



**Mondial Costruzioni S.p.A.**  
Via Appia Antica - 00179 Roma (Roma)

# VALUTAZIONE DEL RISCHIO CAMPI ELETTROMAGNETICI

relazione sulla valutazione del rischio campi elettromagnetici  
(Art. 209, D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. - D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106)

**DATA:** 08/11/2017

**REVISIONE:** R1

**MOTIVAZIONE:** PRIMA EMISSIONE

**IL DATORE DI LAVORO**  
(Sig. Luca Geometrino)

\_\_\_\_\_

*in collaborazione con*

**IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO DI PREVENZIONE E PROTEZIONE**  
(Sig. Antonio Preventino)

\_\_\_\_\_

**IL MEDICO COMPETENTE**  
(Dott. Luigi Malatino)

\_\_\_\_\_

*per consultazione*

**IL RAPPRESENTANTE DEI LAVORATORI PER LA SICUREZZA**  
(Sig. Pietro Sicurino)

# ANALISI E VALUTAZIONE

La valutazione del rischio specifico è stata effettuata ai sensi della normativa italiana vigente:

- **D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81**, "Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

Testo coordinato con:

- **D.L. 3 giugno 2008, n. 97**, convertito con modificazioni dalla **L. 2 agosto 2008, n. 129**;
- **D.L. 25 giugno 2008, n. 112**, convertito con modificazioni dalla **L. 6 agosto 2008, n. 133**;
- **D.L. 30 dicembre 2008, n. 207**, convertito con modificazioni dalla **L. 27 febbraio 2009, n. 14**;
- **L. 18 giugno 2009, n. 69**;
- **L. 7 luglio 2009, n. 88**;
- **D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106**;
- **D.L. 30 dicembre 2009, n. 194**, convertito con modificazioni dalla **L. 26 febbraio 2010, n. 25**;
- **D.L. 31 maggio 2010, n. 78**, convertito con modificazioni dalla **L. 30 luglio 2010, n. 122**;
- **L. 4 giugno 2010, n. 96**;
- **L. 13 agosto 2010, n. 136**;
- **Sentenza della Corte costituzionale 2 novembre 2010, n. 310**;
- **D.L. 29 dicembre 2010, n. 225**, convertito con modificazioni dalla **L. 26 febbraio 2011, n. 10**;
- **D.L. 12 maggio 2012, n. 57**, convertito con modificazioni dalla **L. 12 luglio 2012, n. 101**;
- **L. 1 ottobre 2012, n. 177**;
- **L. 24 dicembre 2012, n. 228**;
- **D.Lgs. 13 marzo 2013, n. 32**;
- **D.P.R. 28 marzo 2013, n. 44**;
- **D.L. 21 giugno 2013, n. 69**, convertito con modificazioni dalla **L. 9 agosto 2013, n. 98**;
- **D.L. 28 giugno 2013, n. 76**, convertito con modificazioni dalla **L. 9 agosto 2013, n. 99**.

e conformemente agli indirizzi operativi del Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro:

- **Indicazioni Operative del CTIPL (Rev. 2 del 11 marzo 2010)**, "Decreto legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro - indicazioni operative".

## Premessa

Il criterio adottato per la valutazione dei rischi derivanti dall'esposizione a campi elettromagnetici è quello definito nell'ambito del titolo VIII, capo IV, del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

Il capo IV determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivante dall'esposizione ai Campi Elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz) durante il lavoro. Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, nonché da correnti di contatto. Il capo IV non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine e i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

Agli effetti delle disposizioni del Capo IV si intendono per:

- **Campi elettromagnetici:** campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo di frequenza inferiore o pari a 300 GHz;
- **Valori limite di esposizione:** limiti all'esposizione a campi elettromagnetici che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici sono protetti contro tutti gli effetti nocivi a breve termine per la salute conosciuti;
- **Valori di azione:** l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B), corrente indotta attraverso gli arti ( $I_L$ ), e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nel presente capo. Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.

## Valutazione del rischio

Nell'ambito della valutazione dei rischi sono stati valutati e, quando necessario, misurati o calcolati i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori.

I valori dei livelli dei campi elettromagnetici ottenuti sono stati confrontati con i valori d'azione e nel caso questi siano stati superati con i valori limite di esposizione riportati nell'allegato XXXVI del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81. Nell'ambito della valutazione del rischio si è prestato particolare attenzione ai seguenti elementi:

- il livello, lo spettro di frequenza, la durata e il tipo dell'esposizione;
- i valori limite di esposizione e i valori di azione;
- tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio;
- qualsiasi effetto indiretto quale:
  - a) interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici (compresi stimolatori cardiaci e altri dispositivi impiantati);
  - b) rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici con induzione magnetica superiore a 3 m;

- c) innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori);
- incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili provocata da scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche;
- l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;
- la disponibilità di azioni di risanamento volte a minimizzare i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;
- per quanto possibile, informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria, comprese le informazioni reperibili in pubblicazioni scientifiche;
- sorgenti multiple di esposizione;
- esposizione simultanea a campi di frequenze diverse.

