilità	Gravità	Probabilità
Ufficio	Laptop, telefoni, WiFi, RFID, ecc.	Lieve	Improbabile	Seria	Improbabile
Risonanza Magnetica Nucleare	Spettrometro	Lieve	Improbabile	Seria	Improbabile
Elettrolisi	Elettrolizzatori, Raddrizzatori	Lieve	Improbabile	Seria	Improbabile
Medico	Unità elettrochirurgica	Lieve	Improbabile	Seria	Possibile
	TMS	Seria	Probabile	Seria	Possibile
	Diatermia	-	-	-	-
Officina meccanica	Ispezione con particelle magnetiche	Lieve	Possibile	Seria	Improbabile
	Smagnetizzatore	Lieve	Possibile	Seria	Improbabile
	Rettificatrice per piani	Lieve	Improbabile	Seria	Improbabile
Automo_bilistico	Saldatrice a punti, Riscaldatore a induzione	Lieve	Possibile	Seria	Improbabile
Saldatura	Saldatrice a punti	Lieve	Possibile	Seria	Possibile
	Saldatrice continua	Lieve	Probabile	Seria	Possibile
Fabbricazioni metallurgica	Forno a induzione, ad arco, RF	Lieve	Probabile	Seria	Possibile
Elettronico	Plasma a radiofrequenza	Lieve	Improbabile	Seria	Improbabile
Telecomunicazioni	Antenne da tetto	Lieve	Possibile	Seria	Improbabile
Costruzioni	Ricetrasmittitori	Lieve	Improbabile	Seria	Possibile
Aeroporti	Radar	Lieve	Possibile	Seria	Possibile
	Radiofaro	Lieve	Possibile	Seria	Improbabile
	Misuratore di distanza	Lieve	Improbabile	Seria	Improbabile

BIBLIOGRAFIA

- [1] Direttiva 2013/35/UE del Parlamento europeo e del consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della Direttiva 89/391/CEE) e che abroga la Direttiva 2004/40/CE. GU UE L179: 1-21;
- [2] Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici (novembre 2015). *Reperibile sul Portale Agenti Fisici*;
- [3] OiRA - Online Interactive Risk Assessment - <http://www.oiraproject.eu/>;
- [4] CEI EN 50499 (2009-11): Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici;
- [5] 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. GU L183 del 29/06/1989;
- [6] Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz. GUCE L199 del 30 luglio 1999;
- [7] FALSAPERLA R., MATTEI E. - Valutazione del rischio per i portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (DMIA). Atti del Convegno Nazionale dBA Incontri 2016 "Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro. Legislazione, Valutazione, Tutela", Bologna, 21 ottobre 2016;
- [8] EN 50527-1:2010. Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices. Part 1: General.
- [9] Portale Agenti Fisici (PAF) - <http://www.portaleagentifisici.it>;





Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro.
Legislazione, Valutazione, Tutela.

IL PORTALE AGENTI FISICI: STATO DELL'ARTE E PROSPETTIVE

Pietro Nataletti⁽¹⁾, Iole Pinto⁽²⁾

⁽¹⁾: INAIL, Dipartimento Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale, Monte Porzio Catone (Roma)

⁽²⁾: Azienda USL Toscana Sud Est, Laboratorio di Sanità Pubblica, Siena

1 - IL CONTROLLO DEGLI AGENTI FISICI NEL D.LGS. 81/2008

Come noto, il D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. [1], in continuità con il precedente D.Lgs. 626/94 e con la legislazione prevenzionistica europea, stabilisce l'obbligo generale per il datore di lavoro di valutare e ridurre al minimo, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure di controllo, i rischi di esposizione agli agenti fisici (rumore, infrasuoni, ultrasuoni, vibrazioni meccaniche, radiazioni ottiche, campi elettromagnetici, microclima e atmosfere iperbariche) durante il lavoro. In altre parole, viene confermato il processo metodologico basato sulla sequenza: valutazione del rischio (con o senza misurazioni), riduzione al minimo dei rischi (tramite misure di prevenzione e protezione) e conseguenti misure di tutela quali informazione e formazione, sorveglianza sanitaria.

Negli ultimi anni, particolare enfasi normativa è stata dedicata alle micro e piccole imprese, che necessitano per loro natura di supporto di strumenti conoscitivi e operativi per la realizzazione della valutazione dei rischi: in particolare, l'INAIL e le Regioni sono chiamate a realizzare strumenti per la riduzione dei rischi, come recita ad esempio il nuovo comma 3-ter dell'art. 28 del D.Lgs. 81/08: *“Ai fini della valutazione di cui al comma 1, l'Inail, anche in collaborazione con le aziende sanitarie locali per il tramite del Coordinamento Tecnico delle Regioni e i soggetti di cui all'articolo 2, comma 1, lettera ee), rende disponibili al datore di lavoro strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio”*.

Il Portale Agenti Fisici (PAF, www.portaleagentifisici.it), costituisce sicuramente un esempio applicativo ottimale di questa disposizione di legge [2]. Dallo sviluppo iniziale, intrapreso nel 2012, ad oggi il Portale è molto cresciuto ed è attualmente regolarmente visitato da circa 200.000 utenti l'anno, di cui il 10% stranieri, a riprova dell'interesse e dell'utilità di questo strumento per i datori di lavoro delle PMI e, più in generale, per tutti gli operatori della prevenzione, come supporto operativo informativo e applicativo per la valutazione e il controllo dei rischi da agenti fisici nei luoghi di lavoro.

Passiamo ora in rassegna le principali caratteristiche e le novità delle varie sezioni del PAF.

2 – SEZIONE RUMORE

La sezione rumore del PAF è stata ampliata nell'ultimo anno, ed è in continua evoluzione per renderla sempre più ricca di contenuti, di informazioni e di strumenti operativi:

alle procedure guidate online per il calcolo del L_{EX} da banche dati e da dati misurati, e al link alla banca dati dei livelli di emissione di macchine e attrezzature del CPT di Torino, già disponibili, è stato recentemente aggiunto un calcolatore online per la valutazione dell'efficienza dei DPI uditivi (DPI-u), a supporto dell'art. 193 del D.Lgs. 81/08, disponibile all'indirizzo:

http://www.portaleagentifisici.it/fo_rumore_calcolo_dpi_doc1.php?lg=IT.

Tale calcolatore, completo di banca dati contenente circa 200 dispositivi di protezione individuale ampiamente diffusi sul mercato nazionale, consente di calcolare l'efficienza dei DPI-u, utilizzando i dati aziendali di esposizione misurati, calcolata secondo due delle procedure previste dall'Appendice C della Norma UNI 9432:2011 [3]: la prima è quella più semplice del metodo SNR, che determina il calcolo del livello equivalente sonoro all'orecchio, L'_{Aeq} , tramite la sottrazione tra il livello equivalente sonoro L_{Ceq} prodotto all'orecchio dell'operatore e l'attenuazione SNR del dispositivo; la seconda è quella del metodo OBM, che prevede l'utilizzo dei livelli sonori misurati in bande d'ottava del rumore ambientale e delle attenuazioni APV_f certificate dal costruttore. I valori dei livelli sonori L'_{Aeq} così calcolati, eventualmente corretti per i fattori β consigliati dall'Appendice D della UNI 9432, vengono poi confrontati con i livelli consigliati per valutarne il grado di protezione: $70 \text{ dB(A)} < L'_{Aeq} < 75 \text{ dB(A)}$: buona; $75 \text{ dB(A)} < L'_{Aeq} < 80 \text{ dB(A)}$: accettabile; $L'_{Aeq} < 70 \text{ dB(A)}$, oppure $L'_{Aeq} > 80 \text{ dB(A)}$: insufficiente (vedi esempio in Fig. 1).

Un'altra importante novità, consiste nella banca dati delle bonifiche acustiche realizzate sul territorio nei vari comparti produttivi, a supporto degli obblighi previsti dall'art. 192 del D.Lgs. 81/08, consultabile online all'indirizzo: http://www.portaleagentifisici.it/fo_rumore_bonifiche_list.php?lg=IT. Attualmente la banca dati contiene più di 50 schede tecniche di interventi di bonifica sul campo, realizzati dai soggetti che hanno contribuito al Manuale operativo "*Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro*" [4], approvato dalla Commissione consultiva permanente presso il Ministero del Lavoro. Al fine di aggiornare costantemente la banca dati, in relazione alle nuove macchine, alle nuove tecnologie e ai nuovi ausili di progettazione in dotazione ai consulenti (software di simulazione e progettazione acustica), si sta procedendo ad accreditare nuovi provider, i quali contribuiranno all'ampliamento costante della banca dati. I singoli provider potranno presentare esempi di mitigazione e risanamento acustico utilizzando un apposito format, a campi obbligatori, disponibile nella sezione "Documentazione per la fornitura dati" del PAF (http://www.portaleagentifisici.it/fo_fornitura_dati.php?lg=IT), che saranno validati dal comitato scientifico del PAF a certificazione della bontà per progetto. L'obiettivo è di incrementare il più possibile la banca dati nei prossimi mesi fornendo un panorama sempre più completo ed esaustivo delle soluzioni di riduzione del rischio effettivamente praticabili nei differenti scenari espositivi, e delle innovazioni tecnologiche disponibili.

Le schede di bonifica (vedi esempio in Fig. 2) sono impostate in modo semplice ed esaustivo: descrittiva del comparto, della problematica e dell'intervento effettuato, completo di foto/disegni, diagrammi e dati acustici pre e post intervento, eventuali fattori di criticità, costi e indicazione della fonte o dell'autore della bonifica.

Inoltre, la sessione rumore è stata arricchita di criteri e documentazione on line per la valutazione degli effetti extra uditivi del rumore.

È da tener presente in merito che il D.Lga. 81/08 non contiene criteri valutativi specifici per la prevenzione di tali effetti: in relazione alla tipologia di attività potranno essere utilizzate le norme di buona tecnica specifiche contenute nel Portale. Al fine di agevolare la valutazione del rischio rumore per ambienti destinati alla comunicazione verbale, ed in particolare per gli edifici scolastici e le strutture destinate all'infanzia è stato pubblicato un calcolatore online dei tempi di riverbero, disponibile all'indirizzo:

http://www.portaleagentifisici.it/fo_rumore_calcolo_riverbero_doc1.php?lg=IT.

Il tempo di riverbero TR (corrispondente al tempo che impiega il campo sonoro in un ambiente a diminuire di 60 dB), oltre ad essere un parametro fondamentale per progettare interventi di trattamento acustico fonoassorbente dei luoghi di lavoro, costituisce un elemento fondamentale di valutazione dell'ergonomia di un ambiente per prevenire eventuali effetti extra uditivi dovuti al rumore. Il calcolatore consente, dati i parametri geometrici di un ambiente e i dati acustici dei materiali costituenti le superfici, di calcolare i tempi di riverbero per bande d'ottava da 125 Hz a 4.000 Hz e il tempo di riverbero medio, con l'indicazione della conformità o meno alla normativa attuale (vedi esempio in Fig. 3).

Il calcolatore contiene una banca dati materiali da costruzione, dove sono presenti i coefficienti di assorbimento acustico in bande di ottava dei materiali più comuni usati in edilizia, inclusi i materiali riportati all'appendice B della norma UNI EN 12354-6-2006. Sono stati altresì inseriti i più comuni materiali con particolari caratteristiche di fonoassorbimento disponibili in commercio.

Il calcolatore può pertanto essere utile sia in fase di verifica di progetto, sia in fase di vigilanza, per poter individuare in maniera agevole le situazioni non conformi ai requisiti acustici prescritti dalla normativa.

Grazie al data base di materiali fonoassorbenti in esso contenuto, lo strumento di calcolo può essere altresì utile per valutare possibili interventi di bonifica acustica in locali esistenti: ad esempio può essere sostituito il materiale del soffitto con materiale fonoassorbente scelto dal menu a tendina e quindi ripetendo il calcolo del tempo di riverbero, può essere ottenuta una stima rapida dell'idoneità dell'intervento ipotizzato.

La programmazione attuale prevede che entro il 2016 sia pubblicata una nuova banca dati delle macchine e attrezzature, contenente più di 2.000 dati di certificazione dei costruttori, per supportare la scelta di macchine ergonomiche da parte dei datori di lavoro.

3 – SEZIONE VIBRAZIONI MECCANICHE

La sezione vibrazioni del PAF nasce dalla "storica" banca dati ISPESL-Regioni, pubblicata su internet nel 2005 a supporto del D.Lgs. 187/05, che recepì la Direttiva

vibrazioni 2002/44/CE. La sezione è divisa in due parti: vibrazioni mano-braccio e vibrazioni corpo intero, ricche di contenuti, di informazioni e di strumenti operativi per la valutazione e il controllo del rischio. Le banche dati mano-braccio e corpo intero sono tuttora valide ai fini della valutazione del rischio, come espressamente richiamato nell'articolo 202, comma 2, del D.Lgs. 81/08.

Oltre alle procedure guidate online per il calcolo dell'A(8), basate su dati del PAF, su dati misurati o su dati dichiarati, le banche dati contengono dati riguardanti più di 2.700 utensili mano-braccio e più di 1.000 macchine corpo intero, relativi sia ai dati di certificazione che i dati misurati sul campo, con possibilità di effettuare ricerche per marca, modello, tipologia, alimentazione, valori misurati e valori dichiarati. I dati di accelerazione presenti nel PAF sono comprensivi dell'incertezza, determinata secondo le indicazioni previste nelle attuali norme di certificazione o di misura.

Entro il 2018 la sezione vibrazioni si arricchirà di una nuova banca dati dei guanti antivibranti disponibili in commercio, per guidare gli utilizzatori alla scelta corretta di questi DPI. Inoltre, sarà attivata una nuova procedura guidata per il calcolo dell'esposizione a vibrazioni corpo intero nel caso di presenza di urti ripetuti, che consenta di calcolare il VDV (Vibration Dose Index), che è il parametro espositivo di riferimento per la caratterizzazione del rischio da vibrazioni impulsive, e di stimare il rischio di lesioni al rachide lombare, utilizzando i descrittori S_{ed} (Dose di compressione giornaliera, in MPa) e R (Fattore di rischio, adimensionale), definiti dalla ISO 2613-5:2004 [5].

4 – SEZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Anche la sezione campi elettromagnetici del PAF è ricca di contenuti, di informazioni e di strumenti operativi per la valutazione e il controllo del rischio. La relativa banca dati contiene dati riguardanti più di 100 sorgenti CEM e, come recita il nuovo articolo 209, comma 1 del D.Lgs. 81/08 – come modificato dal D.Lgs. approvato dal Governo che ha recepito la nuova Direttiva 2013/35/UE modificando il capo IV del Titolo VIII – è valida ai fini della valutazione del rischio: *“Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'art. 181, il datore di lavoro valuta e, quando necessario misura o calcola i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori. La valutazione, la misurazione e il calcolo devono essere effettuati tenendo conto delle guide pratiche della Commissione europea, delle pertinenti norme tecniche europee e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), delle specifiche buone prassi individuate o emanate dalla Commissione consultiva permanente di cui all'articolo 6 del presente decreto, e delle informazioni reperibili presso banche dati dell'INAIL o delle regioni.....”*.

A seguito dell'entrata in vigore del nuovo capo IV, la sezione CEM subirà un notevole aggiornamento, con nuovi dati di sorgenti, documentazione – in primis l'aggiornamento delle FAQ [6] - e nuove procedure online per il calcolo dell'esposizione e la valutazione semplificata del rischio CEM nell'impiego di macchinari di diffuso impiego presso le piccole imprese (come ad esempio le saldatrici) e per la protezione di soggetti portatori di DMIA (Dispositivi Medici Impiantati Attivi).

5 – SEZIONE RADIAZIONI OTTICHE

Anche la sezione radiazioni ottiche del PAF è ricca di contenuti, di informazioni e di strumenti operativi per la valutazione e il controllo del rischio. La sezione è divisa in due: quella riguardante le radiazioni ottiche artificiali (ROA) e quella riguardante le radiazioni ottiche naturali (RON). La prima fornisce una banca dati riguardanti più di 60 sorgenti ROA e tre procedure guidate online: due riguardanti la procedura di calcolo per la valutazione del rischio associato a sorgenti per illuminazione generale basate rispettivamente sulla tecnologia a LED (vedi esempio in Fig. 4) e ad alogenuri metallici; la terza riguardante il calcolo dell'attenuazione dei Dispositivi di Protezione per saldature in funzione della distanza, per il personale che opera nelle vicinanze (vedi esempio in Fig. 5). Lo stesso calcolatore è utilizzabile per calcolare il rischio da esposizione a UV e luce blu al variare della distanza dalla sorgente di saldatura.

Entro il 2018 la sezione ROA si arricchirà di nuovi dati di sorgenti, saranno aggiornate e ampliate le attuali procedure online e sarà implementata una nuova procedura per la valutazione guidata del rischio da apparati laser ed il calcolo online dei requisiti degli occhiali di protezione da radiazione laser, per guidare gli utilizzatori alla scelta dei DPI appropriati, in funzione delle caratteristiche dei Laser impiegati..

6 – SVILUPPI FUTURI

Entro il 2018 il PAF conterrà nuove sezioni, riguardanti tutti gli altri agenti fisici di rischio definiti dall'art. 180 del D.Lgs. 81/08: gli ultrasuoni, gli infrasuoni, il microclima, le atmosfere iperbariche e le radiazioni ionizzanti (naturali e artificiali): in questo ultimo caso si terrà conto delle novità introdotte dal recepimento nel nostro ordinamento della nuova Direttiva 2013/59/EURATOM. Queste nuove sezioni, saranno sviluppate seguendo la stessa impostazione di quelle già esistenti, e saranno ricche di contenuti, banche dati, informazioni e strumenti operativi mirati a promuovere e facilitare la valutazione e il controllo dei rischi da agenti fisici.

7 – RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutti i colleghi che operano sul PAF per il suo continuo aggiornamento e ampliamento:

- Andrea Bogi, Domenico Gioia e Nicola Stacchini (Azienda USL Toscana Sud Est, Laboratorio di Sanità Pubblica, Siena)
- Diego Annesi, Giancarlo Burriesci, Francesco Campanella, Maria Antonietta D'Avanzo, Simona Del Ferraro, Raoul Di Giovanni, Rosaria Falsaperla, Federica Leonardi, Alessandro Lunghi, Enrico Marchetti, Vincenzo Molinaro, Antonio Moschetto, Floriana Sacco, Angelo Tirabasso, Rosabianca Trevisi (INAIL, Dipartimento Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale)

- Raffaele Mariconte (INAIL, Dipartimento Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza degli Impianti, Prodotti e Insediamenti Antropici)
- Maurizio Diano, Ignazio Di Gesu, Pasquale Samele, Marco Valentini (INAIL, Centro Ricerche Lamezia Terme)



Home

Rumore

- Descrizione del rischio
- Normativa
- Valutazione
- Calcolo esposizione
- Calcolatore efficienza DPI UDTITIVI
- Calcolatore Riverbero
- Banche dati esposizione ed emissione
- Banche dati Bonifiche Acustiche
- Prevenzione e protezione
- Documentazione

POSIZIONE: PAF > RUMORE

Calcolatore efficienza DPI

Scelta del metodo di calcolo: SNR OBM

MOSTRA UN ESEMPIO

Livello di esposizione a 10 cm dall'orecchio Leq dB(C)

Tipo DPI (Beta) ?

SNR

SELEZIONA DPI DA BANCADATI PAF

EFFETTUA IL CALCOLO

RISULTATO

Livello di esposizione stimato con dpi indossato

L'eqA 76.6 dB(A)

Efficienza: Accettabile

Versione del calcolatore n. 150930

Figura 1: Esempio di calcolo dell'efficienza di un DPI uditivo con il metodo SNR

PAF > RUMORE > M_RUMORE_BONIFICHE_DB



Scheda Bonifica Acustica

Macchina stampatrice per la lavorazione del filo. Il materiale di lavorazione è costituito da bobina di filo di leghe metalliche. Produce, a seconda dell'attrezzaggio, inserti, rivetti etc.

Riferimento origine dati
S.G.F. S.N.C. DI LERDA FRANCO E C. VIA DELLA FORNACE 16 Z.I. CAPPELLA PILOTTI 10040 VOLVERA (TO)

Comparto	Apparecchi meccanici ed altre macchine
Altro riferimento	Stefano Lerna
Anno di realizzazione	2015
Tipologia intervento di bonifica	Cappottature acustiche (Coperture parziali)
Specifiche dell'intervento	Cabina insonorizzante
Titolo tipo di intervento	Cabina insonorizzata per macchina stampatrice
Descrizione sorgente sonora	Macchina stampatrice per la lavorazione del filo. Il materiale di lavorazione è costituito da bobina di filo di leghe metalliche. Produce, a seconda dell'attrezzaggio, inserti, rivetti etc.

Descrizione sorgente sonora
Macchina stampatrice per la lavorazione del filo. Il materiale di lavorazione è costituito da bobina di filo di leghe metalliche. Produce, a seconda dell'attrezzaggio, inserti, rivetti etc.

Descrizione problematica acustica
Rumore di tipo impulsivo generato dalla macchina durante il funzionamento. Vengono posizionate in ambiente di lavoro e in grande quantità. Non emettono valori di potenza sonora elevati ma vengono in genere posizionate in notevole numero in ambienti industriali

Descrizione della bonifica acustica
Cabina insonorizzata costituita da telaio portante in profili scatolati e pannelli fonoisolanti/fonoassorbenti costituiti da involucro esterno in lamiera e coibentati internamente con lana di roccia, film plastico anti-olio di protezione, rete microstratata zincata di contenimento. I passaggi di materiale sono trattati con silenziatori e luci di passaggio ridotte al minimo tramite applicazione di gomma telata da sagomare in opera. La cabina è predisposta per l'alloggiamento dei pulpiti di comando della macchina, nonché per il supporto dell'impianto elettrico a bordo macchina. Le porte della cabina integrano i microinterruttori di sicurezza per impedire l'accesso a zone pericolose. Cabina insonorizzata conforme a direttiva 2006/42/CE

Foto 1



RISULTATI ACUSTICI

Prima dell'intervento: L_{Aeq} 90 dBA
Dopo dell'intervento: L_{Aeq} 74 dBA

L_{Aeq} misurato ad 1 m di distanza e 1,55 m da terra Cadenza: 200 colpi/minuto Materiale in lavorazione: filo diam 3 mm 37Mnb4

Fattori di criticità: Passaggi di materiale: filo in lavorazione ed evacuazione pezzi finiti Trattati con silenziatori fonoassorbenti e gomma telata sp.5 mm da sagomare in opera

Costi approssimativi (in Euro): 8000

Intervento di tipo: standard

Figura 2: Esempio di scheda di bonifica acustica

POSIZIONE: PAF > RUMORE 

Calcolo del Riverbero con metodo di Eyring-Norris

[Mostra un esempio](#)

Dimensioni dell'ambiente

Larghezza m
 Lunghezza m
 Altezza m



Descrizione del materiale

Superfici	Materiale	Percentuale Materiale principale
Lato 1	Principale: calcestruzzo con intonaco	60 %
	Secondario: vetrata con lastra di medio spessore (acustica)	
Lato 2	Principale: calcestruzzo con intonaco	100 %
	Secondario: calcestruzzo con intonaco	
Lato 3	Principale: calcestruzzo con intonaco	60 %
	Secondario: vetrata con lastra di medio spessore (acustica)	
Lato 4	Principale: calcestruzzo con intonaco	100 %
	Secondario: calcestruzzo con intonaco	
Soffitto	Principale: calcestruzzo con intonaco	100 %
	Secondario: calcestruzzo con intonaco	
Pavimento	Principale: Marmo	100 %
	Secondario: Marmo	

[Calcola tempo di riverbero](#)

Tempi di riverbero alle varie frequenze (in secondi)

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
4.71	8.29	6.19	6.61	4.94	4.09

Tempo di riverbero medio (in secondi) **Non conforme ai requisiti prescritti dalla normativa**

Versione del calcolatore

Figura 3: Esempio di calcolo del tempo di riverbero

PAF > RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI > ESPOSIZIONE 

Calcolo per tipologia di illuminazione a LED installata

MOSTRA UN ESEMPIO

Dati Geometrici

Tipologia Faretto [?]
 Bulbo [?]
 Tubo [?]
 Pannello [?]

Superficie sorgente Opaca
 Trasparente
 Satinata
 Non definita

larghezza (diametro) cm
 lunghezza (tubo, pannello) cm

Dati di Installazione

Collocazione tipica soffitto ufficio
 soffitto capannone
 pareti
 pavimento
 piedistallo
 luce da tavolo
 non definita
 altro

Dati Illuminotecnici

Temperatura di colore K [?]
 Flusso luminoso lumens [?]
 Apertura fascio gradi [?]

FASCIA DI RISCHIO

CALCOLA

Distanza stmata: 1.5 m

RISCHIO Basso: Non presenta rischio fotobiologico. Sorgente "Giustificabile" ai sensi del D.lgvo 81/08

Versione del calcolatore: 160706

Figura 4: Esempio di calcolo del rischio fotobiologico per una sorgente a LED

POSIZIONE: PAF > RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI 

Calcolo Dispositivi di Protezione per saldature in funzione della distanza

UV (S) * W/m² GUIDA ALL'USO

UVA * W/m² MOSTRA UN ESEMPIO:
GMAW_MIG (200 A)

Blu * W/m² EFFETTUA IL CALCOLO

Distanza di misura m ?

Distanza scelta per calcolo m ?

* Valori Misurati irradianza efficace

**Scegli la graduazione DPI per saldatura
UNI EN 169**

?

Trasmissione risultante			
?	?	?	?
T-313	T-365	T _V	T _A
0.0003	50	90	69

**Scegli la graduazione DPI per ultravioletti
UNI EN 170**

?

Trasmissione risultante		
?	?	?
T-313	T-365	T _V
0.0003	0.3	88

	non attenuati	UNI EN 169	UNI EN 170
UV (S) [W/m ²]	0.47	0	0
Percentuale VLE [%]	45532.79	0.137	0.137
Tempo max esposizione [sec]	63.25	> 8 ore	> 8 ore
UVA [W/m ²]	0.41	0.29	0.18
Percentuale VLE [%]	117.68	82.37	51.95
Tempo max esposizione [sec]	24473.81	> 8 ore	> 8 ore
Blu [W/m ²]	0.25	0.23	0.22
Percentuale VLE [%]	0.25	0.23	0.22
Tempo max esposizione [sec]	392.62	436.24	446.16

 Per tempi di esposizione superiori a 63 secondi bisogna proteggere anche la pelle

Figura 5: Esempio di calcolo dei DPI ottici per saldatura

BIBLIOGRAFIA

- [1] Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”, G.U.R.I. N. 101 del 30.4.2008, S.O. N. 108/L, e s.m.i. Testo coordinato aggiornato a dicembre 2014 disponibile sul sito del Ministero del Lavoro all’indirizzo: <http://www.lavoro.gov.it/DC6C703A-4953-4796-8D57-5D1698A0D64C/FinalDownload/DownloadId-12736DBF1C587D680503FE1FD9529B53/DC6C703A-4953-4796-8D57-5D1698A0D64C/SicurezzaLavoro/MS/Normativa/Documents/TU%2081-08%20-%20Ed.%20Dicembre%202014.pdf>
- [2] P. Nataletti, A. Bogi, M. Borra et al. “Occupational exposure to physical agents: the new Italian database for risk assessment and control”, *Int. J. Occup Safety Ergon (JOSE)* Vol. 20, No. 3, 3-16, 2014.
- [3] Norma UNI 9432:2011 “*Acustica – Determinazione del livello personale di esposizione al rumore nell’ambiente di lavoro*”, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano marzo 2011.
- [4] Manuale operativo “*Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro*” pubblicato su stampa e distribuito in 1.000 copie. Questo Manuale costituisce l’edizione riveduta e aggiornata al D.Lgs. 81/2008 della versione del 2005 ed è stato approvato dalla Commissione consultiva permanente presso il Ministero del Lavoro e pubblicato il 30.11.2012 sul sito internet del Ministero all’indirizzo: http://www.lavoro.gov.it/SicurezzaLavoro/PrimoPiano/Pages/20121130_Manuale_riduzione_rumore_lavoro.aspx. Disponibile anche sul sito dell’INAIL, all’indirizzo: http://www.inail.it/internet_web/wcm/idc/groups/internet/documents/document/ucm_085834.pdf
- [5] Standard ISO 2631-5:2004 “Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 5: Method for evaluation of vibration containing multiple shocks”, International Organization for Standardization, Geneva February 2004.
- [6] Decreto Legislativo 81/2008 Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all’esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro. Indicazioni operative. Aggiornamenti del 12/11/2009, del 11/3/2010 e del 13/02/2013, redatte dal Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome in collaborazione con l’Ispesl, l’INAIL e l’ISS. Pubblicate sul sito della Az. USL di Modena all’indirizzo: http://www.ausl.mo.it/dsp/ct_interregionale.







dBA incontri **2016**

Chiunque è autorizzato a riprendere parti di questo testo a patto di citare l'articolo con i relativi Autori ed il Volume con i suoi Curatori.

<http://www.ausl.mo.it/dsp/dba>

dBAinfo@ausl.mo.it

Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro.
Legislazione, Valutazione, Tutela.

DOCUMENTI

Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE

pag. 145

Decreto Legislativo 01 agosto 2016, n. 159, recante "Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE"

pag. 167



I

(Atti legislativi)

DIRETTIVE

DIRETTIVA 2013/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 26 giugno 2013

sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE

IL PARLAMENTO EUROPEO E IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

visto il trattato sul funzionamento dell'Unione europea, in particolare l'articolo 153, paragrafo 2,

vista la proposta della Commissione europea,

previa trasmissione del progetto di atto legislativo ai parlamenti nazionali,

visto il parere del Comitato economico e sociale europeo ⁽¹⁾,

previa consultazione del Comitato delle regioni,

deliberando secondo la procedura legislativa ordinaria ⁽²⁾,

considerando quanto segue:

- (1) a norma del trattato, il Parlamento europeo e il Consiglio possono adottare, mediante direttive, disposizioni minime per promuovere miglioramenti, in particolare, dell'ambiente di lavoro, al fine di garantire un più elevato livello di protezione della salute e della sicurezza 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) L'articolo 31, paragrafo 1, della Carta dei diritti fondamentali dell'Unione europea sancisce che ogni lavoratore ha diritto a condizioni di lavoro sane, sicure e dignitose.
- (3) A seguito dell'entrata in vigore della direttiva 2004/40/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 aprile 2004, sulle disposizioni minime di salute e di sicurezza 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) ⁽³⁾, i soggetti interessati, in particolare quelli del settore medico, hanno manifestato serie preoccupazioni sul potenziale impatto dell'attuazione di tale direttiva sull'utilizzazione di procedure mediche basate sulla diagnostica per immagini. Sono state inoltre espresse preoccupazioni in merito all'impatto della direttiva su talune attività industriali.

- (4) La Commissione ha esaminato attentamente gli argomenti dei soggetti interessati e, dopo alcune consultazioni, ha deciso di riconsiderare in modo approfondito alcune disposizioni della direttiva 2004/40/CE, sulla base di nuove informazioni scientifiche fornite da esperti di fama internazionale.
- (5) La direttiva 2004/40/CE è stata modificata dalla direttiva 2008/46/CE del Parlamento europeo e del Consiglio ⁽⁴⁾, con l'effetto di posporre di quattro anni i termini per il recepimento della direttiva 2004/40/CE, e successivamente dalla direttiva 2012/11/UE del Parlamento europeo e del Consiglio ⁽⁵⁾, con l'effetto di posporre tali termini per il recepimento al 31 ottobre 2013. Ciò è avvenuto al fine di consentire alla Commissione di presentare una nuova proposta e ai co-legislatori di adottare una nuova direttiva basata su dati più recenti e precisi.
- (6) La direttiva 2004/40/CE dovrebbe essere abrogata e dovrebbero essere adottate misure più adeguate e proporzionate per la protezione dei lavoratori dai rischi collegati ai campi elettromagnetici. Tale direttiva non affrontava il problema degli effetti a lungo termine, compresi i possibili effetti cancerogeni dell'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici che variano nel tempo, per i quali non si dispone attualmente di prove scientifiche concludenti in grado di stabilire una relazione causale. La presente direttiva mira a trattare tutti gli effetti biofisici

⁽¹⁾ GU C 43 del 15.2.2012, pag. 47.

⁽²⁾ Posizione del Parlamento europeo dell'11 giugno 2013 (non ancora pubblicata nella Gazzetta ufficiale) e decisione del Consiglio del 20 giugno 2013.

⁽³⁾ GU L 159 del 30.4.2004, pag. 1.

⁽⁴⁾ GU L 114 del 26.4.2008, pag. 88.

⁽⁵⁾ GU L 110 del 24.4.2012, pag. 1.

- diretti e gli effetti indiretti noti provocati dai campi elettromagnetici, non solo al fine di assicurare la salute e la sicurezza di ciascun lavoratore considerato individualmente, ma anche a creare per tutti i lavoratori nell'Unione una piattaforma minima di protezione, evitando nel contempo possibili distorsioni della concorrenza.
- (7) La presente direttiva non affronta le ipotesi di effetti a lungo termine derivanti dall'esposizione a campi elettromagnetici, dal momento che non si dispone attualmente di prove scientifiche accertate dell'esistenza di una relazione causale. È tuttavia opportuno che, qualora tali prove scientifiche accertate emergano, la Commissione valuti gli strumenti più adeguati per affrontare tali effetti e, per mezzo della sua relazione sull'attuazione pratica della presente direttiva, riferisca in merito al Parlamento europeo e al Consiglio. Nel fare ciò, la Commissione dovrebbe tener conto, in aggiunta al contributo appropriato ricevuto dagli Stati membri, dei più recenti studi disponibili e delle nuove conoscenze scientifiche derivanti dai dati in tale ambito.
- (8) Dovrebbero essere stabilite prescrizioni minime, lasciando quindi agli Stati membri la facoltà di mantenere o di adottare disposizioni più favorevoli in materia di protezione dei lavoratori, in particolare fissando valori inferiori per i livelli di azione (LA) o i valori limite di esposizione (VLE) per i campi elettromagnetici. L'attuazione della presente direttiva non dovrebbe tuttavia giustificare un regresso rispetto alla situazione esistente in ciascuno Stato membro.
- (9) È opportuno che un sistema di protezione contro i campi elettromagnetici si limiti a definire, senza entrare troppo nel dettaglio, gli obiettivi da raggiungere, i principi da rispettare e i valori fondamentali da utilizzare onde permettere agli Stati membri di applicare le prescrizioni minime in modo equivalente.
- (10) Al fine di proteggere i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici è necessario effettuare un'efficace ed efficiente valutazione dei rischi. Tale obbligo dovrebbe tuttavia essere proporzionale alla situazione esistente sul luogo di lavoro. È quindi opportuno definire un sistema di protezione in grado di raggruppare rischi diversi in un modo semplice, che contenga una graduazione, così da risultare facilmente comprensibile. Di conseguenza, il riferimento a un certo numero di indicatori e di situazioni standard, da fornire tramite orientamenti pratici, può utilmente aiutare i datori di lavoro a rispettare i propri obblighi.
- (11) Gli effetti indesiderati sul corpo umano dipendono dalla frequenza del campo elettromagnetico o della radiazione cui esso è esposto. È quindi opportuno che i sistemi di limitazione dell'esposizione dipendano da modelli di frequenza e di esposizione, per proteggere adeguatamente i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici.
- (12) La riduzione dell'esposizione ai campi elettromagnetici può essere realizzata in maniera più efficace attraverso l'applicazione di misure preventive fin dalla progettazione delle postazioni di lavoro, nonché dando la priorità al momento della scelta delle attrezzature, dei procedimenti e dei metodi di lavoro, alla riduzione dei rischi alla fonte. Disposizioni relative alle attrezzature e ai metodi di lavoro contribuiscono quindi alla protezione dei lavoratori che ne fanno uso. È tuttavia necessario evitare la duplicazione delle valutazioni, nel caso in cui le attrezzature di lavoro rispettino i requisiti del pertinente diritto dell'Unione sui prodotti, che stabilisce livelli più rigorosi di sicurezza rispetto a quelli previsti dalla presente direttiva. Ciò consente in molti casi una semplificazione delle valutazioni.
- (13) È opportuno che i datori di lavoro si adeguino ai progressi tecnici e alle conoscenze scientifiche per quanto riguarda i rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici, in vista del miglioramento della sicurezza e della protezione della salute dei lavoratori.
- (14) 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⁽¹⁾, quest'ultima si applica al settore dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici fatte salve disposizioni più rigorose e/o specifiche contenute nella presente direttiva.
- (15) Le grandezze fisiche, i VLE e i LA di cui alla presente direttiva sono basati sulle raccomandazioni della Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) e dovrebbero essere considerati in conformità dei concetti sviluppati dall'ICNIRP, salvo che la presente direttiva non disponga diversamente.
- (16) Al fine di assicurare che la presente direttiva resti aggiornata, dovrebbe essere delegato alla Commissione il potere di adottare atti conformemente all'articolo 290 del trattato sul funzionamento dell'Unione europea per apportare modifiche puramente tecniche agli allegati della presente direttiva che riflettano l'adozione di regolamenti e direttive nel settore dell'armonizzazione tecnica e della standardizzazione e del progresso tecnico, delle modifiche delle più pertinenti norme o specifiche e delle nuove scoperte scientifiche concernenti i rischi derivanti dai campi elettromagnetici, e inoltre adeguare i LA. È di particolare importanza che durante i lavori preparatori la Commissione svolga adeguate consultazioni, anche a livello di esperti. Nella preparazione e nell'elaborazione degli atti delegati la Commissione dovrebbe provvedere alla contestuale, tempestiva e appropriata trasmissione dei documenti pertinenti al Parlamento europeo e al Consiglio.

⁽¹⁾ GU L 183 del 29.6.1989, pag. 1.

- (17) Qualora divenisse necessario apportare modifiche di natura puramente tecnica agli allegati, la Commissione dovrebbe operare in stretta collaborazione con il Comitato consultivo per la salute e la sicurezza sul luogo di lavoro istituito dalla decisione del Consiglio del 22 luglio 2003 ⁽¹⁾.
- (18) In casi eccezionali, qualora lo richiedano imperativi motivi d'urgenza, come possibili rischi imminenti per la salute e la sicurezza dei lavoratori derivanti dalla loro esposizione ai campi elettromagnetici, dovrebbe essere data la possibilità di ricorrere alla procedura d'urgenza per gli atti delegati adottati dalla Commissione.
- (19) Conformemente alla dichiarazione politica congiunta degli Stati membri e della Commissione sui documenti esplicativi del 28 settembre 2011 ⁽²⁾, gli Stati membri si sono impegnati ad accompagnare, in casi debitamente motivati, la notifica delle loro misure di recepimento con uno o più documenti che chiariscano il rapporto tra gli elementi di una direttiva e le parti corrispondenti degli strumenti nazionali di recepimento. Per quanto riguarda la presente direttiva, il legislatore ritiene che la trasmissione di tali documenti sia giustificata.
- (20) Un sistema comprendente VLE e LA, ove applicabile, dovrebbe essere considerato come uno strumento volto a facilitare il raggiungimento di un alto livello di protezione contro gli effetti nocivi per la salute e i rischi per la sicurezza che possono derivare dall'esposizione ai campi elettromagnetici. Tuttavia, un siffatto sistema può entrare in conflitto con specifiche condizioni in talune attività, quali l'uso della tecnica della risonanza magnetica nel settore medico. È pertanto necessario tenere conto di tali condizioni particolari.
- (21) Tenuto conto delle specificità delle forze armate e per consentirne un funzionamento e un'interoperabilità effettivi, anche in esercitazioni militari internazionali congiunte, è opportuno che gli Stati membri siano in grado di attuare sistemi di protezione equivalenti o più specifici, ad esempio norme concordate a livello internazionale, come gli standard NATO, purché si evitino effetti nocivi per la salute e rischi per la sicurezza.
- (22) È opportuno che i datori di lavoro siano tenuti ad assicurare che i rischi derivanti dai campi elettromagnetici sul luogo di lavoro siano eliminati o ridotti al minimo. È tuttavia possibile che, in casi specifici e in circostanze debitamente giustificate, i VLE stabiliti nella presente direttiva siano superati solo in via temporanea. In tal caso i datori di lavoro dovrebbero prendere le misure necessarie per ripristinare quanto prima il rispetto dei VLE.
- (23) Un sistema in grado di garantire un elevato livello di protezione dagli effetti nocivi per la salute e dai rischi per la sicurezza che possono derivare dall'esposizione ai campi elettromagnetici dovrebbe tenere debito conto degli specifici gruppi di lavoratori esposti a rischi particolari ed evitare i problemi d'interferenza ovvero effetti sul

funzionamento di dispositivi medici quali protesi metalliche, stimolatori cardiaci e defibrillatori, impianti cocleari e di altro tipo o dispositivi medici portati sul corpo. I problemi di interferenza, in particolare per quanto riguarda gli stimolatori cardiaci, possono verificarsi a livelli inferiori rispetto ai LA e dovrebbero pertanto essere oggetto di adeguate precauzioni e misure protettive,

HANNO ADOTTATO LA PRESENTE DIRETTIVA:

CAPO I

DISPOSIZIONI GENERALI

Articolo 1

Oggetto e ambito di applicazione

1. La presente direttiva, che è la ventesima 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 durante il lavoro.
2. L'ambito di applicazione della presente direttiva include tutti gli effetti biofisici diretti e gli effetti indiretti noti, provocati dai campi elettromagnetici.
3. I valori limite di esposizione (VLE) stabiliti nella presente direttiva riguardano soltanto le relazioni scientificamente accertate tra effetti biofisici diretti a breve termine ed esposizione ai campi elettromagnetici.
4. L'ambito di applicazione della presente direttiva non include le ipotesi di effetti a lungo termine.

La Commissione tiene sotto osservazione i più recenti sviluppi scientifici. Qualora emergano dati scientifici accertati in merito agli effetti a lungo termine ipotizzati, la Commissione valuta un'adeguata risposta politica, compresa, se del caso, la presentazione di una proposta legislativa che riguardi tali effetti. Mediante la relazione sull'attuazione pratica della presente direttiva di cui all'articolo 15, la Commissione tiene informati il Parlamento europeo e il Consiglio in materia.

5. La presente direttiva non riguarda i rischi derivanti dal contatto con conduttori sotto tensione.
6. Fatte salve le disposizioni più rigorose o più specifiche contenute nella presente direttiva, la direttiva 89/391/CEE continua ad applicarsi integralmente all'intero settore di cui al paragrafo 1.

Articolo 2

Definizioni

Ai fini della presente direttiva s'intende per:

- a) «campi elettromagnetici», campi elettrici statici, campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo con frequenze sino a 300 GHz;

⁽¹⁾ GU C 218 del 13.9.2003, pag. 1.

⁽²⁾ GU C 369 del 17.12.2011, pag. 14.

b) «effetti biofisici diretti», effetti provocati direttamente nel corpo umano dalla presenza di un campo elettromagnetico, tra cui:

i) effetti termici, quali il riscaldamento dei tessuti attraverso l'assorbimento di energia dai campi elettromagnetici nel tessuto;

ii) effetti non termici, quali la stimolazione di muscoli, nervi od organi sensoriali. Questi effetti possono essere dannosi per la salute mentale e fisica dei lavoratori esposti. Inoltre la stimolazione degli organi sensoriali può comportare sintomi temporanei quali vertigini o fosfene che possono generare disturbi temporanei o influenzare le capacità cognitive o altre funzioni cerebrali o muscolari e che pertanto possono influire negativamente sulla capacità di un lavoratore di lavorare in modo sicuro (rischi per la sicurezza); nonché

iii) correnti attraverso gli arti;

c) «effetti indiretti», effetti provocati dalla presenza di un oggetto in un campo elettromagnetico che possono divenire la causa di un rischio per la sicurezza o la salute, quali:

i) interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici (compresi stimolatori cardiaci e altri impianti o dispositivi medici portati sul corpo);

ii) rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici;

iii) 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; nonché

v) correnti di contatto;

d) «valori limite di esposizione (VLE)», valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare gli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e l'elettrostimolazione dei tessuti;

e) «VLE relativi agli effetti sanitari», VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a effetti nocivi per la salute, quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare;

f) «VLE relativi agli effetti sensoriali», VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a disturbi temporanei delle percezioni sensoriali e a modifiche minori delle funzioni cerebrali;

g) «livelli di azione (LA)», livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE o, eventualmente, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione specificate nella presente direttiva.

Nell'allegato II si usa la seguente terminologia in materia di livelli di azione:

i) per i campi elettrici, per «LA inferiori» e «LA superiori» s'intendono i livelli connessi a misure specifiche di protezione o prevenzione stabilite nella presente direttiva, nonché

ii) per i campi magnetici, per «LA inferiori» s'intendono i livelli connessi ai VLE relativi agli effetti sensoriali e per «LA superiori» i livelli connessi ai VLE relativi agli effetti sanitari.

Articolo 3

Valori limite di esposizione e livelli di azione

1. Le grandezze fisiche concernenti l'esposizione ai campi elettromagnetici sono indicate nell'allegato I. I VLE relativi agli effetti sanitari, i VLE relativi agli effetti sensoriali e i LA sono riportati negli allegati II e III.

2. Gli Stati membri dispongono che il datore di lavoro assicuri che l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici sia limitata ai VLE relativi agli effetti sanitari e ai VLE relativi agli effetti sensoriali di cui all'allegato II, per gli effetti non termici, e di cui all'allegato III, per gli effetti termici. Il rispetto dei VLE relativi agli effetti sanitari e dei VLE relativi agli effetti sensoriali deve essere dimostrato ricorrendo alle pertinenti procedure di valutazione dell'esposizione di cui all'articolo 4. Qualora l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici superi il VLE, il datore di lavoro adotta misure immediate in conformità dell'articolo 5, paragrafo 8.

3. Ai fini della presente direttiva, ove sia dimostrato che i pertinenti LA di cui agli allegati II e III non sono superati, si considera che il datore di lavoro rispetta i VLE relativi agli effetti sanitari e i VLE relativi agli effetti sensoriali. Qualora l'esposizione superi i LA, il datore di lavoro adotta misure in conformità dell'articolo 5, paragrafo 2, a meno che la valutazione effettuata in conformità dell'articolo 4, paragrafi 1, 2 e 3, dimostri che non sono superati i pertinenti VLE e che possono essere esclusi rischi per la sicurezza.

In deroga al primo comma, l'esposizione può superare:

a) i LA inferiori per i campi elettrici (allegato II, tabella B1), ove giustificato dalla prassi o dal processo, purché non siano superati i VLE relativi agli effetti sensoriali (allegato II, tabella A3), oppure

i) non siano superati i VLE relativi agli effetti sanitari (allegato II, tabella A2);

- ii) siano evitate eccessive scariche di scintille e correnti di contatto (allegato II, tabella B3) attraverso le misure specifiche di protezione di cui all'articolo 5, paragrafo 6, nonché
- iii) siano state fornite ai lavoratori informazioni sulle situazioni di cui all'articolo 6, lettera f);
- b) i LA inferiori per i campi magnetici (allegato II, tabella B2), ove giustificato dalla prassi o dal processo, compreso nella testa e nel tronco, durante il turno di lavoro, purché non siano superati i VLE relativi agli effetti sensoriali (allegato II, tabella A3), oppure
- i) il superamento dei VLE relativi agli effetti sensoriali sia solamente temporaneo;
- ii) non siano superati i VLE relativi agli effetti sanitari (allegato II, tabella A2);
- iii) siano adottate misure in conformità dell'articolo 5, paragrafo 9, in caso di sintomi temporanei, ai sensi della lettera a) di tale paragrafo, nonché
- iv) siano state fornite ai lavoratori informazioni sulle situazioni di cui all'articolo 6, lettera f).
4. In deroga ai paragrafi 2 e 3, l'esposizione può superare:
- a) i VLE relativi agli effetti sensoriali (allegato II, tabella A1) durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla prassi o dal processo, purché:
- i) il loro superamento sia solamente temporaneo;
- ii) non siano superati i VLE relativi agli effetti sanitari (allegato II, tabella A1);
- iii) siano state prese misure specifiche di protezione in conformità dell'articolo 5, paragrafo 7;
- iv) siano adottate misure in conformità dell'articolo 5, paragrafo 9, in caso di sintomi temporanei, ai sensi della lettera b) di tale paragrafo, nonché
- v) siano state fornite ai lavoratori informazioni sulle situazioni di cui all'articolo 6, lettera f);
- b) i VLE relativi agli effetti sensoriali (allegato II, tabella A3 e allegato III, tabella A2) durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla prassi o dal processo, purché:
- i) il loro superamento sia solamente temporaneo;
- ii) non siano superati i VLE relativi agli effetti sanitari (allegato II, tabella A2 e allegato III, tabelle A1 e A3);
- iii) siano adottate misure in conformità dell'articolo 5, paragrafo 9, in caso di sintomi temporanei, ai sensi della lettera a) di tale paragrafo, nonché
- iv) siano state fornite ai lavoratori informazioni sulle situazioni di cui all'articolo 6, lettera f).

CAPO II

OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO

Articolo 4

Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione

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 tutti i rischi per i lavoratori derivanti da campi elettromagnetici sul luogo di lavoro e, se del caso, misura o calcola i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori.

Fatti salvi l'articolo 10 della direttiva 89/391/CEE e l'articolo 6 della presente direttiva, tale valutazione può essere resa pubblica su richiesta, in conformità della pertinente legislazione dell'Unione o nazionale. In particolare, qualora nel corso di tale valutazione siano trattati i dati personali dei lavoratori, la pubblicazione rispetta la direttiva 95/46/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 24 ottobre 1995, relativa alla tutela delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali, nonché alla libera circolazione di tali dati ⁽¹⁾ e le leggi nazionali degli Stati membri che recepiscono tale direttiva. A meno che non sussista un interesse pubblico prevalente alla divulgazione, le autorità pubbliche in possesso di una copia della valutazione possono respingere una richiesta di accesso alla valutazione o di pubblicazione della stessa, qualora tale divulgazione pregiudichi la tutela degli interessi commerciali del datore di lavoro, compresi quelli relativi alla proprietà intellettuale. I datori di lavoro possono rifiutare di divulgare o pubblicare la valutazione alle medesime condizioni, in conformità della pertinente legislazione dell'Unione o nazionale.

2. Ai fini della valutazione di cui al paragrafo 1 del presente articolo, il datore di lavoro individua e valuta i campi elettromagnetici sul luogo di lavoro, tenendo conto delle pertinenti guide pratiche di cui all'articolo 14 e di altre norme od orientamenti pertinenti stabiliti dallo Stato membro interessato, incluse anche dati sull'esposizione. In deroga agli obblighi incombenti sul datore di lavoro a norma del presente articolo, il datore di lavoro ha inoltre diritto di tener conto, se del caso, dei livelli di emissione e di altri dati appropriati relativi alla sicurezza forniti per le attrezzature dal fabbricante o dal distributore, in conformità del pertinente diritto dell'Unione, inclusa la valutazione dei rischi, ove applicabile alle condizioni di esposizione sul luogo di lavoro o sul luogo di installazione.

3. Se non è possibile stabilire con certezza il rispetto dei VLE sulla base di informazioni facilmente accessibili, la valutazione dell'esposizione è effettuata sulla base di misurazioni o calcoli. In tal caso la valutazione tiene conto delle incertezze riguardanti la misurazione o il calcolo, quali errori numerici, modellizzazione delle sorgenti, geometria del modello anatomico e proprietà elettriche dei tessuti e dei materiali, determinate secondo le buone prassi pertinenti.

⁽¹⁾ GU L 281 del 23.11.1995, pag. 31.

4. La valutazione, la misurazione e il calcolo di cui ai paragrafi 1, 2 e 3 del presente articolo sono programmati ed effettuati da servizi o persone competenti a intervalli idonei, tenendo conto degli orientamenti forniti a norma della presente direttiva e alla luce in particolare delle disposizioni relative alle competenze richieste (persone o servizi) e alla consultazione e alla partecipazione dei lavoratori di cui agli articoli 7 e 11 della direttiva 89/391/CEE. I dati ottenuti dalla valutazione, misurazione o calcolo dei livelli di esposizione sono conservati in una forma rintracciabile idonea a consentirne la successiva consultazione, secondo la legislazione e la prassi nazionali.

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

- a) i VLE relativi agli effetti sanitari, i VLE relativi agli effetti sensoriali e i LA di cui all'articolo 3 e agli allegati II e III della presente direttiva;
- b) la frequenza, il livello, la durata e il tipo di esposizione, inclusa la distribuzione nel corpo del lavoratore e nello spazio del luogo di lavoro;
- c) eventuali effetti biofisici diretti;
- d) eventuali effetti sulla salute e la sicurezza dei lavoratori esposti a rischi particolari, segnatamente coloro che recano dispositivi medici impiantati attivi o passivi (quali stimolatori cardiaci) o dispositivi medici portati sul corpo (quali le pompe insuliniche) e le lavoratrici incinte;
- e) eventuali effetti indiretti;
- f) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;
- g) informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria di cui all'articolo 8;
- h) informazioni fornite dal fabbricante delle attrezzature;
- i) altre informazioni disponibili pertinenti relative a salute e sicurezza;
- j) sorgenti multiple di esposizione;
- k) esposizione simultanea a campi di frequenza diversa.

6. Non è necessario che la valutazione dell'esposizione sia effettuata nei luoghi di lavoro aperti al pubblico se è già stata effettuata una valutazione in conformità delle disposizioni relative alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici, se sono rispettate le restrizioni ivi specificate per i lavoratori e se sono esclusi i rischi per la salute e la sicurezza. Si ritiene che tali condizioni siano soddisfatte solo qualora le attrezzature destinate al pubblico siano utilizzate conformemente alla loro destinazione e alla normativa dell'Unione sui prodotti, che stabilisce livelli di sicurezza più rigorosi rispetto a quelli previsti dalla presente direttiva, e non sia utilizzata nessun'altra attrezzatura.

7. 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 dell'articolo 5 della presente direttiva. La valutazione dei rischi può includere i motivi per cui il datore di lavoro ritiene che 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 obsoleta, oppure se i risultati della sorveglianza sanitaria di cui all'articolo 8 mostrano che essa è necessaria.

Articolo 5

Disposizioni miranti a eliminare o a ridurre i rischi

1. Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare la produzione di campi elettromagnetici alla fonte, il datore di lavoro adotta le misure necessarie per garantire che i rischi derivanti dai campi elettromagnetici sul luogo di lavoro siano eliminati o ridotti al minimo.

La riduzione dei rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici si basa sui principi generali di prevenzione di cui all'articolo 6, paragrafo 2, della direttiva 89/391/CEE.

2. Sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4, qualora i pertinenti LA di cui all'articolo 3 e agli allegati II e III siano superati, a meno che la valutazione effettuata a norma dell'articolo 4, paragrafi 1, 2 e 3 dimostri che i pertinenti VLE non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza, il datore di lavoro definisce e attua un programma d'azione che deve includere misure tecniche e/o organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai VLE relativi agli effetti sanitari e ai VLE relativi agli effetti sensoriali, 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 campi elettromagnetici meno intensi, 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) di misure appropriate di delimitazione e di accesso, quali segnali, etichette, segnaletica al suolo, barriere, al fine di limitare o controllare l'accesso;
- e) in caso di esposizione a campi elettrici, delle misure e procedure volte a gestire le scariche di scintille e le correnti di contatto mediante strumenti tecnici e mediante la formazione dei lavoratori;

- f) degli opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei sistemi, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- g) della progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- h) della limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione; nonché
- i) della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale.

3. Sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4, il datore di lavoro definisce e attua un programma d'azione che comprenda misure tecniche e/o organizzative intese a prevenire qualsiasi rischio per i lavoratori esposti a rischi particolari e qualsiasi rischio dovuto a effetti indiretti di cui all'articolo 4.

4. Oltre a fornire le informazioni di cui all'articolo 6 della presente direttiva, il datore di lavoro, a norma dell'articolo 15 della direttiva 89/391/CEE, adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori esposti a rischi particolari e, se del caso, alle valutazioni dei rischi individuali, in particolare per quanto riguarda i lavoratori che hanno dichiarato di essere muniti di dispositivi medici impiantati attivi o passivi, quali gli stimolatori cardiaci, o dispositivi medici portati sul corpo (quali le pompe insuliniche) o le lavoratrici incinte che hanno informato il datore di lavoro della loro condizione.

5. Sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4, i luoghi di lavoro in cui è probabile che i lavoratori siano esposti a campi elettromagnetici che superino i LA sono indicati con un'apposita segnaletica a norma degli allegati II e III e della direttiva 92/58/CEE del Consiglio, del 24 giugno 1992, recante le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro (nona direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) ⁽¹⁾. Le aree in questione sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse è limitato in maniera opportuna. Nel caso in cui l'accesso a tali aree sia adeguatamente ristretto per altri motivi e i lavoratori siano informati sui rischi derivanti dai campi elettromagnetici, non è necessario installare segnaletica e restrizioni di accesso specifici per i campi elettromagnetici.

6. Nel caso in cui trovi applicazione l'articolo 3, paragrafo 3, lettera a), sono adottate misure di protezione specifiche, quali la formazione dei lavoratori a norma dell'articolo 6 e l'uso di strumenti tecnici nonché la protezione individuale, per esempio la messa a terra degli oggetti di lavoro, il collegamento dei lavoratori con gli oggetti di lavoro (collegamento equipotenziale) nonché, se del caso e a norma dell'articolo 4, paragrafo 1, lettera a), della direttiva 89/656/CEE del Consiglio, del 30 novembre 1989, relativa alle prescrizioni minime in materia di sicurezza e salute per l'uso da parte dei lavoratori di attrezzature di protezione individuale durante il lavoro (terza direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE) ⁽²⁾, l'impiego di scarpe isolanti, guanti e indumenti protettivi.

⁽¹⁾ GU L 245 del 26.8.1992, pag. 23.

⁽²⁾ GU L 393 del 30.12.1989, pag. 18.

7. Nel caso in cui trovi applicazione l'articolo 3, paragrafo 3 bis, lettera a), sono adottate misure di protezione specifiche, quali il controllo dei movimenti.

8. I lavoratori non sono esposti a valori superiori ai VLE relativi agli effetti sanitari e ai VLE relativi agli effetti sensoriali a meno che non sussistano le condizioni di cui all'articolo 10, paragrafo 1, lettera a) o c) o all'articolo 3, paragrafi 3 e 4. Allorché, nonostante i provvedimenti presi dal datore di lavoro in applicazione della presente direttiva, i VLE relativi agli effetti sanitari e i VLE relativi agli effetti sensoriali sono superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei VLE. Il datore di lavoro individua e registra le cause del superamento dei VLE relativi agli effetti sanitari e dei VLE relativi agli effetti sensoriali e modifica di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento. Le misure di protezione e prevenzione modificate sono conservate in una forma rintracciabile idonea per consentire la successiva consultazione, secondo la legislazione e la prassi nazionali.

9. Nel caso in cui trovi applicazione l'articolo 3, paragrafi 3 e 4, nel caso in cui sia segnalata dal lavoratore la comparsa di sintomi temporanei, il datore di lavoro aggiorna, se necessario, la valutazione dei rischi e le misure di prevenzione. I sintomi temporanei possono comprendere:

- a) percezioni ed effetti sensoriali nel funzionamento del sistema nervoso centrale nella testa causati da campi magnetici che variano nel tempo; nonché
- b) effetti di campi magnetici statici, quali vertigini e nausea.

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 che potrebbero essere esposti ai rischi derivanti dai 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 della presente direttiva, con particolare riguardo:

- a) alle misure adottate in applicazione della presente direttiva;
- b) all'entità e al significato dei VLE e dei LA, nonché ai possibili rischi associati e alle misure preventive adottate;
- c) agli eventuali effetti indiretti dell'esposizione;
- d) ai risultati della valutazione, della misurazione o del calcolo dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici effettuati a norma dell'articolo 4 della presente direttiva;
- e) alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;
- f) alla possibilità di sintomi e sensazioni temporanei dovuti a effetti nel sistema nervoso centrale o periferico;

- g) alle circostanze alle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria;
- h) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione;
- i) ai lavoratori esposti a rischi particolari di cui all'articolo 4, paragrafo 5, lettera d bis), e all'articolo 5, paragrafi 3 e 4, della presente direttiva.

Articolo 7

Consultazione e partecipazione dei lavoratori

La consultazione e la partecipazione dei lavoratori e/o dei loro rappresentanti hanno luogo in conformità dell'articolo 11 della direttiva 89/391/CEE.

CAPO 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, un'adeguata sorveglianza sanitaria è effettuata a norma dell'articolo 14 della direttiva 89/391/CEE. La documentazione medica e la relativa disponibilità sono garantite in conformità del diritto e/o delle prassi nazionali.

2. Conformemente alle legislazioni e prassi nazionali, i risultati della sorveglianza sanitaria sono conservati in forma idonea per consentirne la consultazione in un momento successivo nel rispetto delle prescrizioni in materia di riservatezza. I singoli lavoratori hanno, su richiesta, accesso ai loro dati medici personali.

Nel caso in cui un lavoratore segnali effetti indesiderati o inattesi sulla salute oppure in cui sia rilevata un'esposizione superiore ai VLE, il datore di lavoro garantisce che un controllo medico o una sorveglianza sanitaria individuale adeguati siano fornite al lavoratore o ai lavoratori interessati, conformemente alla legislazione e alla prassi nazionali.

La possibilità di sottoporsi a tale controllo o sorveglianza è messa a disposizione durante le ore scelte dal lavoratore e i relativi costi non sono a carico di quest'ultimo.

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

Deroghe

1. In deroga all'articolo 3, ma fatto salvo l'articolo 5, paragrafo 1, si applicano le seguenti disposizioni:

a) l'esposizione può superare i VLE se è connessa all'installazione, al controllo, all'uso, allo sviluppo, alla manutenzione degli apparecchi per la risonanza magnetica (RMI) per i pazienti nel settore sanitario o alla ricerca correlata, purché siano soddisfatte tutte le condizioni seguenti:

- i) la valutazione del rischio effettuata conformemente all'articolo 4 ha dimostrato che i VLE sono superati;
- ii) tenuto conto dello stato dell'arte, sono state applicate tutte le misure tecniche e/o organizzative;
- iii) le circostanze giustificano debitamente il superamento del VLE;

iv) si è tenuto conto delle caratteristiche del luogo di lavoro, delle attrezzature di lavoro o delle pratiche di lavoro, e

v) il datore di lavoro dimostra che i lavoratori sono sempre protetti dagli effetti nocivi per la salute e dai rischi per la sicurezza, assicurando in particolare che siano seguite le istruzioni per l'uso in condizioni di sicurezza fornite dal fabbricante ai sensi della direttiva 93/42/CEE del Consiglio, del 14 giugno 1993, concernente i dispositivi medici⁽¹⁾;

b) gli Stati membri possono autorizzare l'attuazione di un sistema di protezione equivalente o più specifico per il personale che lavora presso impianti militari operativi o che partecipa ad attività militari, ivi compreso a esercitazioni militari internazionali congiunte, purché si evitino gli effetti nocivi per la salute e i rischi per la sicurezza;

c) gli Stati membri possono autorizzare, in circostanze debitamente giustificate e soltanto per il periodo in cui rimangono tali, il superamento temporaneo dei VLE in settori specifici o per attività specifiche che esulano dall'ambito di applicazione delle lettere a) e b). Ai fini della presente disposizione per «circostanze debitamente giustificate» si intendono circostanze che soddisfino le seguenti condizioni:

i) la valutazione del rischio effettuata conformemente all'articolo 4 ha dimostrato che i VLE sono superati;

ii) tenuto conto dello stato dell'arte, sono state applicate tutte le misure tecniche e/o organizzative;

iii) si è tenuto conto delle caratteristiche del luogo di lavoro, delle attrezzature di lavoro o delle pratiche di lavoro, e

iv) il datore di lavoro dimostra che i lavoratori sono sempre protetti contro gli effetti nocivi per la salute e i rischi per la sicurezza, avvalendosi in particolare di norme e orientamenti comparabili, più specifici e riconosciuti a livello internazionale.

⁽¹⁾ GU L 169 del 12.7.1993, pag. 1.

2. Gli Stati membri informano la Commissione in merito a ogni deroga ai sensi del paragrafo 1, lettere b) e c), e indicano la relativa giustificazione nella relazione di cui all'articolo 15.

Articolo 11

Modifiche tecniche degli allegati

1. Alla Commissione è conferito il potere di adottare atti delegati conformemente all'articolo 12 riguardo alle modifiche degli allegati o quelle di natura puramente tecnica, al fine di:

- a) tener conto dell'adozione di regolamenti e 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) tener conto del progresso tecnico, dell'evoluzione delle norme o specifiche più pertinenti e delle nuove conoscenze scientifiche relative ai campi elettromagnetici;
- c) adeguare i LA qualora esistano nuovi dati scientifici e purché i datori di lavoro continuino a essere vincolati dai VLE esistenti menzionati negli allegati II e III.

2. Alla Commissione è conferito il potere di adottare atti delegati conformemente all'articolo 12, al fine di inserire nell'allegato II gli orientamenti dell'ICNIRP per limitare l'esposizione ai campi elettrici indotti dal movimento del corpo umano in un campo magnetico statico e da campi magnetici che variano nel tempo al di sotto di 1 Hz, non appena essi siano disponibili.

3. Qualora, in caso di modifiche di cui ai paragrafi 1 e 2, imperativi motivi d'urgenza lo richiedano, la procedura di cui all'articolo 13 si applica agli atti delegati adottati ai sensi del presente articolo.

Articolo 12

Esercizio della delega

1. Il potere di adottare atti delegati è conferito alla Commissione alle condizioni stabilite nel presente articolo.

2. Il potere di adottare atti delegati di cui all'articolo 11 è conferito alla Commissione per un periodo di cinque anni a decorrere dal 29 giugno 2013. La Commissione elabora una relazione sulla delega di poteri al più tardi nove mesi prima della scadenza del periodo di cinque anni. La delega di potere è tacitamente prorogata per periodi di identica durata, a meno che il Parlamento europeo o il Consiglio non si oppongano a tale proroga al più tardi tre mesi prima della scadenza di ciascun periodo.

3. La delega di potere di cui all'articolo 11 può essere revocata in qualsiasi momento dal Parlamento europeo o dal Consiglio. La decisione di revoca pone fine alla delega di potere ivi specificata. Gli effetti della decisione decorrono dal giorno successivo alla pubblicazione della decisione nella *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* o da una data successiva ivi specificata. Essa non pregiudica la validità degli atti delegati già in vigore.

4. Non appena adotta un atto delegato, la Commissione ne dà contestualmente notifica al Parlamento europeo e al Consiglio.

5. L'atto delegato adottato ai sensi dell'articolo 11 entra in vigore solo se né il Parlamento europeo né il Consiglio hanno sollevato obiezioni entro il termine di due mesi dalla data in cui esso è stato loro notificato, o se, prima della scadenza di tale termine, sia il Parlamento europeo che il Consiglio hanno informato la Commissione che non intendono sollevare obiezioni. Tale termine è prorogato di due mesi su iniziativa del Parlamento europeo o del Consiglio.

Articolo 13

Procedura d'urgenza

1. Gli atti delegati adottati ai sensi del presente articolo entrano in vigore immediatamente e si applicano finché non siano sollevate obiezioni conformemente al paragrafo 2. La notifica dell'atto delegato al Parlamento europeo e al Consiglio illustra i motivi del ricorso alla procedura d'urgenza che devono riguardare la salute e la protezione dei lavoratori.

2. Il Parlamento europeo o il Consiglio possono sollevare obiezioni a un atto delegato secondo la procedura di cui all'articolo 12, paragrafo 5. In tal caso, la Commissione abroga l'atto immediatamente a seguito della notifica della decisione con la quale il Parlamento europeo o il Consiglio hanno sollevato obiezioni.

CAPO IV

DISPOSIZIONI FINALI

Articolo 14

Guida pratica

Al fine di agevolare l'attuazione della presente direttiva, la Commissione mette a disposizione guide pratiche non vincolanti almeno sei mesi prima del 1° luglio 2016. Tali guide devono riferirsi, in particolare, alle questioni seguenti:

a) la determinazione dell'esposizione tenendo conto delle norme europee o internazionali appropriate, ivi compresi:

- i metodi di calcolo per la valutazione dei VLE,
- la media spaziale dei campi elettrici e magnetici esterni,
- orientamenti per il trattamento delle incertezze di misurazione e di calcolo,

b) orientamenti per la dimostrazione della conformità in relazione a tipi particolari di esposizione non uniforme in situazioni specifiche, sulla base di una dosimetria consolidata;

c) la descrizione del «metodo del picco ponderato» per i campi di bassa frequenza e della sommatoria dei campi multi-frequenza per i campi di alta frequenza;

- d) l'effettuazione della valutazione del rischio e, per quanto possibile, la messa a disposizione di tecniche semplificate, tenendo conto in particolare delle esigenze delle PMI;
- e) le misure intese a evitare o ridurre i rischi, incluse misure specifiche di prevenzione, in funzione del livello di esposizione e delle caratteristiche del luogo di lavoro;
- f) la definizione di procedure di lavoro documentate nonché di misure specifiche di informazione e di formazione per i lavoratori esposti a campi elettromagnetici nel corso di attività correlate alla RMI e rientranti nell'ambito di applicazione dell'articolo 10, paragrafo 1, lettera a);
- g) la valutazione delle esposizioni nella gamma di frequenza compresa tra 100 kHz e 10 MHz qualora si debba tenere conto degli effetti termici e non termici;
- h) orientamenti sui controlli medici e sulla sorveglianza sanitaria da fornire da parte del datore di lavoro in conformità dell'articolo 8, paragrafo 2.

La Commissione opera in stretta collaborazione con il Comitato consultivo per la salute e la sicurezza sul luogo di lavoro. Il Parlamento europeo è tenuto informato.

Articolo 15

Riesame e relazioni

Tenendo conto dell'articolo 1, paragrafo 4, la relazione sull'attuazione pratica della presente direttiva è redatta in conformità con l'articolo 17 *bis* della direttiva 89/391/CEE.

Articolo 16

Recepimento

1. Gli Stati membri mettono in vigore le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative necessarie per conformarsi alla presente direttiva entro il 1° luglio 2016.

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 effettuazione di tale riferimento sono decise dagli Stati membri.

2. Gli Stati membri comunicano alla Commissione il testo delle disposizioni essenziali di diritto interno adottate nel settore disciplinato dalla presente direttiva.

Articolo 17

Abrogazione

1. La direttiva 2004/40/CE è abrogata a decorrere dal 29 giugno 2013.

2. I riferimenti alla direttiva abrogata si intendono fatti alla presente direttiva e si leggono secondo la tavola di concordanza che figura all'allegato IV.

Articolo 18

Entrata in vigore

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

Articolo 19

Destinatari

Gli Stati membri sono destinatari della presente direttiva.

Fatto a Bruxelles, il 26 giugno 2013

Per il Parlamento europeo

Il presidente

M. SCHULZ

Per il Consiglio

Il presidente

A. SHATTER

ALLEGATO I

GRANDEZZE FISICHE CONCERNENTI L'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Le seguenti grandezze fisiche sono utilizzate per descrivere le esposizioni ai campi elettromagnetici:

L'intensità di campo elettrico (E) è una quantità vettoriale che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in volt per metro (Vm^{-1}). È necessario operare una distinzione fra il campo elettrico ambientale e il campo elettrico presente nel corpo (in situ) a seguito dell'esposizione al campo elettrico ambientale.

La corrente attraverso gli arti (I_A) è la corrente che attraversa gli arti di una persona esposta a campi elettromagnetici nella gamma di frequenza compresa tra 10 MHz e 110 MHz a seguito del contatto con un oggetto in un campo elettromagnetico o del flusso di correnti capacitive indotte nel corpo esposto. È espressa in ampere (A).

La corrente di contatto (I_C) è una corrente che compare quando una persona entra in contatto con un oggetto in un campo elettromagnetico. È espressa in ampere (A). Una corrente di contatto in stato stabile si produce quando una persona è in contatto continuo con un oggetto in un campo elettromagnetico. Nel momento in cui si stabilisce tale contatto, può verificarsi una scarica di scintille con correnti transitorie associate.

La carica elettrica (Q) è la grandezza impiegata per la scarica di scintille ed è espressa in coulomb (C).

L'intensità di campo magnetico (H) è una grandezza vettoriale che, insieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in ampere per metro (Am^{-1}).

L'induzione magnetica (B) è una grandezza vettoriale 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 intercambiabili in base alla seguente equivalenza: intensità di campo magnetico (H) pari a $1 Am^{-1} =$ induzione magnetica (B) pari a $4\pi \cdot 10^{-7} T$ (approssimativamente 1,25 microtesla).

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; è espressa in watt per metro quadrato (Wm^{-2}).

Assorbimento specifico di energia (SA). Si definisce mediante l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in joule per kilogrammo (Jkg^{-1}). Nella presente direttiva, il termine si impiega per limitare gli effetti 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 del tessuto corporeo ed è espresso in watt per kilogrammo (Wkg^{-1}). Il SAR riferito a tutto il corpo è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi all'esposizione alle 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 esposto a RF dell'ordine di pochi MHz (ad esempio provenienti da riscaldatori dielettrici), e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Tra le grandezze sopra citate, possono essere misurate direttamente l'induzione magnetica (B), la corrente di contatto (I_C), la corrente attraverso gli arti (I_A), l'intensità di campo elettrico (E), l'intensità di campo magnetico (H) e la densità di potenza (S).

ALLEGATO II

EFFETTI NON TERMICI

VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE E LIVELLI DI AZIONE NELLA GAMMA DI FREQUENZA COMPRESA TRA 0 Hz E 10 MHz

A. VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE (VLE)

I VLE inferiori a 1 Hz (Tabella A1) sono limiti per i campi magnetici statici su cui non incide il tessuto corporeo.

I VLE per le frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz (tabella A2) sono limiti per i campi elettrici indotti nel corpo dall'esposizione a campi elettrici e magnetici che variano nel tempo.

VLE per un'induzione magnetica esterna da 0 a 1 Hz

Il VLE relativo agli effetti sensoriali è il VLE applicabile in condizioni di lavoro normali (tabella A1) ed è correlato alle vertigini e ad altri effetti fisiologici connessi a disturbi dell'organo dell'equilibrio umano e risultanti principalmente dal movimento in un campo magnetico statico.

Il VLE relativo agli effetti sanitari in condizioni di lavoro controllate (tabella A1) è applicabile su base temporanea durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla prassi o dal processo, purché siano state adottate misure di prevenzione quali il controllo dei movimenti e l'informazione dei lavoratori.

Tabella A1

VLE per un'induzione magnetica esterna (B_0) compresa tra 0 e 1 Hz

	VLE relativi agli effetti sensoriali
Condizioni di lavoro normali	2 T
Esposizione localizzata degli arti	8 T
	VLE relativi agli effetti sanitari
Condizioni di lavoro controllate	8 T

VLE relativi agli effetti sanitari per un'intensità di campo elettrico interno compresa tra 1 Hz e 10 MHz

I VLE relativi agli effetti sanitari (tabella A2) sono correlati alla stimolazione elettrica di tutti i tessuti del sistema nervoso centrale e periferico all'interno del corpo, compresa la testa.

Tabella A2

VLE relativi agli effetti sanitari per un'intensità di campo elettrico interno compresa tra 1 Hz e 10 MHz

Gamma di frequenza	VLE relativi agli effetti sanitari
1 Hz \leq f < 3 kHz	1,1 Vm ⁻¹ (picco)
3 kHz \leq f \leq 10 MHz	3,8 $\times 10^{-4}$ f Vm ⁻¹ (picco)

Nota A2-1: f è la frequenza espressa in Hertz (Hz).

Nota A2-2: i VLE relativi agli effetti sanitari per il campo elettrico interno sono valori di picco spaziali per l'intero corpo del soggetto esposto.

Nota A2-3: i VLE sono valori di picco in termini temporali che sono pari ai valori efficaci (RMS) moltiplicati per $\sqrt{2}$ per i campi sinusoidali. Nel caso dei campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione effettuata in conformità dell'articolo 4 si basa sul metodo del picco ponderato (filtraggio nel dominio del tempo), spiegato nella guida pratica di cui all'articolo 14, ma possono essere applicate altre procedure di valutazione scientificamente provate e validate, purché conducano a risultati approssimativamente equivalenti e comparabili.

VLE relativi agli effetti sensoriali per un'intensità di campo elettrico interno compresa tra 1 Hz e 400 Hz

I VLE relativi agli effetti sensoriali (tabella A3) sono correlati agli effetti del campo elettrico sul sistema nervoso centrale nella testa, cioè fosfeni retinici e modifiche minori e transitorie di talune funzioni cerebrali.

Tabella A3

VLE relativi agli effetti sensoriali per un'intensità di campo elettrico interno compresa tra 1 Hz e 400 Hz

Gamma di frequenza	VLE relativi agli effetti sensoriali
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	$0,7/f \text{ Vm}^{-1}$ (picco)
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$0,07/f \text{ Vm}^{-1}$ (picco)
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$0,0028 f \text{ Vm}^{-1}$ (picco)

Nota A3-1: f è la frequenza espressa in Hertz (Hz).

Nota A3-2: i VLE relativi agli effetti sensoriali per il campo elettrico interno sono valori di picco spaziali nella testa del soggetto esposto.

Nota A3-3: i VLE sono valori di picco in termini temporali che sono pari ai valori efficaci (RMS) moltiplicati per $\sqrt{2}$ per i campi sinusoidali. Nel caso dei campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione effettuata in conformità dell'articolo 4 si basa sul metodo del picco ponderato (filtraggio nel dominio del tempo), spiegato nella guida pratica di cui all'articolo 14, ma possono essere applicate altre procedure di valutazione scientificamente provate e validate, purché conducano a risultati approssimativamente equivalenti e comparabili.

B. LIVELLI DI AZIONE (LA)

Per indicare i livelli di azione (LA) si utilizzano le grandezze fisiche e i valori seguenti, il cui valore quantitativo è stabilito in modo da garantire, tramite una semplificazione della valutazione, il rispetto dei pertinenti VLE, o in corrispondenza dei quali devono essere adottate le pertinenti misure di protezione o di prevenzione di cui all'articolo 5:

- LA (E) inferiori e LA (E) superiori per l'intensità di campo elettrico (E) di campi elettrici che variano nel tempo, come indicato nella tabella B1,
- LA (B) inferiori e LA (B) superiori per l'induzione magnetica (B) di campi magnetici che variano nel tempo, come indicato nella tabella B2,
- LA(I_C) per la corrente di contatto, come indicato nella tabella B3,
- LA(B₀) per l'induzione magnetica di campi magnetici statici, come indicato nella tabella B4.

I LA corrispondono ai valori del campo elettrico e magnetico calcolati o misurati sul luogo di lavoro in assenza del lavoratore.

Livelli di azione (LA) per esposizione a campi elettrici

I LA inferiori (tabella B1) per un campo elettrico esterno si basano sulla limitazione del campo elettrico interno al di sotto dei VLE (tabelle A2 e A3) e sulla limitazione delle scariche di scintille nell'ambiente di lavoro.

Al di sotto dei LA superiori, il campo elettrico interno non supera i VLE (tabelle A2 e A3) e si evitano fastidiose scariche di scintille, purché siano prese le misure di protezione di cui all'articolo 5, paragrafo 6.

Tabella B1

LA per esposizione a campi elettrici compresi tra 1 Hz e 10 MHz

Gamma di frequenza	Intensità di campo elettrico LA(E) inferiori [Vm ⁻¹] (RMS)	Intensità di campo elettrico LA(E) superiori [Vm ⁻¹] (RMS)
$1 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50 \text{ Hz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$1,0 \times 10^6/f$

Gamma di frequenza	Intensità di campo elettrico LA(E) inferiori [V _m ⁻¹] (RMS)	Intensità di campo elettrico LA(E) superiori [V _m ⁻¹] (RMS)
$1,64 \leq f < 3$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$6,1 \times 10^2$
3 kHz $\leq f \leq 10$ MHz	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Nota B1-1: f è la frequenza espressa in Hertz (Hz).

Nota B1-2: i LA (E) inferiori e i LA (E) superiori sono i valori efficaci (RMS) dell'intensità di campo elettrico che sono uguali ai valori di picco divisi per $\sqrt{2}$ per i campi sinusoidali. Nel caso di campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione effettuata in conformità dell'articolo 4 si basa sul metodo del picco ponderato (filtraggio nel dominio del tempo), spiegato nella guida pratica di cui all'articolo 14, ma possono essere applicate altre procedure di valutazione scientificamente provate e validate purché conducano a risultati approssimativamente equivalenti e comparabili.

Nota B1-3: i LA rappresentano i valori massimi calcolati o misurati nello spazio occupato dal corpo del lavoratore. Ciò comporta una valutazione dell'esposizione prudente e una conformità automatica ai VLE in tutte le condizioni di esposizione non uniformi. Al fine di semplificare la valutazione della conformità ai VLE, effettuata ai sensi dell'articolo 4, in specifiche condizioni non uniformi, nella guida pratica di cui all'articolo 14 saranno stabiliti criteri relativi alla media spaziale dei campi misurati, sulla base di una dosimetria consolidata. Qualora si tratti di una sorgente molto localizzata, distante pochi centimetri dal corpo, il campo elettrico indotto è determinato caso per caso mediante dosimetria.

Livelli di azione (LA) per esposizione a campi magnetici

I LA inferiori (tabella B2) per le frequenze al di sotto di 400 Hz sono derivati dai VLE relativi agli effetti sensoriali (tabella A3) e per le frequenze al di sopra di 400 Hz sono derivati dai VLE relativi agli effetti sanitari per il campo elettrico interno (tabella A2).

I LA superiori (tabella B2) derivano dai VLE relativi agli effetti sanitari per un campo elettrico interno correlato alla stimolazione elettrica dei tessuti nervosi periferici e autonomi nella testa e nel tronco (tabella A2). L'osservanza dei LA superiori assicura che non siano superati i VLE relativi agli effetti sanitari ma, se l'esposizione della testa supera i LA inferiori per esposizioni fino a 400 Hz, sono possibili effetti correlati a fosfeni retinici e a modifiche minori e transitorie dell'attività cerebrale. In tal caso, si applica l'articolo 5, paragrafo 6.

I LA per l'esposizione degli arti derivano dai VLE sul campo elettrico interno per gli effetti sanitari relativi alla stimolazione elettrica dei tessuti negli arti, tenendo conto del fatto che il campo magnetico presenta un accoppiamento più debole negli arti che nel corpo intero.

Tabella B2

LA per esposizione a campi magnetici compresi tra 1 Hz e 10 MHz

Gamma di frequenza	Induzione magnetica LA (B) inferiori [μ T] (RMS)	Induzione magnetica LA (B) superiori [μ T] (RMS)	Induzione magnetica LA per esposizione arti a campo magnetico localizzato [μ T] (RMS)
$1 \leq f < 8$ Hz	$2,0 \times 10^5/f^2$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2,5 \times 10^4/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$25 \leq f < 300$ Hz	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
300 Hz $\leq f < 3$ kHz	$3,0 \times 10^5/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
3 kHz $\leq f \leq 10$ MHz	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Nota B2-1: f è la frequenza espressa in Hertz (Hz).

Nota B2-2: i LA inferiori e superiori sono i valori efficaci (RMS) uguali ai valori di picco divisi per $\sqrt{2}$ per i campi sinusoidali. Nel caso di campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione effettuata in conformità dell'articolo 4 si basa sul metodo del picco ponderato (filtraggio nel dominio del tempo), spiegato nelle guide pratiche di cui all'articolo 14, ma possono essere applicate altre procedure di valutazione scientificamente provate e validate purché conducano a risultati approssimativamente equivalenti e comparabili.

Nota B2-3: i LA per esposizione a campi magnetici rappresentano i valori massimi nello spazio occupato dal corpo del lavoratore. Ciò comporta una valutazione dell'esposizione prudente e una conformità automatica ai VLE in tutte le condizioni di esposizione non uniformi. Al fine di semplificare la valutazione della conformità ai VLE, effettuata ai sensi dell'articolo 4, in specifiche condizioni non uniformi, nella guida pratica di cui all'articolo 14 saranno stabiliti criteri relativi alla media spaziale dei campi misurati, sulla base di una dosimetria consolidata. Qualora si tratti di una sorgente molto localizzata, distante pochi centimetri dal corpo, il campo elettrico indotto è determinato caso per caso mediante dosimetria.

Tabella B3

I LA per corrente di contatto I_C

Frequenza	LA (I_C) corrente di contatto stazionaria [mA] (RMS)
fino a 2,5 kHz	1,0
$2,5 \leq f < 100$ kHz	0,4 f
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10\,000$ kHz	40

Nota B3-1: f è la frequenza espressa in kilohertz (kHz).

Livelli di azione (LA) per induzione magnetica di campi magnetici statici

Tabella B4

LA per induzione magnetica di campi magnetici statici

Rischi	LA(B_0)
Interferenza con dispositivi impiantati attivi, ad esempio stimolatori cardiaci	0,5 mT
Rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti ad alta intensità (> 100 mT)	3 mT

ALLEGATO III

EFFETTI TERMICI

VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE E LIVELLI DI AZIONE NELLA GAMMA DI FREQUENZA COMPRESA TRA 100 kHz e 300 GHz

A. VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE (VLE)

I VLE relativi agli effetti sanitari per le frequenze comprese tra 100 kHz e 6 GHz (tabella A1) sono limiti relativi a energia e potenza assorbita per unità di massa di tessuto corporeo derivanti da un'esposizione a campi elettrici e magnetici.

I VLE relativi agli effetti sensoriali per le frequenze comprese tra 0,3 e 6 GHz (tabella A2) sono limiti relativi all'energia assorbita in una piccola massa di tessuto all'interno della testa derivante da esposizione a campi elettromagnetici.

I VLE relativi agli effetti sulla salute per frequenze superiori a 6 GHz (tabella A3) sono limiti relativi alla densità di potenza di un'onda elettromagnetica incidente sulla superficie corporea.

Tabella A1

VLE relativi agli effetti sanitari per esposizione a campi elettromagnetici di frequenza compresa tra 100 kHz e 6 GHz

VLE relativi agli effetti sanitari	Valori SAR mediati ogni periodo di sei minuti
VLE relativo allo stress termico su tutto il corpo espresso come SAR mediato nel corpo	0,4 Wkg ⁻¹
VLE relativo allo stress termico localizzato nella testa e nel tronco espresso come SAR localizzato nel corpo	10 Wkg ⁻¹
VLE relativo allo stress termico localizzato negli arti espresso come SAR localizzato negli arti	20 Wkg ⁻¹

Nota A1-1: la massa adottata per mediare il SAR localizzato è pari a 10 g di tessuto contiguo; il SAR massimo ottenuto in tal modo costituisce il valore impiegato per la stima dell'esposizione. Si intende che tali 10 g di tessuto rappresentino una massa di tessuto contiguo con proprietà elettriche approssimativamente omogenee. Nello specificare una massa contigua di tessuto, si riconosce che tale concetto può essere utilizzato nella dosimetria computazionale ma può presentare difficoltà per le misurazioni fisiche dirette. Può essere utilizzata una geometria semplice, quale una massa cubica o sferica di tessuto.

VLE relativi agli effetti sensoriali per frequenze comprese tra 0,3 GHz e 6 GHz

Questo VLE relativo agli effetti sensoriali (tabella A2) è connesso alla prevenzione degli effetti uditivi provocati da esposizioni della testa a microonde pulsate.

Tabella A2

VLE relativi agli effetti sensoriali per esposizione a campi elettromagnetici di frequenze comprese tra 0,3 e 6 GHz

Gamma di frequenza	Assorbimento specifico localizzato di energia (SA)
0,3 ≤ f ≤ 6 GHz	10 mJkg ⁻¹

Nota A2-1: la massa adottata per mediare l'SA localizzato è pari a 10 g di tessuto.

Tabella A3

VLE relativi agli effetti sanitari per esposizione a campi elettromagnetici di frequenze comprese tra 6 GHz e 300 GHz

Gamma di frequenza	VLE relativo agli effetti sanitari correlati alla densità di potenza
6 GHz ≤ f ≤ 300 GHz	50 Wm ⁻²

Nota A3-1: la densità di potenza è mediata su una superficie esposta di 20 cm². Le massime densità di potenza nello spazio, mediate su una superficie di 1 cm², non devono superare di 20 volte il valore di 50 Wm⁻². Le densità di potenza da frequenze comprese tra 6 e 10 GHz devono essere mediate su un periodo di sei minuti. Oltre 10 GHz la densità di potenza è mediata su un periodo di 68/f^{1,05} minuti (dove f è la frequenza in GHz) per compensare la graduale diminuzione della profondità di penetrazione con l'aumento della frequenza.

B. LIVELLI DI AZIONE (LA)

Per indicare i livelli di azione (LA) si utilizzano le grandezze fisiche e i valori seguenti, il cui valore quantitativo è stabilito in modo da garantire, tramite una valutazione semplificata, la conformità ai pertinenti VLE, o in corrispondenza dei quali devono essere adottate le pertinenti misure di protezione o di prevenzione di cui all'articolo 5:

- LA(E) per intensità di campo elettrico (E) di campi elettrici che variano nel tempo, come indicato nella tabella B1,
- LA(B) per induzione magnetica (B) di campi magnetici che variano nel tempo come indicato nella tabella B1,
- LA(S) per densità di potenza delle onde elettromagnetiche come indicato nella tabella B1,
- LA(I_C) per la corrente di contatto, come indicato nella tabella B2,
- LA(I_T) per la corrente attraverso gli arti, come indicato nella tabella B2.

I LA corrispondono ai valori del campo calcolati o misurati sul posto di lavoro in assenza del lavoratore, intesi come valore massimo nello spazio occupato dal corpo o di parti specifiche di questo.

Livelli di azione (LA) per esposizione a campi elettrici e magnetici

LA(E) e LA(B) derivano dai valori SAR o dai VLE di densità di potenza (tabelle A1 e A3) basati sulle soglie relative agli effetti termici interni causati dall'esposizione a campi elettrici e magnetici (esterni).

Tabella B1

LA per esposizione a campi elettrici e magnetici compresi tra 100 kHz e 300 GHz

Gamma di frequenza	Intensità di campo elettrico LA(E) [Vm ⁻¹] (RMS)	Induzione magnetica LA (B) [μT] (RMS)	Densità di potenza LA(S) [Wm ⁻²]
100 kHz ≤ f < 1 MHz	6,1 × 10 ²	2,0 × 10 ⁶ /f	—
1 ≤ f < 10 MHz	6,1 × 10 ⁸ /f	2,0 × 10 ⁶ /f	—
10 ≤ f < 400 MHz	61	0,2	—
400 MHz ≤ f < 2 GHz	3 × 10 ⁻³ f ^{1/2}	1,0 × 10 ⁻⁵ f ^{1/2}	—
2 ≤ f < 6 GHz	1,4 × 10 ²	4,5 × 10 ⁻¹	—
6 ≤ f ≤ 300 GHz	1,4 × 10 ²	4,5 × 10 ⁻¹	50

Nota B1-1: f è la frequenza espressa in Hertz (Hz).

Nota B1-2: [LA(E)]² e [LA(B)]² devono essere mediati su un periodo di sei minuti. Per gli impulsi RF la densità di potenza di picco, mediata sulla durata dell'impulso, non supera di 1 000 volte il valore rispettivo di LA(S). Per campi multifrequenza l'analisi è basata sulla sommazione, come indicato nella guida pratica di cui all'articolo 14.

Nota B1-3: LA(E) e LA(B) rappresentano i valori massimi calcolati o misurati nello spazio occupato dal corpo del lavoratore. Ciò comporta una valutazione dell'esposizione prudente e una conformità automatica ai VLE in tutte le condizioni di esposizione non uniformi. Al fine di semplificare la valutazione della conformità ai VLE, effettuata ai sensi dell'articolo 4, in specifiche condizioni non uniformi, nella guida pratica di cui all'articolo 14 saranno stabiliti criteri relativi alla media spaziale dei campi misurati, sulla base di una dosimetria consolidata. Qualora si tratti di una sorgente molto localizzata, distante pochi centimetri dal corpo, la conformità ai VLE è determinata caso per caso mediante dosimetria.

Nota B1-4: la densità di potenza è mediata su una superficie esposta di 20 cm². Le massime densità di potenza nello spazio, mediate su una superficie di 1 cm², non devono superare di 20 volte il valore di 50 Wm⁻². Le densità di potenza da frequenze comprese tra 6 e 10 GHz devono essere mediate su un periodo di sei minuti. Oltre 10 GHz la densità di potenza è mediata su un periodo di $68/f^{1,05}$ minuti (dove f è la frequenza in GHz) per compensare la graduale diminuzione della profondità di penetrazione, con l'aumento della frequenza.

Tabella B2

LA per le correnti di contatto stazionarie e le correnti indotte attraverso gli arti

Gamma di frequenza	Corrente di contatto stazionaria LA(l _c) [mA] (RMS)	Corrente indotta attraverso qualsiasi arto LA(l _t) [mA] (RMS)
100 kHz ≤ f < 10 MHz	40	—
10 MHz ≤ f ≤ 110 MHz	40	100

Nota B2-1: [AL(l_t)]² deve essere mediata su un periodo di sei minuti.

ALLEGATO IV

Tavola di concordanza

Direttiva 2004/40/CE	La presente direttiva
Articolo 1, paragrafo 1	Articolo 1, paragrafo 1
Articolo 1, paragrafo 2	Articolo 1, paragrafi 2 e 3
Articolo 1, paragrafo 3	Articolo 1, paragrafo 4
Articolo 1, paragrafo 4	Articolo 1, paragrafo 5,
Articolo 1, paragrafo 5	Articolo 1, paragrafo 6,
Articolo 2, lettera a)	Articolo 2, lettera a)
—	Articolo 2, lettera b)
—	Articolo 2, lettera c)
Articolo 2, lettera b)	Articolo 2, lettere d), e) e f)
Articolo 2, lettera c)	Articolo 2, lettera g)
Articolo 3, paragrafo 1	Articolo 3, paragrafo 1
Articolo 3, paragrafo 2	Articolo 3, paragrafo 1
—	Articolo 3, paragrafo 2
Articolo 3, paragrafo 3	Articolo 3, paragrafi 2 e 3
—	Articolo 3, paragrafo 4
Articolo 4, paragrafo 1	Articolo 4, paragrafo 1
Articolo 4, paragrafo 2	Articolo 4, paragrafi 2 e 3
Articolo 4, paragrafo 3	Articolo 4, paragrafo 3
Articolo 4, paragrafo 4	Articolo 4, paragrafo 4
Articolo 4, paragrafo 5, lettera a)	Articolo 4, paragrafo 5, lettera b)
Articolo 4, paragrafo 5, lettera b)	Articolo 4, paragrafo 5, lettera a)
—	Articolo 4, paragrafo 5, lettera c)
Articolo 4, paragrafo 5, lettera c)	Articolo 4, paragrafo 5, lettera d)
Articolo 4, paragrafo 5, lettera d)	Articolo 4, paragrafo 5, lettera e)
Articolo 4, paragrafo 5, lettera d), punto i)	—
Articolo 4, paragrafo 5, lettera d), punto ii)	—
Articolo 4, paragrafo 5, lettera d), punto iii)	—

Direttiva 2004/40/CE	La presente direttiva
Articolo 4, paragrafo 5, lettera d), punto iv)	—
Articolo 4, paragrafo 5, lettera e)	Articolo 4, paragrafo 5, lettera f)
Articolo 4, paragrafo 5, lettera f)	Articolo 4, paragrafo 5, lettera g)
—	Articolo 4, paragrafo 5, lettera h)
—	Articolo 4, paragrafo 5, lettera i)
Articolo 4, paragrafo 5, lettera g)	Articolo 4, paragrafo 5, lettera j)
Articolo 4, paragrafo 5, lettera h)	Articolo 4, paragrafo 5, lettera k)
—	Articolo 4, paragrafo 6
Articolo 4, paragrafo 6	Articolo 4, paragrafo 7
Articolo 5, paragrafo 1	Articolo 5, paragrafo 1
Articolo 5, paragrafo 2, parte introduttiva	Articolo 5, paragrafo 2, parte introduttiva
Articolo 5, paragrafo 2, lettere da a) a c)	Articolo 5, paragrafo 2, lettere da a) a c)
—	Articolo 5, paragrafo 2, lettera d)
—	Articolo 5, paragrafo 2, lettera e)
Articolo 5, paragrafo 2, lettere da d) a g)	Articolo 5, paragrafo 2, lettere da f) a i)
—	Articolo 5, paragrafo 4
Articolo 5, paragrafo 3	Articolo 5, paragrafo 5
—	Articolo 5, paragrafo 6
—	Articolo 5, paragrafo 7
Articolo 5, paragrafo 4	Articolo 5, paragrafo 8
—	Articolo 5, paragrafo 9
Articolo 5, paragrafo 5	Articolo 5, paragrafo 3
Articolo 6, parte introduttiva	Articolo 6, parte introduttiva
Articolo 6, lettera a)	Articolo 6, lettera a)
Articolo 6, lettera b)	Articolo 6, lettera b)
—	Articolo 6, lettera c)
Articolo 6, lettera c)	Articolo 6, lettera d)
Articolo 6, lettera d)	Articolo 6, lettera e)
—	Articolo 6, lettera f)

Direttiva 2004/40/CE	La presente direttiva
Articolo 6, lettera e)	Articolo 6, lettera g)
Articolo 6, lettera f)	Articolo 6, lettera h)
—	Articolo 6, lettera i)
Articolo 7	Articolo 7
Articolo 8, paragrafo 1	Articolo 8, paragrafo 1
Articolo 8, paragrafo 2	—
Articolo 8, paragrafo 3	Articolo 8, paragrafo 2
Articolo 9	Articolo 9
—	Articolo 10
Articolo 10, paragrafo 1	Articolo 11, paragrafo 1, lettera c)
Articolo 10, paragrafo 2, lettera a)	Articolo 11, paragrafo 1, lettera a)
Articolo 10, paragrafo 2, lettera b)	Articolo 11, paragrafo 1, lettera b)
Articolo 11	—
—	Articolo 12
—	Articolo 13
—	Articolo 14
—	Articolo 15
Articolo 13, paragrafo 1	Articolo 16, paragrafo 1
Articolo 13, paragrafo 2	Articolo 16, paragrafo 2
—	Articolo 17
Articolo 14	Articolo 18
Articolo 15	Articolo 19
Allegato	Allegato I; allegato II e allegato III
—	Allegato IV



DECRETO LEGISLATIVO 1 agosto 2016, n. 159

Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE. (16G00172)

(GU n.192 del 18-8-2016)

Vigente al: 2-9-2016

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Visti gli articoli 76 e 87 della Costituzione;
Vista la direttiva 2013/35/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) - (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) che abroga la direttiva 2004/40/CE;

Vista la legge 9 luglio 2015, n. 114, recante delega al Governo per il recepimento delle direttive europee e l'attuazione di altri atti dell'Unione europea - Legge di delegazione europea 2014 e, in particolare, gli articoli 1 e 16 e l'allegato B;

Visto il decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, recante attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

Vista la legge 22 febbraio 2001, n. 36, concernente legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;

Visto il decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 187, attuazione della direttiva 97/43/EURATOM in materia di protezione sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse ad esposizioni mediche;

Vista la preliminare deliberazione del Consiglio dei ministri, adottata nella riunione del 29 aprile 2016;

Acquisito il parere della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, adottato nella riunione del 26 maggio 2016;

Acquisiti i pareri delle competenti commissioni della Camera dei deputati e del Senato della Repubblica;

Vista la deliberazione del Consiglio dei ministri, adottata nella riunione del 28 luglio 2016;

Sulla proposta del Presidente del Consiglio dei ministri e del Ministro del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con i Ministri degli affari esteri e della cooperazione internazionale, della giustizia, dell'economia e delle finanze, della salute e dello sviluppo economico;

E m a n a
il seguente decreto legislativo:

Art. 1

Modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81

1. Al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, sono apportate le seguenti modificazioni:

a) l'articolo 206 e' sostituito dal seguente:

«Art. 206 (Campo di applicazione). - 1. Il presente capo determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz), come definiti dall'articolo 207, durante il lavoro. Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti biofisici diretti e agli effetti indiretti noti provocati dai campi elettromagnetici.

2. I Valori limite di esposizione (VLE) stabiliti nel presente capo riguardano soltanto le relazioni scientificamente accertate tra effetti biofisici diretti a breve termine ed esposizione ai campi elettromagnetici.

3. Il presente capo non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine e i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

4. Per il personale che lavora presso impianti militari operativi o che partecipa ad attivita' militari, ivi comprese esercitazioni militari internazionali congiunte, in applicazione degli articoli 3, comma 2, e 13, comma 1-bis, ferme restando le disposizioni di cui agli articoli 182 e 210 del presente decreto, il sistema di protezione equivalente di cui all'articolo 10, paragrafo 1, lettera b), della direttiva 2013/35/UE e' costituito dalle particolari norme

di tutela tecnico-militare per la sicurezza e la salute del personale, di cui agli articoli 245 e 253 del decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 90, nel rispetto dei criteri ivi previsti.»;

b) l'articolo 207 e' sostituito dal seguente:

«Art. 207 (Definizioni). - 1. Ai fini del presente capo si intendono per:

a) "campi elettromagnetici", campi elettrici statici, campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo con frequenze sino a 300 GHz;

b) "effetti biofisici diretti", effetti provocati direttamente nel corpo umano a causa della sua presenza all'interno di un campo elettromagnetico, che comprendono:

1) effetti termici, quali il riscaldamento dei tessuti a causa dell'assorbimento di energia dai campi elettromagnetici nei tessuti medesimi;

2) effetti non termici, quali la stimolazione di muscoli, nervi e organi sensoriali. Tali effetti possono essere di detrimento per la salute mentale e fisica dei lavoratori esposti. Inoltre, la stimolazione degli organi sensoriali puo' comportare sintomi transitori quali vertigini e fosfeni. Inoltre, tali effetti possono generare disturbi temporanei e influenzare le capacita' cognitive o altre funzioni cerebrali o muscolari e possono, pertanto, influire negativamente sulla capacita' di un lavoratore di operare in modo sicuro;

3) correnti negli arti;

c) "effetti indiretti", effetti provocati dalla presenza di un oggetto in un campo elettromagnetico, che potrebbe essere causa di un pericolo per la salute e sicurezza, quali:

1) interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici, compresi stimolatori cardiaci e altri impianti o dispositivi medici portati sul corpo;

2) rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici all'interno di campi magnetici statici;

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

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

5) correnti di contatto;

d) "Valori limite di esposizione (VLE)", valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare sulla base degli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e la stimolazione elettrica dei tessuti;

e) "VLE relativi agli effetti sanitari", VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a effetti nocivi per la salute, quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare;

f) "VLE relativi agli effetti sensoriali", VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a disturbi transitori delle percezioni sensoriali e a modifiche minori nelle funzioni cerebrali;

g) "valori di azione (VA)", livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformita' ai pertinenti VLE e, ove appropriato, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione specificate nel presente capo. Nell'allegato XXXVI, parte II:

1) per i campi elettrici, per "VA inferiori" e "VA superiori" s'intendono i livelli connessi alle specifiche misure di protezione o prevenzione stabilite nel presente capo;

2) per i campi magnetici, per "VA inferiori" s'intendono i valori connessi ai VLE relativi agli effetti sensoriali e per "VA superiori" i valori connessi ai VLE relativi agli effetti sanitari.»;

c) l'articolo 208 e' sostituito dal seguente:

«Art. 208 (Valori limite di esposizione e valori di azione). - 1. Le grandezze fisiche relative all'esposizione ai campi elettromagnetici sono indicate nell'allegato XXXVI, parte I. I VLE relativi agli effetti sanitari, i VLE relativi agli effetti sensoriali e i VA sono riportati nell'allegato XXXVI, parti II e III.

2. Il datore di lavoro assicura che l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici non superi i VLE relativi agli effetti sanitari e i VLE relativi agli effetti sensoriali, di cui all'allegato XXXVI, parte II per gli effetti non termici e di cui all'allegato XXXVI, parte III per gli effetti termici. Il rispetto dei VLE relativi agli effetti sanitari e dei VLE relativi agli effetti sensoriali deve essere dimostrato ricorrendo alle procedure di valutazione dell'esposizione di cui all'articolo 209. Qualora l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici superi uno qualsiasi dei VLE, il datore di lavoro adotta misure immediate in conformita' dell'articolo 210, comma 7.

3. Ai fini del presente capo, si considera che i VLE siano rispettati qualora il datore di lavoro dimostri che i pertinenti VA di cui all'allegato XXXVI, parti II e III, non siano stati superati. Nel caso in cui l'esposizione superi i VA, il datore di lavoro adotta misure in conformita' dell'articolo 210, comma 1, salvo che la valutazione effettuata in conformita' dell'articolo 209, comma 1, dimostri che non sono superati i pertinenti VLE e che possono essere esclusi rischi per la sicurezza.

4. Fermo restando quanto previsto al comma 3, l'esposizione puo' superare:

a) i VA inferiori per i campi elettrici di cui all'allegato XXXVI parte II, tabella B1, seconda colonna, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, purché siano verificate le seguenti

condizioni:

1) non siano superati i VLE relativi agli effetti sanitari di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella A2;

2) siano evitate eccessive scariche elettriche e correnti di contatto di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella B3) attraverso le misure specifiche di protezione di cui all'articolo 210, comma 5;

3) siano state fornite ai lavoratori e ai rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza informazioni sulle situazioni di rischio di cui all'articolo 210-bis, comma 1, lettera b);

b) i VA inferiori per i campi magnetici di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella B2, seconda colonna, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, anche a livello della testa e del tronco, durante il turno di lavoro, purché siano verificate le seguenti condizioni:

1) il superamento dei VA inferiori per i campi magnetici di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella B2, e l'eventuale superamento dei VLE per gli effetti sensoriali di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella A3, sia solamente temporaneo in relazione al processo produttivo;

2) non siano superati i VLE relativi agli effetti sanitari di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella A2;

3) siano adottate misure in conformita' all'articolo 210, comma 8, in caso di sintomi transitori di cui alla lettera a) del medesimo comma;

4) siano state fornite ai lavoratori e ai rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza informazioni sulle situazioni di rischio di cui all'articolo 210-bis, comma 1, lettera b).

5. Fermo restando quanto previsto ai commi 2, 3 e 4, l'esposizione puo' superare i VLE relativi agli effetti sensoriali di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabelle A1 e A3, e parte III, tabella A2, durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, purché siano verificate le seguenti condizioni:

a) il loro superamento sia solamente temporaneo in relazione al processo produttivo;

b) non siano superati i corrispondenti VLE relativi agli effetti sanitari di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabelle A1 e A2 e parte III, tabelle A1 e A3;

c) nel caso di superamento dei VLE relativi agli effetti sensoriali di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella A1, siano state prese misure specifiche di protezione in conformita' all'articolo 210, comma 6;

d) siano adottate misure in conformita' all'articolo 210, comma 8, in caso di sintomi transitori, di cui alla lettera b) del medesimo comma;

e) siano state fornite ai lavoratori informazioni sulle situazioni di rischio di cui all'articolo 210-bis, comma 1, lettera b).

6. Nei casi di cui ai commi 4 e 5, il datore di lavoro comunica all'organo di vigilanza territorialmente competente il superamento dei valori ivi indicati, mediante una relazione tecnico-protezionistica contenente:

a) le motivazioni per cui ai fini della pratica o del processo produttivo e' necessario il superamento temporaneo dei VA inferiori o degli VLE relativi agli effetti sensoriali;

b) il livello di esposizione dei lavoratori e l'entita' del superamento;

c) il numero di lavoratori interessati;

d) le tecniche di valutazione utilizzate;

e) le specifiche misure di protezione adottate in conformita' all'articolo 210;

f) le azioni adottate in caso di sintomi transitori;

g) le informazioni fornite ai lavoratori e ai rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza sulle situazioni di rischio di cui all'articolo 210-bis, comma 1, lettera b).»;

d) l'articolo 209 e' sostituito dal seguente:

«Art. 209 (Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione). - 1. Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 181, il datore di lavoro valuta tutti i rischi per i lavoratori derivanti da campi elettromagnetici sul luogo di lavoro e, quando necessario, misura o calcola i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori. La valutazione, la misurazione e il calcolo devono essere effettuati tenendo anche conto delle guide pratiche della Commissione europea, delle pertinenti norme tecniche europee e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), delle specifiche buone prassi individuate o emanate dalla Commissione consultiva permanente di cui all'articolo 6 del presente decreto, e delle informazioni reperibili presso banche dati dell'INAIL o delle regioni. La valutazione, la misurazione e il calcolo devono essere effettuati, inoltre, tenendo anche conto delle informazioni sull'uso e sulla sicurezza rilasciate dai fabbricanti o dai distributori delle attrezzature, ovvero dei livelli di emissione indicati in conformita' alla legislazione europea, ove applicabili alle condizioni di esposizione sul luogo di lavoro o sul luogo di installazione.

2. Qualora non sia possibile stabilire con certezza il rispetto dei VLE sulla base di informazioni facilmente accessibili, la valutazione dell'esposizione e' effettuata sulla base di misurazioni o calcoli. In tal caso si deve tenere conto delle incertezze riguardanti la misurazione o il calcolo, quali errori numerici, modellizzazione delle sorgenti, geometria del modello anatomico e proprieta' elettriche dei tessuti e dei materiali, determinate secondo la buona prassi metrologica.

3. La valutazione, la misurazione e il calcolo di cui al comma 1,

non devono necessariamente essere effettuati in luoghi di lavoro accessibili al pubblico, ove si sia già proceduto ad una valutazione conformemente alle disposizioni relative alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz e risultino rispettate per i lavoratori le restrizioni previste dalla raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio, del 12 luglio 1999, e siano esclusi rischi relativi alla sicurezza.

4. La valutazione, la misurazione e il calcolo di cui al comma 1, non devono necessariamente essere effettuati ove siano utilizzate dai lavoratori, conformemente alla loro destinazione d'uso, attrezzature destinate al pubblico, conformi a norme di prodotto dell'Unione europea che stabiliscano livelli di sicurezza più rigorosi rispetto a quelli previsti dal presente capo, e non sia utilizzata nessun'altra attrezzatura.

5. Nell'ambito della valutazione del rischio di cui all'articolo 181, il datore di lavoro presta particolare attenzione ai seguenti elementi:

a) la frequenza, il livello, la durata e il tipo di esposizione, inclusa la distribuzione sul corpo del lavoratore e sul volume del luogo di lavoro;

b) i valori limite di esposizione e i valori di azione di cui all'articolo 208;

c) effetti biofisici diretti;

d) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio; eventuali effetti sulla salute e la sicurezza dei lavoratori esposti a rischi particolari, con particolare riferimento a soggetti portatori di dispositivi medici impiantati, attivi o passivi, o dispositivi medici portati sul corpo e le lavoratrici in stato di gravidanza;

e) qualsiasi effetto indiretto di cui all'articolo 207, comma 1, lettera c);

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

g) la disponibilità di azioni di risanamento volte a minimizzare i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;

h) informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria di cui all'articolo 211;

i) informazioni fornite dal fabbricante delle attrezzature;

l) altre informazioni pertinenti relative a salute e sicurezza;

m) sorgenti multiple di esposizione;

n) esposizione simultanea a campi di frequenze diverse.

6. Il datore di lavoro precisa, nel documento di valutazione del rischio di cui all'articolo 28, le misure adottate, previste dall'articolo 210.

7. Fatti salvi gli articoli 50, 184, 210 e 210-bis del presente decreto, il datore di lavoro privato può consentire l'accesso al documento di valutazione di cui al comma 1 in tutti i casi in cui vi sia interesse e in conformità alle disposizioni vigenti e lo può negare qualora tale accesso pregiudichi la tutela dei propri interessi commerciali, compresi quelli relativi alla proprietà intellettuale e in conformità alle disposizioni vigenti. Per i documenti di valutazione dei rischi elaborati o detenuti da pubbliche amministrazioni, si applica la disciplina del decreto legislativo 14 marzo 2013, n. 33. Qualora la valutazione contenga i dati personali dei lavoratori, l'accesso avviene nel rispetto delle disposizioni di cui al decreto legislativo 30 giugno 2003, n. 196.;

e) l'articolo 210 e' sostituito dal seguente:

«Art. 210 (Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi). -

1. A seguito della valutazione dei rischi, qualora risulti che i valori di azione di cui all'articolo 208 sono superati, il datore di lavoro, a meno che la valutazione effettuata a norma dell'articolo 209, comma 1, dimostri che i pertinenti valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza, elabora ed applica un programma d'azione che comprenda misure tecniche e organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite di esposizione relativi agli effetti sensoriali e ai valori limite di esposizione relativi agli effetti sanitari, tenendo conto in particolare:

a) di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione ai campi elettromagnetici;

b) della scelta di attrezzature che emettano campi elettromagnetici di intensità inferiore, 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, schermature o di analoghi meccanismi di protezione della salute;

d) degli appropriati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, 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;

h) di misure appropriate al fine di limitare e controllare l'accesso, quali segnali, etichette, segnaletica al suolo e barriere;

i) in caso di esposizione a campi elettrici, delle misure e procedure volte a gestire le scariche elettriche e le correnti di contatto mediante mezzi tecnici e mediante la formazione dei lavoratori.

2. Sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 209, il datore di lavoro elabora e applica un programma d'azione che

comprenda misure tecniche e organizzative volte a prevenire qualsiasi rischio per lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio e qualsiasi rischio dovuto a effetti indiretti di cui all'articolo 207.

3. Il datore di lavoro, in conformita' all'articolo 183, adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio e, se del caso, a valutazioni individuali dei rischi, in particolare nei confronti dei lavoratori che hanno dichiarato, anche a seguito delle informazioni ricevute ai sensi dell'articolo 210-bis, di essere portatori di dispositivi medici impiantati attivi o passivi, o hanno dichiarato l'uso di dispositivi medici sul corpo o nei confronti delle lavoratrici in stato di gravidanza che hanno informato il datore di lavoro della loro condizione.

4. Sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 209, i luoghi di lavoro in cui i lavoratori possono essere esposti a campi elettromagnetici che superano i VA sono indicati con un'apposita segnaletica conforme a quanto stabilito nel titolo V del presente decreto, recante le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e di salute sul luogo di lavoro. Le aree in questione sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse e' limitato in maniera opportuna.

5. Nei casi di cui all'articolo 208, commi 3 e 4, sono adottate misure di protezione specifiche, quali l'informazione e la formazione dei lavoratori a norma dell'articolo 210-bis, l'uso di strumenti tecnici e la protezione individuale, da realizzarsi anche mediante la messa a terra degli oggetti di lavoro, il collegamento elettrico dei lavoratori con gli oggetti di lavoro nonche', se del caso e a norma degli articoli 75, 76 e 77, con l'impiego di scarpe e guanti isolanti e di indumenti protettivi.

6. Nel caso di cui all'articolo 208, comma 5, sono adottate misure di protezione specifiche, quali il controllo dei movimenti.

7. I lavoratori non devono essere esposti a valori superiori ai VLE relativi agli effetti sanitari e ai VLE relativi agli effetti sensoriali a meno che non sussistano le condizioni di cui all'articolo 212, e all'articolo 208, commi 3, 4 e 5. Qualora, nonostante i provvedimenti presi dal datore di lavoro in applicazione del presente capo, i VLE relativi agli effetti sanitari o i VLE relativi agli effetti sensoriali sono superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei VLE. Il datore di lavoro individua e registra le cause del superamento dei VLE relativi agli effetti sanitari e dei VLE relativi agli effetti sensoriali e modifica di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento. Le misure di protezione e prevenzione modificate sono conservate con le modalita' di cui all'articolo 53.

8. Nei casi di cui all'articolo 208, commi 3, 4 e 5, nonche' nell'ipotesi in cui il lavoratore riferisce la comparsa di sintomi transitori, il datore di lavoro aggiorna, se necessario, la valutazione dei rischi e le misure di prevenzione. Ai fini del presente comma, i sintomi transitori possono comprendere:

a) percezioni ed effetti sensoriali nel funzionamento del sistema nervoso centrale, nella testa, indotti da campi magnetici variabili nel tempo;

b) effetti indotti da campi magnetici statici, quali vertigini e nausea.»;

f) dopo l'articolo 210 e' inserito il seguente:

«Art. 210-bis (Informazione e formazione dei lavoratori e dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza). - 1. Ai sensi di quanto previsto all'articolo 184, comma 1, lettera b), il datore di lavoro garantisce, inoltre, che i lavoratori che potrebbero essere esposti ai rischi derivanti dai campi elettromagnetici sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti ricevano le informazioni e la formazione necessarie in relazione al risultato della valutazione dei rischi con particolare riguardo:

a) agli eventuali effetti indiretti dell'esposizione;

b) alla possibilita' di sensazioni e sintomi transitori dovuti a effetti sul sistema nervoso centrale o periferico;

c) alla possibilita' di rischi specifici nei confronti di lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, quali i soggetti portatori di dispositivi medici o di protesi metalliche e le lavoratrici in stato di gravidanza.»;

g) l'articolo 211 e' sostituito dal seguente:

«Art. 211 (Sorveglianza sanitaria). - La sorveglianza sanitaria viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicitá 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. L'organo di vigilanza, con provvedimento motivato, puo' disporre contenuti e periodicitá diversi da quelli forniti dal medico competente.

2. Nel caso in cui un lavoratore segnali effetti indesiderati o inattesi sulla salute, ivi compresi effetti sensoriali, il datore di lavoro garantisce, in conformita' all'articolo 41, che siano forniti al lavoratore o ai lavoratori interessati un controllo medico e, se necessario, una sorveglianza sanitaria appropriati. Il controllo di cui al presente comma e' garantito anche nei casi in cui sia stata rilevata un'esposizione superiore ai VLE per gli effetti sensoriali oppure un'esposizione superiore ai VLE per gli effetti sanitari.

3. I controlli e la sorveglianza di cui al presente articolo sono effettuati, a cura e spese del datore di lavoro, in orario scelto da lavoratore.»;

h) l'articolo 212 e' sostituito dal seguente:

«Art. 212 (Deroghe). - 1. Il Ministero del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con il Ministero della salute, puo' autorizzare, su richiesta del datore di lavoro e in presenza di specifiche circostanze documentate e soltanto per il periodo in cui rimangono tali, deroghe al rispetto dei VLE di cui all'articolo 208, comma 1, secondo criteri e modalita' da definirsi con decreto del Ministro del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con il Ministro della salute, da adottarsi entro centoventi giorni dalla data di entrata in vigore della presente disposizione. Il datore di lavoro informa il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza della richiesta di deroga.

2. L'autorizzazione delle deroghe di cui al comma 1 e' subordinata al rispetto delle seguenti condizioni:

a) dalla valutazione del rischio effettuata conformemente all'articolo 209 risulti dimostrato che i VLE sono superati;

b) tenuto conto dello stato dell'arte, risultano applicate tutte le misure tecnico-organizzative;

c) le circostanze giustificano debitamente il superamento dei VLE;

d) si e' tenuto conto delle caratteristiche del luogo di lavoro, delle attrezzature di lavoro e delle pratiche di lavoro;

e) il datore di lavoro dimostra che i lavoratori sono sempre protetti contro gli effetti nocivi per la salute e i rischi per la sicurezza, avvalendosi in particolare di norme e orientamenti comparabili, piu' specifici e riconosciuti a livello internazionale;

f) nel caso di installazione, controllo, uso, sviluppo e manutenzione degli apparati di Risonanza magnetica (RM) per i pazienti nel settore sanitario o della ricerca correlata, il datore di lavoro dimostra che i lavoratori sono sempre protetti dagli effetti nocivi per la salute e dai rischi per la sicurezza, assicurando in particolare che siano seguite le istruzioni per l'uso in condizioni di sicurezza fornite dal fabbricante ai sensi del decreto legislativo 24 febbraio 1997, n. 46, e successive modificazioni, concernente "Attuazione della direttiva 93/42/CEE, concernente i dispositivi medici.";

1) all'articolo 219 sono apportate le seguenti modificazioni:

1) al comma 1, lettera a), le parole: "209, commi 1 e 5" sono sostituite dalle seguenti: "209, commi 1 e 6";

2) al comma 1, lettera b), le parole: "e 209, commi 2 e 4." sono sostituite dalle seguenti: "e 209, comma 5.";

3) al comma 2, lettera a), le parole: ", 210, comma 1," sono sostituite dalle seguenti: ", 210, commi 1 e 2,";

4) al comma 2, lettera b), le parole: ", 210, commi 2 e 3," sono sostituite dalle seguenti: ", 210, commi da 3 a 8.";

1) l'allegato XXXVI e' sostituito dall'allegato al presente decreto.».

Art. 2

Clausola di invarianza finanziaria

1. Dall'attuazione del presente decreto non devono derivare nuovi o maggiori oneri a carico della finanza pubblica.

2. Le pubbliche amministrazioni interessate provvedono ai compiti previsti dal presente decreto con le risorse umane, strumentali e finanziarie disponibili a legislazione vigente.

Il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sara' inserito nella Raccolta ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. E' fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addi 1° agosto 2016

MATTARELLA

Renzi, Presidente del Consiglio dei ministri

Poletti, Ministro del lavoro e delle politiche sociali

Gentiloni Silveri, Ministro degli affari esteri e della cooperazione internazionale

Orlando, Ministro della giustizia

Padoan, Ministro dell'economia e delle finanze

Calenda, Ministro dello sviluppo economico

Visto, il Guardasigilli: Orlando

Allegato 1

(articolo 1, comma 1, lettera 1)

«Allegato XXXVI

Parte I - Grandezze fisiche concernenti l'esposizione ai campi elettromagnetici.

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

1) l'intensita' di campo elettrico (E) e' una quantita' vettoriale

che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. E' espressa in volt per metro (Vm^{-1}). E' necessario distinguere il campo elettrico ambientale rispetto al campo elettrico presente all'interno del corpo (in situ) a seguito dell'esposizione al campo elettrico ambientale;

la corrente attraverso gli arti (I_L) e' la corrente che attraversa gli arti di una persona esposta a campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenze comprese tra 10 MHz e 110 MHz a seguito del contatto con un oggetto in un campo elettromagnetico o del flusso di correnti capacitive indotte nel corpo esposto. E' espressa in ampere (A);

la corrente di contatto (I_C) e' una corrente che compare quando una persona entra in contatto con un oggetto conduttore a diverso potenziale elettrico all'interno di un campo elettromagnetico. E' espressa in ampere (A). Una corrente di contatto stabile nel tempo si verifica quando la persona e' in contatto continuo con un oggetto all'interno di un campo elettromagnetico. Nel momento in cui si stabilisce tale contatto, puo' verificarsi una scarica di scintille con correnti transitorie associate;

la carica elettrica (Q) e' la grandezza impiegata per le scariche elettriche ed e' espressa in coulomb (C);

l'intensita' di campo magnetico (H) e' una grandezza vettoriale che, insieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. E' espressa in ampere per metro (Am^{-1});

l'induzione magnetica (B) e' una grandezza vettoriale che determina una forza che agisce sulle cariche in movimento. E' espressa in tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensita' del campo magnetico sono intercambiabili in base alla seguente equivalenza: intensita' di campo magnetico (H) pari a $1 Am^{-1}$ = induzione magnetica (B) pari a $4\pi \cdot 10^{-7}$ T (circa 1,25 microtesla);

densita' di potenza (S). Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte, per le quali la profondita' di penetrazione nel corpo e' piccola. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione; e' espressa in watt per metro quadrato (Wm^{-2});

assorbimento specifico di energia (SA). E' l'energia assorbita per unita' di massa di tessuto biologico e si esprime in joule per chilogrammo (Jkg^{-1}). Nel presente decreto, questa grandezza e' utilizzata per la definizione dei limiti per gli effetti sensoriali 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 unita' di massa di tessuto corporeo, ed e' espresso in watt per chilogrammo (Wkg^{-1}). Il SAR riferito a tutto il corpo (a corpo intero) e' una grandezza ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi (sanitari) all'esposizione alle radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR medio a corpo intero, sono necessari anche valori del SAR locale 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 esposto a RF di frequenze di pochi MHz (ad esempio provenienti da riscaldatori dielettrici), e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Tra le grandezze sopra citate, possono essere misurate direttamente l'induzione magnetica (B), la corrente di contatto (I_C), la corrente attraverso gli arti (I_L), l'intensita' di campo elettrico (E), l'intensita' di campo magnetico (H) e la densita' di potenza (S).

Parte II - Effetti non termici.

Valori limite di esposizione e valori di azione nell'intervallo di frequenze tra 0 Hz e 10 Mhz.

A. Valori limite di esposizione (VLE).

I VLE per le frequenze inferiori a 1 Hz (tabella A1) sono limiti per il campo magnetico statico, la cui misurazione non e' influenzata dalla presenza del soggetto esposto.

I VLE per le frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz (tabella A2) sono limiti per i campi elettrici indotti all'interno del corpo (in situ) a seguito dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo.

VLE per l'induzione magnetica esterna a frequenze tra 0 e 1 Hz.

Il VLE relativo agli effetti sensoriali e' il VLE applicabile in condizioni di lavoro normali (tabella A1) ed e' correlato alla prevenzione di nausea e vertigini dovute a disturbi sull'organo dell'equilibrio, e di altri effetti fisiologici, conseguenti principalmente al movimento del soggetto esposto all'interno di un campo magnetico statico.

Il VLE relativo agli effetti sanitari in condizioni di lavoro controllate (tabella A1) e' applicabile su base temporanea durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, purché siano state adottate le misure di prevenzione di cui all'articolo 208, comma 4.

Tabella A1

VLE per l'induzione magnetica esterna (B_0) per frequenze comprese tra 0 e 1 Hz

+-----+-----+

	VLE relativi agli effetti sensoriali [T]
Condizioni di lavoro normali	2
Esposizione localizzata degli arti	8
	VLE relativi agli effetti sanitari [T]
Condizioni di lavoro controllate	8

VLE relativi agli effetti sanitari per il campo elettrico interno (in situ) per frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz.

I VLE relativi agli effetti sanitari (tabella A2) sono correlati alla stimolazione elettrica di tutti i tessuti del sistema nervoso centrale e periferico nel corpo, compresa la testa.

Tabella A2

VLE relativi agli effetti sanitari per l'intensita' di campo elettrico interno a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz

Intervallo di frequenza	VLE relativi agli effetti sanitari [Vm ⁻¹] (valore di picco)
1 Hz ≤ f < 3 kHz	1,1
3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz	3,8 × 10 ⁻⁴ f

Nota A2-1: f e' la frequenza espressa in hertz (Hz).

Nota A2-2: i VLE relativi agli effetti sanitari per il campo elettrico interno sono riferiti al valore spaziale di picco sull'intero corpo del soggetto esposto.

Nota A2-3: i VLE sono valori di picco temporali che sono pari ai valori efficaci (RMS) moltiplicati per √2 per i campi sinusoidali. Nel caso di campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione effettuata ai sensi dell'articolo 209 e' di norma basata sul metodo del picco ponderato, come descritto negli strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio di cui all'articolo 28, comma 3-ter, del presente decreto. In tale ambito potranno altresì essere indicate procedure alternative di valutazione scientificamente provate e validate, che conducano a risultati comparabili.

VLE relativi agli effetti sensoriali per il campo elettrico interno (in situ) per frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz.

I VLE relativi agli effetti sensoriali (tabella A3) sono correlati agli effetti del campo elettrico interno sul sistema nervoso centrale nella testa, tra cui fosfeni e modifiche minori e transitorie di talune funzioni cerebrali.

Tabella A3

VLE relativi agli effetti sensoriali per il campo elettrico interno a frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz

Intervallo di frequenza	VLE relativi agli effetti sensoriali [Vm ⁻¹] (valore di picco)
1 Hz ≤ f < 10 Hz	0,7/f
10 Hz ≤ f < 25 Hz	0,07
25 Hz ≤ f ≤ 400 Hz	0,0028 f

Nota A3-1: f e' la frequenza espressa in hertz (Hz).

Nota A3-2: i VLE relativi agli effetti sensoriali per il campo elettrico interno sono riferiti al valore di picco spaziale nella testa del soggetto esposto.

Nota A3-3: i VLE sono valori di picco temporali che sono pari ai valori efficaci (RMS) moltiplicati per √2 per i campi sinusoidali. Nel caso di campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione effettuata ai sensi dell'articolo 209 e' di norma basata sul metodo del picco ponderato, come descritto negli strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio di cui all'articolo 28, comma 3-ter, del presente decreto. In tale ambito potranno altresì essere indicate procedure alternative di valutazione scientificamente provate e validate, che conducano a risultati comparabili.

B. Valori di azione (VA).

I valori di azione (VA), espressi nelle grandezze fisiche misurabili di seguito riportate, consentono una valutazione semplificata della conformita' ai pertinenti VLE. In particolare il

rispetto dei VA garantisce il rispetto dei pertinenti VLE, mentre il superamento dei VA medesimi corrisponde all'obbligo di adottare le pertinenti misure di prevenzione e protezione di cui all'articolo 210:

VA (E) inferiori e VA (E) superiori, per i campi elettrici ambientali variabili nel tempo, come indicati nella tabella B1;

VA (B) inferiori e VA (B) superiori, per l'induzione magnetica ambientale variabile nel tempo, come indicati nella tabella B2;

VA (I_C) per la corrente di contatto, come indicati nella tabella B3;

VA (B_0) per l'induzione magnetica di campi magnetici statici, come indicati nella tabella B4.

I VA per E e B corrispondono ai valori del campo elettrico e magnetico imperturbati, calcolati o misurati sul posto di lavoro nello spazio occupato dal corpo del lavoratore, in assenza di questi. Il valore di B_0 non e' perturbato dalla presenza del soggetto esposto.

Valori di azione (VA) per esposizione a campi elettrici.

I VA inferiori (tabella B1, seconda colonna) per il campo elettrico ambientale sono stabiliti al fine di prevenire scariche elettriche nell'ambiente di lavoro, e garantiscono il rispetto dei VLE (tabelle A2 e A3).

I VA superiori (tabella B1, terza colonna) garantiscono anch'essi il rispetto dei VLE (tabelle A2 e A3), ma non assicurano l'assenza di scariche elettriche a meno che non siano intraprese le misure di protezione di cui all'articolo 210, comma 5.

Tabella B1

VA per i campi elettrici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz

Intervallo di frequenza	VA (E) inferiori per l'intensita' del campo elettrico [Vm^{-1}] (valori RMS)	VA (E) superiori per l'intensita' del campo elettrico [Vm^{-1}] (valori RMS)
$1 \leq f < 25$ Hz	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50$ Hz	$5,0 \times 10^5 / f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64$ kHz	$5,0 \times 10^5 / f$	$1,0 \times 10^6 / f$
$1,64 \leq f < 3$ kHz	$5,0 \times 10^5 / f$	$6,1 \times 10^2$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Nota B1-1: f e' la frequenza espressa in hertz (Hz).

Nota B1-2: i VA (E) inferiori e i VA (E) superiori sono valori efficaci (RMS) che sono pari ai valori di picco divisi per $\sqrt{2}$ per i campi sinusoidali. Nel caso di campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione effettuata ai sensi dell'articolo 209 e' di norma basata sul metodo del picco ponderato, come descritto negli strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio di cui all'articolo 28, comma 3-ter, del presente decreto. In tale ambito potranno altresì essere indicate procedure alternative di valutazione scientificamente provate e validate, che conducano a risultati comparabili.

Nota B1-3: i VA sono intesi come valori massimi calcolati o misurati nello spazio occupato dal corpo del lavoratore. Cio' comporta una valutazione dell'esposizione conservativa e, alla conformita' rispetto a detti valori massimi, consegue la conformita' automatica ai VLE in tutte le condizioni di esposizione non uniformi. Al fine di semplificare la valutazione della conformita' ai VLE, negli strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio di cui all'articolo 28, comma 3-ter, del presente decreto potranno essere indicati, sulla base di una dosimetria consolidata, criteri relativi alla media spaziale dei campi misurati in specifiche condizioni non uniformi, da utilizzare al posto del criterio del valore massimo spaziale. Qualora si tratti di una sorgente molto localizzata, distante pochi centimetri dal corpo, il campo elettrico interno (in situ), e la conformita' ai VLE, possono essere determinati caso per caso mediante dosimetria.

Valori di azione (VA) per esposizione a campi magnetici.

I VA superiori (tabella B2, terza colonna) garantiscono il rispetto dei VLE relativi agli effetti sanitari correlati alla stimolazione elettrica dei tessuti nervosi periferici e centrali (tabella A2). L'osservanza dei VA superiori assicura che non siano superati i VLE relativi agli effetti sanitari ma, se l'esposizione della testa supera i VA inferiori per esposizioni a frequenze fino a 400 Hz, sono possibili effetti sensoriali, come fosfeni o modifiche minori e transitorie dell'attivita' cerebrale. In tal caso, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, e' possibile applicare l'articolo 208, comma 3, lettera b).

I VA inferiori (tabella B2, seconda colonna), garantiscono per le frequenze al di sotto di 400 Hz il rispetto dei VLE relativi agli effetti sensoriali (tabella A3), mentre per le frequenze al di sopra

di 400 Hz coincidono con i VA superiori assicurando il rispetto dei VLE relativi agli effetti sanitari (tabella A2).

I VA per l'esposizione degli arti (tabella B2, quarta colonna) garantiscono il rispetto dei VLE per gli effetti sanitari relativi alla stimolazione elettrica dei tessuti limitatamente agli arti, tenuto conto del fatto che il campo magnetico presenta un accoppiamento piu' debole negli arti che nel corpo intero. Questi valori possono essere utilizzati in caso di esposizione strettamente confinata agli arti, restando ferma la necessita' di valutare il rispetto dei VA su tutto il corpo del lavoratore.

Tabella B2

VA per i campi magnetici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz

Intervallo di frequenza	VA (B) inferiori per l'induzione magnetica [μ T] (valori RMS)	VA (B) superiori per l'induzione magnetica [μ T] (valori RMS)	VA (B) per l'induzione magnetica per esposizione localizzata degli arti [μ T] (valori RMS)
$1 \leq f < 8$ Hz	$2,0 \times 10^5 / f^2$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2,5 \times 10^4 / f$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$25 \leq f < 300$ Hz	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3$ kHz	$3,0 \times 10^5 / f$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Nota B2-1: f e' la frequenza espressa in Hertz (Hz).

Nota B2-2: i VA (B) inferiori e i VA (B) superiori sono valori efficaci (RMS) che sono pari ai valori di picco divisi per $\sqrt{2}$ per i campi sinusoidali. Nel caso di campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione effettuata ai sensi dell'articolo 209 e' di norma basata sul metodo del picco ponderato, come descritto negli strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio di cui all'articolo 28, comma 3-ter, del presente decreto. In tale ambito potranno altresì essere indicate procedure alternative di valutazione scientificamente provate e validate, che conducano a risultati comparabili.

Nota B2-3: i VA sono intesi come valori massimi calcolati o misurati nello spazio occupato dal corpo del lavoratore. Cio' comporta una valutazione dell'esposizione conservativa e, alla conformita' rispetto a detti valori massimi, consegue la conformita' automatica ai VLE in tutte le condizioni di esposizione non uniformi. Al fine di semplificare la valutazione della conformita' ai VLE, negli strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio di cui all'articolo 28, comma 3-ter, del presente decreto potranno essere indicati, sulla base di una dosimetria consolidata, criteri relativi alla media spaziale dei campi misurati in specifiche condizioni non uniformi, da utilizzare al posto del criterio del valore massimo spaziale. Qualora si tratti di una sorgente molto localizzata, distante pochi centimetri dal corpo, il campo elettrico interno (in situ), e la conformita' ai VLE, possono essere determinati caso per caso mediante dosimetria.

Tabella B3

VA per la corrente di contatto I

Frequenza	VA (I_C) corrente di contatto stabile nel tempo [mA] (RMS)
Fino a 2,5 kHz	1,0
$2,5 \leq f < 100$ kHz	$0,4 f$
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10000$ kHz	40

Nota B3-1: f e' la frequenza espressa in kilohertz (kHz).

Valori di azione (VA) per l'induzione magnetica esterna (B_0) di campi magnetici statici ai fini della prevenzione da effetti e rischi indiretti.

Tabella B4

VA per l'induzione magnetica di campi magnetici statici

Rischi	VA (B_0) [mT]
--------	-------------------

Interferenza con dispositivi impiantabili attivi,
ad esempio stimolatori cardiaci 0,5

Rischio di attrazione e propulsivo nel campo
periferico di sorgenti ad alta intensita' (> 100 mT) 3

Parte III - Effetti termici.

Valori limite di esposizione e valori di azione nell'intervallo di frequenze tra 100 kHz e 300 GHz. A. Valori limite di esposizione (VLE).

I VLE relativi agli effetti sanitari per le frequenze comprese tra 100 kHz e 6 GHz (tabella A1) sono riferiti alla potenza (energia per unita' di tempo) assorbita per unita' di massa di tessuto corporeo, derivante da esposizione a campi elettrici, magnetici, ed elettromagnetici.

Il VLE relativo agli effetti sensoriali per le frequenze comprese tra 0,3 e 6 GHz (tabella A2) e' riferito all'energia assorbita per ogni piccola massa (10 g) di tessuto all'interno della testa, derivante da esposizione a campi elettromagnetici, ed e' finalizzato alla prevenzione degli effetti uditivi provocati da esposizioni della testa a microonde pulsate.

I VLE relativi agli effetti sanitari per le frequenze superiori a 6 GHz (tabella A3) sono riferiti alla densita' di potenza di onda elettromagnetica incidente sulla superficie corporea.

