

Confindustria Bergamo

Incontro informativo

DLGS 257/07  
CAMPI ELETTROMAGNETICI



ing. Patrizio Lubrini

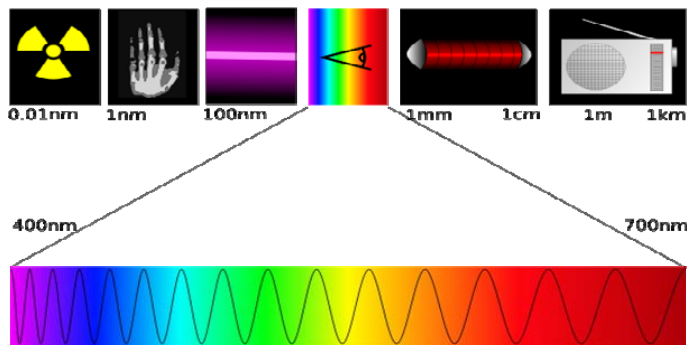
# DLGS 257/07 CAMPI ELETTROMAGNETICI

## Indice degli argomenti:

- Normativa pre-esistente
- Campo di applicazione del DLgs 257/07
- Valori limite e Valori d'azione
- Criteri di Valutazione del Rischio
- Misure di Prevenzione e Protezione
- Segnaletica e Limitazione d'accesso
- Informazione e formazione
- Scadenze e sanzioni

# SPETTRO ELETTROMAGNETICO

Tipo di radiazione elettromagnetica	Frequenza	Lunghezza d'onda	Normativa
Campo magnetico statico	0	0	L 36/2001 DLgs 257/07
Onde radio	< 3 GHz	> 10 cm	
Microonde	3 GHz – 300 GHz	10 cm – 1 mm	
Infrarossi	300 GHz – 428.000 GHz	1 mm – 700 nm	Direttiva 2006/25/CE (da recepire)
Luce visibile	428.000 GHz – 749.000 GHz	700 nm – 400 nm	
Ultravioletti	749.000 GHz – 30.000.000 GHz	400 nm – 10 nm	
Raggi X	30.000.000 GHz – $300 \cdot 10^9$ GHz	10 nm – 1 pm	DLgs 230/95
Raggi gamma	> $300 \cdot 10^9$ GHz	< 1 pm	



## SPETTRO da 0 a 300 GHz

Banda	Frequenza	Lunghezza d'onda	Principali impieghi per comunicazione
	< 3 Hz	> 100,000 Km	
ELF (Extremely low frequency)	3–30 Hz	100,000 Km – 10,000 Km	Comunicazione radio con i sottomarini, ispezione tubazioni, studio del campo magnetico terrestre
SLF (Super low frequency)	30–300 Hz	10,000 Km – 1000 Km	Comunicazione con i sottomarini, per es. la radio russa ZEVS
ULF (Ultra low frequency)	300–3000 Hz	1000 Km – 100 Km	
VLF (Very low frequency)	3–30 KHz	100 Km – 10 Km	Marina, comunicazione con sommergibili in emersione
LF (Low frequency)	30–300 KHz	10 Km – 1 Km	Trasmissioni radio intercontinentali in AM,
MF (Medium frequency)	300–3000 KHz	1 Km – 100 m	Trasmissioni radio in AM
HF (High frequency)	3–30 MHz	100 m – 10 m	Radioamatori, CB, trasmissioni intercontinentali in codice Morse
VHF (Very high frequency)	30–300 MHz	10 m – 1 m	Radio commerciali in FM, Aviazione, Marina, Forze dell'ordine, Televisione, Radioamatori, Radiofari
UHF (Ultra high frequency)	300–3000 MHz	1 m – 100 mm	Televisione, Telefonia cellulare
SHF (Super high frequency)	3–30 GHz	100 mm – 10 mm	Radar, Satelliti
EHF (Extremely high frequency)	30–300 GHz	10 mm – 1 mm	Trasmissioni satellitari e radioamatoriali

## **CAMPI ELETTROMAGNETICI - L. 36/2001**

Legge n° 36 del 22/02/2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

La legge ha per oggetto l'esposizione dei lavoratori, e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz.

Criteri:

- Limiti di esposizione: finalizzati alla tutela della salute da effetti acuti, che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori;
- Valori di attenzione: finalizzati alla protezione da possibili effetti a lungo termine, che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate;
- Obiettivi di qualità: finalizzati alla progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici.

## **CEM - LIMITI PER LA POPOLAZIONE**

Decreto Pres. Cons. Ministri del 08/07/2003

*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.*

Limiti di esposizione: 100  $\mu\text{T}$  per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico.