**TABELLA 1: Valori limite di esposizione**

Intervallo di frequenza	Densità di corrente per capo e tronco J	SAR mediato sul corpo intero	SAR localizzato su capo e tronco	SAR localizzato sugli arti	Densità di potenza
	[mA/m <sup>2</sup> ]	[W/kg]	[W/kg]	[W/kg]	[W/m <sup>2</sup> ]
Fino a 1 Hz	40	-	-	-	-
1 Hz - 4 Hz	40/f	-	-	-	-
4 Hz - 1000 Hz	10	-	-	-	-
1000 Hz - 100 kHz	f/100	-	-	-	-
100 kHz - 10 MHz	f/100	0,4	10	20	-
10 MHz - 10 GHz	-	0,4	10	20	-
10 GHz - 300 GHz	-	-	-	-	50

Note:

f è la frequenza in Hertz.

I valori limite di esposizione per la densità di corrente si prefiggono di proteggere dagli effetti acuti, risultanti dall'esposizione, sui tessuti del sistema nervoso centrale nella testa e nel torace. I valori limite di esposizione nell'intervallo di frequenza compreso fra 1 Hz e 10 MHz sono basati sugli effetti nocivi accertati sul sistema nervoso centrale. Tali effetti acuti sono essenzialmente istantanei e non v'è alcuna giustificazione scientifica per modificare i valori limite di esposizione nel caso di esposizioni di breve durata. Tuttavia, poiché i valori limite di esposizione si riferiscono agli effetti nocivi sul sistema nervoso centrale, essi possono permettere densità di corrente più elevate in tessuti corporei diversi dal sistema nervoso centrale a parità di condizioni di esposizione.

Data la non omogeneità elettrica del corpo, le densità di corrente dovrebbero essere calcolate come medie su una sezione di un cm<sup>2</sup> perpendicolare alla direzione della corrente.

Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di picco della densità di corrente possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per (2)<sup>1/2</sup>.

Per le frequenze fino a 100 kHz e per i campi magnetici pulsati, la massima densità di corrente associata agli impulsi può essere calcolata in base ai tempi di salita/discisa e al tasso massimo di variazione dell'induzione magnetica. La densità di corrente indotta può essere confrontata con il corrispondente valore limite di esposizione. Per gli impulsi di durata tp la frequenza equivalente per l'applicazione dei limiti di esposizione va calcolata come  $f = 1/(2tp)$ .

Tutti i valori di SAR devono essere ottenuti come media su un qualsiasi periodo di 6 minuti.

La massa adottata per mediare il SAR localizzato è pari a ogni 10 g di tessuto contiguo. Il SAR massimo ottenuto in tal modo costituisce il valore impiegato per la stima dell'esposizione. Si intende che i suddetti 10 g di tessuto devono essere una massa di tessuto contiguo con proprietà elettriche quasi omogenee. Nello specificare una massa contigua di tessuto, si riconosce che tale concetto può essere utilizzato nella dosimetria numerica ma che può presentare difficoltà per le misurazioni fisiche dirette. Può essere utilizzata una geometria semplice quale una massa cubica di tessuto, purché le grandezze dosimetriche calcolate assumano valori conservativi rispetto alle linee guida in materia di esposizione.

Per esposizioni pulsate nella gamma di frequenza compresa fra 0,3 e 10 GHz e per esposizioni localizzate del capo, allo scopo di limitare ed evitare effetti uditivi causati da espansione termoelastica, si raccomanda un ulteriore valore limite di esposizione. Tale limite è rappresentato dall'assorbimento specifico (SA) che non dovrebbe superare 10 mJ/kg calcolato come media su 10 g di tessuto.

Le densità di potenza sono ottenute come media su una qualsiasi superficie esposta di 20 cm<sup>2</sup> e su un qualsiasi periodo di 68/f 1,05 minuti (f in GHz) per compensare la graduale diminuzione della profondità di penetrazione con l'aumento della frequenza. Le massime densità di potenza nello spazio, mediate su una superficie di 1 cm<sup>2</sup>, non dovrebbero superare 20 volte il valore di 50 W/m<sup>2</sup>.

Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale per quanto riguarda l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal CENELEC.

**TABELLA 2: Valori di azione**

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E	Intensità di campo magnetico H	Induzione magnetica B	Densità di potenza di onda piana $S_{eq}$	Corrente di contatto $I_c$	Corrente indotta attraverso gli arti $I_L$
	[V/m]	[A/m]	[ $\mu$ T]	[W/m <sup>2</sup> ]	[mA]	[mA]
0 - 1 Hz	-	$1,63 * 10^5$	$2 * 10^5$	-	1,0	-
1 - 8 Hz	20000	$1,63 * 10^5/f^2$	$2 * 10^5/f^2$	-	1,0	-
8 - 25 Hz	20000	$2 * 10^4/f$	$2,5 * 10^4/f$	-	1,0	-
0,025 - 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	-	1,0	-
0,82 - 2,5 kHz	610	24,4	30,7	-	1,0	-
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	-	$0,4 * f$	-
65 - 100 kHz	610	$1600/f$	$2000/f$	-	$0,4 * f$	-
0,1 - 1 MHz	610	$1,6/f$	$2/f$	-	40	-
1 - 10 MHz	$610/f$	$1,6/f$	$2/f$	-	40	-
10 - 110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10	-	-
400 - 2000 MHz	$3 * f^{1/2}$	$0,008 * f^{1/2}$	$0,01 * f^{1/2}$	$f/40$	-	-
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50	-	-

Note:

f è la frequenza espressa nelle unità indicate nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.

Per le frequenze comprese fra 100 kHz e 10 GHz, Seq, E2, H2, B2 e IL devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di 6 minuti.

Per le frequenze che superano 10 GHz, Seq, E2, H2 e B2 devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di 68/f,05 minuti (f in GHz).

Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per  $(2)^{1/2}$ . Per gli impulsi di durata tp la frequenza equivalente da applicare per i valori di azione va calcolata come  $f = 1/(2tp)$ .

Per le frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo sono calcolati moltiplicando i pertinenti valori efficaci (rms) per 10a, dove  $a = (0,665 \log(f/10) + 0,176)$ , f in Hz.

Per le frequenze comprese tra 10 MHz e 300 GHz, i valori di azione di picco sono calcolati moltiplicando i valori efficaci (rms) corrispondenti per 32 nel caso delle intensità di campo e per 1000 nel caso della densità di potenza di onda piana equivalente.

Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal CENELEC.

Per i valori di picco di campi elettromagnetici pulsati modulati si propone inoltre che, per le frequenze portanti che superano 10 MHz, Seq valutato come media sulla durata dell'impulso non superi di 1000 volte i valori di azione per Seq, o che l'intensità di campo non superi di 32 volte i valori di azione dell'intensità di campo alla frequenza portante.

## ESITO DELLA VALUTAZIONE

Di seguito è riportato l'elenco delle mansioni addette ad attività lavorative che espongono a campi elettromagnetici e il relativo esito della valutazione del rischio suddiviso per tipologia di attività.

**Tabella di correlazione Mansioni - Esito della valutazione**

Mansione	Esito della valutazione
1) Tutte le mansioni del ciclo "Magazzino e officina"	Esposizione derivante da apparecchiature di Categoria 1 secondo la EN 12198-1. I livelli dei CEM non superano i valori di azione.

# SCHEDE DI VALUTAZIONE

Le schede che seguono riportano l'esito della valutazione eseguita (per singola attività lavorativa con l'individuazione delle mansioni e del livello di rischio).

Le eventuali disposizioni relative alla sorveglianza sanitaria, all'informazione e formazione, all'utilizzo di dispositivi di protezione individuale e alle misure tecniche e organizzative sono riportate nel documento della sicurezza di cui il presente è un allegato.

**Tabella di correlazione Mansioni - Scheda di valutazione**

Mansione	Scheda di valutazione
Addetto alla fase "Manutenzione meccanica"	SCHEDA N.1
Addetto alla fase "Movimentazione meccanica dei materiali"	SCHEDA N.1
Addetto alla fase "Stoccaggio dei materiali"	SCHEDA N.1

## SCHEDA N.1

Tutte le mansioni del ciclo "Magazzino e officina"

Sorgente (frequenza)							
Tipo valori	Intervallo di frequenza	Grandezza radiometrica / dosimetrica	U.M.	Picco			
				Rilevato	Azione/Limite	Rilevato	Azione/Limite
<b>Nuova sorgente... (0.000 Hz)</b>							
Valori di azione	0 - 1 Hz	Intensità di campo elettrico E	[V/m]	-	n.a.	-	n.a.
		Intensità di campo magnetico H	[A/m]	-	163 000.00	-	n.a.
		Induzione magnetica B	[uT]	-	200 000.00	-	n.a.
		Densità di potenza di onda piana $S_{eq}$	[W/m <sup>2</sup> ]	-	n.a.	-	n.a.
		Corrente di contatto $I_C$	[mA]	-	1.00	-	n.a.
		Corrente indotta attraverso gli arti $I_L$	[mA]	-	n.a.	-	n.a.
Valori limite	Fino a 1 Hz	Densità di corrente per capo e tronco J	[mA/m <sup>2</sup> ]	-	40.00	-	n.a.
		SAR mediato sul corpo intero	[W/kg]	-	n.a.	n.a.	n.a.
		SAR localizzato su capo e tronco	[W/kg]	-	n.a.	n.a.	n.a.
		SAR localizzato sugli arti	[W/kg]	-	n.a.	n.a.	n.a.
		Densità di potenza	[W/m <sup>2</sup> ]	-	n.a.	n.a.	n.a.
<b>Fascia di appartenenza:</b>							
Esposizione derivante da apparecchiature di Categoria 1 secondo la EN 12198-1. I livelli dei CEM non superano i valori di azione.							
<b>Mansioni:</b>							
Addetto alla fase "Manutenzione meccanica"; Addetto alla fase "Movimentazione meccanica dei materiali"; Addetto alla fase "Stoccaggio dei materiali".							

Il presente documento è stato redatto conformemente all'art. 29 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n.81 e s.m.i..

Roma, 08/11/2017

Firma

\_\_\_\_\_