Tabella A1

VLE relativi agli effetti sanitari per esposizione a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 100 kHz e 6 GHz

VLE relativi agli effetti sanitari	Valori di SAR mediati per ogni periodo di sei minuti [Wkg ⁻¹]
VLE relativo allo stress termico sistemico, espresso come SAR medio a corpo intero	0,4
VLE relativo allo stress termico localizzato nella testa e nel tronco, espresso come SAR locale (nella testa e nel tronco)	10
VLE relativo allo stress termico localizzato, negli arti, espresso come SAR locale (negli arti)	20

Nota A1-1: il rispetto dei VLE sul SAR locale deve essere assicurato in termini di valore medio su ogni elemento di massa pari a 10 g di tessuto contiguo della parte del corpo interessata; il massimo valore del SAR locale cosi' ottenuto deve essere impiegato per la verifica di conformita' con il pertinente VLE. Tali elementi di massa dovrebbero essere caratterizzati da proprieta' elettriche approssimativamente omogenee. Il concetto di massa di tessuto contiguo puo' essere utilizzato nella dosimetria numerica, nel cui ambito puo' anche essere utilizzata una geometria semplificata, quale una massa cubica o sferica di tessuto, date le difficolta' pratiche di identificazione degli elementi contigui mediante misurazioni fisiche dirette.

Tabella A2

VLE relativo agli effetti sensoriali per esposizione a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 0,3 e 6 GHz

Intervallo di frequenza	Assorbimento specifico locale di energia nella testa (SA) [mJkg ⁻¹]
0,3 ≤ f ≤ 6 GHz	10

Nota A2-1: la massa adottata per mediare l'SA locale e' pari a 10 g di tessuto.

Tabella A3

VLE relativo agli effetti sanitari per esposizione a campi elettromagnetici di frequenze comprese tra 6 GHz e 300 GHz

Intervallo di frequenza	Densita' di potenza [Wm ⁻²]
6 GHz ≤ f ≤ 300 GHz	50

Nota A3-1: il rispetto del VLE sulla densita' di potenza deve essere garantito in termini di valore medio per ogni superficie corporea esposta di 20 cm², con la condizione aggiuntiva che la densita' di potenza mediata su ogni superficie di 1 cm² non superi il valore di 1000 Wm⁻². Le densita' di potenza a frequenze comprese tra

6 e 10 GHz devono inoltre essere mediate per ogni periodo di sei minuti. Al di sopra di 10 GHz la densita' di potenza deve essere mediata su periodi di $68/f^{1,05}$ minuti (dove f e' la frequenza in GHz) per tenere conto della graduale diminuzione della profondita' di penetrazione con l'aumento della frequenza. B. Valori di azione (VA).

I valori di azione (VA), espressi nelle grandezze fisiche misurabili di seguito riportate, consentono una valutazione semplificata della conformita' ai pertinenti VLE. In particolare il rispetto dei VA garantisce il rispetto dei pertinenti VLE, mentre il superamento dei VA medesimi corrisponde all'obbligo di adottare le pertinenti misure di prevenzione e protezione di cui all'articolo 210:

VA (E) per i campi elettrici ambientali variabili nel tempo, come indicati nella tabella B1;

VA (B) per l'induzione magnetica ambientale variabile nel tempo, come indicati nella tabella B1;

VA (S) per la densita' di potenza ambientale come indicati nella tabella B1;

VA (I_C) per la corrente di contatto, come indicati nella tabella B2;

VA (I_L) per la corrente attraverso gli arti, come indicati nella tabella B2.

Valori di azione (VA) per esposizione a campi elettrici e magnetici.

I VA per E e B corrispondono ai valori del campo elettrico e magnetico imperturbati, e sono intesi come valori massimi calcolati o misurati sul posto di lavoro nello spazio occupato dal corpo del lavoratore o parti specifiche di questo.

I VA (E) e VA (B) derivano dai VLE relativi al SAR e alla densita' di potenza (tabelle A1 e A3). Il VA (S) viene a coincidere con il corrispondente VLE, essendo espresso nella medesima unita' di misura.

Tabella B1

VA per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ambientali a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz

Intervallo di frequenza	VA (E) per l'intensita' del campo elettrico [V/m] (RMS)	VA (B) per l'induzione magnetica [µT] (RMS)	VA (S) per la densita' di potenza [W/m²]
100 kHz ≤ f < 1 MHz	$6,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^6 / f$	-
1 ≤ f < 10 MHz	$6,1 \times 10^8 / f$	$2,0 \times 10^6 / f$	-
10 ≤ f < 400 MHz	61	0,2	-
400 MHz ≤ f < 2 GHz	$3 \times 10^{-3} f^{1/2}$	$1,0 \times 10^{-5} f^{1/2}$	-
2 ≤ f < 6 GHz	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	-
6 ≤ f ≤ 300 GHz	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	50

Nota B1-1: f e' la frequenza espressa in Hertz (Hz).

Nota B1-2: i $[VA(E)]^2$ e $[VA(B)]^2$ devono essere mediate per ogni periodo di sei minuti. Nel caso di segnali impulsivi a radiofrequenza, la densita' di potenza di picco (vale a dire mediata sulla durata dell'impulso) non deve superare di 1000 volte il valore di VA (S) tabellato. Per campi a frequenze multiple l'analisi e' basata sulla sommatoria dei contributi, descritta nelle norme tecniche di riferimento e negli strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio di cui all'articolo 28, comma 3-ter.

Nota B1-3: i VA (E) e VA (B) sono intesi come valori massimi calcolati o misurati nello spazio occupato dal corpo del lavoratore. Cio' comporta una valutazione dell'esposizione conservativa e, alla conformita' rispetto a detti valori massimi, consegue la conformita' automatica ai VLE in tutte le condizioni di esposizione non uniformi. Al fine di semplificare la valutazione della conformita' ai VLE, negli strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio di cui all'articolo 28, comma 3-ter, del presente decreto potranno essere indicati, sulla base di una dosimetria consolidata, criteri relativi alla media spaziale dei campi misurati in specifiche condizioni non uniformi, da utilizzare al posto del criterio del valore massimo spaziale. Qualora si tratti di una sorgente molto localizzata, distante pochi centimetri dal corpo, il campo elettrico interno (in situ), e la conformita' ai VLE, possono essere determinati caso per caso mediante dosimetria.

Nota B1-4: il rispetto del VA (S) per la densita' di potenza deve essere garantito in termini di valore medio per ogni superficie corporea esposta di 20 cm², con la condizione aggiuntiva che la densita' di potenza mediata su ogni superficie di 1 cm² non superi il valore di 1000 Wm⁻². Le densita' di potenza a frequenze comprese tra 6 e 10 GHz devono inoltre essere mediate per ogni periodo di sei minuti. Al di sopra di 10 GHz la densita' di potenza deve essere mediata su periodi di $68/f^{1,05}$ minuti (dove f e' la frequenza in GHz)

per tenere conto della graduale diminuzione della profondita' di penetrazione con l'aumento della frequenza.

Tabella B2

VA per le correnti di contatto stazionarie e le correnti indotte attraverso gli arti

Intervallo di frequenza	VA (I_C) per la corrente di contatto stabile nel tempo [mA] (RMS)	VA (I_L) per la corrente indotta in qualsiasi arto [mA] (RMS)
$100 \text{ kHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$	40	-
$10 \text{ MHz} \leq f \leq 110 \text{ MHz}$	40	100

Nota B2-1: il $[VA (I_L)]^2$ deve essere mediato per ogni periodo di sei minuti.».







La biblioteca di dB_A

- **dB_A'85 Il rumore industriale - Prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro.**
Atti del Convegno di Modena del 14, 15 e 16 febbraio 1985
- **dB_A'90 Rumore e vibrazioni - Valutazione, prevenzione e bonifica**
Atti del Convegno di Bologna e Modena del 20, 21, 22 e 23 novembre 1990
- **dB_A'94 Rumore e vibrazioni - Valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro**
Atti del Convegno di Modena del 20, 21 e 22 ottobre 1994
- **dB_A'98 Dal rumore ai rischi fisici - Valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro**
Atti del Convegno di Modena del 17, 18 e 19 ottobre 1998
- **dB_Aincontri'99 Rumore e vibrazioni negli ambienti di lavoro – Dalla valutazione alla bonifica**
Atti del Seminario di Modena del 23 settembre 1999
- **dB_Aincontri2000 Rumore e vibrazioni - Linee Guida per la corretta applicazione della legislazione negli ambienti di lavoro**
Atti del Seminario di Modena del 20 settembre 2000
- **dB_A'02 Rumore, vibrazioni, microclima, illuminazione, onde elettromagnetiche - Valutazione, prevenzione e bonifica negli ambienti di lavoro**
Atti del Convegno di Modena del 25, 26 e 27 settembre 2002

- **dB_A_{incontri}2003 Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro – Verso un Manuale di buona pratica**
Atti del Seminario di Modena del 16 ottobre 2003
- **dB_A_{incontri}2004 - Vibrazioni - Valutazione e prevenzione del rischio da vibrazioni nel quadro legislativo attuale e in quello in divenire**
Atti del Convegno di Modena del 13 ottobre 2004
- **dB_A_{incontri}2004 - Microclima - Valutazione, prevenzione e protezione dai rischi e comfort nei luoghi di lavoro**
Atti del Convegno di Modena del 14 ottobre 2004
- **dB_A_{incontri}2005 – Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro - Verso un Manuale di buona pratica**
Atti del Convegno di Bologna del 14 settembre 2005
- **dB_A'06 Rumore, vibrazioni, microclima, campi elettromagnetici, radiazioni ottiche e ionizzanti - Valutazione, prevenzione e bonifica negli ambienti di lavoro**
Atti del Convegno di Modena del 12 e 13 ottobre 2006
Volume 1: Rumore e vibrazioni
Volume 2: Microclima
Volume 3: Campi elettromagnetici, radiazioni ottiche e ionizzanti
- **dB_A_{incontri}2008 – Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Prevenzione e protezione dagli agenti fisici nei luoghi di lavoro: facciamo il punto**
Atti del Convegno di Modena del 9 ottobre 2008
- **dB_A_{incontri}2009 – Interventi per la riduzione del rischio rumore. Legislazione, normativa, tecnologie, esperienze**
Atti del Convegno di Modena del 24 settembre 2009
- **dB_A'10 Rischi Fisici: valutazione, prevenzione e bonifica nei luoghi di lavoro. A che punto siamo**
Atti del Convegno di Modena del 6 e 7 ottobre 2010

- **dB_A_{incontri}2011 – Laser e Radiazioni Ottiche Artificiali non coerenti. Valutazione, prevenzione, protezione, esperienze**
Atti del Convegno di Modena del 21 settembre 2011
- **dB_A_{incontri}2012 – Aggiornamenti sul rischio rumore. Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro**
Atti del Convegno di Modena del 11 ottobre 2012
- **dB_A_{incontri}2014 – Agenti Fisici nei luoghi di lavoro: aggiornamenti, approfondimenti, esperienze**
Atti del Convegno di Modena del 17 settembre 2014
- **dB_A'15 Trent'anni di Prevenzione e Protezione dagli Agenti Fisici**
Atti del Convegno di Modena del 27 maggio 2015
- **dB_A_{incontri}2016 – Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro. Legislazione, Valutazione, Tutela.**
Atti del Convegno di Bologna del 21 ottobre 2016

Altre pubblicazioni

Collana REACH

- **REACH 2016 – L'applicazione dei regolamenti REACH e CLP nei luoghi di vita e di lavoro (2016)**
- **REACH 2015 – L'applicazione dei regolamenti REACH e CLP nei luoghi di lavoro. L'applicazione dei Regolamenti Europei delle Sostanze Chimiche in ambito sanitario (2015)**
- **REACH 2014 - I Regolamenti Europei REACH e CLP: l'interazione tra le normative sociali e di prodotto, il confronto e l'assistenza alle imprese, l'armonizzazione europea dei controlli (2014)**

Collana Risch

- **RisCh 2014 – L'aggiornamento della valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi, cancerogeni e mutageni: la valutazione della sicurezza chimica, la nuova scheda di dati di sicurezza e gli scenari di esposizione**
- **RisCh 2012 – Agenti chimici pericolosi, cancerogeni, mutageni, REACH, CLP, SDS**
- **RisCh 2011 – Le nuove valutazioni del rischio da agenti chimici pericolosi e dell'esposizione ad agenti cancerogeni, mutageni**
- **RisCh 2010 – Le sostanze pericolose nei luoghi di lavoro. Individuazione del pericolo, Regolamenti REACH e CLP, Scheda Dati di Sicurezza, Valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi, cancerogeni e mutageni**

- **RisCh 2008 – Sostanze pericolose:** agenti chimici pericolosi, cancerogeni, mutageni e l'amianto
- **RisCh 2006 – Il rischio chimico nei luoghi di lavoro:** identificazione, misurazione, valutazione, prevenzione e protezione, sorveglianza sanitaria, esperienze ed approfondimenti
- **RisCh 2005 – Sostanze e preparati pericolosi per la salute e la sicurezza dei lavoratori.** Classificazione ed autoclassificazione, etichettatura di pericolo e scheda di sicurezza, valutazione del pericolo e del rischio, aspetti critici ed innovativi. Il caso della silice libera cristallina
- **RisCh 2004 – Agenti cancerogeni, mutageni e chimici pericolosi:** l'applicazione dei Titoli VII e VII-bis DLgs.626/94, l'assistenza e la collaborazione con le parti sociali, la vigilanza e il controllo
- **RisCh-Bitume - Il rischio da agenti chimici nella produzione e messa in opera dei conglomerati bituminosi (2004)**
- **RisCh-La valutazione del rischio e dell'esposizione ad Agenti Chimici Pericolosi (2003)**
- **RisCh-Prevenzione e Protezione da Agenti Chimici Pericolosi. Le novità del D.Lgs.25/02, la valutazione e la giustificazione del rischio, le misurazioni e la sorveglianza sanitaria (2002)**
- **RisCh-Prevenzione e Protezione da Agenti Cancerogeni e Mutageni.** Le novità del D.Lgs.66/2000, la valutazione dell'esposizione, la sostituzione e i protocolli di prevenzione (2001)
- **RisCh'Alt-Prodotti chimici e tecnologie alternative all'impiego delle sostanze pericolose:** formulazioni e tecnologie meno pericolose per l'uomo e l'ambiente, le schede informative in materia di salute, sicurezza e ambiente (2000)

- **RisCh'Amb-La produzione compatibile con l'ambiente di vita e di lavoro:** approfondimenti sul D.Lgs.626/94, gestione dei rischi ambientali, assicurazione dell'ambiente (1999)
- **RisCh'dpi-I dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie:** aspetti normativi ed applicativi, linee guida e criteri per la scelta e l'uso, stato di applicazione del Titolo IV D.Lgs.626/94 (1999)
- **RisCh'flr-I fluidi lubrorefrigeranti nelle lavorazioni meccaniche:** Fattori di rischio - Misure di sicurezza ed igiene del lavoro - Tutela dell'ambiente (1998)
- **RisCh'SP-Le sostanze pericolose per l'uomo e per l'ambiente:** identificazione dei pericoli, valutazione dei rischi, classificazione, obbligo di ricerca, imballaggio ed etichettatura, scheda di dati di sicurezza, vigilanza e controlli (1998)
- **RisCh'96-II rischio chimico negli ambienti di lavoro:** identificazione, misurazione, valutazione, prevenzione e protezione (1996)

Collana SICUREZZA

- **SICUREZZA 2015 – Aggiornamenti sugli ambienti confinati e sulle ATEX**
- **SICUREZZA 2010 – Attrezzature di lavoro e Direttive Comunitarie.** Applicazione dei RES e conformità delle attrezzature
- **SICUREZZA 2008 – La nuova organizzazione della sicurezza.** I sistemi della gestione della sicurezza ed i lavori in appalto
- **SICUREZZA 2006 – Procedure di sicurezza.** Progettazione e applicazione
- **SICUREZZA 2005 – Lavori in quota.** Apprestamenti di sicurezza e DPI
- **SICUREZZA 2004 – Atmosfere esplosive:** la valutazione e la gestione del rischio negli ambienti di lavoro
- **SICUREZZA 2003 – Sei anni di coordinamento nei cantieri temporanei e mobili**
- **SICUREZZA 2002 - Dall'eliminazione del pericolo alla gestione del rischio.** La sicurezza degli ambienti di lavoro, degli impianti, delle macchine

Collana ASL incontri

- **ASL incontri-Esposizione professionale a silice libera cristallina.** Attuali livelli di esposizione e modelli di intervento per la riduzione del rischio. Ruolo della sorveglianza sanitaria tra obblighi di legge e efficacia preventiva (2008)
- **ASL incontri-Strutture sanitarie.** La sicurezza degli operatori e dei pazienti (2004)
- **ASL incontri-Promozione della qualità in medicina del Lavoro.** Orientamenti e Linee Guida per l'attività del medico competente (2002)
- **NIP 2001-Nuovi Insediamenti Produttivi. Requisiti e standard prestazionali degli edifici destinati a luoghi di lavoro.** Responsabilità del progettista. Sportello Unico per le Imprese. Requisiti d'uso, strutturali e di sicurezza. Requisiti igienistici e ambientali. Regolamento edilizio tipo
- **DPI 2000-Il ruolo dei Dispositivi di Protezione Individuali nell'ambito della Prevenzione.** Prevenzione e DPI. Protezione da rumore e vibrazioni. Protezione degli occhi, delle vie respiratorie, degli arti superiori, del corpo. Protezione contro le cadute. Protezione del capo e dei piedi. Protezione antincendio e d'emergenza. Protezione in ambito sanitario. Aspetti critici ed obiettivi
- **ASL incontri-La smaltatura dei metalli.** Principali rischi per la salute. Indicazioni di prevenzione (2000)
- **Mmc-La movimentazione manuale degli ospiti nei servizi socio-assistenziali.** Valutazione del rischio. Orientamenti per la prevenzione (1999)







Il progetto dBA nasce a Modena nel 1985 da un'idea di Omar Nicolini. In un mondo del lavoro che chiedeva tutele e rivendicava salute dBA'85 si propose come un'occasione di confronto, un punto di riferimento, di coagulo per le tante esperienze disponibili sul rischio rumore che rappresentavano anche le esperienze trainanti per gli altri rischi per la salute e la sicurezza e che certamente diede impulso a molte altre idee ed iniziative, come il Salone Ambiente Lavoro. Evidenziare la praticabilità della prevenzione primaria fu infatti uno dei principali obiettivi di dBA, sostenuto già nel 1985 dalla presenza di una rassegna espositiva delle principali ditte del settore. Per inciso, la denominazione dell'iniziativa, più che per l'evidente assonanza con i decibel ponderati (A), segnala la volontà di realizzare una mostra convegno "della Bonifica Acustica".

Le successive edizioni del Convegno si sono tenute assumendo connotazioni diverse in relazione alle più importanti novità legislative ed alla volontà di affrontare l'insieme dei rischi fisici (rumore, vibrazioni, microclima, campi elettromagnetici, radiazioni ottiche e radiazioni ionizzanti) in un unico contenitore.

Oggi dBA è un'iniziativa matura che porta a sintesi il progetto di un confronto multidisciplinare sui rischi fisici e approfondisce gli argomenti più attuali in incontri dedicati a temi specifici, sempre nell'ambito dei rischi fisici, con contributi tecnicospicifici sulle novità normative e la loro interpretazione, sugli effetti biologici dei fattori di rischio, sui problemi della sorveglianza sanitaria, delle tecniche di valutazione, misurazione e previsione dei rischi, delle misure di bonifica e di protezione degli esposti, nonché degli aspetti connessi al controllo ed alla vigilanza.

Ancora oggi dBA mantiene vivo l'interesse sui temi della salute nei luoghi di lavoro e tale intende continuare a essere anche con la vostra attenzione.



dBA incontri **2016**

Chiunque è autorizzato a riprendere parti di questo testo a patto di citare l'articolo con i relativi Autori ed il Volume con i suoi Curatori.

<http://www.ausl.mo.it/dsp/dba>

dBAinfo@ausl.mo.it