Valore di attenzione: 10  $\mu\text{T}$  per l'induzione magnetica, mediana dei valori nelle 24 ore

Obiettivo di qualità: 3  $\mu\text{T}$  per l'induzione magnetica, mediana dei valori nelle 24 ore

## CEM - LIMITI PER LA POPOLAZIONE

Decreto Pres. Cons. Ministri del 08/07/2003

*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.*

<b>Tabella 1</b>	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
Limiti di esposizione			
0,1 < f ≤ 3 MHz	60	0,2	-
3 < f ≤ 3000 MHz	20	0,05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0,01	4
<b>Tabella 2</b>	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
Valori di attenzione			
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz-300 GHz)
<b>Tabella 3</b>	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
Obiettivi di qualità			
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz-300 GHz)

## **CEM in Ambiente di Lavoro - DLgs 257/07**

D.Lgs. 19 novembre 2007, n. 257 "Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)".

Il decreto inserisce nel DLgs 626/94 il nuovo Titolo V-ter "PROTEZIONE DA AGENTI FISICI: CAMPI ELETTROMAGNETICI".

### Documenti di riferimento:

- Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP) "LINEE GUIDA PER LA LIMITAZIONE DELL'ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI VARIABILI NEL TEMPO ED A CAMPI ELETTROMAGNETICI (FINO A 300 GHz)" - 1998.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection "Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields" - 1994.
- Direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)".

## DLgs 257/07 - Campo di applicazione

- Si intende per «campi elettromagnetici»: campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo di frequenza inferiore o pari a 300 GHz.
- 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 decreto non disciplina la protezione da eventuali effetti a lungo termine e non riguarda i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

## Limiti di Esposizione e Valori d'Azione

I Valori Limite ed i Valori d'Azione hanno significato diverso e sono espressi utilizzando grandezze diverse: **non sono livelli diversi della stessa grandezza.**

DLgs 257/07	ICNIRP	Significato	Tipo di grandezze	Misurabili	Se sono rispettati	Se sono superati
Limiti di esposizione	Restrizioni di base	Basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche	Dosimetriche	No	I lavoratori esposti sono protetti contro gli effetti nocivi per la salute	Non devono essere superati
Valori d'azione	Livelli di riferimento	Sono livelli pratico-operativi	Radiometriche	Si	Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione	Fanno scattare le "azioni" di prevenzione protezione

## Limiti di Esposizione - Grandezze fisiche

Densità di corrente (J). E' definita come la corrente che passa attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. E' espressa in Ampere per metro quadro ( $A/m^2$ ).

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR). Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa di tessuto corporeo ed e' espresso in Watt per chilogrammo ( $W/kg$ ). Il SAR a corpo intero e' una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF dell'ordine di pochi MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Assorbimento specifico di energia (SA). Si definisce come l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in Joule per chilogrammo ( $J/kg$ ). Esso si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

Densità di potenza (S). Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte per le quali la profondità di penetrazione nel corpo e' modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed e' espressa in Watt per metro quadro ( $W/m^2$ ).

## **DLgs 257/07 - Limiti di Esposizione**

### Basse frequenze:

- Densità di corrente indotta nella testa e nel tronco, valore istantaneo

### Alte frequenze:

- SAR mediato sul corpo intero e locale (testa e arti), media temporale su periodi di sei minuti

### Frequenze > 10 GHz:

- Densità di potenza, mediata su  $20 \text{ cm}^2$  e su periodo di  $68/f^{1.05}$  minuti

## DLgs 257/07 - Limiti di Esposizione

Intervallo di frequenza	Densità di corrente per corpo e tronco J (mA/m <sup>2</sup> ) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (corpo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza (W/m <sup>2</sup> )
Fino a 1 Hz	40	/	/	/	/
1 - 4 Hz	40/f	/	/	/	/
4 - 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 - 300 GHz	/	/	/	/	50

Prevenzione effetti sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale

Prevenzione effetti sulle funzioni del sistema nervoso

Prevenzione stress termico sul corpo intero ed eccessivo riscaldamento localizzato dei tessuti

Prevenzione dell'eccessivo riscaldamento dei tessuti della superficie del corpo o in prossimità della stessa

Per la corretta applicazione dei limiti è necessario tener conto di numerose note

## Valori d'azione - Grandezze fisiche

Corrente di contatto ( $I_c$ ). La corrente di contatto tra una persona e un oggetto e' espressa in Ampere (A). Un conduttore che si trovi in un campo elettrico puo' essere caricato dal campo.

Corrente indotta attraverso gli arti ( $I_L$ ). La corrente indotta attraverso qualsiasi arto, a frequenze tra 10 MHz e 110 MHz espressa in Ampere (A).

Intensità di campo elettrico. E' una grandezza vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. E' espressa in Volt per metro (V/m).

Intensità di campo magnetico. E' una grandezza vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. E' espressa in Ampere per metro (A/m).

Induzione magnetica. E' una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento. E' espressa in Tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione  $1 \text{ A /m} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .

Densità di potenza (S). Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte per le quali la profondita' di penetrazione nel corpo e' modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed e' espressa in Watt per metro quadro ( $\text{W/m}^2$ ).

## **DLgs 257/07 - Valori d'Azione**

### Tutte le frequenze:

- Campo Elettrico
- Campo Magnetico

### Frequenze > 10 MHz:

- Densità di potenza

### Frequenze < 110 MHz:

- Corrente di contatto

### Frequenze comprese tra 10 e 110 MHz:

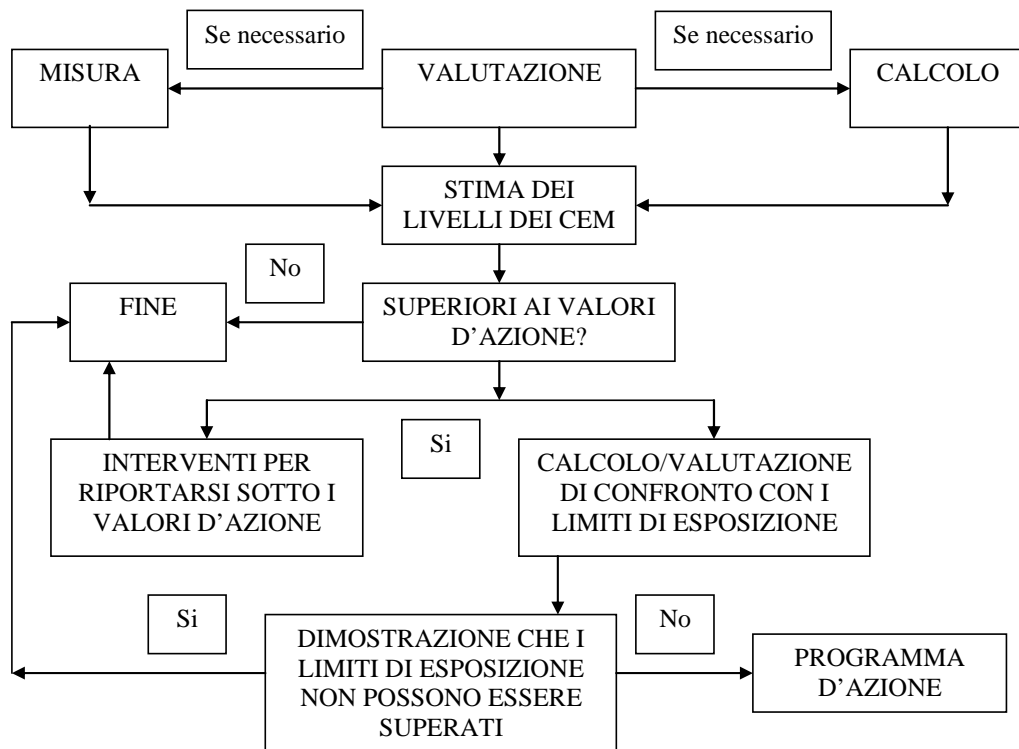
- Corrente indotta attraverso gli arti

Criteri di media temporale e spaziale in funzione della frequenza considerata e della grandezza di base di interesse.

## DLgs 257/07 - Valori d'Azione

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

# Schema di Valutazione dei Rischi



## Elementi della Valutazione dei Rischi

Nell'ambito della valutazione del rischio, il datore di lavoro presta 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:
  - interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici (compresi stimolatori cardiaci e altri dispositivi impiantati);
  - rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici con induzione magnetica superiore a 3 mT;
  - 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;
- 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.

## Valutazione di 1° livello

1. Ricognizione delle sorgenti presenti nell'ambiente di lavoro
2. Stima per ordine di grandezza dei livelli di campo elettromagnetico basata su dati di letteratura

## Sorgenti CEM significative - esempi

Attività	Frequenze
Risonanza Magnetica Nucleare	Statico + 1-100 MHz
Manutenzione linee ad alta tensione	50 Hz
Centrali elettriche	50 Hz
Produzione grandi elettrodi (grafitazione)	50 Hz
Motrici ferroviarie	0-500 Hz
Saldatrici elettriche	10 KHz
Riscaldatori a perdite dielettriche (plastica, legno)	1-100 MHz
Riscaldamento a induzione magnetica (settore metallurgico ed elettronico)	50 Hz - 50 MHz
Riscaldatori a microonde	915-2450 MHz
Magnetoterapia	0.75-100 Hz
Marconiterapia	27.12-40.68 MHz
Radarterapia	915-2450 MHz
Ipertermia	1-1000 MHz
Manutenzione antenne per sistemi radio o TV-UHF	87.5-108 MHz 470-862 MHz
Addetti stazioni radio base GSM	900-1800 MHz
Addetti stazioni radio base UMTS	1900-2200 MHz
Sistemi radar	1-35 GHz
Sistemi antitaccheggio, varchi magnetici	1 Hz-5.8 GHz

## Valutazione - alcuni riferimenti

- CEI 211 - 6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana".
- CEI 211 - 7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana".
- ISPESL "Gauss" - Strumento di analisi ed informazione sui rischi da esposizione ai campi elettromagnetici

## DLgs 257/07 - