



COORDINAMENTO  
TECNICO  
INTERREGIONALE  
DELLA PREVENZIONE  
NEI LUOGHI DI LAVORO

**Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro  
delle Regioni e delle Province autonome**

**Decreto Legislativo 81/2008  
Titolo VIII, Capo IV e s.m.i.  
Protezione dei lavoratori dai rischi di  
esposizione a campi elettromagnetici**

**Indicazioni operative**

*in collaborazione con:*



**INAIL – Istituto Nazionale  
per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro**



**Istituto Superiore di Sanità**

*Revisione 01: approvata dal gruppo di lavoro Agenti Fisici il 18/03/2019  
approvata dall'Area Prevenzione e Sanità Pubblica della Commissione Salute il 20/06/2019*



## Presentazione

Il Decreto Legislativo n.159/2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 18 agosto 2016, ha modificato il Capo IV del Titolo VIII del D.lgs. 81/2008 in attuazione della Direttiva 2013/35/UE sulla protezione dei lavoratori dall'esposizione ai campi elettromagnetici (CEM), ha introdotto importanti novità e richiede un necessario adeguamento sotto il profilo organizzativo e culturale da parte di tutti gli attori della sicurezza aziendale.

Il presente documento ha l'obiettivo di fornire una serie di indicazioni operative che orientino gli attori aziendali della sicurezza ad una adeguata e corretta applicazione del provvedimento legislativo.

A seguito dei positivi riscontri sulle indicazioni operative del Coordinamento Tecnico delle Regioni e Province Autonome - INAIL - ISS per l'applicazione del Titolo VIII Agenti Fisici del D.lgs 81/08 (ultima revisione 2014), si è ritenuto opportuno aggiornarne i contenuti e risolvere i più comuni quesiti che vengono proposti ai tecnici del settore, in relazione all'entrata in vigore del Titolo VIII Capo IV così come modificato dal Decreto Legislativo n.159/2016.

Pertanto, il presente documento sostituisce integralmente il capitolo dedicato al Titolo VIII Capo IV, contenuto nelle Indicazioni Operative approvate dal Coordinamento Tecnico Interregionale per la Prevenzione e Sicurezza nei luoghi di Lavoro nel 2014.

Il Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome ringrazia INAIL e l'Istituto Superiore di Sanità per la proficua collaborazione istituzionale e ciascuno degli Autori del presente documento per il motivato e qualificato impegno profuso.

Auspichiamo che le indicazioni qui di seguito esposte siano favorevolmente accolte nel mondo della prevenzione con apprezzabili ricadute in termini di uniformità di comportamenti e di gestione dei rischi.

Avvertenze:

Queste Indicazioni Operative si basano su normative, linee guida, standard tecnici le cui successive modifiche determineranno nel tempo un progressivo "invecchiamento" dei riferimenti. Ciò si verificherà anche per altre informazioni, per loro natura estremamente "volatili", quali i riferimenti a siti web. I promotori e gli autori si impegnano a provvedere a periodiche correzioni e integrazioni, ma l'intendimento operativo del testo richiede un confronto con ciò che è il quadro dei riferimenti attuali e rimanda al lettore l'esigenza di correggere le letture proposte con gli aggiornamenti che progressivamente interverranno.

I promotori e gli autori propongono queste Indicazioni Operative anche con l'obiettivo di semplificare le modalità operative per la valutazione e il controllo dei rischi per la salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro derivanti da esposizione a CEM. Resta inteso che gli utilizzatori che faranno un uso professionale delle metodologie e delle indicazioni qui presentate devono essere persone qualificate e sono quindi tenuti a conoscere in maniera approfondita la legislazione e le norme tecniche applicabili nei differenti scenari espositivi ed a farne un uso appropriato.

Al fine di agevolare la consultazione del documento le indicazioni sono state raccolte in cinque differenti sessioni, che riflettono l'effettiva articolazione dei lavori che hanno portato alla stesura del documento.

Il documento è disponibile on line sul sito del Portale Agenti Fisici [www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it) alla sezione CEM/FAQ

*Il lettore è invitato a far pervenire eventuali segnalazioni inerenti il presente documento all'indirizzo [iole.pinto@uslsudest.toscana.it](mailto:iole.pinto@uslsudest.toscana.it)*

*Legenda degli acronimi*

<i>CEM</i>	<i>Campi elettromagnetici</i>
<i>DL</i>	<i>Datore di Lavoro</i>
<i>DMIA</i>	<i>Dispositivi Medici Impiantabili Attivi</i>
<i>LB</i>	<i>Limiti di base per la popolazione ai sensi della Raccomandazione 1999/519/CE</i>
<i>LR</i>	<i>Livelli di Riferimento per la popolazione ai sensi della Raccomandazione 1999/519/CE</i>
<i>VA</i>	<i>Valori di Azione per i lavoratori professionalmente esposti ai sensi della Direttiva 2013/35/UE come recepita dal D.lgs.159/2016</i>
<i>VLE</i>	<i>Valori Limite di Esposizione per i lavoratori professionalmente esposti ai sensi della Direttiva 2013/35/UE come recepita dal D.lgs.159/2016</i>

## INDICE

SEZIONE A		
EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA		
<i>Coordinatore Alessandro Polichetti</i>		
A.1	Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire?	2
A.2	Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio/esposti a rischi particolari?	2
A.3	Cosa si intende per eventuali effetti a lungo termine dei CEM e perché questi sono esclusi dall'ambito di applicazione del D.lgs 81/08 e s.m.i.?	3
A.4	E' possibile verificare la sussistenza di controindicazioni specifiche all'esposizione da parte del RSPP/Datore di Lavoro senza ricorrere al Medico Competente?	5
A.5	Quali misure di tutela specifiche possono essere applicate per la donna in gravidanza esposta per motivi professionali e per altri soggetti particolarmente sensibili, esclusi i portatori di Dispositivi Medici?	6
A.6	Come si valuta il rischio per portatori di di protesi, altri dispositivi medici impiantati passivi, inclusi metallici es. schegge, piercing etc.?	8
A.7	Come si valuta il rischio per portatori di pacemaker ed altri dispositivi medici impiantati attivi (DMIA)?	9
A.8	Come si valuta il rischio per lavoratori con dispositivi medici portati sul corpo	17
A.9	In quali casi attivare la sorveglianza sanitaria?	19
SEZIONE B		
METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA DEI CEM		
<i>Coordinatrice Rosaria Falsaperla</i>		
B.1	Quali requisiti deve avere la strumentazione di misura?	22
B.2	Con quale periodicità deve essere tarata la strumentazione di misura?	25
B.3	Come si tiene conto della variabilità spaziale dell'intensità del campo? In quante e quali posizioni va verificato il rispetto dei valori di azione?	26
B.4	Come si tiene conto della variabilità temporale dell'intensità di campo? Quale deve essere la durata delle misure ai fini del confronto con i valori di azione?	28
B.5	Quali indicazioni si possono dare per le esposizioni in presenza di segnali complessi?	31

B.6	Che cosa sono gli indici di esposizione e perché sono forniti spesso come valori percentuali?	33
B.7	Quando e come valutare le correnti di contatto?	33
B.8	Si possono utilizzare i misuratori personali?	34
B.9	Come si stima l'incertezza di misura?	34
B.10	Come tenere conto dell'incertezza di misura nel confronto con i differenti valori limite?	38
<b>SEZIONE C</b> <b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO</b> <i>Coordinatrice Sandra Bernardelli</i>		
C.1	Quali fonti sono utilizzabili per la valutazione del rischio?	42
C.2	Quali sono le condizioni nelle quali la valutazione del rischio può concludersi con la "giustificazione" secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione più dettagliata?	44
C.3	È disponibile un elenco di situazioni lavorative per le quali è necessario procedere sempre ad una valutazione dettagliata (situazioni non "giustificabili")?	46
C.4	Quali sono le esposizioni di carattere professionale?	48
C.5.1	Come comportarsi nel caso di esposizioni non professionali a sorgenti gestite dal datore di lavoro?	50
C.5.2	Come comportarsi nel caso di esposizioni non professionali a sorgenti non gestite dal datore di lavoro?	51
C.6	È sempre necessario effettuare misurazioni specifiche di esposizione ai fini della valutazione del rischio CEM?	51
C.7	Le attrezzature per le quali esiste una certificazione di compatibilità elettromagnetica possono essere "giustificate"?	53
C.8	Quali metodi numerici utilizzare per l'eventuale confronto con i VLE?	53
C.9	Con quali valori confrontarsi per gli effetti diretti e indiretti del campo magnetico statico?	55
C.10	Come confrontarsi con la valutazione rischio incendi / esplosioni dovuti a scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche?	56
C.11	In quali situazioni il rischio di campo elettrico statico può essere rilevante? Come confrontarsi con i pertinenti VA?	58

<b>SEZIONE D</b> <b>GESTIONE DEL RISCHIO</b> <i>Coordinatrice Silvia Goldoni</i>		
D.1	Cosa si intende per "personale qualificato" e quali requisiti deve avere ai fini della valutazione del rischio CEM ?	60
D.2	Come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto al documento di valutazione del rischio CEM?	61
D.3.1	In quali casi è necessario effettuare specifica informazione / formazione ?	64
D.3.2	Quali sono i contenuti della informazione / formazione?	64
D.4	Quali misure di tutela è necessario attuare se si rispettano i valori di azione?	66
D.5	Come comportarsi all'esito della valutazione ?	67
D.6	Come e quando effettuare la zonizzazione con l'uso della segnaletica?	68
D.7	Esistono Dispositivi di Protezione Individuale per i CEM?	70
<b>SEZIONE E</b> <b>VIGILANZA</b> <i>Coordinatore Oscar Argentero</i>		
E.1	In quali casi sussiste l'obbligo di comunicare all'organo di vigilanza territorialmente competente il superamento del VA inferiori o dei VLE relativi agli effetti sensoriali?	74
E.2	Quali dati e informazioni utili ai fini della valutazione dei rischi derivanti da esposizione a CEM i fabbricanti sono obbligati a fornire?	75
E.3	Come deve essere gestito il rischio derivante da "campi elettromagnetici" nell'ambito della valutazione dei rischi all'interno dei cantieri (POS e PSC) e dei rischi interferenti (DUVRI)?	78
E.4	Quali informazioni deve chiedere il datore di lavoro in fase di acquisto di nuovi macchinari – attrezzature che emettono CEM?	80





## **A - EFFETTI SULLA SALUTE E SORVEGLIANZA SANITARIA**

*Gruppo di lavoro composto da:*

- Alessandro Polichetti (ISS – Centro Nazionale per la Protezione dalle Radiazioni e Fisica Computazionale) coordinatore
- Oscar Argentero (A.S.L.TO5 Torino)
- Lorenzo Bordini (Policlinico Milano)
- Giovanni Calcagnini (ISS)
- Federica Censi (ISS)
- Giovanni De Vito (Azienda Socio Sanitaria Territoriale Lecco)
- Carlo Grandi (INAIL)
- Eugenio Mattei (ISS)
- Giorgio Miscetti (USL Umbria 1)

## **A.1 Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire?**

I campi elettromagnetici possono causare due diversi tipi di effetti noti potenzialmente dannosi per la salute e la sicurezza: effetti biofisici diretti ed effetti indiretti.

Gli effetti biofisici diretti sono quelli derivanti da un'interazione dei campi con i tessuti del corpo e possono essere di natura termica o non termica. Si tratta di effetti a soglia in quanto si verificano solo al di sopra di determinati livelli di esposizione e sono prevenuti rispettando i Valori Limite di Esposizione (VLE) fissati dal D.lgs. 81/08 Titolo VIII Capo IV e s.m.i.

Gli effetti indiretti che la normativa intende prevenire sono i seguenti:

- interferenze con attrezzature e altri dispositivi medici elettronici;
- interferenze con attrezzature o dispositivi medici impiantabili attivi, ad esempio stimolatori cardiaci e defibrillatori;
- interferenze con dispositivi medici portati sul corpo, ad esempio pompe per l'infusione di farmaci;
- interferenze con dispositivi impiantati passivi, ad esempio protesi articolari, chiodi, fili o piastre di metallo;
- effetti su schegge metalliche, tatuaggi, body piercing e body art;
- rischio di proiezione di oggetti ferromagnetici non fissi in un campo magnetico statico;
- innesco involontario di detonatori;
- innesco di incendi o esplosioni a causa di materiali infiammabili o esplosivi;
- scosse elettriche o ustioni dovute a correnti di contatto che si verificano quando, in presenza di un campo elettromagnetico, il corpo umano entra in contatto con un oggetto a diverso potenziale elettrico

Alcuni degli effetti indiretti possono insorgere a livelli di esposizione inferiori a quelli in grado di indurre gli effetti biofisici diretti e possono avere conseguenze anche gravi sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori.

Le prescrizioni del D.lgs 81/08 e s.m.i. non si applicano alla protezione da eventuali effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici (vedi FAQ A.3).

## **A.2 Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio /esposti a rischi particolari?**

Alcuni gruppi di lavoratori sono da considerarsi particolarmente sensibili al rischio da esposizione ai campi elettromagnetici. Tali lavoratori potrebbero non essere protetti adeguatamente mediante il solo rispetto dei Valori Limite di Esposizione e dei Valori di Azione stabiliti dal D.lgs. 81/08 e s.m.i.

I lavoratori particolarmente sensibili al rischio sono in genere tutelati adeguatamente mediante il rispetto dei requisiti di protezione specificati per la

popolazione nella raccomandazione 1999/519/CE, salvo alcune eccezioni (vedi FAQ A.5;A.6).

Nella Tabella seguente (tratta da Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai Campi Elettromagnetici Volume 1) è riportato un elenco non esaustivo di tali soggetti.

In aggiunta andrebbero considerati come particolarmente sensibili al rischio, da valutarsi anche in relazione all'esistenza e alla messa in atto di trattamenti terapeutici specifici per la patologia coinvolta, i seguenti soggetti:

- soggetti affetti da patologie che possono alterare l'eccitabilità del sistema nervoso centrale;
- soggetti affetti da aritmie o da patologie del cuore, dell'emodinamica e di altri organi/apparati che possono favorire l'insorgenza di aritmie.

Tabella: soggetti da considerare particolarmente sensibili al rischio/esposti a rischi particolari per esposizioni a CEM.

<b>Lavoratorio esposti a particolari rischi</b>	<b>Esempi</b>
<b>Lavoratori che portano dispositivi medici impiantati attivi (active implanted medical devices, AIMD)</b>	Stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari al tronco encefalico, protesi dell'orecchio, neurostimolatori, retinal encoder, pompe impiantate per infusione di farmaci.
<b>Lavoratori che portano dispositivi medici impiantati passivi contenenti metallo</b>	Protezioni articolari, chiodi, piastre, clip chirurgiche per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi metallici e casi di dispositivi medici impiantati attivi.
<b>Lavoratori portatori di dispositivi medici indossati sul corpo</b>	Pompe esterne per infusione di ormoni.
<b>Lavoratrici in gravidanza</b>	

### **A.3 Cosa si intende per eventuali effetti a lungo termine dei CEM e perché questi sono esclusi dall'ambito di applicazione del D.lgs 81/08 e s.m.i.?**

Il D.lgs. 81/08 è stato modificato dal D.lgs 159/2016 che a sua volta ha recepito la Direttiva Europea 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti da campi elettromagnetici. L'ambito di applicazione della Direttiva 2013/35/UE non include gli effetti a lungo termine, dal momento che non sono attualmente disponibili prove scientifiche accertate dell'esistenza di una relazione causale. Tuttavia, nel caso in cui emergano tali prove scientifiche certe, la Commissione europea valuterà quali siano gli strumenti più appropriati per affrontare tali effetti.

Per effetti a lungo termine si intendono gli eventuali effetti connessi ad esposizioni prolungate a campi elettrici, magnetici o elettromagnetici, anche di

intensità inferiore alle soglie di insorgenza degli effetti biofisici diretti e degli effetti indiretti noti oggetto delle disposizioni del D.lgs. 81/08.

Per quanto riguarda i campi a bassa frequenza (ELF), alcuni studi epidemiologici, condotti principalmente su popolazioni residenti in prossimità di elettrodotti, hanno evidenziato un incremento del rischio di insorgenza di alcuni tipi di neoplasie - ed in particolare di leucemie infantili - correlabile ad esposizioni croniche ai campi magnetici a 50/60 Hz. Il fatto che ci si riferisse a sorgenti esterne e ad esposizioni all'interno delle abitazioni ha portato ad escludere il campo elettrico in quanto, a differenza del campo magnetico, questo risulta efficacemente schermato dalle pareti degli edifici.

Nel 2001 la IARC, a seguito di un approfondito esame delle evidenze scientifiche fornite da studi epidemiologici e studi sperimentali, ha classificato i campi magnetici alle frequenze ELF nel Gruppo 2B (agenti possibilmente cancerogeni per l'uomo) e i campi elettrici alle frequenze ELF nel Gruppo 3 (agenti non classificabili in relazione alla loro cancerogenicità per l'uomo). La classificazione dei campi magnetici ELF come possibilmente cancerogeni per l'uomo è dovuta ad una "limitata" evidenza epidemiologica relativa alla leucemia infantile, mentre per quanto riguarda i tumori negli adulti l'evidenza è stata giudicata "inadeguata". Le evidenze successive, tra le quali alcune recenti osservazioni sulla relazione tra tumori cerebrali negli adulti ed esposizione a campi magnetici ELF, che forniscono elementi contrastanti e non definitivi, sono in linea con la valutazione della IARC.

Un'altra tipologia di possibili effetti a lungo termine derivanti dall'esposizione a campi a bassa frequenza, in corso di studio, è rappresentata dalle malattie neurodegenerative ed in particolare dalla sclerosi laterale amiotrofica (SLA) e dalla malattia di Alzheimer. Tra le popolazioni lavorative maggiormente di interesse per tali studi rientrano i saldatori ed i manutentori delle linee elettriche, considerate le elevate esposizioni a CEM a bassa frequenza che si riscontrano spesso per tali lavorazioni. La difficoltà nell'eseguire studi epidemiologici su questi effetti è dovuta anche all'assenza di registri nazionali di tali patologie, contrariamente a quanto avviene per i tumori.

Per quanto riguarda i campi ad alta frequenza (radiofrequenze e microonde) va segnalato che nel 2011 la IARC, a seguito di un approfondito esame della letteratura scientifica relativa agli studi epidemiologici e sperimentali, ha classificato i campi elettromagnetici a RF come "possibilmente cancerogeni per l'uomo" (Gruppo 2B), essenzialmente per via dei risultati di alcuni studi epidemiologici sul rischio di glioma e di neurinoma del nervo acustico negli utilizzatori di telefoni mobili che fornivano un'evidenza considerata dalla IARC come "limitata". Per quanto riguarda gli studi sugli utilizzatori di telefoni mobili in relazione ad altri tipi di tumore, nonché gli studi sulle esposizioni associate

alle altre sorgenti di campi a RF occupazionali ed ambientali, i risultati non sono stati ritenuti indicativi di un'associazione causale o comunque le evidenze fornite non permettevano di trarre conclusioni. Inoltre, la IARC ha giudicato "limitata" (e quindi meno che "sufficiente") anche l'evidenza di cancerogenicità proveniente da studi sperimentali su animali da laboratorio.

Le evidenze scientifiche pubblicate successivamente alla valutazione della IARC non supportano la possibilità del nesso causale più di quanto stabilito dalla IARC; al contrario, secondo la commissione di esperti SCENIHR che ha esaminato evidenze più recenti, tendono nel senso opposto.

Nel seguito si riporta l'attuale classificazione IARC per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Tabella: la classificazione IARC per i CEM

<b>Agente fisico</b>	<b>Classificazione IARC</b>
Campo magnetico a bassa frequenza	<b>Gruppo 2B:</b> possibilmente cancerogeno per l'uomo
Campo elettromagnetico ad alta frequenza	
Campo elettrico a bassa frequenza	<b>Gruppo 3:</b> non classificabile come cancerogeno per l'uomo
Campo elettrico e magnetico statico	

Secondo l'ICNIRP, sulle cui linee guida si basa il rationale del sistema di protezione della Direttiva 2013/35/UE, l'assenza di un nesso causale accertato implica che gli effetti a lungo termine non possono essere gestiti mediante restrizioni delle esposizioni. L'ICNIRP considera infatti che, affinché gli effetti possano essere utilizzati per fissare limiti di esposizione, tali effetti debbano essere replicati indipendentemente, essere di sufficiente qualità scientifica ed essere coerenti con il quadro generale delle conoscenze scientifiche.

Bisogna considerare in merito che per qualsiasi fattore di rischio i valori limite di esposizione possono essere stabiliti solo se sono noti con accettabile grado di incertezza e sono accertati con il dovuto rigore scientifico i meccanismi di azione, i valori di soglia e le plausibili relazioni dose-risposta. Allo stato delle conoscenze sull'esposizione umana a CEM ciò è possibile solo per gli effetti biofisici diretti e per gli effetti indiretti presi in considerazione dalla vigente normativa.

#### **A.4 E' possibile verificare la sussistenza di controindicazioni specifiche all'esposizione da parte del RSPP/Datore Lavoro senza ricorrere al Medico Competente?**

L'individuazione di controindicazioni specifiche all'esposizione presuppone l'acquisizione/comunicazione di informazioni sullo stato di salute del lavoratore. L'unica figura professionale abilitata allo scopo è quella del medico, segnatamente del Medico Competente. Il principio è lo stesso sia che il

lavoratore risulti inquadrato in un programma di sorveglianza sanitaria esistente sia nel caso in cui il lavoratore, reso edotto da adeguata informazione/formazione, comunichi informazioni riguardanti il proprio stato di salute a suo avviso rilevanti ai fini del rischio per la salute e la sicurezza in relazione alla mansione svolta e al contesto lavorativo o, a maggior ragione, chieda la visita medica ai sensi degli artt. 41 e 211 del D.lgs 81/08.

A titolo di esempio, un lavoratore a cui sia stato impiantato un dispositivo medico impiantabile attivo successivamente all'effettuazione della valutazione del rischio, esposto a campi elettromagnetici in ragione della mansione svolta e/o della presenza/permanenza in una determinata realtà lavorativa, se adeguatamente informato e formato ai sensi dell'art. 210-bis del D.lgs. 81/08 potrebbe comunicare, nell'eventuale assenza della figura del Medico Competente, al datore di lavoro o al responsabile RSPP il proprio stato ai fini di una rimozione dalla situazione di rischio. Tuttavia, fatti salvi i non frequenti casi di manifesta incompatibilità tra specifica tipologia di esposizione e stato di portatore, non è possibile procedere ad una valutazione del rischio individuale in assenza del Medico Competente, essendo il rischio dipendente non solo dalla configurazione di campo cui il lavoratore è esposto, ma anche dalla tipologia del dispositivo, dalle condizioni patologiche di base che hanno richiesto l'impianto del dispositivo, dalle modalità di funzionamento di quest'ultimo, dalle conseguenze cliniche prevedibili in caso di malfunzionamento, da patologie concomitanti etc.

Peraltro, tra le funzioni in capo alla figura del Medico Competente è esplicitamente menzionata la collaborazione con il datore di lavoro e con il servizio di prevenzione e protezione nella valutazione dei rischi, così come riportato nell'art. 25 del D.lgs 81/08, disposizione che suggerisce fortemente o addirittura implica l'intervento di questa figura professionale nello svolgimento degli adempimenti legati alla valutazione dei rischi, pertanto a monte rispetto all'individuazione e alla concretizzazione di misure di tutela dei lavoratori e a prescindere, almeno in questa fase, dalla messa in atto di qualunque programma di sorveglianza sanitaria.

#### **A.5 Quali misure di tutela specifiche possono essere applicate per la donna in gravidanza esposta per motivi professionali e per altri soggetti particolarmente sensibili, esclusi i portatori di Dispositivi Medici?**

Si riportano nel seguito alcuni elementi di cui il medico competente e l'RSPP possono tenere conto in relazione all'esposizione a CEM, nell'ambito dell'applicazione della normativa di riferimento per la tutela del lavoro femminile (D.lgs. 26.03.2001 n. 151 e smi "Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma dell'art.

15 della legge 8 marzo 2000") che prevede, nelle aziende in cui sono impiegate donne in età fertile, che il datore di lavoro con la collaborazione del Servizio di prevenzione e protezione e del medico competente, informi le lavoratrici e i rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza, sui rischi per la gravidanza, puerperio e allattamento presenti nell'ambiente di lavoro e individui le mansioni non pregiudizievoli per la salute della donna e del nascituro, modificando se possibile condizioni e orario di lavoro.

In tale contesto è da considerare che la donna in gravidanza rientra tra i soggetti che, per loro particolari condizioni fisiologiche e per la presenza del feto/embrione, possono essere particolarmente sensibili ai rischi connessi agli effetti diretti dei campi elettromagnetici. Per questa categoria di soggetti, il rispetto dei VLE previsti dal D.lgs. 81/08 può non essere sufficiente a prevenire i rischi per la salute connessi alle esposizioni ai campi elettromagnetici. Facendo riferimento alle linee guida dell'ICNIRP, alla base delle vigenti restrizioni sulle esposizioni dei lavoratori, si sottolinea che esse prevedono un sistema di protezione a due livelli, uno per le esposizioni occupazionali, l'altro per le esposizioni della popolazione generale, sulla base del fatto che nella popolazione generale sono compresi individui per i quali le soglie di esposizione in relazione a possibili effetti avversi per la salute (effetti sul feto nel caso delle donne in gravidanza), o anche effetti di tipo sensoriale, possono essere particolarmente basse.

Di conseguenza, la tutela particolare della donna in gravidanza, ma anche di altri soggetti particolarmente suscettibili agli effetti diretti dei campi elettromagnetici, può essere attuata tenendo conto dei limiti di esposizione per la popolazione fissati dalla Raccomandazione Europea 1999/519/CE o, in alternativa, dei valori limite di esposizione fissati da ICNIRP 2009 per il campo magnetico statico e da ICNIRP 2010 per gli effetti non termici dei campi elettrici e magnetici variabili nel tempo, che rappresentano il riferimento scientifico più aggiornato.

Ove, in particolari situazioni lavorative, non sia possibile mantenere l'esposizione al di sotto dei limiti di esposizione per la popolazione, il cui rispetto non deriva comunque da alcun obbligo normativo, e fermo restando il pieno rispetto dei limiti per i lavoratori previsti dall'art. 208, l'idoneità della lavoratrice in stato di gravidanza e degli altri soggetti particolarmente sensibili, e le eventuali specifiche misure di protezione, dovrebbero essere valutate su base individuale (art. 210, comma 3) caso per caso dal medico competente e dall'RSPP.

In tale ambito gli elementi specifici inerenti l'esposizione a CEM di cui il medico competente e l'RSPP possono tenere conto ai fini del giudizio di idoneità e di una valutazione individuale del rischio espositivo, inclusa la definizione delle misure di prevenzione e protezione, sono la tipologia, intensità, durata, e localizzazione sul corpo o parti di esso dell'esposizione a CEM.

Si evidenzia che il caso di esposizione di una donna in gravidanza, o altro soggetto particolarmente sensibile, non per motivi professionali ricade nella fattispecie più generale delle esposizioni non professionali trattata nella FAQ C.4.

#### **A.6 Come si valuta il rischio per portatori di protesi, altri dispositivi medici impiantati passivi, inclusi metallici es. schegge, piercing etc.?**

I lavoratori portatori di protesi o altri dispositivi medici impiantati passivi, inclusi metallici (es. schegge, piercing etc.) devono essere considerati lavoratori particolarmente sensibili al rischio.

Numerosi impianti medici possono essere metallici o contenere parti metalliche. Tra questi si annoverano protesi articolari, protesi endoauricolari passive, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi, otturazioni dentali etc.

Se questi dispositivi contengono materiali ferromagnetici, questi possono subire torsioni e/o spostamenti in presenza di campo magnetico statico. L'ICNIRP ha indicato nelle sue linee guida sui campi magnetici statici del 2009, per la prevenzione di tali rischi, lo stesso livello di sicurezza di 0,5 mT adottato per la protezione dei portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (ICNIRP, 2009), mentre nelle precedenti linee guida del 1994 venivano chiaramente distinte le due tipologie di effetti, e per i rischi connessi alle forze di attrazione e rotazione di impianti contenenti materiali ferromagnetici raccomandava di segnalare le aree caratterizzate da livelli di campo magnetico statico maggiori di 3 mT (ICNIRP, 1994). Quest'ultimo valore è indicato nel D.lgs. 81/08 come VA per il rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti di campo magnetico statico ad alta intensità (> 100 mT).

Nel caso di esposizione a campi variabili nel tempo, gli impianti metallici possono perturbare il campo elettrico indotto nel corpo generando zone di forti campi localizzati. Gli impianti metallici potrebbero anche essere riscaldati induttivamente; le conseguenze sarebbero riscaldamento e lesioni termiche dei tessuti circostanti. Questa condizione potrebbe anche causare il guasto dell'impianto.

Ci sono pochi dati su cui basare una valutazione dei rischi cui sono esposti coloro che indossano impianti passivi. Un fattore da considerare è la frequenza dei campi elettromagnetici poiché la penetrazione del campo nel corpo diminuisce all'aumentare della frequenza, tanto che può esserci poca o nessuna interazione tra campi ad alta frequenza e la maggior parte degli impianti, che sono collocati entro una massa di tessuto circostante.



Il riscaldamento induttivo in grado di provocare lesioni termiche ai tessuti circostanti dipenderà pertanto dalla frequenza e intensità del campo nonché dalle dimensioni e dalla massa dell'impianto.

Tuttavia, secondo la Guida Non Vincolante della Commissione Europea, la conformità alla Raccomandazione 1999/519/CE dovrebbe fornire un'adeguata protezione; esposizione a campi più intensi potrebbero essere consentiti in alcune circostanze, previa specifica valutazione.

Le stesse considerazioni si possono estendere anche al caso di portatori di inclusi metallici o contenenti parti metalliche, quali ad esempio schegge metalliche e piercing.

### **A.7 Come si valuta il rischio per portatori di pacemaker ed altri dispositivi medici impiantati attivi (DMIA)?**

I lavoratori portatori di DMIA devono essere considerati lavoratori particolarmente sensibili al rischio.

Esistono molti dispositivi attivi impiantabili negli esseri umani a scopi medici. Tra questi ricordiamo:

- 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 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), è stata integrata all'interno di una unica direttiva, la 2007/47/CE. 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*. Nella pratica questo requisito si traduce nell'applicazione, da parte dei fabbricanti dei dispositivi, di specifiche norme tecniche armonizzate (EN45502-1 e la serie EN45502-2-X di norme particolari), che derivano i requisiti di immunità elettromagnetica dai livelli di riferimento indicati dalla Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio Europeo per la protezione della popolazione. Si assume infatti che l'esposizione del

paziente sia sempre limitata *a campi di un ordine di grandezza che è probabile trovare nell'ambiente «normale»* ovvero dovuti alle più comuni sorgenti ambientali. Tali norme non valutano l'immunità dei dispositivi a segnali associati a sorgenti particolari presenti negli ambienti di lavoro, per i quali rimandano ad analisi ulteriori da effettuarsi direttamente con il costruttore del dispositivo, con il datore di lavoro e con il medico curante (ad esempio per la possibilità di impostazioni non standard per il DMIA).

A supporto dei datori di lavoro la norma il CENELEC ha sviluppato una norma, la EN 50527-1, che definisce una metodologia generale per effettuare la valutazione del rischio di soggetti portatori di uno o più DMIA.

L'assunto di base è che i dispositivi medici funzionino correttamente, qualora non siano superati i livelli di esposizione stabiliti per la popolazione generale dalla Raccomandazione 1999/519/CE, quando impiantati e programmati conformemente alle buone pratiche mediche (approccio derivato dalla EN 45502-1).

La norma EN50527-1 definisce pertanto una lista di apparati/condizioni espositive (Tabella 1) che si assume producano campi elettromagnetici che non eccedono i livelli di riferimento per la popolazione generale e quindi possano ritenersi sicuri per i portatori di DMIA purché vengano rispettate le indicazioni riportate nella colonna "Eccezione e Note" della tabella stessa. Per i campi magnetici statici o quasi statici (fino a qualche Hz) si consiglia di non superare il livello di 1 mT se non per esposizioni di breve durata.

Si precisa tuttavia che il D.lgs. 81/08 stabilisce il VA di 0,5 mT al fine di prevenire interferenze con dispositivi impiantabili attivi.

Condizioni specifiche che contrastano questo approccio 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 (EN45502-1 e la serie EN45502-2-X di norme particolari).

Un approccio del tutto analogo è delineato nella norme EN50527-2-1 e EN50527-2-2 (di cui è prevista la pubblicazione nel 2019), rispettivamente rivolte alla valutazione del rischio specifica per i portatori di pacemaker e di defibrillatori.

**È da tener presente che il confronto con i valori di riferimento della Raccomandazione 1999/519/CE ai fini di garantire l'immunità del dispositivo è su base istantanea, senza includere alcuna media temporale.**

L'approccio delineato nella norma EN50527-1 è del tutto coerente con quanto indicato dalle Guide Non Vincolanti previste dall'Articolo 14 della Direttiva 2013/35/UE.

Ai fini della valutazione del rischio per portatori di DMIA occorre pertanto in primo luogo accertare quali apparecchiature e attività potenzialmente interferenti con i DMIA sono presenti nel luogo di lavoro, e se ci siano lavoratori che indossano DMIA. È opportuno osservare che non tutti i lavoratori dichiarano di essere portatori di DMIA, e l'esperienza dimostra che spesso il lavoratore tende a non fornire questa informazione per timore che possa influire sull'attività lavorativa.

Se tutte le sorgenti individuate rientrano nella tabella 1 di seguito riportata e sono utilizzate come specificato nella stessa, il processo di valutazione del rischio può essere considerato concluso e non sono necessarie ulteriori azioni. In altri casi (apparati che non ricadono nella lista di esclusione o che non sono utilizzati secondo quanto specificato nelle note della lista stessa, una particolare configurazione del DMIA dovuta ad esigenze specifiche del paziente o, come già detto, nel caso in cui il fabbricante del dispositivo dichiara esplicitamente di non aver rispettato i requisiti di immunità del DMIA richiesti dalle norme armonizzate) può essere necessario effettuare valutazioni più approfondite seguendo le indicazioni riportate nell'Allegato A della norma EN 50527-1.

La valutazione del rischio per i portatori di DMIA dovrà necessariamente avvalersi in ogni caso della collaborazione del medico competente, anche sulla base delle informazioni fornite dal medico o struttura curante del paziente e dal produttore del dispositivo che potrà fornire indicazioni sulle sue caratteristiche ed in particolare sui livelli di immunità e le tipologie di possibili malfunzionamenti in ottemperanza a quanto prescritto dalla conformità al marchio CE.

Se il dispositivo indossato dal lavoratore è più vecchio, sarà necessario effettuare una valutazione specifica. Questa dovrebbe basarsi sulle caratteristiche note del dispositivo.

Indipendentemente dal percorso seguito, il processo di valutazione del rischio dovrà comunque terminare con l'individuazione delle aree di accesso (continuativo/transitorio) o di interdizione per il lavoratore e/o con l'adeguamento della postazione di lavoro o dell'attività lavorativa.

Tabella 1 da norma EN 50527-1 lista di apparati/condizioni espositive che producono campi elettromagnetici che possono ritenersi sicuri per i portatori di DMIA purché vengano rispettate le indicazioni riportate nella colonna "Eccezione e Note".

<b>Indicazione del luogo di lavoro</b>	<b>Esempi di apparecchiature</b>	<b>Eccezioni e note</b>
Qualsiasi luogo	Apparecchi di illuminazione	Esclusa la illuminazione a microonde e RF.
Qualsiasi luogo	Computer e apparecchiature informatiche	Purché non contengano apparecchiature di radiotrasmissione, quali RadioLAN. Bluetooth o Telefonia Mobile. In caso di loro inclusione nelle apparecchiature, seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Computer e apparecchiature informatiche comprese quelle per le comunicazioni senza fili	Seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Macchine per ufficio	Esclusi gli smagnetizzatori di nastri.
Qualsiasi luogo	Telefoni cellulari e telefoni senza fili	Seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.  Per esempio per i pacemaker e i defibrillatori, la distanza di interferenza tra la sorgente e il DMIA è di 15cm per potenze di picco fino a 2W.
Qualsiasi luogo	Radio ricetrasmittenti	Seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Stazioni base per telefoni senza fili DECT e WLAN (es. Wi-Fi)	Seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1. Per esempio per i pacemaker e i defibrillatori, la distanza di interferenza tra la sorgente e il DMIA è di 15 cm per potenze di picco fino 2 W.
Qualsiasi luogo	Apparecchiature di comunicazione e reti cablate	
Qualsiasi luogo	Utensili elettrici mobili e portatili	Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni. Tuttavia il Lavoratore con DMIA non deve utilizzare gli utensili senza che sia stata effettuata una ulteriore valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.

Tabella 1 - EN 50527-1 (segue)

<b>Indicazione del luogo di lavoro</b>	<b>Esempi di apparecchiature</b>	<b>Eccezioni e note</b>
Qualsiasi luogo	Utensili riscaldanti portatili (es. pistole incollatrici, pistole riscaldanti)	<p>Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni.</p> <p>Tuttavia il Lavoratore con DMIA non deve utilizzare gli utensili senza che sia stata effettuata una ulteriore valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.</p>
Qualsiasi luogo	Caricabatteria	<p>Piccoli caricabatteria per uso domestico.</p> <p>I grandi caricabatteria (per uso professionale) necessitano di ulteriori valutazioni.</p> <p>Sono esclusi i caricatori che utilizzano accoppiamenti induttivi o di prossimità.</p>
Qualsiasi luogo	Apparecchiature elettriche per giardinaggio	<p>Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni.</p> <p>Tuttavia il Lavoratore con DMIA non deve utilizzare gli utensili senza che sia stata effettuata una ulteriore valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.</p>
Qualsiasi luogo	Apparecchiature audio e video	Se l'apparecchiatura utilizza trasmissioni senza fili seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Apparecchiature portatili a batteria, esclusi trasmettitori a radiofrequenza	
Qualsiasi luogo	Apparecchiature elettriche per il riscaldamento di ambienti	
Qualsiasi luogo	Tutte le apparecchiature non elettriche	Alcune apparecchiature non elettriche possono comprendere campi magnetici statici elevati (per esempio magneti permanenti). In questo caso deve essere condotta una valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.

Tabella 1 - EN 50527-1 (segue)

Indicazione del luogo di lavoro	Esempi di apparecchiature	Eccezioni e note
Qualsiasi luogo	Tutte le apparecchiature che producono campi magnetici statici	Le apparecchiature in grado di produrre densità di flusso magnetico di $B > 1$ mT, nella regione occupata dal DMIA possono influenzare il comportamento del DMIA impiantato. Tale limite di picco di 1 mT si applica anche ai campi magnetici "quasi statici" nella gamma di frequenza compresa tra 0 Hz e alcuni Hz.
Qualsiasi luogo	<p>Reti di alimentazione elettrica nei luoghi di lavoro e circuiti di distribuzione e trasmissione di elettricità che attraversano o scavalcano i luoghi di lavoro. L'esposizione ai campi elettrici e magnetici è considerata separatamente.</p> <p>Per quanto attiene all'esposizione ai campi magnetici, i seguenti sono conformi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- qualsiasi installazione elettrica con una corrente nominale di fase non superiore a 100 A;</li> <li>- qualsiasi circuito singolo in un'installazione con una corrente nominale di fase non superiore a 100 A;</li> <li>- qualsiasi circuito i cui conduttori siano vicini tra loro e abbiano una corrente netta non superiore a 100 A; sono compresi tutti i componenti delle reti che rispettano i criteri precedenti (compreso il cablaggio, gli apparecchi di manovra, i trasformatori, ecc.);</li> </ul> <p>qualsiasi conduttore aereo nudo a qualunque tensione.</p>	<p>I criteri indicati nella colonna centrale, allo scopo di dimostrare che i campi sono sufficientemente bassi da non interferire con i DMIA mirano a dimostrare che le esposizioni sono inferiori ai livelli di riferimento indicati nella Raccomandazione del Consiglio 1999/519/EC sull'esposizione della Popolazione ai CEM. Essa indica che, per quanto riguarda i campi magnetici, tutte le linee aeree rispettano tale criterio ma, per quanto riguarda i campi elettrici, solo le linee con tensione nominale fino a 150 kV lo rispettano. Tuttavia, in una linea aerea con tensione superiore a 150 kV, il campo elettrico è, generalmente, ma non sempre, inferiore al livello di riferimento per la popolazione.</p> <p>Il paragrafo C.2 della norma CEI EN 50527-1 contiene maggiori informazioni al riguardo e, di conseguenza, non è prescritta una valutazione del rischio per un luogo di lavoro sorvolato da una linea aerea se si applica una delle condizioni seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le misure nel luogo di lavoro indicano il mancato superamento del livello di riferimento del campo elettrico per la popolazione;</li> <li>- se i calcoli del campo elettrico nel luogo di lavoro derivante dalla linea aerea (es. fornito dall'operatore di linea) indicano il mancato superamento del livello di riferimento del campo elettrico per la popolazione;</li> <li>- se la distanza dal suolo della linea non è inferiore a 16 m (per linee tra 291 kV e 420 kV), 11 m (per linee tra 226 kV e 290 kV), 9 m (per linee tra 151 kV e 225 kV) o qualsiasi altezza (per linee tra 0 kV e 150 kV) in nessun punto sul luogo di lavoro;</li> <li>- quando il luogo di lavoro è in un interno</li> </ul>

Tabella 1 - EN 50527-1 (segue)

Indicazione del luogo di lavoro	Esempi di apparecchiature	Eccezioni e note
Qualsiasi luogo	<p>Per quanto attiene alla esposizione ai campi elettrici, i seguenti sono conformi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- qualsiasi circuito di cavi sotterraneo o isolato a qualunque tensione nominale.</li> <li>- qualsiasi conduttore aereo nudo di tensione non superiore a 110 kV, o linea aerea non superiore a 150 kV, sopra il luogo di lavoro o a qualunque tensione se il luogo di lavoro è in un interno</li> </ul>	<p>Questo si applica quando un Lavoratore con DMIA è al livello del suolo (in piedi o seduto, ecc...) e non quando è sopra il livello del suolo. Nel settore dell'alimentazione elettrica, alcuni luoghi di lavoro possono essere molto vicini alla rete di alimentazione elettrica, nel qual caso il campo può superare i livelli di riferimento del campo elettrico per la popolazione indicati nella Raccomandazione del Consiglio. La valutazione del rischio per un lavoratore con DMIA deve considerare i livelli dei campi suscettibili di essere incontrati dal lavoratore e la sensibilità alle interferenze dello specifico DMIA, tenendo conto del tipo, delle impostazioni di sensibilità e della bipolarità o unipolarità dei conduttori.</p> <p>Le aree nelle quali il campo supera tali livelli possono riferirsi solo a 'esposizioni transitorie' (vedi il paragrafo 4.6 della norma CEI EN 50527-1) nel qual caso possono essere consentite per il DMIA</p>
Qualsiasi luogo	Strumentazione, apparecchi di misura e di controllo	<p>Purché non contengano apparecchiature di radiotrasmissione, quali RadioLAN, Bluetooth o Telefonia Mobile. In caso di loro inclusione nelle apparecchiature seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.</p>
Qualsiasi luogo	Elettrodomestici	<p>Sono comprese le apparecchiature professionali, quali i cuocivivande, le lavatrici, forni a microonde, ecc, utilizzati in ristoranti, negozi, ecc...</p> <p>Sono escluse le apparecchiature per riscaldamento a induzione.</p> <p>Tali apparecchiature non devono contenere apparecchiature di radiotrasmissione (CS, RadioLAN, Bluetooth o Telefonia Mobile). In caso di loro inclusione nelle apparecchiature, seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.</p>
Qualsiasi luogo	Trasmettitori azionati a batteria	<p>Seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.</p>

Tabella 1 - EN 50527-1 (segue)

<b>Indicazione del luogo di lavoro</b>	<b>Esempi di apparecchiature</b>	<b>Eccezioni e note</b>
Qualsiasi luogo	Antenne di stazioni base	<p>Mantenersi all'esterno della distanza di interferenza come descritto nella valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.</p> <p>Se viene specificata una distanza di interferenza da una autorità competente questa deve essere utilizzata.</p>
Luoghi di lavoro sanitari	Tutte le apparecchiature mediche che non utilizzano sorgenti RF	Se i luoghi di lavoro sanitari comprendono campi magnetici o elettrici statici o variabili nel tempo, possono essere necessarie precauzioni operative. Per le apparecchiature indicate in altri punti della presente tabella, utilizzate nei luoghi di lavoro sanitari, vedi la sezione corrispondente.
Luoghi di lavoro aperti al pubblico (trattati in 4.3 della Direttiva 2004/40/EC)	Si considera che i luoghi aperti al pubblico e conformi ai limiti di esposizione contenuti nella Raccomandazione del Consiglio Europeo 1999/519/EC siano conformi senza ulteriori valutazioni purché la conformità sia valutata rispetto ai livelli di riferimento derivati	In alcune circostanze, i livelli di riferimento possono essere superati pur rispettando i limiti di base della raccomandazione. Tali circostanze sono di solito in aree localizzate vicine alle apparecchiature che emettono CEM, quindi l'esposizione transitoria in tali zone può essere ammessa. In caso di dubbi, ulteriori linee guida possono essere ottenute dai costruttori del dispositivo o dell'emettitore, dai consulenti medici o consultando la Norma specifica del dispositivo corrispondente.
Qualsiasi luogo	Apparecchiature con marchio CE valutate utilizzando una o più Norme elencate nell'Allegato C della EN 50499:2008.	<p>Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni purché la conformità sia valutata rispetto ai livelli di riferimento derivati,</p> <p>In alcune circostanze, i livelli di riferimento possono essere superati pur rispettando i limiti di base della raccomandazione. Tali circostanze sono, di solito, in aree localizzate vicine alle apparecchiature con marchio CE, quindi l'esposizione transitoria in tali zone può essere ammessa. In caso di dubbi, ulteriori linee guida possono essere ottenute dai costruttori del dispositivo o dell'emettitore, dai consulenti medici o consultando la Norma specifica del dispositivo corrispondente.</p>



Tabella 1 - EN 50527-1 (segue)

Indicazione del luogo di lavoro	Esempi di apparecchiature	Eccezioni e note
Qualsiasi luogo	Apparecchiature immesse sul mercato europeo in conformità alla Raccomandazione del Consiglio 1999/519/EC come prescritto dalle Direttive corrispondenti, in particolare in conformità alle Norme armonizzate relative, elencate nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea. Gli esempi sono contenuti nell'Allegato C della EN 50499:2008	<p>Alcune apparecchiature immesse sul mercato europeo possono essere conformi alla Raccomandazione del Consiglio 1099/519/EC pur non avendo ottenuto il marchio CE, per esempio, se fanno parte di una installazione.</p> <p>Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni, purché la conformità sia valutata rispetto ai livelli di riferimento derivati.</p> <p>In alcune circostanze, i livelli di riferimento possono essere superati pur rispettando i limiti di base della raccomandazione. Tali circostanze sono, di solito, in aree localizzate vicine alle apparecchiature con marchio CE, quindi l'esposizione transitoria in tali zone può essere ammessa. In caso di dubbi, ulteriori linee guida possono essere ottenute dai costruttori del dispositivo o dell'emettitore, dai consulenti medici o mediante l'uso della Norma specifica del dispositivo corrispondente</p>

## A.8 Come si valuta il rischio per lavoratori con dispositivi medici portati sul corpo?

I lavoratori portatori di dispositivi medici portati sul corpo rientrano tra i soggetti particolarmente sensibili all'esposizione a CEM.

I dispositivi medici portati sul corpo -quali ad esempio le pompe per infusione di farmaci/ormoni - rientrano nel campo di applicazione della direttiva concernente i dispositivi medici (93/42/CEE, emendata con la Direttiva 2007/47/CEE, che sarà superata nel 2020 dal nuovo Regolamento 2017/745). Pertanto, in mancanza di informazioni più specifiche, le considerazioni relative alla valutazione sono uguali a quelle dell'interferenza con altre attrezzature mediche elettroniche.

Dal 30 giugno 2001 tutte le attrezzature elettroniche mediche messe in servizio nell'Unione Europea devono rispettare i *requisiti essenziali* della direttiva concernente i dispositivi medici (93/42/CEE modificata). In realtà gran parte delle apparecchiature messe in servizio dopo il 1 gennaio 1995 sono già conformi alla direttiva concernente i dispositivi medici.

I requisiti essenziali prevedono che i dispositivi 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.

In pratica i fabbricanti ottengono la conformità ai requisiti essenziali della direttiva concernente i dispositivi medici fabbricando i propri prodotti nel rispetto di un'appropriata norma armonizzata. Per quanto riguarda l'immunità alle interferenze elettromagnetiche, la norma principale è la EN60601-1-2, benché anche norme particolari possano contenere prescrizioni in materia. Le versioni di EN60601-1-2, fino all'edizione 3 inclusa (2007), prescrivono che le funzioni essenziali dell'apparecchiatura non devono essere compromesse dall'esposizione a:

- campi magnetici a frequenza industriale fino 3 A/m (3,8  $\mu$ T);
- intensità di campo elettrico fino a 3 V/m a frequenze da 80 MHz a 2,5 GHz (i campi a modulazione di ampiezza hanno di solito 1 kHz);
- per le apparecchiature di sostegno vitale l'immunità all'intensità di campo elettrico tra 80 MHz e 2,5 GHz è aumentata a 10 V/m.

Sulla base di questi valori è possibile valutare il potenziale di interferenza con le attrezzature mediche elettroniche. La norma ammette altresì che raggiungere questi obiettivi di immunità sarebbe difficile per le apparecchiature concepite per monitorare parametri fisiologici. Per tali apparecchiature ammette quindi un'immunità inferiore, considerando che saranno prevedibilmente utilizzate in ambienti controllati e con livelli di campo noto (per esempio strutture sanitarie).

È utile sottolineare che tutti i dispositivi medici prodotti dal 1 gennaio 2019 dovranno essere conformi con la nuova edizione della EN60601-1-2 del 2015 (edizione 4).

L'edizione 4 di EN60601-1-2 riconosce che le comunicazioni wireless a radiofrequenza non possono essere proibite negli ambienti dove ci sono dispositivi medici (inclusi i dispositivi medici indossabili), che oltre alle strutture sanitarie possono essere anche ambienti domestici. Essa impone al fabbricante di specificare l'ambiente di utilizzo del dispositivo medico (struttura sanitaria, ambiente domestico o ambiente speciale come aree militari o industriali) e aumenta i livelli di immunità. In particolare, il limite per l'immunità a campi elettromagnetici a radiofrequenza è fissato a 3 V/m per dispositivi usati in strutture sanitarie e a 10 V/m per i dispositivi usati in ambiente domestico, nel range di frequenza a 80 MHz a 2,7 GHz. Inoltre, indipendentemente dall'ambiente di utilizzo, il limite per l'immunità a campi magnetici a frequenza industriale passa da 3 A/m a 30 A/m e sono previsti test aggiuntivi per garantire l'immunità a sistemi di comunicazione a radiofrequenza di uso comune, come i sistemi GSM, UMTS, LTE, il Bluetooth, le reti Wi-Fi ecc..., ad una distanza di 30

cm. Questa distanza può risultare anche minore (maggiore livello di immunità), e deve essere sempre indicata dal fabbricante nel manuale d'uso del dispositivo.

In conclusione, per i dispositivi medici indossabili e non di supporto vitale prodotti prima del 1 gennaio 2019 è ammessa un'immunità di 3 V/m a campi elettromagnetici radiati (80 MHz-2,5 GHz); questo valore è inferiore ai livelli di campo ammessi per la popolazione generale. I dispositivi medici indossabili prodotti dopo il 31 dicembre 2018, essendo destinati ad essere utilizzati in ambiente domestico, devono soddisfare un livello di immunità di 10 V/m per campi elettromagnetici radiati (80 MHz-2,5 GHz), e garantire inoltre assenza di rischi ad una distanza uguale o minore di 30 cm dai sistemi di trasmissione mobili più comuni.

È utile ricordare come il fabbricante sia tenuto a riportare nel manuale d'uso tutte le indicazioni necessarie per un uso sicuro del dispositivo stesso, comprese quelle relative all'esposizione a campi elettromagnetici.

### **A.9 In quali casi attivare la sorveglianza sanitaria?**

Si richiamano in premessa le disposizioni dell'art. 41 del D.lgs 81/08, per il quale la sorveglianza sanitaria 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"*. Il medesimo articolo 41 prevede inoltre che la sorveglianza sanitaria "... 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."

L'art. 211 del D.lgs 81/08 e s.m.i., inoltre, stabilisce che: *"La sorveglianza sanitaria viene effettuata periodicamente, di norma una volta all'anno o con periodicità inferiore decisa dal medico competente, con particolare riguardo ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio di cui all'art. 183, tenuto conto dei risultati della valutazione dei rischi trasmessi dal datore di lavoro"*. Lo stesso articolo prevede anche (comma 2) che: *"Nel caso in cui un lavoratore segnali effetti indesiderati o inattesi sulla salute, ivi compresi effetti sensoriali, il datore di lavoro garantisce, in conformità all'art. 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 è 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"*.

Pertanto, la sorveglianza sanitaria, o almeno un controllo medico (atto teoricamente isolato, peraltro non agevole da porre in atto in modo avulso da un programma di sorveglianza sanitaria già operativo in una determinata realtà

lavorativa o, a maggior ragione, in assenza di una sorveglianza sanitaria programmata), deve essere attuata quando il lavoratore riferisce effetti indesiderati o inattesi sulla salute, compresi effetti di natura sensoriale, e quando risultino superati i VLE per effetti sensoriali o per effetti sanitari.

Si evidenzia che la possibilità offerta dal D.lgs. 81/08 di superare sistematicamente (e non solo accidentalmente, caso in cui è previsto solo un controllo medico) i VA/VLE per gli effetti sensoriali ("flessibilità") e i VLE per gli effetti sanitari ("deroghe"), implica la necessità in questi casi di attivare un opportuno programma di sorveglianza sanitaria.

Considerata l'esistenza di lavoratori particolarmente sensibili al rischio e, nell'ambito di questi ultimi, la presenza di lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili attivi, che possono essere oggetto di interferenza elettromagnetica potenzialmente pericolosa per i risvolti sul piano clinico in corrispondenza di livelli di esposizione superiori ai limiti previsti per la popolazione e a volte anche per esposizioni inferiori a tali limiti (si pensi al caso dei campi magnetici statici), è tuttavia opportuno, al superamento dei livelli di riferimento per la popolazione generale così come stabiliti dalla Raccomandazione 1999/519/CE, individuare eventuali lavoratori da sorvegliare in quanto potenzialmente più sensibili al rischio. In ambienti di lavoro con presenza di sorgenti il cui utilizzo possa comportare un rischio di interferenza con il funzionamento dei DMIA (tipologie di sorgenti evincibili ad esempio dalla lista delle sorgenti/situazioni espositive riportate nella tabella 3.2 della guida non vincolante della Commissione Europea) è in ogni caso consigliabile effettuare, a prescindere da considerazioni sui livelli espositivi, una ricognizione finalizzata ad accertare la presenza di lavoratori portatori di DMIA, che saranno destinatari di un'attività di informazione e formazione specifica. Tale ricognizione può essere condotta ad esempio attraverso somministrazione di questionario *ad hoc* gestito dal Medico Competente.

## **B - METODICHE E STRUMENTAZIONE PER LA MISURA DEI CEM**

*Gruppo di lavoro composto da:*

- Rosaria Falsaperla (INAIL) coordinatrice
- Sara Adda (ARPA-Piemonte)
- Andrea Bogi (Azienda USL Toscana Sud Est)

*Esperti esterni:*

- Daniele Andreuccetti (IFAC CNR Firenze)
- Riccardo Di Liberto (Policlinico S.Matteo - Pavia)
- Alex Soldi (ENI)
- Paolo Zanichelli (ARPA Emilia Romagna)

## **B.1 Quali requisiti deve avere la strumentazione di misura?**

La scelta della strumentazione di misura per la valutazione dell'esposizione umana a CEM è determinata dalle caratteristiche delle sorgenti di emissione e dei segnali da caratterizzare; i parametri importanti in tal senso sono l'intervallo di frequenza di emissione, l'intensità e la forma d'onda previste, il tipo di campo atteso (elettrico, magnetico, elettromagnetico) e la sua rapidità di variazione nello spazio; questi ultimi due parametri dipendono anche dalla distanza del punto di misura dalla sorgente e influiscono sulle dimensioni della sonda e quindi sulla sua reiezione ai segnali indesiderati.

La strumentazione utilizzata per le misure deve rispondere ad una serie di specifiche generali individuate dalle norme di buona tecnica quali ad esempio le due norme CEI 211-6 e 211-7; queste sono strutturate in modo identico ed hanno come scopo quello di fornire una metodologia per la misura delle grandezze fisiche che caratterizzano i campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (211-6) ed elettromagnetici ad alta frequenza (CEI 211-7) ai fini della valutazione dei livelli espositivi della popolazione e dei lavoratori. Tali norme in particolare:

- definiscono la terminologia;
- descrivono le caratteristiche generali dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- descrivono le principali sorgenti;
- identificano le specifiche per i misuratori di campi, richiamando i principi generali di funzionamento degli strumenti;
- indicano i metodi di taratura;
- definiscono le prescrizioni relative all'incertezza degli strumenti;
- descrivono i metodi di misura che permettono di raggiungere gli obiettivi richiesti relativamente all'esposizione umana.

Inoltre occorre che lo strumento preveda la specifica funzionalità prescritta dalla normativa o dalle norme tecniche in vigore in relazione alla misura di specifici segnali. Si riporta a titolo di esempio che la nota A2-3 della Tabella A2 del D.lgvo 159/2016 specifica quanto segue in relazione alla valutazione dell'esposizione in presenza di segnali non sinusoidali:

*"Nel caso di campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione effettuata ai sensi dell'articolo 209 è 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".*

Tutte le informazioni relative ai parametri di misura richiesti dovrebbero essere

contenute nelle specifiche tecniche fornite all'acquisto dello strumento o nel certificato di taratura.

I moderni strumenti normalmente dispongono di sonde triassiali che conferiscono risposte, entro un certo margine d'errore, isotropiche.

Per frequenze fino a circa 400 kHz molti strumenti, dotati degli appropriati sensori, sono in grado di restituire l'indice di esposizione (cfr. FAQ B.6) secondo diverse curve di ponderazione come richiesto dalla vigente normativa; in tale intervallo, inoltre, è spesso prevista anche la possibilità di effettuare un'analisi in frequenza.

Gli strumenti equipaggiati con sensori il cui limite operativo superiore di frequenza è maggiore di 400 kHz non sono invece attualmente in grado di restituire l'indice di esposizione con il metodo del picco ponderato, sebbene possano spesso eseguire un'analisi spettrale e restituire altri tipi di indice. Tali strumenti in genere non possono fornire risultati comparabili a quelli ottenibili con il metodo del picco ponderato nel caso di sorgenti impulsive.

Fino a frequenze di circa 1 GHz sono disponibili a livello commerciale sensori sia di campo elettrico sia di campo magnetico, mentre oltre tale limite generalmente sono disponibili solo sensori di campo elettrico.

È possibile definire alcune delle caratteristiche che deve avere la strumentazione di misura, in relazione alla misurazione dei parametri richiesti per la valutazione del rischio di insorgenza dei differenti effetti che si vogliono prevenire, facendo riferimento ai seguenti intervalli spettrali:

- 1) Campi magnetici statici e a frequenze  $< 1$  Hz. Gli strumenti per campo magnetico statico forniscono il valore del campo presente nel punto di misura, da confrontare direttamente con i VLE e i LR indicati dalle normative, nonché con i VA per gli effetti indiretti. Per queste misure, esistono in commercio sonde basate su differenti principi di funzionamento: la scelta della tipologia di sonda va fatta soprattutto sull'intervallo dinamico da coprire. Per le intensità di campo riscontrabili in ambiente di lavoro, sono in genere adeguate le sonde ad effetto Hall. Nel caso del movimento di un lavoratore nel campo statico, sono disponibili strumenti in grado di eseguire e memorizzare misure in rapida successione, con una frequenza di campionamento adeguata a caratterizzare la variabilità temporale del campo magnetico percepito.
- 2) Campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (da 1 Hz fino a 100 kHz). In questa gamma di frequenze, in generale è necessario usare strumenti a larga banda dotati di sensori che siano in grado di misurare sia il campo elettrico, sia il campo magnetico. Poiché in questo intervallo di frequenze i VA ed i LR sono da intendersi su base istantanea (cfr. FAQ B.4), lo strumento di misura

dovrà essere dotato di funzionalità "max-hold" relativa alla grandezza d'interesse. In alcuni casi, quest'ultima è semplicemente il valore RMS del campo misurato, che può essere confrontato direttamente con i corrispondenti limiti (VA e LR); invece, in presenza di forme d'onda complesse, lo strumento dovrà essere in grado di fornire un indice di esposizione secondo le metodiche sopra descritte (metodo del picco ponderato) (cfr. FAQ B.6).

- 3) Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici a frequenze intermedie (da 100 kHz a 10 MHz). In questo intervallo di frequenza coesistono sia gli effetti di stimolazione dei tessuti elettricamente eccitabili, sia quelli di natura termica. Per la valutazione dell'esposizione ai fini del confronto con VA relativi agli effetti di stimolazione, lo strumento deve avere le stesse caratteristiche già descritte al precedente punto 2, con la semplificazione che l'applicazione del metodo del picco ponderato per le esposizioni professionali in questo intervallo di frequenze è resa particolarmente semplice dal fatto che i valori limite non variano con la frequenza. Pertanto, nell'ipotesi che tutto lo spettro emesso dalla sorgente sia contenuto in tale intervallo, il valore di picco rilevato può essere confrontato direttamente con il prodotto del corrispondente VA per la radice quadrata di 2.

Per la valutazione dei rischi connessi agli effetti termici, lo strumento deve consentire la misura/calcolo del valore RMS riferito a una durata di esposizione pari a 6 minuti.

In presenza di esposizioni simultanee a frequenze diverse occorre prendere in considerazione l'indice di esposizione secondo le pertinenti espressioni previste per le esposizioni professionali e per la popolazione.

Anche in questo caso, gli strumenti dovranno essere dotati di sensori che siano in grado di misurare sia il campo elettrico, sia il campo magnetico.

- 4) Campi elettromagnetici ad alta frequenza (da 10 MHz a 300 GHz). In questo intervallo, valgono le considerazioni riportate al precedente punto 3 in relazione agli effetti termici. Quando ci si trova in regime radiativo (condizione in cui campo elettrico e campo magnetico sono legati tra loro da un rapporto fisso), è possibile utilizzare il solo sensore a larga banda di campo elettrico. Per frequenze superiori a 10 GHz, l'intervallo di tempo su cui effettuare la media è pari a  $68/f^{1,05}$  minuti (dove  $f$  è espresso in GHz). Nel caso in cui sia necessario valutare l'indice di esposizione, si procede tipicamente con un'analisi in frequenza mediante analizzatore di spettro collegato ad una antenna opportuna.

In presenza di segnali pulsati con basso ciclo di servizio (come ad esempio nel caso dei radar), occorrerà verificare anche la conformità dei valori di picco e non solo di quelli RMS; in tale caso generalmente è richiesta una catena strumentale ad hoc.



Recentemente alcuni fabbricanti hanno resa disponibile, sugli strumenti equipaggiati con sensori a larga banda, una funzionalità che porta il "sampling rate" ("frequenza di campionamento") a 1-2 MS/s; questa funzionalità, congiuntamente ad una elevata velocità di elaborazione consente la rilevazione di segnali pulsati con durata dell'impulso di almeno 1  $\mu$ s.

Particolare cautela deve essere riservata alla valutazione delle sorgenti di telecomunicazione con modulazione numerica, in quanto la misura a banda larga, per alcune tipologie di segnale con trasmissione discontinua e trama non piena, possono portare ad una sottostima del livello di campo. Indicazioni più precise in proposito possono essere trovate nell'appendice C alla norma CEI 211-7.

Non sempre la strumentazione disponibile commercialmente presenta tutte le opzioni desiderate; in alcuni casi, può essere possibile supplire alla carenza di una di esse (per esempio la media su 6 minuti o l'applicazione del metodo del picco ponderato) attraverso l'acquisizione, la memorizzazione e la successiva elaborazione fuori linea delle misure istantanee. A questo fine, occorre comunque accertarsi che lo strumento disponga (o possa essere equipaggiato) delle appropriate capacità di acquisizione e memorizzazione.

- 5) Correnti indotte negli arti (da 10 a 110 MHz). In questo intervallo di frequenza la misura della corrente indotta negli arti consente di verificare il rispetto delle restrizioni di base sul SAR locale.

La tecnica più comunemente impiegata per la valutazione delle correnti indotte si basa su misuratori di tipo clamp-on (trasformatore di corrente) chiusi intorno all'arto in esame. Gli strumenti disponibili in commercio forniscono una misura in banda larga del livello globale di corrente indotta nell'arto, con una risposta in frequenza più che sufficiente a soddisfare i requisiti di differenti standard protezionistici.

Per la verifica di conformità la radice quadrata della media quadratica delle misure di corrente indotta su ogni periodo di sei minuti deve essere confrontata con il VA, che non varia con la frequenza e risulta lo stesso per qualunque arto.

## **B.2 Con quale periodicità deve essere tarata la strumentazione di misura?**

La strumentazione utilizzata dovrebbe essere regolarmente tarata presso laboratori che garantiscano la riferibilità ai campioni nazionali (LAT - Laboratori di Taratura accreditati da ACCREDIA) o internazionali (ad esempio accreditamento UKAS in Gran Bretagna, ÖKD in Austria, etc.).

La periodicità della taratura non è fissata da norme cogenti, ma secondo le guide di buona tecnica (ad esempio CEI 211-6 e 211-7) dovrebbe essere almeno

biennale. Se la documentazione dello strumento richiede una diversa periodicità, in relazione alle specifiche costruttive dello stesso, bisognerà attenersi alle indicazioni fornite dal fabbricante.

### **B.3 Come si tiene conto della variabilità spaziale dell'intensità del campo? In quante e quali posizioni va verificato il rispetto dei valori di azione?**

In generale, i LR per il campo elettrico e per il campo magnetico debbono essere intesi come valori non perturbati, mediati nel volume del corpo dell'individuo esposto. I VA corrispondono invece ai valori massimi nello spazio occupato dal corpo del lavoratore (o in sue parti specifiche), calcolati o misurati sul posto di lavoro in assenza del lavoratore stesso.

In fase di analisi preliminare di una postazione di lavoro, sarebbe importante determinare il modo in cui il campo è distribuito rispetto alla posizione del lavoratore e come varia nello spazio circostante. La valutazione dovrebbe permettere di identificare l'area in cui si registra la massima intensità di campo rispetto alla posizione del lavoratore.

Idealmente, i punti di misura o calcolo dovrebbero essere in numero e posizione tali da rappresentare adeguatamente la variabilità spaziale del campo nella regione di spazio occupata dalle diverse parti del corpo del lavoratore esposto, tenendo conto della reale postura assunta durante l'attività lavorativa. L'individuazione del valore di picco spaziale comporta una semplificazione operativa a cui corrisponde una valutazione prudenziale dell'esposizione: alla conformità con i VA/LR di detti valori massimi consegue infatti automaticamente la conformità con i VLE/LB in tutte le condizioni di esposizione. In specifiche situazioni di campo fortemente non uniforme, la valutazione della media spaziale potrebbe risultare più adeguata. In attesa dello sviluppo degli strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio previsti dall'articolo 28, comma 3-ter del D.lgs. 81/2008 e citati dal D.lgs. 159/2016, per il criterio di media spaziale ci si può riferire a quanto indicato nel Volume 1 della Guida Non Vincolante di Buone Prassi consultabile al link:

[http://www.portaleagentifisici.it/filemanager/userfiles/cem/ElectromagneticFields\\_ita\\_2.pdf?lg=IT](http://www.portaleagentifisici.it/filemanager/userfiles/cem/ElectromagneticFields_ita_2.pdf?lg=IT)

Quando si ha a che fare con una sorgente distante pochi centimetri dal corpo, la valutazione dell'esposizione a CEM finalizzata al rispetto dei VA non può essere effettuata con misurazioni dirette. Nei casi in cui non sia possibile estrapolare i valori di campo dalle misure eseguite a distanze maggiori, oppure da tale operazione si deduca un superamento dei VA, sarà necessario ricorrere alla valutazione dosimetrica finalizzata alla verifica del rispetto dei VLE.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione di ogni singola misura puntuale, è opportuno tenere presente quanto segue.

- In molte situazioni, l'intensità del campo si riduce rapidamente con l'aumentare della distanza dalla sorgente. Se, in particolare, essa varia considerevolmente su distanze paragonabili alle dimensioni della sonda, questa fornirà un risultato medio che potrebbe risultare inadeguato. Ad esempio per misurare le emissioni dal manipolo di una saldatrice ad arco, una sonda da 100 cm<sup>2</sup> non dovrebbe essere posizionata ad una distanza dal cavo inferiore a 20 cm - 25 cm per contenere la componente dell'incertezza dovuta alla variabilità spaziale entro il 10%.
- Il rispetto del VA per la densità di potenza deve essere garantito in termini di valore medio per ogni superficie esposta di 20 cm<sup>2</sup>, con la condizione aggiuntiva che il picco spaziale (massima densità di potenza nello spazio, mediata su 1 cm<sup>2</sup>) non superi più di 20 volte il VA stesso.

A seconda degli effetti e del target considerati, si applicano i seguenti criteri specifici:

### **Campo magnetico statico per i lavoratori – frequenza fino a 1 Hz**

I VLE relativi all'esposizione occupazionale al campo magnetico statico devono essere operativamente considerati come valori di picco spaziale nelle zone occupate dalla testa e dal tronco del soggetto esposto, o degli arti nel caso di esposizioni limitate a questi ultimi.

### **Effetti di stimolazione dei tessuti eccitabili per i lavoratori – frequenza da 1 Hz a 10 MHz**

I VA (inferiori e superiori) sono intesi come valori massimi imperturbati calcolati o misurati nello spazio occupato dal corpo del soggetto esposto (nella sua effettiva postura lavorativa), ma in assenza di questo.

In particolare, nel caso del campo magnetico, i VA inferiori sono relativi agli effetti sensoriali che riguardano la sola testa; pertanto, per accertare l'osservanza di questi limiti, è sufficiente individuare il valore massimo del campo nella regione della testa. Analogamente, per la verifica del rispetto dei VA per l'esposizione degli arti a campo magnetico localizzato per frequenze fino a 10 MHz, la misura deve essere effettuata in corrispondenza di ciascun arto.

Nel caso del campo elettrico, i VA inferiori sono definiti anche al fine di prevenire la generazione di scariche elettriche nell'ambiente di lavoro, particolarmente rilevanti in presenza di atmosfere esplosive (cfr. C.10).

In entrambi i casi, deve essere accertato il rispetto dei VA superiori in tutto il volume occupato dal corpo del lavoratore.

### **Effetti termici – frequenze oltre 100 kHz**

I VA e i LR relativi agli effetti termici sono finalizzati a prevenire l'eccessivo riscaldamento sistemico o localizzato in ogni parte del corpo. Per la relativa verifica sono quindi opportune almeno sei misure in corrispondenza delle regioni occupate dalla testa, dal tronco e da ciascuno degli arti superiori e inferiori.

Nell'intervallo di frequenze tra 10 e 110 MHz, specie in prossimità di una sorgente o comunque in condizioni di esposizione ad un campo elettrico fortemente disomogeneo, è indispensabile anche la misura della corrente indotta attraverso gli arti, da confrontarsi con il relativo VA.

Le misurazioni per il rispetto dei VA e degli LR andrebbero sempre effettuate nello spazio occupato dal soggetto esposto, in assenza di questo, tuttavia, nei casi in cui ciò non sia praticabile, è importante notare quanto segue.

Il campo elettrico è influenzato in maniera notevole dalla presenza dell'operatore. Tuttavia, se la sonda viene posizionata fra l'operatore e la sorgente, il campo misurato sarà in genere maggiore di quello che si sarebbe misurato in assenza dell'operatore; al contrario, ponendo la sonda dietro l'operatore, questi funge da schermo ed il campo misurato sarà in genere minore di quello che si avrebbe in sua assenza. Si può quindi effettuare una misura conservativa del campo elettrico posizionando la sonda nei pressi dell'operatore, fra quest'ultimo e la sorgente. Ad esempio, nel caso della misurazione delle emissioni di un apparecchio a radiofrequenza per uso estetico, una stima delle emissioni si può effettuare durante un trattamento tipico, posizionando la sonda davanti al viso dell'operatrice che utilizza il macchinario.

Per approfondimenti sull'argomento si rimanda al documento "Incertezza nella misura del campo magnetico a bassa frequenza - Valutazione della perturbazione dovuta all'operatore e al soggetto esposto" disponibile sul Portale Agenti Fisici.

#### **B.4 Come si tiene conto della variabilità temporale dell'intensità di campo? Quale deve essere la durata delle misure ai fini del confronto con i valori di azione?**

##### **Premessa**

Il confronto di un livello di esposizione a CEM con i limiti normativi è a rigore immediato e diretto solo se si ha a che fare con un segnale perfettamente sinusoidale (cioè con ampiezza, frequenza e fase rigorosamente costanti nel tempo). In questo caso, basta ovviamente confrontare il valore efficace del campo (valutato su un qualsiasi numero intero di periodi della sinusoide) con il limite normativo.

Tuttavia, i segnali perfettamente sinusoidali sono un'astrazione concettuale e non si incontrano mai nelle situazioni reali. Nelle telecomunicazioni, per esempio, si modificano l'ampiezza e/o la frequenza e/o la fase del segnale per codificare e veicolare l'informazione da trasmettere.

In varie applicazioni industriali e sanitarie (come riscaldatori a induzione o elettrobisturi in modalità taglio) si ha a che fare con segnali apparentemente sinusoidali a frequenza fissa, la cui intensità viene fatta variare, automaticamente o manualmente, secondo le esigenze dell'applicazione: si tratta cioè, tecnicamente, di segnali modulati in ampiezza. Se si determina lo

spettro di un segnale modulato in ampiezza, si trova che questo non contiene solo la riga alla frequenza "dominante" (la frequenza della "portante"), ma anche varie righe addizionali, che si estendono tanto più a distanza dalla riga principale quanto più rapida è la variazione dell'intensità del segnale. Similmente, la forma d'onda del campo magnetico a 50 Hz rilevabile nei pressi di un elettrodotto ad altissima tensione o in una stazione elettrica non si discosta moltissimo da una sinusoidale, la cui ampiezza risulta variare lentamente nel tempo a seconda delle esigenze del carico. Anche nelle telecomunicazioni, infine, sono frequenti i casi in cui la variazione nel tempo della grandezza che trasporta l'informazione (ampiezza e/o frequenza e/o fase) risulta lenta rispetto al periodo della portante a radiofrequenza.

Si pone quindi il problema se questi segnali – che per semplicità potremmo definire "quasi-sinusoidali" – possano essere trattati, dal punto di vista protezionistico, con l'approccio diretto descritto in questa risposta (che a rigore sarebbe valido solo per le sinusoidi "perfette") o non sia invece necessario adottare anche per essi (e quindi in definitiva per qualunque segnale) le metodiche previste per le forme d'onda propriamente "complesse" trattate nella risposta successiva (cfr. FAQ B.5).

### **Criteri**

Per dare alcune indicazioni qualitative e concettuali in proposito, supponiamo di considerare come "intensità" di un segnale "quasi-sinusoidale" il valore efficace determinato su un intervallo pari all'inverso della sua frequenza dominante. Ragionando nel dominio del tempo, si può suggerire di applicare i criteri di questa risposta se i tempi tipici di variazione di tale intensità (per esempio: il tempo impiegato per passare dal valore minimo al valore massimo) sono molto grandi rispetto all'inverso della frequenza del segnale. Ragionando nel dominio della frequenza, si potrebbe richiedere che l'intervallo di frequenze intorno alla riga principale occupato dalle righe addizionali dovute alla modulazione sia tanto piccolo da rendere pressoché trascurabile la variazione del limite normativo. Criteri simili potrebbero essere adottati se a variare lentamente nel tempo sono la frequenza o la fase, anziché l'ampiezza del segnale "quasi-sinusoidale".

In questa sezione si affronta il problema di come effettuare la valutazione dell'esposizione ad un campo elettrico, magnetico o elettromagnetico che si presenti come segnale "quasi-sinusoidale", nel quale cioè almeno una caratteristica della sinusoidale (ampiezza, frequenza o fase) varia nel corso dell'esposizione, ma a condizione che tale variazione sia sufficientemente lenta rispetto al periodo della portante.

Le disposizioni principali per valutare un'esposizione del genere possono essere riassunte come segue.

1. Se ci si sta occupando della prevenzione degli effetti di stimolazione dei tessuti elettricamente eccitabili, come il tessuto nervoso e il tessuto

muscolare, per frequenze da  $> 0$  Hz a 10 MHz, poiché questi effetti presentano un profilo a soglia e si manifestano su base temporale sostanzialmente istantanea, occorre confrontare coi pertinenti valori limite (VA, LR) il massimo valore efficace determinato su ciascun periodo della portante del campo, valutato nominalmente per tutto il tempo di esposizione durante la giornata di lavoro senza alcuna operazione di media temporale. A tal fine, le misure devono essere effettuate nelle condizioni di massima emissione delle attrezzature, se possibile regolando queste ultime per il funzionamento alla massima potenza o alla massima intensità e/o prolungando la durata delle misure finché non si verifica la condizione di massima intensità; in alcuni casi, potrebbe essere possibile eseguire le misure ad un livello di intensità inferiore al massimo e poi estrapolare i dati rilevati per riportarli alla condizione di massima intensità. Se l'utilizzo avviene sempre ad un livello di emissione inferiore al massimo, le misure potranno essere effettuate al livello massimo effettivamente utilizzato, ma questa condizione andrà riportata in modo bene evidente nei documenti redatti.

Lo stesso criterio si applica ai VLE per il campo elettrico interno, ai LB per la densità di corrente indotta e ai VA e LR per la corrente di contatto.

2. Se ci si occupa di effetti sanitari di tipo termico, per frequenze da 100 kHz a 10 GHz, la valutazione dell'esposizione va effettuata confrontando coi pertinenti valori limite (VA, LR) il massimo valore efficace del campo calcolato su ogni possibile intervallo di 6 minuti o, per frequenze superiori ai 6 GHz, il massimo valore medio della densità di potenza calcolato per ogni intervallo di 6 minuti; questa condizione di media temporale è stata introdotta nelle linee guida con l'obiettivo di tenere conto dei tempi di risposta del sistema di termoregolazione del corpo umano. Un approccio simile si applica ai VLE/LB per il SAR tra 100 kHz e 6 GHz o per la densità di potenza tra 6 e 10 GHz, nonché ai VA/LR per le correnti indotte negli arti tra 10 e 110 MHz.

Gli stessi criteri si applicano anche per frequenze da 10 a 300 GHz, però in questo caso il tempo di media deve essere pari a  $68/f^{1,05}$  minuti (dove  $f$  è la frequenza in GHz); questa espressione vuole tenere conto della graduale diminuzione della profondità di penetrazione del campo elettromagnetico nei tessuti biologici all'aumentare della frequenza.

Come suggerimento operativo, può risultare vantaggioso effettuare una misura nelle condizioni di massima emissione dell'attrezzatura sotto esame ed eventualmente approfondire – valutando la media su 6 minuti – solo se i valori massimi rilevati superano i VA o i LR; in questo caso, occorre individuare i 6 minuti più sfavorevoli in funzione delle modalità di utilizzo dell'apparato.

Nel caso di segnali con modulazione di ampiezza ad impulsi (una situazione tipica dei segnali radar), la densità di potenza mediata sulla durata

dell'impulso non deve superare 1000 volte il VA pertinente per la frequenza della portante; coerentemente, il valore efficace dell'intensità del campo elettrico o del campo magnetico calcolato sulla durata dell'impulso non deve superare 32 volte il rispettivo VA.

Nota bene

Indicazioni diverse possono applicarsi alle misure finalizzate alla prevenzione degli effetti indiretti che riguardano i DMIA (cfr. FAQ A.7).

### **B.5 Quali indicazioni si possono dare per le esposizioni in presenza di segnali complessi?**

Si parla in generale di esposizione a "segnali complessi" tutte le volte che si ha a che fare con campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con forma d'onda molto diversa da una sinusoidale ideale.

Si tratta per esempio di segnali caratterizzati da elevati transitori, o che possono presentare un andamento temporale molto accidentato o uno spettro più o meno ricco di molteplici contributi spettrali.

Segnali di questo tipo sono molto comuni negli ambienti industriali e sanitari. Si possono trovare apparati che emettono un impulso singolo di varia forma (si pensi alle saldatrici a punti, agli stimolatori magnetici transcranici, ai defibrillatori) oppure una forma d'onda di lunga durata ma alquanto complicata e spesso non periodica (come nel caso delle saldatrici ad arco, dei campi di gradiente in risonanza magnetica, degli elettrobisturi in modalità coagulazione). In presenza di segnali di questo tipo, si deve in generale ricorrere all'applicazione di metodiche di valutazione riconducibili al caso dell'esposizione simultanea a campi a frequenze multiple, che conducono a definire un indice di esposizione (cfr. FAQ B.6).

In particolare, ci si può attenere alle indicazioni seguenti.

1. In caso di verifica del rispetto delle norme per gli effetti di stimolazione, per frequenze da  $> 0$  Hz a 10 MHz, il metodo di elezione per le esposizioni occupazionali è quello detto del "picco ponderato" (ICNIRP 2003, ICNIRP 2010), esplicitamente adottato come metodo di riferimento nella Direttiva 2013/35/UE. Si richiede in generale che il metodo sia implementato sullo strumento a disposizione, del quale andranno analizzate le specifiche di funzionamento (anche sulla base delle informazioni fornite dal fabbricante) in relazione alle caratteristiche dinamiche del segnale che si intende misurare.

Se l'intero spettro del segnale analizzato cade nella regione tra 3 kHz e 10 MHz dove i VA non dipendono dalla frequenza, l'applicazione del metodo del picco ponderato si riduce ad individuare il valore di picco assoluto istantaneo

massimo del campo e dividerlo per il VA stesso moltiplicato per la radice di 2.

In caso di indisponibilità del metodo del picco ponderato, si potrà ricorrere alla valutazione basata sul "metodo standard" (o metodo della "somma spettrale lineare", ICNIRP 1998, ICNIRP 2003), con l'avvertenza di verificare se le caratteristiche dello strumento siano adeguate in relazione alle caratteristiche temporali del segnale da misurare in relazione alla larghezza di banda e al range dinamico. Tale metodologia ("metodo standard") può produrre valutazioni maggiormente cautelative rispetto al picco ponderato solo nel caso in cui le caratteristiche dinamiche in regime impulsivo dello strumento siano idonee all'acquisizione del segnale. Se non si dispone di uno strumento che implementa automaticamente il metodo standard, è possibile applicarlo manualmente partendo dalle ampiezze delle righe spettrali del segnale analizzato, fornite da un analizzatore di spettro.

Qualunque sia il metodo adottato, la durata dell'osservazione deve essere tale da garantire che sia valutata la condizione più sfavorevole con riferimento all'esposizione dell'operatore (ad esempio, nel caso di una saldatrice ad arco, l'istante di innesco dell'arco).

2. In caso di verifica del rispetto delle norme per gli effetti sanitari di tipo termico, per frequenze da 100 kHz a 300 GHz, la procedura per la valutazione dell'esposizione a segnali multifrequenza si basa sul metodo della "somma spettrale quadratica", la cui applicazione è possibile partendo dalle ampiezze delle righe spettrali del campo analizzato, fornite da un analizzatore di spettro e mediate quadraticamente su un intervallo di 6 minuti.

Se l'intero spettro del segnale analizzato cade in una regione dove il VA non dipende dalla frequenza (tra 10 e 400 MHz oppure tra 2 e 300 GHz), il metodo della somma spettrale quadratica si riduce a determinare il massimo valore efficace del campo su un intervallo di 6 minuti e confrontarlo con il pertinente VA; per la sua applicazione, in questo caso è sufficiente disporre di un adeguato misuratore a banda larga che fornisca il valore totale del campo elettrico o del campo magnetico o della densità di potenza.

## **B.6 Che cosa sono gli indici di esposizione e perché sono forniti spesso come valori percentuali?**

Negli ambienti di lavoro, molte delle attrezzature che producono CEM di rilevanza protezionistica generano forme d'onda complesse, cioè il cui spettro comprende più contributi a frequenze diverse. In questa situazione, dato che i limiti di esposizione dipendono dalla frequenza, per il confronto con i VA/LR non è possibile riferirsi ad un unico valore limite, ma occorre invece utilizzare un indice di esposizione che tenga complessivamente conto dei vari contributi spettrali



presenti nella forma d'onda del campo e della variazione dei valori limite in funzione della loro frequenza.

Gli indici di esposizione, determinati secondo quanto indicato nelle norme e guide tecniche (ICNIRP 2003, ICNIRP 2010, Guida Non Vincolante di Buone Prassi), possono essere espressi in forma diretta (con valore compreso tra 0 e 1) oppure in forma percentuale. In quest'ultimo caso, un indice percentuale inferiore al 100% indicherà la conformità con i VA/LR presi in esame ai fini del confronto; viceversa, un indice percentuale superiore al 100% indicherà una non-conformità.

## **B.7 Quando e come valutare le correnti di contatto?**

Le correnti di contatto costituiscono uno dei meccanismi di accoppiamento indiretto tra CEM e soggetti esposti. Una corrente di contatto può manifestarsi quando una persona entra in contatto con un oggetto conduttore, come per esempio una struttura metallica, che – pur non essendo direttamente sotto tensione – si trova a potenziale elettrico diverso da quello del proprio corpo. Questo può succedere in vari modi, quando il corpo oppure l'oggetto sono esposti ad un campo elettrico esterno; la situazione più pericolosa si ha quando una persona non ben isolata da terra tocca un oggetto conduttore di grandi dimensioni, elettricamente non ben connesso a terra ed esposto ad un intenso campo elettrico. L'intensità della corrente di contatto è proporzionale all'intensità del campo e alla frequenza e può dipendere dalle dimensioni dell'oggetto conduttore, dalla taglia della persona, dall'area di contatto e dalle modalità con cui entrambi sono collegati o accoppiati a terra.

Non esistono ad oggi procedure standard per la valutazione del rispetto dei VA per le correnti di contatto. Sono disponibili in commercio specifici strumenti di misura, ma il loro utilizzo è ancora poco diffuso e non completamente validato. Informazioni generiche sono fornite nella norma tecnica CEI EN 50413, che raccomanda di effettuare le misure nelle posizioni di esposizione usuali o comunque accessibili al lavoratore. In attesa della definizione di pertinenti buone prassi o norme tecniche, si potrà ragionevolmente escludere il manifestarsi di correnti di contatto di rilievo protezionistico attraverso l'adozione di semplici misure organizzative, quali la rimozione di oggetti conduttori inutili (soprattutto quelli di grandi dimensioni) in prossimità della sorgente e nell'area ove si riscontrano elevati livelli di campo elettrico.

Al fine di prevenire il rischio da correnti di contatto, è pertanto indispensabile formare il personale su questo aspetto specifico e sulla necessità di evitare l'introduzione di oggetti metallici in prossimità della sorgente CEM, ovvero – in primo luogo – nell'area ad accesso regolamentato, dove non si può escludere il superamento dei VA inferiori. Si ricorda, per altro, che la conformità ai VA inferiori non garantisce che dette correnti siano inferiori ai rispettivi limiti.

Qualora non possa essere escluso il rischio da correnti di contatto, è opportuno indicare – nell'ambito della valutazione – le misure specifiche da adottare, quali la messa a terra degli oggetti di lavoro, il collegamento elettrico dei lavoratori con gli oggetti stessi nonché, se del caso, l'utilizzo di scarpe, guanti isolanti e indumenti protettivi per i lavoratori la cui mansione comporti il possibile contatto con oggetti conduttori (non in tensione) esposti al campo elettrico. Sarà inoltre opportuno verificare le corrette condizioni di installazione delle macchine sotto il profilo della sicurezza elettrica.

### **B.8 Si possono utilizzare i misuratori personali?**

I misuratori personali sono strumenti che possono essere indossati dal lavoratore e che registrano l'andamento nel tempo dei livelli di campo elettrico o magnetico. Come regola generale, i risultati ottenuti con i misuratori individuali non possono essere utilizzati per il confronto con i VA che, per definizione, si riferiscono a condizioni di campo imperturbato, cioè rilevato in assenza del soggetto esposto. Per questo motivo, solo i misuratori personali di campo magnetico a bassa frequenza (indicativamente, fino a un centinaio di kilohertz) sono adatti a misurazioni quantitative, purché ovviamente siano in grado di trattare in modo opportuno la forma d'onda del segnale rilevato. Viceversa i misuratori di campo elettrico a qualunque frequenza o di campo elettromagnetico a radiofrequenza (frequenze superiori a 100 KHz), non sono idonei a quantificare l'esposizione del lavoratore ai fini del confronto con i VA; essi possono essere utilizzati come strumenti di protezione da fornire ai lavoratori - secondo le indicazioni fornite da specifica valutazione del rischio - ai fini della segnalazione di esposizioni superiori a prefissate soglie di attenzione o allarme, e per prevenire l'esposizione del lavoratore a livelli superiori a prefissati valori di soglia.

### **B.9 Come si stima l'incertezza di misura?**

L'incertezza di misura, in qualsiasi misurazione, deriva da una combinazione di fattori, tra cui *l'errore sistematico (incertezza di tipo B)*, relativo alle caratteristiche dello strumento di misurazione, e *l'errore casuale (incertezza di tipo A)*, che è associata alla ripetibilità della misurazione, e che dipende da una molteplicità di cause, tra cui la variabilità spaziale e temporale della grandezza misurata, le caratteristiche di emissione della sorgente, fattori geometrici e ambientali.

Per quanto riguarda i contributi all'errore casuale (*incertezza di tipo A*), è da valutare la ripetibilità delle misure nelle condizioni operative; questa in genere rappresenta un contributo di rilievo nel bilancio totale delle incertezze nelle misure delle esposizioni occupazionali a CEM.

La ripetibilità viene valutata mediante una serie di misure ripetute nelle stesse condizioni sperimentali effettuate a distanze temporali ravvicinate. I parametri che influenzano la ripetibilità nelle misure CEM sono:

- a) Variabilità /instabilità nella emissione della sorgente o associata alle variazioni non controllabili del ciclo di lavoro.
- b) Variabilità spaziale dovuta all'incertezza di posizionamento dello strumento.
- c) Variabilità casuale nell'emissione di sorgenti dello stesso tipo, qualora si misuri una sola sorgente rappresentativa di una "serie" di macchinari simili presenti sul posto di lavoro (esempio saldatrici ad arco della stessa marca/modello etc.).
- d) Qualora la presenza dell'operatore sia indispensabile al funzionamento della sorgente può essere necessario ottenere una stima della ripetibilità in relazione alle possibili differenze casuali delle esposizioni prodotte dalla stessa sorgente utilizzata da differenti operatori.

Il numero di misure da effettuarsi dipende dalla entità dell'incertezza ritenuta accettabile dal personale qualificato che effettua la misura: è da tenere presente che l'unico modo per ridurre il contributo casuale dell'incertezza di misura è quello di aumentare il numero di ripetizioni della misura stessa.

Tra i principali contributi di incertezza di tipo B (errori sistematici) sono indicati i seguenti:

### **Incerteza di taratura**

Include le incertezze attribuite sia agli strumenti utilizzati nel laboratorio di taratura, sia alla procedura utilizzata. Il suo valore è desunto dal certificato di taratura e si può assumere una distribuzione di probabilità normale (con fattore di copertura  $k=2$ ). In via cautelativa, si può considerare una distribuzione di probabilità rettangolare, nel caso in cui tale incertezza sia ricavata dalla documentazione dello strumento impiegato.

### **Incerteza sulla risposta in frequenza**

È la variazione della risposta corretta dello strumento a differenti frequenze del campo misurato. Il suo valore è ricavabile dal certificato di taratura. Gli errori dovuti alla risposta in frequenza possono essere minimizzati attraverso l'uso di un fattore di correzione, nel caso in cui sia nota la frequenza del campo misurato. Qualora non sia possibile applicare tale fattore di correzione, per una stima adeguata dell'incertezza si potrà fare riferimento alle indicazioni dell'allegato F alla norma CEI UNI 70098-3 (par. F 2.4.5).

### **Incerteza sulla linearità di risposta in ampiezza**

L'incertezza di linearità è ottenibile dalla massima deviazione dei dati misurati dalla retta di interpolazione al variare della potenza in ingresso, assumendo una

distribuzione di probabilità rettangolare. Essa è ricavata dal certificato di taratura.

### **Incertezza sull'anisotropia**

È definita come la variazione della risposta corretta dello strumento a differenti orientazioni della sonda rispetto al campo da misurare. Il certificato di taratura generalmente fornisce lo scarto dalla risposta isotropica ideale per varie orientazioni della sonda. Se non ci sono informazioni contrarie, si suppone che essi siano distribuiti con uguale probabilità in un intervallo di valori avente come semiampiezza lo scarto massimo rilevato (distribuzione rettangolare).

### **Incertezza sulla risposta in temperatura**

Può essere valutata dalle informazioni fornite dal fabbricante o da dati di letteratura, assumendo una distribuzione di probabilità rettangolare.

Per la misura di segnali con modulazioni complesse, andrà inoltre stimato il possibile contributo all'incertezza dovuto alla risposta alla modulazione.

Per catene strumentali a banda stretta, saranno da considerare i seguenti contributi:

- incertezza sul fattore d'antenna;
- incertezza sull'attenuazione del cavo;
- incertezze introdotte dall'analizzatore di spettro.

Una volta identificate tutte le singole fonti di incertezza, l'incertezza composta della misurazione si ottiene calcolando la radice quadrata della somma quadratica delle diverse incertezze individuate.

Si calcola quindi l'incertezza estesa, da utilizzare ai fini del confronto con i pertinenti valori limite (FAQ B.10), data dal prodotto dell'incertezza totale e di un fattore di copertura K pari a 2, corrispondente ad un intervallo di fiducia pari al 95% (Nota 1).

Nel caso specifico dei CEM, un'indicazione sui contributi da prendere in considerazione ai fini della valutazione dell'incertezza è fornita dall'allegato C alla norma CEI EN 50413.

In tabella 1 si presenta un esempio di valutazione delle componenti di incertezza - tratto dall'allegato C alla norma CEI EN 50413 per misure di campo magnetico con rilevatore a banda larga dotato di certificato di taratura rilasciato dal costruttore o da ente accreditato.

Tabella 1 Esempio calcolo incertezza tratto da CEI EN 50413 [C.2.2 Esempio di budget di incertezza per la misura dell'intensità di campo utilizzando un sistema di misura a banda larga]

<b>Fattore di influenza</b>	<b>Riferimento</b>	<b>Incertezza specificata [%]</b>	<b>Distribuzione</b>	<b>Fattore di divisione</b>	<b>Incertezza standard [%]</b>
Risposta in frequenza	Rapporto di taratura	15	Rettangolare	1,73	8,7
Incertezza della	Rapporto di	14	Normale	2	7

risposta in frequenza	taratura		(K=2)		
Deviazione dalla linearità	Rapporto di taratura	3	Rettangolare	1,73	1,7
Incertezza della deviazione della linearità	Rapporto di taratura	2,5	Normale (K=2)	2	1,3
Deviazione Isotropica	Foglio dati	12,2	Rettangolare	1,73	7
Risposta in modulazione	Foglio dati	5	Rettangolare	1,73	2,9
Risposta in temperatura	Foglio dati	3,5	Rettangolare	1,73	2,0
Ripetibilità	Serie di misurazioni	15	Normale (K=1)	1	15
Incertezza standard combinata [%]:					20,4
Fattore di espansione:					1,96
Incertezza estesa [%]:					40,0

Una stima di massima delle incertezze associate alle misure dei CEM emessi da specifici macchinari può essere tratta dalle norme di prodotto relative ai campi elettromagnetici, ove vengono analizzati nello specifico i bilanci di incertezza per la procedura di misura adottata per il macchinario oggetto della norma.

Si riporta a titolo di esempio il bilancio di incertezza previsto dalla norma 50444 "Norma di base per la valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici prodotti dalle apparecchiature per la saldatura ad arco e processi affini".

In essa si specifica altresì quali siano i livelli massimi di incertezza ammissibili ai fini della dichiarazione di conformità del prodotto.

Tabella 2 Valori massimi ammessi nelle incertezze di misura per dalla norma CEI EN 50444 *Norma di base per la valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici prodotti dalle apparecchiature per la saldatura ad arco e processi affini*

Frequency range	Measurement	Calculation
< 10 kHz	+ 58 %, - 37 % (± 4 dB)	± 50 %
10 kHz - 1 MHz	+ 41 %, - 30 % (± 3 dB)	± 50 %
1 MHz - 30 MHz	+ 41 %, - 30 % (± 3 dB)	± 40 %
30 MHz - 1 GHz	+ 100 %, - 50 % (± 6 dB)	± 40 %
1 GHz - 30 GHz	+ 100 %, - 50 % (± 6 dB)	± 50 %

## **B.10 Come tenere conto dell'incertezza di misura nel confronto con i differenti valori limite?**

Ai fini della valutazione del rischio CEM, così come avviene per qualsiasi altro fattore di rischio, è necessario tenere conto dell'incertezza di misura, in quanto questa è fondamentale per determinare se e in che misura il risultato di una particolare valutazione sia conforme o non conforme ai limiti fissati dalla normativa pertinente.

Idealmente l'incertezza complessiva dovrebbe essere minore della differenza tra il valore misurato e/o calcolato e il pertinente valore limite. Se l'incertezza è molto elevata, la valutazione di conformità o di non conformità di un valore di esposizione rispetto a un limite sarà tanto meno affidabile quanto più il valore di esposizione misurato è prossimo al valore limite.

Una volta determinata l'incertezza estesa della valutazione, data dal prodotto dell'incertezza totale e di un fattore di copertura  $K$  pari a 2, corrispondente ad un intervallo di fiducia pari al 95% (Nota 1), è necessario definire ed adottare specifiche regole nei casi in cui non può essere presa una decisione certa di conformità o non conformità rispetto ai limiti di legge, per esempio quando il valore limite cade all'interno dell'intervallo di fiducia (Nota 1) associato al risultato.

A tal fine le norme di prodotto CEI/CENELEC adottano in genere il criterio per cui i risultati delle misurazioni possono essere comparati direttamente con i pertinenti valori limite (ICNIRP 98 popolazione o Valori di Azione per i lavoratori), a condizione che non sia superato un determinato livello massimo di incertezza estesa. Se tale livello massimo viene superato, l'incertezza è compresa direttamente nelle misurazioni o nei valori limite per rendere più severi i criteri di conformità e compensare l'incertezza eccessiva.

La norma CEI EN 62311 "Valutazione degli apparecchi elettronici ed elettrici in relazione ai limiti di base di esposizione a campi elettromagnetici" adotta in merito il criterio che se l'incertezza estesa è inferiore al 30% del valore misurato, il valore misurato  $V_m$  di campo elettrico o magnetico può essere confrontato direttamente con il limite applicabile  $V_{lim}$  ai fini della valutazione di conformità, sia esso valore di azione per i lavoratori o livello di riferimento popolazione generale.

Viceversa, se l'incertezza effettiva della valutazione è superiore al 30%, al risultato della valutazione deve essere aggiunto un valore di penalizzazione prima di effettuare il confronto con il valore limite. Ciò equivale ad applicare una riduzione del valore del limite applicabile  $L_{lim}$  pari allo stesso valore di penalizzazione e confrontare il valore effettivamente misurato  $L_m$  con il limite ridotto. La parte destra dell'equazione 1 mostra come il limite  $L_{lim}$  sia ridotto nel caso in cui l'incertezza relativa effettiva sia superiore al 30%. L'equazione 1 è

utilizzabile per determinare se il valore misurato di  $L_m$  è conforme al limite ridotto quando l'incertezza effettiva della misura del metodo di valutazione applicato è pari al 30 % o superiore.

$$(1) \quad L_m \leq \left( \frac{1}{0,7 + \frac{U(L_m)}{L_m}} \right) L_{lim}$$

Dove:

$L_{lim}$  è il limite di esposizione;

$U(L_m)$  è l'incertezza estesa assoluta.

Utilizzando l'equazione (1) si ottiene la seguente tabella che può essere usata nel confronto con i valori limite in caso di valutazioni con incertezze maggiori del 30%

Tabella Confronto con i valori limite in caso di valutazioni con incertezze maggiori del 30%

$U(L_m)/L_m$ %	Fattore correttivo VL Valore Limite
30	1
35	0,95
40	0,9
50	0,8
60	0,7
70	0,7
80	0,6
90	0,6
100	0,5

Tale approccio tiene conto degli ampi margini di sicurezza con cui sono stati stabiliti da ICNIRP i livelli di riferimento per la popolazione ed i valori di azione per i lavoratori, in relazione alla possibilità di insorgenza degli effetti diretti ed indiretti che la normativa intende prevenire.

È da tenere presente al riguardo che potrebbero essere richiesti criteri più restrittivi nel caso di valutazioni particolari, come ad esempio nel caso di valutazioni per portatori di dispositivi medici impiantati attivi, protesi, etc. ove il criterio di accettabilità dell'incertezza di misura deve essere attentamente preso in esame nell'ambito della valutazione del rischio richiesta.

Nota 1: Fattore copertura- Intervallo di Fiducia

Il Fattore di copertura  $K$  è un parametro tale che se moltiplicato per l'incertezza fornisce l'intervallo dei valori all'interno del quale è compreso il campione con un noto livello di probabilità. Nel caso dei risultati distribuiti secondo una gaussiana ponendo  $k=2$  si ottiene una "copertura" del 95%: ciò significa che abbiamo una probabilità del 95% che, ripetendo la misura, il risultato sia compreso nell'intervallo dei valori compreso tra (valore medio - incertezza estesa/2) e (valore medio + incertezza estesa/2). Tale intervallo prende il nome di "intervallo di fiducia". Di conseguenza avremo un "rischio" del 5% che il risultato di una nuova misurazione non sia compreso in tale intervallo di fiducia.





## **C - VALUTAZIONE DEL RISCHIO**

*Gruppo di lavoro composto da:*

- Sandra Bernardelli (Azienda USL Bologna) coordinatore
- Rosaria Falsaperla (INAIL)
- Laura Filosa (CEI)
- Nicola Marisi (ASL Lanciano-Vasto-Chieti)
- Alessandro Polichetti (ISS – Centro Nazionale per la Protezione dalle Radiazioni e Fisica Computazionale)
- Alex Soldi (ENI)
- Nicola Stacchini (Azienda USL Toscana Sud Est)

## C.1 Quali fonti sono utilizzabili per la valutazione del rischio?

La valutazione e la protezione del rischio di esposizione a campi elettromagnetici deve riguardare l'esposizione complessiva del lavoratore e pertanto la valutazione del rischio dovrà tenere in considerazione tutte le sorgenti di campi elettromagnetici presenti a cui può essere esposto; dovranno essere considerati sia gli effetti diretti che gli effetti indiretti (FAQ A.1) e la eventuale presenza di lavoratori particolarmente sensibili al rischio (FAQ A.2).

Il Decreto 81/08 prevede che la valutazione, la misurazione e il calcolo, siano effettuati utilizzando diverse fonti informative in relazione alla loro applicabilità alle condizioni di esposizione sul luogo di lavoro o sul luogo di installazione, ed in particolare: le guide pratiche della Commissione europea, le pertinenti norme tecniche europee e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), le specifiche buone prassi individuate o emanate dalla Commissione consultiva permanente, le informazioni reperibili presso banche dati dell'INAIL (PAF – portale agenti fisici) o delle regioni, le informazioni sull'uso e sulla sicurezza rilasciate dai fabbricanti o dai distributori delle attrezzature, che possono contenere indicazioni in riferimento ai livelli di emissione.

Una volta individuate tutte le attrezzature e gli apparati sorgenti di campi elettromagnetici presenti sul luogo di lavoro, potranno essere consultati gli specifici **manuali di uso e manutenzione**, predisposti dai fabbricanti o dai distributori (FAQ E.2) che devono essere richiesti e pretesi dal fornitore perché cogenti.

Per poter utilizzare correttamente le informazioni ed i dati forniti dai fabbricanti è indispensabile che le attrezzature/dispositivi siano utilizzati in conformità a quanto indicato dal costruttore, anche in riferimento alle procedure relative alla manutenzione preventiva e periodica.

Note le sorgenti e le rispettive informazioni fornite dal costruttore è possibile consultare la **banca dati INAIL** e Regioni disponibile sul portale degli agenti fisici al link [www.portaleagentifisici.it/](http://www.portaleagentifisici.it/) nella sezione espressamente dedicata ai campi elettromagnetici. Per poter utilizzare correttamente le informazioni ed i dati forniti dalla banca dati CEM è indispensabile verificare che la macchina/dispositivo sia esattamente lo stesso e che le procedure operative adottate siano conformi a quanto riportato in banca dati. Il rapporto di valutazione del rischio deve prevedere espressamente che siano messe in atto le misure di tutela indicate in banca dati per lo specifico apparato.

Si raccomanda di consultare la banca dati anche qualora si decida di effettuare la valutazione dell'esposizione con misure o calcoli, per verificare se le proprie valutazioni e misure di tutela siano congrue o meno con le indicazioni in essa fornite.

Il confronto con i dati di misura contenuti in banca dati può permettere anche di verificare se l'apparato oggetto di valutazione specifica presenta emissioni in

ecceso rispetto a quelle riportate per la stessa tipologia di macchinario: in tal caso sarà necessario procedere all'individuazione delle cause ai fini della riduzione e del controllo del rischio.

Altra fonte utilizzabile è la **Guida non vincolante** di buone prassi emanata dalla Commissione Europea per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE. La guida è suddivisa in tre volumi: una parte pratica di carattere generale, una espressamente dedicata alle piccole imprese, ed una riportante l'analisi dettagliata di diverse situazioni espositive. La Guida Europea potrà essere utilizzata per l'effettuazione della valutazione, per la stesura del documento e per la messa in atto delle misure conseguenti la valutazione del rischio. E' possibile scaricare le guide pratiche dal portale degli agenti fisici al link:

[http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_campi\\_elettromagnetici\\_documentazione.php?lg=IT](http://www.portaleagentifisici.it/fo_campi_elettromagnetici_documentazione.php?lg=IT)

Per quanto concerne le esposizioni non professionali dei lavoratori la normativa italiana di riferimento è la legge quadro 36/2001 e i suoi due DPCM attuativi del 8/7/2003.

Per quanto attiene le lavoratrici in gravidanza, i lavoratori portatori di dispositivi medici attivi o passivi ed in generali i soggetti particolarmente sensibili (FAQ A.2) la valutazione del rischio dovrà essere effettuata secondo dettagliate procedure, riportate in questo stesso documento alle FAQ n. A.5, A.6, A.7, A.8.

Vi sono, inoltre, numerose e pertinenti **norme tecniche del CENELEC (Comitato europeo di normazione elettrotecnica) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)** che riguardano la valutazione professionale dell'esposizione ai campi elettromagnetici.

Per il loro utilizzo completo occorre tuttavia verificare che siano state emanate dopo il 2013 o che comunque, per la parte di interesse, rispondano ancora al nuovo dettato normativo.

La norma CEI EN 50499: 2009, "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici", norma base fino al recepimento della nuova direttiva europea, è in fase di revisione in quanto fondata sui principi contenuti nel dettato normativo precedente ed il suo utilizzo potrebbe attualmente non essere completamente corretto.

Nell'ambito del CENELEC il lavoro sullo sviluppo di nuove norme per la valutazione dell'esposizione viene portato avanti dal comitato tecnico CLC/TC106X: Campi elettromagnetici nell'ambiente umano, ed i progressi nell'elaborazione delle nuove norme possono essere seguiti nella sezione TC106X del sito del Cenelec.

Un dettagliato elenco di norme è disponibile al sito [www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it) nella sezione campi elettromagnetici - normativa.

Possono inoltre essere utilizzate specifiche buone prassi individuate o emanate dalla Commissione consultiva permanente e le informazioni reperibili presso

banche dati dell'INAIL o delle regioni sul sito del Portale Agenti Fisici-sessione CEM.

A causa dei continui aggiornamenti normativi si consiglia, prima dell'utilizzo di una specifica norma di verificarne lo stato (in vigore, sostituita da...) tramite collegamento ai siti: [www.ceinorme.it/it/](http://www.ceinorme.it/it/), [www.cenelec.eu](http://www.cenelec.eu).

Per una conoscenza più approfondita sulle basi scientifiche dell'effetto dei campi magnetici, elettrici ed elettromagnetici sul corpo umano, razionale alla base della normativa sulla protezione dai rischi di esposizione ai campi elettromagnetici, sono a disposizione le numerose linee guida pubblicate dall'ICNIRP, la Commissione Internazionale per la Protezione dalla Radiazioni Non Ionizzanti, e disponibili al link [www.icnirp.org/](http://www.icnirp.org/).

## **C.2 Quali sono le condizioni nelle quali la valutazione del rischio può concludersi con la "giustificazione" secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione più dettagliata?**

Il capo IV del D.lgs. 81/08 prevede la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori esposti a campi elettromagnetici sia per quanto riguarda gli effetti biofisici diretti, provocati dall'azione diretta delle radiazioni sul corpo umano, sia per quanto riguarda gli effetti indiretti che possono essere provocati dalla presenza di oggetti in uno spazio in cui sono presenti campo elettrico, magnetico o elettromagnetico e che possono costituire un rischio per la sicurezza o la salute. Gli effetti diretti sono a loro volta distinti in effetti termici, come il riscaldamento dei tessuti, ed effetti non termici, come la stimolazione di nervi, muscoli ed organi sensoriali. (FAQ A.1).

Definiamo situazione "giustificabile" (art.181 c.3 D.lgs.81/08) la condizione prevista dalla normativa generale sugli agenti fisici secondo cui il datore di lavoro può eseguire una valutazione del rischio semplificata quando ritiene che la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata. Per poter definire una esposizione lavorativa giustificabile occorre che non vi siano rischi sia per gli effetti diretti che per gli effetti indiretti, sia per i lavoratori esposti per ragioni professionali (vedi FAQ C.4) sia per i lavoratori che si configurano come "popolazione" (vedi FAQ C.4).

Ai fini di questa definizione si reputano in primo luogo non comportare rischi per la salute le esposizioni, per esempio quelle nei luoghi di lavoro aperti al pubblico, che rispettano le restrizioni di cui alla raccomandazione europea 1999/519/CE del 12 luglio 1999 purché siano esclusi rischi per la sicurezza.

Sono inoltre giustificabili tutte le attrezzature di lavoro destinate esclusivamente al pubblico, conformi a norme di prodotto dell'Unione europea che garantiscano il rispetto dei livelli di riferimento per la popolazione di cui alla raccomandazione europea 1999/519/CE del 12 luglio 1999.

Per un **elenco dei luoghi di lavoro e delle attrezzature giustificabili** è possibile fare riferimento alle **Guide non vincolanti** di buone prassi **emanate dalla Commissione Europea** a seguito della nuova direttiva 2013/35/EU e citate espressamente all'art. 209 del D.lgs. 81/08. Le Guide non vincolanti sono disponibili al link:

[http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_campi\\_elettromagnetici\\_documentazione.php?lg=IT](http://www.portaleagentifisici.it/fo_campi_elettromagnetici_documentazione.php?lg=IT)

La tabella 3.2 di dette Guide non vincolanti (volume 1) riporta numerose situazioni espositive per le quali è possibile escludere una valutazione approfondita, considerando sia gli effetti diretti che quelli indiretti. Nella prima colonna della tabella sono riportati l'attrezzatura, o i luoghi di lavoro nei quali detta attrezzatura viene utilizzata. Nelle successive tre colonne è indicato se, in funzione della tipologia di lavoratore presente, è necessaria o meno una valutazione approfondita del rischio, a seconda che siano presenti solo lavoratori non particolarmente sensibili, sensibili (es: lavoratrici in gravidanza) o sensibili con Dispositivi Medici Impiantabili Attivi (es: portatori di pacemaker). Presupposto di base per le situazioni riportate in tabella è che le apparecchiature citate siano conformi a norme recenti di prodotto, sottoposte a regolare manutenzione, ed utilizzate in conformità a quanto previsto dal fabbricante.

E' possibile che talune sorgenti di forti entità possano essere ritenute non pericolose in quanto poste in luoghi non direttamente accessibili ai lavoratori. In tal caso comunque non si tratta di sorgenti "giustificabili" a priori in quanto il rischio va valutato e controllato. (vedi FAQ 5.1 e 5.2).

D'altra parte anche sorgenti giustificabili possono generare campi diversi da quelli previsti durante il normale utilizzo e devono essere valutate più dettagliatamente in alcune particolari situazioni di esposizione, per esempio durante la manutenzione e la produzione dell'apparecchiatura, o se regolate diversamente da quanto previsto dalle norme di certificazione. Può essere necessaria inoltre anche la rivalutazione dell'esposizione dopo le operazioni di manutenzione/riparazione/modifica di un'apparecchiatura.

La Norma CEI EN 50499 del 2009, "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici", che è stata in passato utilizzata per la giustificazione di situazione espositive non a rischio tramite l'utilizzo della Tabella 1, è attualmente in fase di revisione ed il suo utilizzo dovrebbe essere attentamente valutato in riferimento ai nuovi orientamenti.

E' importante sottolineare che, anche nel caso in cui il processo valutativo si possa concludere con una giustificazione, il documento di valutazione del rischio dovrà comunque contenere una valutazione aggiornata dell'ambiente lavorativo: l'elenco dettagliato delle attrezzature utilizzate ed i luoghi considerati conformi, la descrizione delle mansioni svolte e nonché dichiarazione in merito alla presenza o meno di lavoratori particolarmente sensibili al rischio.

In riferimento a quest'ultimo punto, considerato che il datore di lavoro data la

riservatezza dei dati sanitari potrebbe non essere a conoscenza di quali dei suoi dipendenti sia lavoratore sensibile per esposizione a cem, ed in quale misura, si ritiene utile, qualora presente, il coinvolgimento del medico competente.

Tabella: Tabella 3.2 — Prescrizioni per le valutazioni specifiche dei campi elettromagnetici relative ad attività lavorative, apparecchiature e luoghi di lavoro comuni [pubblicata sulla Guida non vincolante di buone prassi per l’attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici Guida per le PMI]

Tipo di apparecchiatura o luogo di lavoro	Valutazione richiesta per i		
	Lavoratori non esposti a particolari rischi *	Lavoratori esposti a particolari rischi (esclusi quelli con dispositivi impiantati attivi) **	Lavoratori con dispositivi impiantati attivi ***
	(1)	(2)	(3)
<b>Comunicazioni senza filo</b>			
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 (ad esempio Wi-Fi o Bluetooth) comprendenti punti di accesso per WLAN, utilizzo di	No	No	Si
Dispositivi di comunicazione senza fili (ad esempio Wi-Fi o Bluetooth) comprendenti punti di accesso per WLAN, luoghi di lavoro contenenti	No	No	No

### **C.3 È disponibile un elenco di situazioni lavorative per le quali è necessario procedere sempre ad una valutazione dettagliata (situazioni non “giustificabili”)?**

Se le situazioni espositive non rientrano tra le condizioni di esposizione “giustificabili” di cui alla FAQ C.2 occorre procedere ad una valutazione del rischio dettagliata.

Non necessariamente la valutazione del rischio dovrà avvalersi di misurazioni o calcoli numerici in quanto è possibile eseguire la valutazione ricorrendo alle informazioni contenute in pertinenti norme tecniche europee e del Comitato Elettrotecnico Italiano, alle informazioni fornite dai fabbricanti, alle specifiche buone prassi individuate o emanate dalla Commissione consultiva permanente, alle informazioni reperibili presso banche dati dell’INAIL o delle regioni, tenendo conto dei livelli di emissione delle attrezzature e delle condizioni di esposizione sul luogo di lavoro (FAQ C.1).

La valutazione dettagliata dovrà essere effettuata anche per le condizioni espositive genericamente ritenute giustificabili qualora le condizioni ambientali o di installazione/utilizzo delle attrezzature non corrispondano alle condizioni

standard, come ad esempio una regolazione della potenza o una distanza di utilizzo diverse da quelle per le quali dette attrezzature sono state certificate. La tabella 3.2 del volume 1 delle Linee Guida emanate dalla Commissione Europea a seguito della nuova direttiva 2013/35/EU (disponibili al link: [http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_campi\\_elettromagnetici\\_documentazione.php?lg=IT,](http://www.portaleagentifisici.it/fo_campi_elettromagnetici_documentazione.php?lg=IT,)) riporta, tra le numerose situazioni espositive anche quelle per le quali è necessario procedere ad una valutazione dettagliata del rischio, anche in funzione della presenza o meno di lavoratori particolarmente sensibili e con dispositivi medici impiantabili attivi. Quando è presente il Sì nella colonna corrispondente il datore di lavoro dovrà procedere alla valutazione dettagliata del rischio.

Un esempio **non esaustivo** di attrezzature o situazioni espositive che devono essere attentamente valutate è riportato nella tabella seguente

Tabella Elenco non esaustivo attrezzature o situazioni espositive che devono essere attentamente valutate

<b>Tipo di impianto / lavorazione</b>	<b>Note</b>
Elettrolisi industriale	Sia con correnti alternate che continue
Saldature elettriche	
Forni fusori elettrici e a induzione	
Riscaldamento a induzione	
Riscaldamento dielettrico a RF e a MW	
Saldatura dielettrica	
Magnetizzatori/smagnetizzatori industriali	Compresi i dispositivi per la cancellazione in blocco di nastri magnetici
Apparecchi di illuminazione speciali attivati con radiofrequenza (RF) o microonde	
Dispositivi al plasma in RF	Compresa la deposizione sotto vuoto e la polverizzazione catodica
Apparecchi per diatermia (marconiterapia e radarterapia)	Tutti gli apparecchi elettromedicali che utilizzano sorgenti RF con potenza media emessa elevata (>100 mW)
Sistemi elettrici per la ricerca di difetti nei materiali	
Radar	Radar per il controllo del traffico aereo, militare, del tempo e a lungo raggio. (tipicamente con potenza > 100 nW)
Trasporti azionati elettricamente: treni e tram	

Tabella Elenco non esaustivo attrezzature o situazioni espositive che devono essere attentamente valutate  
(segue)

Tipo di impianto / lavorazione	Note
Tutti gli apparecchi elettromedicali per applicazioni intenzionali di radiazioni elettromagnetiche o di corrente tra cui: Elettrobisturi Ablatori a RF e a microonde Stimolatori magnetici transcranici Apparati per magnetoterapia Tomografi RM	
Riscaldatori ed essiccatori industriali a microonde	Anche per l'utilizzo in edilizia
Antenne delle stazioni radio base	Le valutazioni sono necessarie solo se i lavoratori possono essere più vicini all'antenna rispetto alle distanze di sicurezza stabilite per l'esposizione del pubblico
Reti di alimentazione elettrica nel luogo di lavoro e circuiti di distribuzione e trasmissione dell'elettricità che sorvolano il luogo di lavoro e non soddisfano i criteri necessari per la giustificabilità (Vedi tabella 3.2 Linee guida europee)	

#### C.4 Quali sono le esposizioni di carattere professionale?

Le disposizioni del D.lgs. 81/08 devono essere applicate a qualunque tipo di esposizione dei lavoratori a campi elettromagnetici durante il lavoro, senza alcun riferimento al carattere professionale o meno delle esposizioni. Al contrario, la legislazione italiana per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettromagnetici contiene prescrizioni specifiche che esplicitamente non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali<sup>1</sup>.

La Legge 22 febbraio 2001, n.36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", definisce esposizione dei lavoratori "ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (art.3, comma 1, lettera f). Sono quindi da intendersi come "esposizioni di carattere professionale" quelle strettamente correlate e necessarie alla specifica mansione assegnata.

<sup>1</sup> (art. 1, comma 2, del D.P.C.M. 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" e art. 1, comma 2, del D.P.C.M. 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").



E' da tenere in considerazione al riguardo che i documenti ICNIRP 2010 ed ICNIRP 1998, nello stabilire i criteri di protezione dei lavoratori a campi elettromagnetici, adottati dalla vigente normativa, definiscono "esposizione occupazionale" l'esposizione di soggetti adulti sul posto di lavoro, che siano formati e consapevoli del rischio espositivo e delle opportune precauzioni da mettere in atto. Si tratta di esposizioni che avvengono in condizioni note e nel corso dello svolgimento delle abituali mansioni lavorative. Viceversa per esposizione della "popolazione generale" a CEM riscontrabile in uno specifico luogo/attività l'ICNIRP indica l'esposizione generalmente "inconsapevole" di individui di qualsiasi età, in qualsiasi condizione di salute e/o suscettibilità individuale all'esposizione, e che in genere avviene senza che questi siano in grado di mettere in atto le precauzioni necessarie per prevenire i possibili effetti avversi dell'esposizione. Sulla base di tali considerazioni l'ICNIRP fissa per la popolazione generale criteri espositivi maggiormente restrittivi rispetto ai criteri fissati per i lavoratori esposti per motivi professionali.

Alle esposizioni non professionali si applicano, oltre alle disposizioni del D.lgs.81/08, i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità previsti per la protezione della popolazione dai due DPCM applicativi 8/7/2003 per le sorgenti riconducibili agli elettrodotti alla frequenza di 50 Hz, ai sistemi fissi di telecomunicazione e radiotelevisivi, ed all'insieme delle restrizioni della Raccomandazione Europea 1999/519/CE in tutti gli altri casi.

Per esempio, il lavoratore che per la propria attività utilizza una sorgente di campo elettromagnetico, come ad esempio un saldatore, è interessato da una esposizione di carattere professionale in relazione a quella particolare mansione e, pertanto, non saranno vevoli i limiti applicabili alla popolazione generale ma solo le specifiche misure di tutela fissate dal D.lgs. 81/08. Per gli altri lavoratori, anche se si trovano in prossimità della saldatura ma non sono direttamente coinvolti in tale lavorazione, dovranno essere rispettati i valori limite previsti per la popolazione, se necessario adottando opportune misure organizzative (spostare il lavoratore, sfasare temporalmente le attività, inserire schermature, ecc.) ed eventualmente anche riprogettando l'intera postazione di lavoro.

Un lavoratore può essere esposto per ragioni professionali anche in considerazione del luogo di lavoro e non solo della mansione specifica; si consideri, infatti, il caso di addetti alle pulizie la cui mansione richieda necessariamente l'accesso in ambienti presso i quali è inevitabile l'esposizione a CEM (ad esempio all'interno di locali in cui siano presenti sorgenti di CEM che non possono essere spente per effettuare le pulizie, come cabine elettriche in esercizio oppure tomografi di Risonanza Magnetica per quanto riguarda il campo magnetico statico). In tale caso il lavoratore sarà esposto per ragioni professionali in relazione alla mansione svolta in quei particolari ambienti di

lavoro e non sarà soggetto ai limiti previsti per la popolazione generale, mentre ovviamente sarà soggetto a tutte le tutele previste dal D.lgs. 81/08.

Si sottolinea il fatto che la legislazione italiana non prevede una classificazione di lavoratore professionalmente esposto ai CEM, in quanto lo stesso lavoratore può essere sottoposto ad una esposizione professionale in alcuni casi (esposizione connessa alla mansione), non soggetta ai limiti previsti per la popolazione, e ad una esposizione non professionale in altri casi (esposizione non connessa alla mansione), soggetta invece ai limiti per la popolazione. Per chiarire questo punto, si consideri ad esempio il caso dei lavoratori addetti alla Risonanza Magnetica che per svolgere le proprie mansioni non hanno la necessità di accedere in sala magnete ma solo di accedere alla zona ad accesso controllato dove sono possibili esposizioni al campo magnetico statico superiori a 0,5 mT, ma inferiori ai livelli di campo magnetico statico presenti in sala magnete. Questi lavoratori sono soggetti ad un'esposizione professionale al campo magnetico statico finché si trovino all'interno della zona ad accesso controllato dove svolgono le loro mansioni, ma al di fuori della sala magnete. Se per qualche motivo non connesso alla loro mansione specifica questi lavoratori dovessero entrare in sala magnete, l'esposizione di questi lavoratori non avrebbe più un carattere professionale, e pertanto non dovrebbe superare i limiti di esposizione previsti per la popolazione generale (facendo riferimento in questo caso alle restrizioni stabilite nella Raccomandazione Europea 1999/519/CE) sia per quanto riguarda il campo magnetico statico, sia per quanto riguarda i campi magnetici di gradiente variabili nel tempo e il campo elettromagnetico a radiofrequenza.

### **C.5.1 Come comportarsi nel caso di esposizioni non professionali sorgenti gestite dal datore di lavoro?**

Le esposizioni non professionali a sorgenti che ricadono sotto la gestione del datore di lavoro, devono essere contenute entro le restrizioni previste dalla normativa vigente per la tutela della popolazione come già illustrato in C.4. Il datore di lavoro quindi deve assicurarsi che il lavoratore "non esposto per ragioni professionali" non sia soggetto a livelli di campo elettromagnetico superiori ai livelli previsti dai due D.P.C.M. del 2003 della normativa italiana per le due situazioni ivi espressamente previsti (elettrodotti - 50Hz e sistemi fissi per telecomunicazioni e radiotelevisivi - 100 kHz-300 GHz) ed ai livelli previsti dalla raccomandazione europea 1999/519 in tutti gli altri casi.

La regola generale da seguire in proposito, possibilmente in sede di progettazione dei luoghi di lavoro, è quella di installare gli apparati emettitori di campi elettromagnetici in aree di lavoro adibite ad uso esclusivo degli stessi e

comunque ad una distanza adeguata dalle altre aree di lavoro ove stazioni personale non esposto per ragioni professionali

### **C.5.2 Come comportarsi nel caso di esposizioni non professionali a sorgenti non gestite dal datore di lavoro?**

I livelli di esposizione a campi elettromagnetici per i lavoratori "non esposti per ragioni professionali" devono sempre rispettare livelli previsti per la popolazione. Il DL deve assicurarsi che il gestore della sorgente abbia garantito il rispetto dei limiti vigenti per la tutela della popolazione nelle aree in cui i propri lavoratori si trovano ad operare anche mediante richiesta di informazioni all' esercente, ed eventualmente all' autorità competente ai fini autorizzativi.

Esempi tipici di questa situazione sono quelli di luoghi di lavoro in prossimità di una linea elettrica ad alta tensione o di una cabina di trasformazione, o di impianti fissi per le telecomunicazioni o per le trasmissioni radiotelevisive. In questi casi, il DL dovrà acquisire gli atti autorizzativi degli impianti tramite i quali verificare le caratteristiche di emissione ed il rispetto dei limiti di legge.

### **C.6 È sempre necessario effettuare misurazioni specifiche di esposizione ai fini della valutazione del rischio CEM?**

No, non è sempre necessario effettuare misurazioni. Nell' ambito della valutazione dei rischi i datori di lavoro devono identificare e valutare tutti i rischi derivanti da campi elettromagnetici sul luogo di lavoro, questo però non comporta necessariamente l' effettuazione di misurazioni. Il D.lgs. 81/08 prevede in proposito la possibilità di utilizzo di diverse fonti informative: dati relativi alle emissioni ed alla sicurezza forniti dal fabbricante o dal distributore della sorgente, oppure possano essere utilizzati i dati reperibili dalle banche dati delle Regioni e dell' INAIL, come quelli disponibili sul Portale Agenti Fisici (FAQ C.1) .Qualora tali dati non siano reperibili, sarà necessario valutare se sia più indicato, date le caratteristiche della sorgente in esame, intraprendere misurazioni specifiche oppure valutare l' esposizione mediante calcolo, come peraltro previsto dalla normativa.

Nel caso di **sorgenti molto localizzate**, distanti pochi centimetri dal corpo, è inappropriato effettuare misurazioni dei campi elettrici e magnetici in quanto questi potrebbero essere perturbati dal corpo del lavoratore mentre i VA con cui confrontarsi sono espressi in termini di valori "imperturbati"; in questi casi è necessario valutare direttamente la conformità ai VLE mediante calcoli dosimetrici. Qualora l' esposizione implichi il diretto contatto del corpo con la sorgente CEM gli stessi calcoli dosimetrici possono essere di difficile esecuzione, ed è inoltre indispensabile individuare appropriate modalità operative che prevenano questo tipo di esposizione.

Un altro esempio di non appropriatezza della misurazione riguarda il caso di esposizione a CEM prodotti da **sorgenti di piccole dimensioni**: una semplice misurazione nelle immediate vicinanze dell' apparato, in assenza di uno specifico

protocollo di rielaborazione dei dati, che tenga conto della geometria del sensore e del campo emesso, è affetta da incertezza di misura inaccettabile e non è idonea ai fini della valutazione del rischio. In tali casi è necessario valutare l'esposizione mediante calcoli sulla base dei dati di certificazione o delle specifiche tecniche forniti dal costruttore.

Un caso particolare è quello dei punti di accesso delle **reti Wi-Fi**, che rientrano tra le sorgenti giustificabili (VEDI FAQ C.2). Nel caso, frequente, in cui i lavoratori non siano da considerarsi esposti a Wi-Fi per ragioni professionali (VEDI FAQ C.4), devono essere anche rispettati i limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità previsti dal D.P.C.M. 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", in particolare deve essere verificato il rispetto del valore di attenzione per la densità di potenza di  $0,1 \text{ W/m}^2$ , e per il campo elettrico di  $6 \text{ V/m}$ . In questo caso possono essere effettuati calcoli a partire dai livelli di EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power) permessi dagli standard specifici dei sistemi Wi-Fi.

Gli apparati Wi-Fi operano essenzialmente su due bande di frequenza 2,4 GHz e 5,1 - 5,4 GHz e sono disciplinati da normative internazionali che ne regolano il funzionamento e le caratteristiche di trasmissione. In particolare, per quanto riguarda l'Italia e gli altri paesi dell'Unione Europea viene imposta una limitazione sulla potenza equivalente isotropica irradiata (EIRP): per la banda di 2,4 GHz, 100 mW, per la banda dei 5,15 - 5,35 GHz, 200 mW negli ambienti indoor.

Considerando la relazione illustrata nella formula (1) ed il valore di EIRP di 200 mW per la banda dei 5 GHz, nella direzione di massimo irraggiamento il valore di attenzione previsto dalla normativa nazionale è rispettato oltre i 40 cm di distanza, mentre per un EIRP massimo di 100 mW (banda 2,4 GHz), tale distanza si riduce a 28 cm. Ponendo attenzione che siano rispettate queste distanze tra i punti di accesso Wi-Fi e i luoghi possibilmente occupati dai lavoratori (indipendentemente da quale sia la direzione di massimo irraggiamento) è quindi garantito il rispetto della normativa nazionale per la popolazione generale che si applica anche in ambiente di lavoro alle esposizioni non professionali.

$$(1) \quad S \left( \frac{W}{m^2} \right) = \frac{EIRP(W)}{4\pi d^2}$$

Dove:

S = densità di potenza generata alla distanza d in metri dalla sorgente di data EIRP

Un'altra situazione in cui una grandezza esterna può essere ricavata tramite calcolo è quella in cui si hanno i dati di irradiazione di una antenna. In condizioni di "campo lontano" ed in assenza di riflessioni è utilizzabile la formula riportata

in figura 2; tramite i dati di potenza e di guadagno (direttività) della antenna è possibile calcolare il valore del campo elettrico ad una certa distanza d dalla sorgente.

$$(2) \quad E(r, \vartheta, \varphi) = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot G(\vartheta, \varphi)}}{r}$$

Dove

E è il valore del campo elettrico, r,  $\theta$  e  $\varphi$  rappresentano il punto di valutazione in un sistema di coordinate sferico riferito al centro elettrico della sorgente, P la potenza di alimentazione dell'antenna e G( $\theta, \varphi$ ) la funzione guadagno propria della antenna.

La formula sopra riportata, anche se valida in condizioni semplificate rispetto alle situazioni reali, è utile in termini preventivi, in quanto nella maggioranza dei casi porta ad una sovrastima dei valori del campo elettrico.

### **C.7 Le attrezzature per le quali esiste una certificazione di compatibilità elettromagnetica possono essere "giustificate"**

In generale, no.

Le norme di compatibilità elettromagnetica hanno un obiettivo completamente diverso dalle norme di prevenzione sulla sicurezza e salute dovuti all'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici; le prime, infatti, stabiliscono vincoli sull'immunità delle apparecchiature elettriche/elettroniche ai campi elettromagnetici (cioè la capacità di funzionare correttamente anche in presenza di interferenze elettromagnetiche) e sui limiti all'emissione degli apparati stessi ai fini della ridurre le interferenze su altre attrezzature utilizzate nelle vicinanze. E' evidente la diversità della risposta tra l'organismo umano e gli apparati elettrici/elettronici, infatti, le norme di compatibilità elettromagnetica stabiliscono le modalità con cui devono essere eseguiti i test di compatibilità; tali test non sono, in generale, sovrapponibili, con le misure effettuate in ambito prevenzionistico.

I vincoli sulle emissioni, in particolare, non garantiscono automaticamente il rispetto dei limiti per la protezione della sicurezza e salute umana, a meno che tale aspetto non sia esplicitamente riportato nella norma di prodotto.

### **C.8 Quali metodi numerici utilizzare per l'eventuale confronto con i VLE?**

I valori limite di esposizione (VLE) sono espressi in termini di grandezze dosimetriche, relative ai diversi meccanismi di interazione dei campi elettromagnetici con il corpo umano e rappresentative dei diversi effetti indotti da campi esterni di diversa frequenza (FAQ A.1). I VLE sono pertanto diversi in base all'intervallo di frequenza considerato: le principali grandezze sono il campo elettrico interno  $E_i$  nella parte più bassa dello spettro (fino a circa 1 MHz) e il

SAR (tasso di assorbimento specifico) nella parte più alta dello spettro. Trattandosi di grandezze interne, esse non sono misurabili sul lavoratore: possono essere valutate tramite calcolo con modelli analitici (utili solo a fini qualitativi) o numerici. Un'indicazione sulle metodologie di calcolo che possono essere utilizzate nei vari intervalli di frequenza e per diverse tipologie di sorgente viene fornita dagli standard CENELEC e dalle Norme CEI EN.

I modelli numerici permettono di rappresentare con maggiore precisione e dettaglio lo scenario espositivo del corpo umano e sono più adatti alle valutazioni per il confronto con i valori limite di esposizione. Essi utilizzano metodi di calcolo come il metodo delle impedenze, l'FDTD (Finite Differences Time Domain), il MoM (Method of Moments), che modellano la propagazione del campo elettromagnetico all'interno del corpo umano in funzione delle caratteristiche morfologiche ed elettriche dei tessuti. Il grado di precisione di questo tipo di tecnica è limitato da alcune problematiche relative prevalentemente alla indisponibilità di modelli anatomico-digitali dell'organismo umano e alle incertezze sulle caratteristiche dielettriche dei tessuti biologici. Nel primo caso mancano i modelli matematici che modellino le posture complesse e le caratteristiche morfologiche particolari, mentre per quanto riguarda le incertezze sulle caratteristiche dielettriche, queste sono rilevanti soprattutto alle frequenze più basse.

L'utilizzo delle tecniche di calcolo numerico può risultare indispensabile in particolari scenari espositivi, come esposizioni fortemente localizzate o disuniformi in stretta prossimità della sorgente (come effettuato nel caso dei telefoni cellulari), specialmente ai fini della verifica del rispetto dei limiti di esposizione per il SAR locale.

Si sottolinea che l'utilizzo delle tecniche di calcolo numerico è ad oggi appannaggio pressoché esclusivo di centri ricerca altamente specializzati e trova applicazione elettiva nell'ambito delle norme di prodotto. Non è ancora pensabile l'utilizzo estensivo di detto strumento ai fini della valutazione del rischio CEM negli ambienti di lavoro, soprattutto per le piccole e medie imprese.

## C.9 Con quali valori confrontarsi per gli effetti diretti e indiretti del campo magnetico statico?

Per prevenire gli effetti diretti del campo magnetico statico, i VLE da applicare ai sensi del D.lgs 81/08 sono 2 T e 8 T secondo quanto riportato nella Tabella A1, Allegato XXXVI – Parte II effetti non termici.

Tabella: Tabella A1 –VLE per l'induzione magnetica esterna ( $B_0$ ) per frequenze comprese tra 0 e 1 Hz

	<b>VLE relativi agli effetti sensoriali [T]</b>
Condizioni di lavoro normali	2
Esposizione localizzata degli arti	8
<b>VLE relativi agli effetti sanitari [T]</b>	
Condizioni di lavoro controllate	8

(nota: tale Tabella fissa gli stessi VLE per i campi variabili nel tempo con frequenze inferiori a 1 Hz)

Il valore di 2 T (valore di picco spaziale) è 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. Si applica per l'esposizione della testa e del tronco dell'operatore e può essere superato, nel caso di attività lavorative che lo rendano necessario e su base temporanea, se vengono messe in atto adeguate procedure di lavoro che controllino gli effetti indotti dal movimento. In questi casi occorre fornire informazioni ai lavoratori sulla possibilità di sensazioni e sintomi transitori e, nel caso il lavoratore riferisca la comparsa di sintomi transitori, aggiornare, se necessario, la valutazione dei rischi e le misure di prevenzione.

Il valore di 8 T (valore di picco spaziale) è volto a prevenire effetti avversi sulla salute ed è stato fissato dall'ICNIRP in conseguenza del deficit di conoscenze relative ad esposizioni superiori a questo limite e non deve mai essere superato, neanche nel caso di esposizione localizzata degli arti.

Nel 2014 l'ICNIRP ha pubblicato Linee Guida per la limitazione delle esposizioni ai campi elettrici indotti dal movimento in un campo magnetico statico. L'applicazione di queste Linee Guida, che prevedono restrizioni di base (concettualmente equivalenti ai VLE) e livelli di riferimento (concettualmente equivalenti ai VA) aggiuntivi rispetto ai VLE per il campo magnetico statico previsti dal D.lgs. 81/08, non è in ogni caso vincolante ma rappresenta un approfondimento su base volontaria.

Per quanto riguarda gli effetti indiretti del campo magnetico statico il D.lgs. 81/08 fissa i VA riportati nella Tabella B4, Allegato XXXVI – Parte II effetti non termici.



Tabella: Tabella B4 – VA per l'induzione magnetica di campi magnetici statici

Rischi	VA (B <sub>0</sub> ) [mT]
Interferenza con dispositivi impiantabili attivi, ad esempio stimolatori cardiaci	0,5
Rischio di attrazione e propulsivo ne campo periferico di sorgenti ad alta intensità (>100mT)	3

Si fa presente che sia il VA di 3 mT, sia il valore di 100 mT che caratterizza le sorgenti ad alta intensità, hanno una base empirica in quanto derivano da evidenze sperimentali riferite agli ambienti di Risonanza Magnetica in cui le sorgenti generano tipicamente livelli superiori ai 100 mT all'interno del gantry, e il campo disperso può superare anche di molto i 3 mT. Tali evidenze suggeriscono che, in pratica, effetti di attrazione su piccoli oggetti metallici hanno conseguenze trascurabili al di sotto dei 3 mT (NRPB, 1993). Più in generale si raccomanda, tuttavia, di prestare attenzione a questo rischio in presenza di livelli di induzione magnetica di qualche millitesla indipendentemente dalla tipologia di sorgente.

### **C.10 Come confrontarsi con la valutazione rischio incendi / esplosioni dovuti a scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche?**

La prevenzione di formazione di scariche elettriche e correnti di contatto dovuti alla presenza di campi elettromagnetici nell'ambiente di lavoro è fondamentale anche per ridurre il rischio di innesco di eventuali atmosfere esplosive (ATEX). La valutazione "ATEX" ricade sotto il Titolo XI – Protezione da atmosfere esplosive del D.lgs.81/08 e s.m.i. Si intende per atmosfera esplosiva:

*una miscela con l'aria, a condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri in cui, dopo l'accensione, la combustione si propaga nell'insieme della miscela incombusta.*

La valutazione del rischio è fortemente legata allo specifico scenario espositivo in quanto la complessità dei contesti industriali e la numerosità dei parametri in gioco deve essere valutata caso per caso e **demandata all'esperto ATEX**. Quanto riportato di seguito sono solo **indicazioni, non esaustive, di carattere informativo generale**.

Se dal processo di valutazione del rischio aziendale si riscontra il rischio, non valutabile dall'esperto CEM, di esposizione al rischio di atmosfere esplosive, un esperto sarà chiamato a redigere il DPE – Documento sulla Protezione contro le Esplosioni - che includerà la classificazione dei luoghi di lavoro, in ordine decrescente di pericolosità, *in Zona 0 – 1 – 2* nel caso di gas, oppure *Zona 20-21-22* in caso di polveri. Nella valutazione del rischio ATEX l'esperto prenderà in considerazione le energie minime di accensione dell'atmosfera, specifiche per

ogni sostanza considerata. In base alle Zone verranno impartite, dall'esperto DI RISCHIO atex, le misure di tutela specifiche del caso.

In ogni caso, si forniscono di seguito alcuni criteri di carattere generale utili per minimizzare il rischio di formazione di scariche e correnti di contatto.

Per quanto concerne le radiofrequenze, l'innescò di atmosfere esplosive in una determinata area può essere possibile anche se le sorgenti di campo elettromagnetico sono collocate ad una certa distanza. Tuttavia, affinché ciò possa accadere, devono verificarsi una serie di condizione tra le quali:

- radiazione con intensità e frequenze opportune,
- presenza nell'area di strutture in grado di comportarsi come antenne riceventi, magari anche risonanti a determinate frequenze, come ad esempio conduttori sottili che, oltretutto, possono diventare incandescenti,
- possibilità di trasferimento dell'energia radiante alla sostanza infiammabile.

In questi casi l'adozione di semplici misure organizzative potrà ragionevolmente minimizzare il rischio, ad esempio:

- il collegamento equipotenziale delle strutture metalliche in modo da disperdere l'accumulo di cariche,
- la rimozione di oggetti conduttori inutili, soprattutto quelli di grandi dimensioni nelle aree considerate a rischio esplosività.

In particolare:

- nella banda di radiofrequenze **da  $10^4$  a  $3 \times 10^{11}$  Hz**, i sistemi che emettono sono ad esempio radio trasmettitori, trasmettitori industriali o generatori medici di RF per riscaldamento oppure dispositivi per essiccamento, indurimento, saldatura, taglio. In questo caso è bene mantenere una adeguata distanza di sicurezza con le zone in cui potrebbero essere allocate sostanze esplosive. Se ciò non è possibile devono essere previste adeguate misure di protezione, come ad esempio schermature.
- Per quanto riguarda l'intervallo delle basse frequenze il rispetto dei VA inferiori per il campo elettrico e dei VA per le correnti di contatto minimizza la comparsa di scariche e correnti nell'ambiente di lavoro. In generale i processi che implicano strofinio tra due dielettrici diversi possono generare accumulo di carica elettrostatica e conseguente esposizione a campo elettrico statico o quasi - statico. Le cariche che si accumulano sulle persone, sugli impianti o sui prodotti, se non disperse, possono provocare scariche elettrostatiche (Vedi anche FAQ C.11).

### **C.11 In quali situazioni il rischio di campo elettrico statico può essere rilevante? Come confrontarsi con i pertinenti VA?**

Il D.lgs 81/08 non fornisce alcun valore di azione per campo elettrico per le frequenze inferiori ad 1 Hz, (campo elettrostatico). La prevenzione degli effetti di elettrocuzione da contatto con le differenti parti conduttrici di ciascun macchinario o impianto è garantita dalla applicazione della normativa specifica inerente la sicurezza elettrica del macchinario stesso.

Per quanto riguarda effetti indesiderati connessi alla percezione di cariche elettriche superficiali, si ricorda che secondo l'ICNIRP 98 tali effetti non si verificano per intensità di campo elettrico statico inferiori a 25 kV/m.

E' da richiamare in merito che in generale i processi che implicano strofinio tra due dielettrici diversi possono generare accumulo di carica elettrostatica e conseguente esposizione a campo elettrico statico o quasi - statico. Le cariche che si accumulano sulle persone, sugli impianti o sui prodotti, se non disperse, possono provocare scariche elettrostatiche (Vedi anche FAQ C.10 su ATEX).

Le attività che tipicamente possono generare accumulo di cariche elettrostatiche sono, ad esempio:

- arrotolamento di pellicole plastiche o tessuti o altri dielettrici: il processo genera cariche elettrostatiche superficiali, e i rotoli di materiale dielettrico hanno una capacità elettrica che aumenta all'aumentare del diametro del rotolo stesso;
- operazioni di frantumazione e macinazione, tali operazioni provocano cariche sia sulle mole che sui materiali in lavorazione;
- trasferimenti pneumatici di polveri per lo sfregamento delle stesse sulle pareti delle tubazioni;
- trasferimento di liquidi, con formazione di cariche sia nei liquidi che sulle tubazioni;
- spruzzi di liquidi che producono gocce con alte cariche elettrostatiche;
- trasporto di carrelli con ruote in gomma-plastica su pavimenti anche essi in gomma o plastica: la carica accumulata sarà tanto maggiore quanto maggiore è la distanza percorsa e la velocità, ed aumenta in condizioni di aria secca;

Tali processi sono in grado di generare intensi campi elettrostatici e quasi statici e conseguenti rischi di effetti diretti e indiretti nell'ambiente di lavoro precedentemente richiamati. Per prevenire che ciò avvenga è necessario dotare i macchinari/impianti di idonei dispositivi antistatici in grado di ridurre la carica elettrostatica che si accumula sul materiale in produzione e/o sui sistemi di trasporto.

## **D - GESTIONE DEL RISCHIO**

*Gruppo di lavoro composto da:*

- Silvia Goldoni (Azienda USL Modena) coordinatrice
- Luisa Biazzì (Università di Pavia)
- Rosaria Falsaperla (INAIL)
- Laura Filosa (CEI)
- Nicola Marisi (ASL Lanciano-Vasto-Chieti)
- Nicola Stacchini (Azienda USL Toscana Sud Est)

## **D.1 Cosa si intende per “personale qualificato” e quali requisiti deve avere ai fini della valutazione del rischio CEM?**

Tra gli obblighi del datore di lavoro vi è quello di valutare e, se del caso, misurare e/o calcolare i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori e, sulla base di queste valutazioni, attuare le necessarie misure di tutela. Ai sensi dell'art. 181 comma 2 il datore di lavoro deve avvalersi di “*personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia*”.

Il “personale qualificato” risulta tale se in grado di effettuare la valutazione del rischio CEM richiesta per la specifica attività lavorativa e di redigere una relazione tecnica completa ed esaustiva, secondo i requisiti richiesti dal D.lgs. 81/08 (FAQ D.2).

In questo contesto la dicitura “personale qualificato” definisce correntemente un operatore che abbia sostenuto un corso di qualificazione conclusosi con una valutazione positiva e documentabile dell'apprendimento. In assenza di qualsiasi riferimento su durata e contenuti del corso e sui soggetti autorizzati alla valutazione ed all'espressione della certificazione finale, si suggerisce di giudicare il “personale qualificato” essenzialmente sulla base del curriculum: è opportuno a tal fine richiedere di documentare un curriculum specifico nel settore, comprovante la partecipazione ad almeno un corso teorico-pratico sulla materia e/o l'aver svolto una tesi di laurea o un master o un PHD attinente la valutazione del rischio CEM, ovvero l'aver effettuato valutazioni del rischio CEM per conto di aziende/enti o istituti nel rispetto delle norme di buona tecnica e di buona prassi.

Nei casi in cui, ai fini della valutazione del rischio siano richieste competenze di misura e di calcolo dei CEM, è da tenere presente che la valutazione dell'esposizione a CEM mediante misurazione o calcolo è solitamente complessa e richiede competenze specialistiche.

Se è necessario effettuare una valutazione con misurazioni o calcolo, i datori di lavoro devono accertarsi che i fornitori di servizi dispongano delle competenze, dell'esperienza e degli strumenti adeguati per effettuare la valutazione. Qualora siano richieste misurazioni specifiche di CEM, il personale incaricato delle misurazioni dovrà utilizzare apparecchiature e metodologie appropriate (FAQ B.1), e dovrà produrre una relazione tecnica conforme a quanto indicato dalle norme di buona tecnica applicabili (FAQ D.2).

Indicazioni sui requisiti di questa figura professionale che potrebbero orientare la scelta del datore di lavoro sono contenute nel documento “Requisiti di conoscenza, abilità e competenza del personale qualificato per la valutazione dei rischi da esposizione a campi elettromagnetici (0Hz-300 GHz) nei luoghi di lavoro redatto a cura della CIIP (2018) (Consulta Interassociativa Italiana per la

Prevenzione) e disponibile sul sito web della Consulta medesima [www.ciip-consulta.it](http://www.ciip-consulta.it).

## **D.2 Come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica di supporto al documento di valutazione del rischio CEM?**

Si fornisce di seguito uno schema di riferimento per la stesura della Relazione Tecnica nel rispetto delle indicazioni previste dalle norme CEI 211-6 e 211-7, dallo standard EN 50499 e dalla Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici.

### **Premessa**

- Obiettivo della valutazione.
- Luogo e data della valutazione.
- Gruppo di valutazione (ovvero professionisti responsabili della valutazione).
- Luogo/reparto di lavoro.
- Caratterizzazione del luogo di lavoro con individuazione degli apparati in grado di emettere campi elettromagnetici e delle posizioni di lavoro (layout, tipo di sorgente, fabbricante della macchina/dispositivo, ecc).
- Definizione delle principali caratteristiche delle sorgenti di campo e in particolare potenza e frequenza di emissione (acquisire indicazioni riportate sui libretti di uso e manutenzione, dati costruttore, ecc).
- Lista degli eventuali standard riferibili agli apparati.
- Descrizione delle condizioni di utilizzo dell'apparato: processi di lavoro, tempi di esposizione, posizioni dei lavoratori rispetto all'apparato durante le fasi che comportano esposizione ai CEM.
- Elenco lavoratori professionalmente esposti / mansioni.
- Indicazioni inerenti le misure di tutela e le precauzioni da mettere in atto tratte da:
  1. Banca dati CEM del Portale Agenti Fisici (allegare stampe pertinenti): queste devono essere prese in esame se presenti.
  2. Manuale di istruzioni ed uso del costruttore (allegare estratto).

**N.B. le indicazioni fornite dal costruttore -qualora presenti nel manuale- devono necessariamente essere prese in esame ai sensi dell'art. 209 comma 1 del D.lgs. 81/08**

Qualora non siano effettuate misurazioni o calcoli passare al punto 4

### **1. Nel caso siano effettuate misurazioni**

Come traccia possono essere usati i moduli pubblicati nel Portale Agenti Fisici alla sezione "Documenti per la fornitura dati" e comunque devono essere indicati:

- Caratteristiche della strumentazione di misura e riferimenti dell'ultima taratura, allegando il certificato di taratura;
- Posizioni di misura (layout);
- Condizioni della sorgente durante la misura: le misure devono essere effettuate nelle condizioni di utilizzo della macchina più sfavorevoli tra quelle operative, e laddove ciò non sia possibile nelle diverse modalità operative. In ogni caso le condizioni in cui sono state prese le misure (posizione dell'operatore, posizione degli altri lavoratori oltre l'operatore, tempo speso nelle postazioni, operazioni, manutenzione e riparazione a distanze dalle sorgenti inferiori a quelle raccomandate dalle istruzioni delle ditte fabbricanti, ecc.) devono essere descritte con il massimo dettaglio;
- Durata delle misure.

### **2. Nel caso vengano effettuate valutazioni tramite calcolo**

Nel caso di valutazioni dosimetriche dovranno essere specificati:

1. Software e data-base anatomico utilizzato
2. Condizioni della sorgente nella modellizzazione.

Nel caso di stime di esposizione CEM irradiati nell'ambiente dovranno essere specificati:

1. parametri descrittivi della sorgente
2. condizioni di funzionamento
3. formule usate per la stima dei campi emessi
4. geometria espositiva utilizzata ai fini del calcolo.

### **3. Risultati delle misure/dei calcoli**

- Valori misurati e/o calcolati con indicazione dell'incertezza di misura
- Indicazione della natura della grandezza misurata o calcolata (es: picco ponderato; indici percentuali; valori rms, media spaziale/temporale, ecc.).
- In relazione al tipo di sorgente ed alla utilizzazione dei risultati, può essere opportuno elaborare questi ultimi in modo da poterli presentare in termini di: andamenti temporali dei valori globali a banda larga in funzione del tempo e/o della distanza dalla sorgente; spettri in frequenza.
- Risultati di analisi puntuali in ambienti/locali particolari (es. sorgenti di piccole dimensioni e/o campi molto variabili etc.).
- VA o VLE considerato.

#### 4. Conclusioni con indicazione delle misure di prevenzione e protezione

Sono qui da riportare:

- la zonizzazione;
- la descrizione della segnaletica da apporre ai fini della zonizzazione;
- i dati di esposizione individuali per i soggetti che accedono alle ZONE 1-2;
- le modalità di lavoro da adottare nelle differenti condizioni operative per:
  1. i lavoratori esposti per motivi professionali ai fini del rispetto dei VA/VLE;
  2. i lavoratori non esposti per motivi professionali ai fini di garantire per detti lavoratori il rispetto dei requisiti di protezione previsti per la popolazione generale;
- le eventuali situazioni in cui è riscontrabile il superamento dei VA e/o VLE e le modalità operative da adottare per prevenire che ciò accada, anche sulla base di quanto riportato nel manuale di istruzioni ed uso del macchinario e/o nella banca dati CEM del Portale Agenti Fisici;
- gli interventi suggeriti (strutturali, tecnici e/o procedurali) ai fini della riduzione e del controllo del rischio di esposizione a CEM, anche sulla base di quanto riportato nel manuale di istruzioni ed uso del macchinario e/o nella banca dati CEM del Portale Agenti Fisici;
- le procedure di corretta installazione e manutenzione del macchinario in relazione alla riduzione ed al controllo dell'esposizione a CEM indicati sul manuale di istruzioni ed uso del macchinario, inclusi i protocolli di manutenzione preventiva e periodica se di interesse ai fini del controllo dell'esposizione a CEM;
- Scadenza / periodicità della valutazione del rischio professionale da esposizione a CEM.

**N.B. Il Documento redatto a conclusione della valutazione del rischio sulla base della Relazione Tecnica deve essere datato, firmato dal gruppo di valutazione e contenere quanto indicato all'art.28 comma 2 ed in particolare il piano delle azioni per la riduzione del rischio.**

Tabella: Descrizione della Zonizzazione

Zona 0 è la zona all'interno della quale i livelli di esposizione sono inferiori ai livelli di riferimento per la popolazione (conformità alla Raccomandazione 1999/519/CE) e, nel caso del campo magnetico statico, inferiori a 0,5 mT	[colore verde]
Zona 1 è la zona all'interno della quale i livelli di esposizione superano i livelli di riferimento per la popolazione generale ma sono inferiori o uguali ai VA inferiori stabiliti dall'Allegato XXXVI del D.lgs.81/08. L'accesso a tali aree è da regolamentare e precludere ai soggetti sensibili, in particolare donne in gravidanza e portatori di dispositivi elettronici impiantabili attivi	[colore giallo]
Zona 2 è la zona nella quale i livelli di esposizione superano i VA stabiliti dall'allegato XXXVI del D.lgs.81/08. L'accesso a tali aree va regolamentato e	[colore rosso]



vanno descritte specifiche procedure e regolamenti per operare in tali aree in sicurezza.

### **D.3.1 In quali casi è necessario effettuare specifica informazione / formazione?**

In base all'art. 37 del D.lgs. 81/08, ai relativi Accordi Stato Regione sulla formazione e all'art. 184 del D.lgs. 81/08, tutti i lavoratori devono essere formati in merito ai rischi della propria professione.

La formazione viene attivata per quei lavoratori che possono risultare esposti a livelli superiori a quelli previsti per il pubblico e, in ogni caso, indipendentemente dal carattere professionale o meno dell'esposizione, in relazione all'utilizzo di attrezzature potenzialmente in grado di produrre interferenze elettromagnetiche su dispositivi medici impiantati.

In particolare, con la riscrittura del Capo IV del Titolo VIII del D.lgs. 81/08 è stato introdotto un nuovo specifico articolo (il 210-bis) dedicato proprio alla "informazione e formazione dei lavoratori" in cui sono specificati i contenuti a cui porre maggior riguardo sulla formazione che deve essere garantita dal Datore di Lavoro ai lavoratori e, si sottolinea, ai loro rappresentanti (RLS), che potrebbero essere esposti ai rischi derivanti da campi elettromagnetici sul luogo di lavoro.

L'informazione e la formazione necessarie da fornire ai lavoratori e ai loro rappresentanti in base al risultato della valutazione dei rischi devono riguardare in particolar modo:

1. gli eventuali effetti indiretti dell'esposizione;
2. la possibilità di sensazioni e sintomi transitori dovuti a effetti sul sistema nervoso centrale o periferico;
3. la possibilità 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.

### **D.3.2 Quali sono i contenuti della informazione / formazione?**

I contenuti dell'attività di informazione e formazione che il datore di lavoro deve fornire ai lavoratori e ai loro rappresentanti sono espressi, per tutti gli agenti fisici, nell'Articolo 184 del Capo I-Titolo VIII del D.lgs. 81/08.

Aspetti specifici riguardanti l'esposizione ai campi elettromagnetici sono indicati nell'articolo 210-bis del Capo IV del Titolo VIII, con particolare riguardo agli effetti indiretti e alla possibilità di sperimentare "*sensazioni e sintomi e 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".*

Qualora sia necessario ricorrere a misure organizzative per gestire i rischi derivanti da campi elettromagnetici, queste saranno documentate nella valutazione dei rischi affinché tutti sappiano come occorre procedere.

Pertanto il contenuto della formazione riguarderà necessariamente le procedure specifiche da adottarsi nell'impiego delle sorgenti CEM e nelle restrizioni di accesso derivanti dal processo di zonizzazione delle sorgenti stesse, e dovrà necessariamente includere:

- la descrizione di tutte le aree oggetto di restrizioni particolari all'accesso o allo svolgimento di una determinata attività;
- informazioni dettagliate relative alle condizioni di accesso ad un'area o per lo svolgimento di una determinata attività;
- la formazione richiesta per superare temporaneamente il LA VA inferiore;
- i nominativi di coloro che sono autorizzati ad accedere alle aree ad accesso regolamentato;
- i nominativi dei membri del personale responsabili della supervisione del lavoro o dell'attuazione delle restrizioni di accesso;
- l'identificazione dei gruppi specificamente esclusi dalle aree, per esempio i lavoratori particolarmente sensibili al rischio (vedi art. 210 bis);
- i particolari relativi alle disposizioni di emergenza, se del caso;
- copie delle procedure scritte devono essere consultabili nelle aree cui si riferiscono, e devono essere distribuite a tutte le persone potenzialmente interessate, ed illustrate nel corso dell'attività di formazione.

Il livello di informazione e formazione fornito deve essere proporzionale ai rischi derivanti dai campi elettromagnetici nel luogo di lavoro. Laddove la valutazione iniziale abbia dimostrato che i livelli dei campi sono così bassi da non richiedere alcuna azione specifica, dovrebbe essere sufficiente dare garanzie a riguardo. Tuttavia, anche in questa situazione, sarà importante avvertire i lavoratori o i loro rappresentanti che alcuni lavoratori potrebbero essere particolarmente a rischio. Qualsiasi lavoratore che rientri in uno dei gruppi «a rischio» riconosciuti sarà così consapevole della necessità di comunicarlo ai dirigenti, per attivare - se necessario - un processo di valutazione "specifica" del rischio.

Tale informazione è indispensabile anche per rendere consapevoli tutti i lavoratori che, qualora nel corso degli anni intervenga un possibile cambiamento nella situazione individuale che li faccia rientrare nella categoria di "*soggetto particolarmente sensibile al rischio CEM*" (ad esempio gravidanza; pacemaker; protesi etc.) devono darne tempestiva comunicazione al datore di lavoro che provvederà alla effettuazione di una valutazione specifica di concerto con il Medico Competente.

#### **D.4 Quali misure di tutela è necessario attuare se si rispettano i livelli di azione per i lavoratori?**

Anche se si rispettano i livelli di azione per i lavoratori si dovrà comunque procedere alla individuazione delle aree di superamento dei livelli di riferimento per la popolazione generale contenuti nella Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio dell'Unione Europea relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici con frequenza da 0 Hz a 300 GHz.

Infatti sulla base dell'art. 210 comma 2 del D.lgs. 81/08 all'esito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 209, il datore di lavoro elabora e applica un programma d'azione che comprende 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.

Le aree di superamento **dei livelli di riferimento per la popolazione generale andranno opportunamente delimitate e segnalate** al fine di prevenire gli effetti dell'esposizione su soggetti particolarmente sensibili, con controindicazioni assolute o relative all'esposizione a CEM, indipendentemente dal fatto che in azienda siano presenti o meno lavoratori particolarmente sensibili all'atto della valutazione del rischio CEM.

Ciò in considerazione del fatto che la valutazione del rischio CEM è di norma aggiornata ogni quattro anni, ed in tale intervallo potrebbero intercorrere modifiche nella suscettibilità individuale dei lavoratori in relazione all'esposizione a CEM (esempio stato di gravidanza, impianto pacemaker etc.).

La procedura da applicarsi ai fini della delimitazione e segnalazione delle aree - con riferimento a quanto indicato dalla norma CEI EN 50499 è riportata alla voce "prevenzione e protezione" della sessione CEM del PAF al seguente link:

[http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_campi\\_elettromagnetici\\_prevenzione\\_e\\_protezione.php?lq=IT](http://www.portaleagentifisici.it/fo_campi_elettromagnetici_prevenzione_e_protezione.php?lq=IT)

Inoltre nel caso si riscontrino superamenti dei livelli di riferimento per la popolazione generale - anche se sono rispettati i VA per i lavoratori - andranno attuati gli artt. 184 e 210 bis del D.lgs. 81/08 che riguardano specificamente l'offerta di informazioni e formazione ai lavoratori che potrebbero essere esposti a rischi derivanti dai campi elettromagnetici sul luogo di lavoro. Pertanto, nel caso siano presenti aree ove si riscontri il superamento dei livelli di riferimento per la popolazione generale, il contenuto della formazione riguarderà necessariamente le procedure specifiche da adottarsi nell'impiego delle sorgenti CEM e, nell'accesso alle aree ove queste sono impiegate, andranno impartite informazioni specifiche relative a:

- a) condizioni di accesso alle aree ove si superano i Livelli di riferimento per la popolazione generale per lo svolgimento delle differenti attività;
- b) mansioni (possibilmente con elenco nominativo) di coloro che sono autorizzati ad accedere alle aree ad accesso regolamentato;

- c) nominativi dei membri del personale responsabili della supervisione del lavoro o dell'attuazione delle restrizioni di accesso;
- d) identificazione dei gruppi specificamente esclusi da tali aree, per esempio i lavoratori particolarmente sensibili al rischio (vedi art. 210-bis del D.lgs. 81/08).

## **D.5 Come comportarsi all'esito della valutazione?**

Se all'esito della valutazione dei rischi risulta che:

- i valori di azione di cui all'articolo 208 sono superati,
- non è possibile escludere il superamento dei pertinenti valori limite di esposizione né i rischi relativi alla sicurezza,

il datore di lavoro deve ricorrere a misure tecniche ed organizzative per gestire i rischi derivanti da campi elettromagnetici. Tali misure devono essere documentate all'interno del documento di Valutazione dei Rischi nell'ambito del programma di azione di cui all'art.210.

Le misure organizzative per gestire i rischi derivanti da campi elettromagnetici devono includere procedure specifiche da adottarsi nell'impiego delle sorgenti CEM e nell'accesso alle aree ove sono impiegati tali apparati, ed in particolare:

- la descrizione di tutte le aree oggetto di restrizioni particolari all'accesso o allo svolgimento di una determinata attività;
- informazioni dettagliate relative alle condizioni di accesso ad un'area o per lo svolgimento di una determinata attività;
- i requisiti specifici di formazione per i lavoratori (per esempio la formazione richiesta per superare temporaneamente il VA inferiore);
- i nominativi di coloro che sono autorizzati ad accedere alle aree, e che dovranno pertanto essere considerati professionalmente esposti a CEM;
- i nominativi dei membri del personale responsabili della supervisione del lavoro o dell'attuazione delle restrizioni di accesso;
- l'identificazione dei gruppi specificamente esclusi dalle aree, per esempio i lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM (vedi art. 210 bis);
- i particolari relativi alle disposizioni di emergenza, se del caso.

Copie delle procedure scritte devono essere consultabili nelle aree cui si riferiscono, e devono essere distribuite a tutte le persone potenzialmente interessate, ed illustrate nel corso dell'attività di formazione.

Le misure tecniche per gestire i rischi derivanti da campi elettromagnetici sono quelle indicate all'art. 210 del D.lgs.81/08, cioè:

- scelta di attrezzature che emettono campi elettromagnetici di intensità inferiore,
- schermature e dispositivi di sicurezza per ridurre l'emissione dei campi elettromagnetici,

- manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro,
- adeguati dispositivi di protezione individuale,
- mezzi tecnici per gestire le scariche elettriche e le correnti di contatto.

#### **D.6 Come e quando effettuare la zonizzazione con l'uso della segnaletica?**

Le procedure di valutazione e riduzione del rischio prevedono che nei luoghi di lavoro si realizzi inizialmente una zonizzazione distinguendo le aree in cui:

- sono rispettati i livelli di riferimento previsti dalla Raccomandazione 1999/519/CE per la protezione della popolazione e, nel caso del campo magnetico statico, il VA di 0,5 mT,
- non sono rispettati i limiti per la popolazione, ma lo sono i VA inferiori per i lavoratori: l'accesso è consentito solo previa idoneità alla mansione e relativa formazione/informazione,
- non sono rispettati i VA inferiori ma lo sono i VA superiori: anche in questo caso l'accesso è consentito solo previa idoneità alla mansione e relativa formazione/informazione,
- non sono rispettati i VA superiori, a meno che non sia verificato il rispetto dei VLE sanitari, l'accesso dovrebbe essere impedito a chiunque eccetto casi di deroga autorizzata secondo le modalità descritte all'art. 212.

La segnaletica di identificazione della presenza di campi elettromagnetici entra in gioco, ai sensi dell'art.210, comma 4 del D.lgs. 81/2008 e s.m.i., nel caso in cui vi siano aree in cui i lavoratori possono essere esposti a campi elettromagnetici che superano i VA inferiori.

Lo stesso art. 210 comma 2 prescrive che, sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 209, il datore di lavoro elabora ed 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.



È per questa ragione che anche le aree di superamento **dei livelli di riferimento per la popolazione generale andranno opportunamente delimitate e segnalate**, proprio al fine di prevenire gli effetti dell'esposizione su soggetti particolarmente sensibili, con controindicazioni assolute o relative all'esposizione, anche se questi non sono presenti nell'azienda al momento della valutazione del rischio CEM.

In assenza di zonizzazione e di segnaletica idonea, un qualsiasi soggetto sensibile potrebbe accidentalmente avvicinarsi ad un'area a rischio di esposizione a CEM. Le stesse considerazioni si applicano per i lavoratori terzi che accedono in azienda.

Considerato che la valutazione del rischio deve essere ripetuta con periodicità almeno quadriennale, se nell'arco dei quattro anni a un lavoratore che sia addetto o non addetto alla sorgente CEM, viene impiantato un dispositivo elettronico, questi dovrà essere in grado di individuare in quali aree dell'azienda sono presenti livelli di CEM potenzialmente interferenti con il suo dispositivo. Lo stesso vale per qualsiasi mutamento nella situazione di suscettibilità individuale che intercorra nell'arco dei quattro anni, quale ad esempio il caso di una lavoratrice che entri in stato di gravidanza, anche se non direttamente addetta alla sorgente CEM; anche il Medico Competente deve essere al corrente dell'entità dell'estensione dell'area interdetta ai soggetti sensibili ("Zona 1") per individuare le appropriate misure di tutela.

Tabella: Segnaletica in uso rischio campi elettromagnetici

<p><b>segnaletica di presenza</b> di campi elettromagnetici e di radiazioni elettromagnetiche che possono generare condizioni di esposizione non accettabili prevista dal D.lgs.81/08 e s.m.i.</p>	 <p>Presenza di campi magnetici</p>	 <p>Presenza di radiazioni elettromagnetiche</p>
<p><b>segnaletica di divieto</b> prevista dalla UNI EN ISO 7010:2017 per lavoratori particolarmente sensibili al rischio da campi elettromagnetici</p>	 <p>Vietato l'accesso ai portatori di stimolatori cardiaci</p>	 <p>Vietato l'accesso ai portatori di protesi metalliche</p>
<p><b>altra segnaletica di prescrizione</b> prevista dalla UNI EN ISO 7010:2017</p>	 <p>Obbligo di indossare calzature antistatiche</p>	 <p>Obbligo di leggere le istruzioni</p>

<p><b>altra segnaletica di divieto</b> presista dalla UNI EN ISO 7010:2017</p>		
	<p>Vietato entrare con orologi e oggetti metallici (Hazard: Strong magnetic fields)</p>	<p>Divieto di attivare telefoni cellulari (Hazard: electromagnetic fields)</p>

### **D.7 Esistono Dispositivi di Protezione Individuale per i CEM?**

In base ai principi di prevenzione sanciti nel D.lgs. 81/08 la protezione collettiva dovrebbe sempre avere la priorità rispetto alle misure di protezione individuale. Talvolta tuttavia misure tecniche od organizzative che consentano un'adeguata protezione collettiva potrebbero non essere attuabili.

In questi casi può essere necessario ricorrere a dispositivi di protezione individuale, tenendo sempre presente che il DPI non dovrà ostacolare l'espletamento delle attività lavorative incrementando il rischio lavorativo.

È relativamente semplice schermare i campi elettrici, ma è difficile ottenere una protezione efficace dai campi magnetici. Di conseguenza il ricorso alla protezione individuale per offrire protezione dai campi elettromagnetici non è facilmente praticabile.

L'efficienza della protezione individuale dipende dalla frequenza del campo, e pertanto i dispositivi di protezione adatti per una gamma di frequenza difficilmente sono adatti per altre gamme.

La scelta dei DPI adeguati dipenderà dalla situazione specifica e dal tipo di rischi che si vogliono evitare. In funzione delle situazioni, calzature, stivali o guanti isolanti o anti-elettricità statica possono essere efficaci nella riduzione dei rischi. Se sono necessarie calzature isolanti, di norma basteranno stivali da lavoro resistenti oppure scarpe con pesanti soles di gomma. Qualora la valutazione riveli che questo tipo di calzature non sono adeguate, potrebbe essere necessario reperire un fornitore di dispositivi di sicurezza più specializzato. Si ricorda che detti DPI devono rispettare le relative norme di prodotto e devono essere marcati CE.

Esistono DPI oculari per proteggere gli occhi dai campi ad alta frequenza. In alcune situazioni potrebbe essere necessario l'utilizzo di tute protettive integrali, ma è opportuno ricordare che queste possono comportare nuovi rischi,



impedendo i movimenti o impedendo la dispersione di calore per coloro che le indossano.

Per quanto riguarda la protezione dalle correnti di contatto, i DPI sono i medesimi di quelli da utilizzare in presenza di "rischio elettrico", ovvero calzature isolanti, guanti e manicotti isolanti, eventualmente anche indumenti isolanti, visiere e caschi.

I dispositivi di protezione individuale devono essere sottoposti a manutenzione e ispezione adeguate per garantire che siano sempre idonei all'impiego previsto.

È opportuno accertare che i dispositivi di protezione individuale indossati per altri rischi siano compatibili con la presenza di forti campi elettromagnetici. Per esempio stivali di sicurezza con puntali in acciaio potrebbero non essere adatti in un ambiente con forti campi magnetici statici, e i campi magnetici a bassa frequenza, se sufficientemente forti, potrebbero riscaldare il rinforzo in acciaio.

Alcune tute protettive hanno delle componenti elettroniche che possono essere soggette a interferenze in forti campi elettromagnetici. Problemi simili si riscontrano con gli otoprotettori attivi.



## **E - VIGILANZA**

*Gruppo di lavoro composto da:*

- Oscar Argentero (A.S.L.TO5 Torino) coordinatore
- Pietro Nataletti (INAIL)
- Laura Filosa (CEI)
- Jacopo Fogola (ARPA Piemonte)
- Nicola Marisi (ASL Lanciano-Vasto-Chieti)
- Dennis Ramus (Azienda Sanitaria dell'Alto Adige)
- Pierangelo Tura (ARPA-Piemonte)

## **E.1 In quali casi sussiste l'obbligo di comunicare all'organo di vigilanza territorialmente competente il superamento dei VA inferiori o dei VLE relativi agli effetti sensoriali?**

Ai sensi del comma 6 dell'Art. 208, la comunicazione va effettuata nei casi di superamento dei VA inferiori e dei VLE relativi agli effetti sensoriali previsti al comma 4 e al comma 5 dell'Art. 208.

Il comma 4 prevede la possibilità di un superamento dei VA inferiori per il campo elettrico alle frequenze 1-10 MHz, fissati per la prevenzione delle scariche elettriche nell'ambiente di lavoro<sup>2</sup>, e dei VA inferiori per il campo magnetico fissati per garantire il rispetto dei VLE relativi agli effetti sensoriali alle frequenze comprese tra 1 e 400 Hz<sup>3</sup>.

Il comma 5 prevede la possibilità di un superamento dei VLE per gli effetti sensoriali fissati per il campo magnetico statico (0-1 Hz), per il campo elettrico interno indotto nella testa da esposizione a campi elettrici o magnetici esterni (1-400 Hz) e per i campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 0,3 e 6 GHz. Tali superamenti sono permessi solo se giustificati dalla pratica o dal processo produttivo, e, nel caso dei VA inferiori per il campo magnetico (direttamente connessi agli effetti sensoriali, a differenza dei VA inferiori per il campo elettrico) e dei VLE per gli effetti sensoriali, devono essere solamente temporanei in relazione al processo produttivo. La temporaneità dei superamenti è connessa alla necessità di ridurre comunque il rischio per i lavoratori di sperimentare effetti sensoriali.

Nel caso dei VA inferiori per il campo elettrico, per il quale non è prevista la temporaneità dei superamenti, sono invece previste misure specifiche di protezione (di cui all'Art. 210, comma 5) finalizzate alla prevenzione di eccessive scariche elettriche e correnti di contatto.

Si sottolinea che i commi 4 e 5 dell'Art. 208 non si riferiscono a superamenti accidentali dei limiti<sup>4</sup>, ma a superamenti previsti e programmabili necessari ai fini della pratica o del processo produttivo.

Nel caso di esposizioni a campi magnetici a frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz, si applica il comma 4 nelle situazioni in cui il datore di lavoro può documentare il superamento dei VA inferiori, ma non il rispetto dei VLE sensoriali

<sup>2</sup> I VA inferiori per il campo elettrico, essendo inferiori o uguali ai VA superiori, garantiscono anche il rispetto dei VLE per gli effetti sensoriali e sanitari.

<sup>3</sup> Al di sopra di 400 Hz i VA inferiori per il campo magnetico coincidono con i VA superiori, fissati per garantire il rispetto dei VLE per gli effetti sanitari, per cui il superamento dei VA inferiori per il campo magnetico non è permesso dall'art. 208, comma 4.

<sup>4</sup> In questi casi il datore di lavoro deve invece provvedere con l'aggiornamento della valutazione dei rischi e delle misure intraprese per ripristinare le condizioni di sicurezza ex articolo 210 comma 7.

in quanto non ha informazioni al riguardo o non ha intrapreso la valutazione dosimetrica. Si applica invece il comma 5 nelle situazioni in cui il datore di lavoro può documentare il superamento dei VLE sensoriali in quanto ha informazioni al riguardo o ha intrapreso la valutazione dosimetrica.

In tutti i casi previsti dai commi 4 e 5, oltre a varie altre condizioni enunciate nella norma, deve essere dimostrata e documentata la conformità ai VLE sanitari, valutazione che può essere condotta anche attraverso la verifica di conformità ai VA superiori.

Tenuto conto del comma 3 dell'Art. 208, la comunicazione di cui al comma 6 non va effettuata in tutti i casi in cui il datore di lavoro possa documentare la conformità ai VLE sensoriali e, in base alle caratteristiche della sorgente e dell'ambiente di lavoro, non debba mettere in atto le misure di protezione specifiche ex articolo 210 finalizzate a prevenire rischi per la sicurezza, anche in condizioni di superamento dei VA inferiori.

Si effettua infine una precisazione in merito alla lettera a) del comma 6 dell'Art. 208, dove si specifica che nella relazione tecnico-protezionistica con cui si comunicano i superamenti all'organo di vigilanza, devono essere contenute le motivazioni per cui ai fini della pratica o del processo produttivo è necessario il superamento temporaneo dei VA inferiori o dei VLE relativi agli effetti sensoriali. Per quanto precedentemente esposto, la temporaneità dei superamenti non è infatti prevista per il superamento dei VA inferiori per il campo elettrico, che non implica di per sé (a meno che non siano superati anche i VA superiori, ma ciò non è permesso dal comma 4) la possibilità che il lavoratore sperimenti effetti sensoriali.

## **E.2 Quali dati e informazioni utili ai fini della valutazione dei rischi derivanti da esposizione a CEM i fabbricanti sono obbligati a fornire?**

Tutti i macchinari alimentati a corrente elettrica, o contenenti una componente che sia sorgente di radiazioni non ionizzanti, possono generare, nello spazio loro circostante, un campo elettromagnetico di spettro vario.

Secondo quanto riportato al punto 1.5.10 dell'Allegato 1 del D.lgs. 17/2010 (recepimento della nuova direttiva macchine 2006/42/CE) la progettazione e costruzione di tali macchinari deve essere tale da limitare qualsiasi emissione di radiazioni a quanto necessario al loro funzionamento e tale che i suoi effetti sulle persone esposte siano nulli o comunque non pericolosi.

I fabbricanti che forniscono apparecchiature che rientrano nell'ambito della direttiva macchine hanno obblighi specifici per quanto riguarda la fornitura di informazioni. In particolare, per soddisfare le prescrizioni di base, i fabbricanti devono fornire informazioni sui rischi residui e sulle misure di protezione che

l'utilizzatore dovrà attuare. In particolare se la macchina può emettere radiazioni non ionizzanti che potrebbero provocare effetti, soprattutto ai portatori di dispositivi medici impiantabili, il fabbricante deve fornire informazioni sulle emissioni per l'operatore e per tutte le persone esposte. I costruttori degli apparati ad uso medico che espongono gli operatori a campi elettromagnetici, sono tenuti a rispettare il D.lgs. n.37 del 25.01.2010, di modifica e integrazione del D.lgs. n.46 del 24.02.1997 (Direttiva Dispositivi Medici) che al punto 11.3.1 dell'All.1 prescrive che il costruttore nel manuale di istruzioni ed uso fornisca precise informazioni per quanto concerne le caratteristiche delle radiazioni emesse, i mezzi di protezione del paziente e dell'utilizzatore e i modi per evitare le manipolazioni scorrette ed eliminare i rischi connessi con l'installazione.

Va considerato, inoltre, che per molti dispositivi elettromedicali, i campi dispersi non hanno fini terapeutici o diagnostici, ma sono solo un effetto indesiderato del funzionamento. In casi del genere, il produttore dovrebbe fare tutto quanto tecnicamente possibile per ridurre o eliminare le emissioni indesiderate, secondo quanto richiesto dalla Direttiva citata.

Per gli altri apparati sorgenti CEM che non rientrano nelle sopracitate categorie le informative sui rischi devono essere fornite dal costruttore ai sensi della Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE ovvero del Codice del Consumo D.lgs. 206/2005.

I comitati di normalizzazione in sede europea stanno elaborando e aggiornando le norme armonizzate per guidare i fabbricanti di ciascun macchinario nel processo di valutazione delle emissioni in relazione ai LA e ai VLE specificati nella direttiva 2013/35/UE. In alcuni casi queste norme sono state già emanate e specificano anche in che modo i risultati della valutazione devono essere comunicati agli acquirenti delle apparecchiature. Se esiste una norma di prodotto che fornisce istruzioni sulla comunicazione dei risultati delle emissioni di CEM, il fabbricante dovrebbe applicarla.

Ad esempio la conformità alla norma CEI EN 50445:2008 relativa agli apparati per saldatura garantisce il rispetto dei VLE a una distanza di 20 cm dai cavi. Detta norma specifica altresì l'insieme minimo di informazioni che il costruttore è tenuto a fornire nel manuale di istruzioni ed uso ai fini del corretto impiego del macchinario in relazione alla riduzione del rischio di esposizione a CEM.

Sul portale agenti fisici alla sessione normativa è riportata la lista aggiornata delle norme armonizzate applicabili per le differenti categorie di apparati.

[http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_campi\\_elettromagnetici\\_normativa.php?lg=IT](http://www.portaleagentifisici.it/fo_campi_elettromagnetici_normativa.php?lg=IT)

Il fabbricante ha la possibilità di riferirsi alla norma UNI EN 12198-1 del 2009, di riferimento per la valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni emesse dal macchinario, e che riguarda l'emissione di tutti i tipi di radiazione elettromagnetica non ionizzante (sia i campi elettromagnetici che le radiazioni

ottiche). La norma fornisce consigli sulla costruzione di macchinari sicuri nel caso in cui manchino norme specifiche di prodotto (norme di tipo C) che contemplino la valutazione dei CEM. In funzione del livello di emissione di radiazioni (valori riportati in appendice B della UNI EN 12198:2009), la norma richiede che il fabbricante assegni alla macchina una categoria di emissione di radiazioni. Sono considerate tre categorie di emissione, per le quali sono previste diverse misure di protezione, informazione, addestramento, secondo la Tabella seguente:

Tabella: Classificazione delle macchine in funzione del livello di emissione di radiazioni (Norma UNI EN 12198:2009)

<b>Categoria</b>	<b>Restrizioni e misure di protezione</b>	<b>Informazioni e addestramento</b>
0	Nessuna restrizione	Nessuna informazione necessaria
1	Restrizioni: possono essere necessarie la limitazione dell'accesso e misure di protezione	Informazioni su pericoli, rischi ed effetti secondari
2	Restrizioni speciali e misure di protezione sono essenziali	Informazioni su pericoli, rischi ed effetti secondari, l'addestramento può essere necessario

Le radiazioni emesse dai macchinari possono essere previste dal processo di lavorazione (emissioni funzionali) oppure possono verificarsi in modo involontario (emissioni indesiderate).

Per le emissioni di radiazioni indesiderate, il livello di emissione dovrebbe essere ridotto a valori corrispondenti alla categoria 0, mentre l'emissione funzionale di radiazioni deve essere limitata al grado necessario per il funzionamento della macchina, corrispondente alla categoria 1 o 2.

Il fabbricante deve dichiarare nelle istruzioni per l'uso quali siano gli impieghi previsti della macchina, la categoria di emissione di radiazioni e le procedure di funzionamento. Il fabbricante deve specificare, se necessario, il livello di competenza da raggiungere mediante addestramento ai fini dell'utilizzo del macchinario.

Nei casi in cui particolari condizioni operative possano ridurre le emissioni, il fabbricante deve fornirne dettagli appropriati nelle istruzioni.

Se la categoria di emissione di radiazioni è 1 o 2, il fabbricante deve dichiarare come informazione supplementare il tipo e il livello di radiazioni che possono essere emesse dalla macchina.

Le macchine rientranti nelle categorie 1 e 2 devono essere marcate. La marcatura deve comprendere:

- Segnale di sicurezza rappresentante il tipo di emissione di radiazione:



Emissione di campo magnetico  
Categoria 1  
(EN 12198)



Emissione elettromagnetica  
Categoria 2  
(EN 12198)

- Il numero di categoria (categoria 1 o categoria 2).
- Il riferimento alla norma EN 12198.

### **E.3 Come deve essere gestito il rischio derivante da "campi elettromagnetici" nell'ambito della valutazione dei rischi all'interno dei cantieri (POS e PSC) e dei rischi interferenti (DUVRI)?**

Nel caso di interferenza spaziale o temporale di lavorazioni tra più datori di lavoro, il datore di lavoro committente promuove la cooperazione e il coordinamento delle diverse attività lavorative.

Si possono verificare due casi:

1. Per i lavori connessi ai contratti d'appalto, d'opera o di somministrazione, ex art. 26 del D.lgs. 81/08, il rischio di esposizione a campi elettromagnetici dev'essere gestito attraverso la redazione del DUVRI, se necessario.
2. Nel caso di interferenza di lavorazioni in un cantiere, Titolo IV del D.lgs. 81/08, il rischio di esposizione a campi elettromagnetici dev'essere valutato nel PSC, redatto da parte del Coordinatore per la sicurezza, e nel POS, da parte dell'appaltatore.

In entrambi i casi il DL committente dovrà fornire al DL appaltante tutte le informazioni utili. Indicherà innanzitutto i luoghi di lavoro dove i lavoratori dell'azienda appaltatrice potrebbero essere esposti a CEM che superano i livelli di azione, precisando le misure di prevenzione e protezione da adottarsi (limitazione della durata delle esposizioni, possibili interferenze, impiego DPI, utilizzo di misuratori personali ...). Nel caso in cui le esposizioni a CEM dei lavoratori pur non superando il livello di azione possano superare il livello di riferimento raccomandato per la popolazione, il datore di lavoro ne darà ugualmente comunicazione al fine di prevenire eventuali rischi per i lavoratori portatori di dispositivi/impianti medicali attivi o passivi.



### **Caso 1 Lavori connessi ai contratti d'appalto, d'opera o di somministrazione (ex art. 26 - D.lgs. 81/08)**

Nel caso di lavori di somministrazione, il DL dell'azienda appaltatrice integrerà il DUVRI con le informazioni relative alle attrezzature utilizzate dai propri lavoratori per effettuare le lavorazioni prese in appalto che potrebbero comportare il superamento del valore di azione e dei livelli di riferimento popolazione generale per i CEM.

Il tema dei rischi interferenti è particolarmente pertinente nel caso della protezione dei lavoratori che svolgono mansioni che prevedono la salita su torri e tralicci per le telecomunicazioni. In questi casi è infatti frequente la condivisione del supporto fisico (il traliccio) o del sito tra più esercenti e spesso l'attribuzione dell'incarico di intervento o manutenzione su un particolare elemento avviene in regime di appalto o sub-appalto. Il datore di lavoro committente deve rapportarsi con gli altri esercenti per ottenere informazioni sulle complessive emissioni del sito, da trasferire all'appaltatore verbalmente o, quando dovuto, all'interno DUVRI.

### **Caso 2 Lavori in cantiere (ex Titolo IV - D.lgs. 81/08)**

Nelle attività ricadenti nel Titolo IV "Cantieri", definite all'Allegato X del D.lgs. 81/08, il Coordinatore per la progettazione (CSP) all'atto dell'elaborazione del Piano di sicurezza e di coordinamento (PSC) dovrà prendere in considerazione il problema relativo all'esposizione a CEM, in particolare in relazione a:

- campi generati da sorgenti (ad es.: linee elettriche ad alta tensione, ripetitori, cabine, antenne...) poste in prossimità o all'interno dell'area del cantiere segnalandone i valori stimati di esposizione;
- possibile presenza di attività lavorative eseguite con attrezzature che potrebbero comportare un'esposizione a CEM (esempio saldature).

Il DL dell'impresa esecutrice dovrà redigere il Piano Operativo di Sicurezza (POS) congruente al PSC fornitogli dal Coordinatore per la sicurezza, contenente le informazioni relative alle attrezzature utilizzate dai propri lavoratori per effettuare le lavorazioni prese in appalto che potrebbero comportare il superamento del valore di azione per i CEM. Inoltre, esso dovrà contenere le informazioni relative all'eventuale superamento dei livelli di riferimento raccomandati per la popolazione per le attività svolte nelle vicinanze (ai fini della prevenzione degli effetti per i portatori di dispositivi medici) e l'indicazione delle misure/procedure adottate per eliminare o minimizzare il rischio.

Il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori (CSE) adeguerà, se necessario, il PSC prevedendo le misure di prevenzione e protezione o l'idonea informazione in relazione alle possibili interferenze tra le diverse attività lavorative presenti nel cantiere.

#### **E.4 Quali informazioni deve chiedere il datore di lavoro in fase di acquisto di nuovi macchinari – attrezzature che emettono CEM?**

Al fine di attendere alle disposizioni contenute agli artt. 28, 71 e 209 del D.lgs. n. 81/2008, il DATORE DI LAVORO dovrà richiedere all'atto dell'acquisto di nuovi macchinari/attrezzature specifiche informazioni in merito alle emissioni di campi elettromagnetici e alla prevenzione dei rischi associati.

A tal fine in fase di acquisto è necessario richiedere in primo luogo le informazioni inerenti i rischi di esposizione a CEM riportate nel manuale di istruzioni ed uso del macchinario, considerato che l'obbligo per i costruttori o loro mandatari di fornire tale informazioni rientra tra i Requisiti Essenziali di Sicurezza di cui alla Direttiva Macchine, Direttiva Elettromedicali, Direttiva Bassa Tensione (vedi FAQ E.2).

Premesso quanto sopra, in fase di acquisto andrebbero richieste le informazioni di seguito indicate:

- le controindicazioni/limitazioni all'uso ed alla permanenza in prossimità del dispositivo per i soggetti portatori di dispositivi impiantabili attivi e/o passivi, nonché per le donne in stato di gravidanza;
- le informazioni utili per permettere un uso sicuro dell'apparato, ed in particolare:
  - Le distanze a cui devono tenersi i Lavoratori dalle varie parti dell'apparato, cavi e generatore inclusi, al fine di ridurre l'esposizione ai CEM e che la stessa non superi i VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE (VLE nel seguito) e/o i VALORI DI AZIONE (VA nel seguito) riportati nell'allegato XXXVI del D.lgs. 81/08.
  - Le misure di protezione da adottare quando si presuma che anche uno solo dei VA/VLE possa essere superato durante l'uso conforme del dispositivo (es: segnaletica/cartellonistica da apporre alle porte di accesso ai luoghi di impiego del macchinario; tempi massimi di permanenza etc.);
  - Le procedure da adottare per minimizzare l'esposizione ai CEM da parte dell'utilizzatore e i modi per evitare le manipolazioni scorrette ed eliminare i rischi espositivi connessi con l'installazione;
  - Le distanze dalle varie parti del macchinario (cavi e generatore inclusi) dove sono rispettati i livelli di riferimento per esposizione a CEM per la "popolazione generale" di cui alla RACCOMANDAZIONE DEL CONSIGLIO della Comunità Europea del 12 luglio 1999 n. 519 "relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz (1999/519/CE);

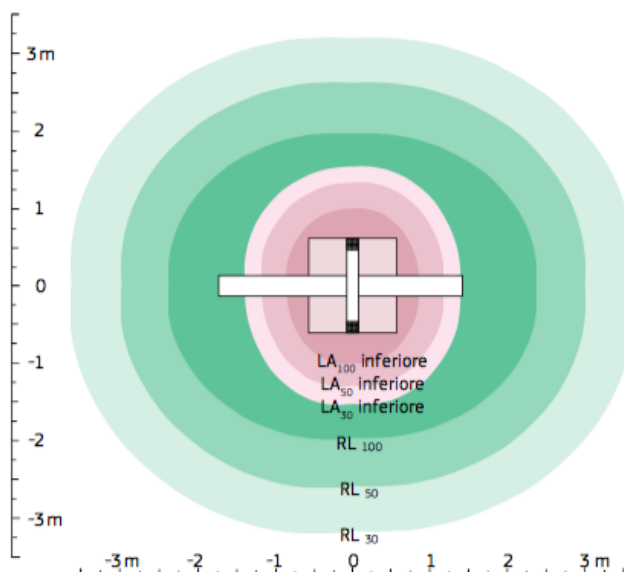
Nel caso in cui queste informazioni non siano presenti nel manuale di istruzioni ed uso del macchinario, le stesse possono essere fornite con documento integrativo sottoscritto dal produttore dell'apparato.

Qualora l'apparecchiatura - utilizzata conformemente alla sua destinazione d'uso - possa comportare esposizioni superiori ai valori "pertinenti" della raccomandazione 1999/519/CE in relazione al "valore di riferimento" oppure al "valore limite di base", sarebbe auspicabile che l'eventuale emissione di campi elettromagnetici fosse riportata anche in forma grafica, in quanto più intuitiva da comprendersi.

A tal fine è possibile prendere come riferimento la seguente illustrazione, tratta dalla "Guida Non Vincolante di Buone Prassi dell'UE per l'attuazione della Direttiva 2013/35/UE Vol. 1", nella quale sono raffigurati i "piani di delimitazione", utili agli utilizzatori anche per garantire che l'effetto cumulativo prodotto dalla collocazione di diverse apparecchiature nel luogo di lavoro non provochi il superamento dei VA (LA nell'illustrazione 1) e dei valori riferimento per la popolazione generale (LR nell'illustrazione 1).

Una volta acquisite tali informazioni il datore di lavoro sarà in grado di:

- orientare correttamente la scelta verso quelle apparecchiature che producano il minore rischio di esposizione a CEM, a parità di prestazioni offerte;
- evitare l'acquisto di apparati che non forniscano le informazioni sul rischio CEM conformemente a quanto richiesto dalle pertinenti norme di prodotto, e pertanto non conformi ai requisiti previsti dalla marcatura "CE";
- predisporre la collocazione ottimale e le appropriate misure di prevenzione in fase di installazione del macchinario/attrezzatura nel luogo di lavoro.





## CREDITS

### ***Il testo è stato redatto dal Gruppo di lavoro Agenti Fisici del Coordinamento Tecnico Interregionale - INAIL – ISS composto da:***

Iole Pinto (Azienda USL Toscana Sud Est) con il ruolo di Coordinatore  
Sara Adda (ARPA-Piemonte)  
Oscar Argentero (A.S.L.TO5 Torino)  
Sandra Bernardelli (Azienda USL Bologna)  
Andrea Bogi (Azienda USL Toscana Sud Est)  
Lorenzo Bordini (Policlinico Milano)  
Giovanni De Vito (Azienda Socio Sanitaria Territoriale Lecco)  
Rosaria Falsaperla (INAIL)  
Jacopo Fogola (ARPA Piemonte)  
Marco Gatti (ASL Chiavari)  
Silvia Goldoni (Azienda USL Modena)  
Carlo Grandi (INAIL)  
Nicola Marisi (ASL Lanciano-Vasto-Chieti)  
Giangiacomo Marchesan (AULSS2 Veneto)  
Giorgio Miscetti (USL Umbria 1)  
Pietro Nataletti (INAIL)  
Alessandro Polichetti (ISS)  
Dennis Ramus (Azienda Sanitaria dell'Alto Adige)  
Nicola Stacchini (Azienda USL Toscana Sud Est)  
Pierangelo Tura (ARPA-Piemonte)

Referenti Regione Toscana: Trofimenia Galibardi; Gianpiero Di Francesco

Si ringraziano gli esperti che hanno fattivamente contribuito alla stesura ed alla revisione del documento:

Daniele Andreuccetti (IFAC CNR Firenze)  
Luisa Biazzì (Università degli Studi di Pavia)  
Giovanni Calcagnini (ISS)  
Federica Censi (ISS)  
Riccardo Di Liberto (Policlinico S.Matteo - Pavia)  
Laura Filosa (Comitato Elettrotecnico Italiano)  
Eugenio Mattei (ISS)  
Alex Soldi (ENI)  
Paolo Zanichelli (ARPA Emilia Romagna)

Il testo è disponibile alla sezione CEM/Documentazione sul Portale Nazionale Agenti Fisici all'indirizzo [www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it)

Le FAQ sono consultabili on line alla sezione CEM/FAQ del Portale Agenti Fisici [www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it)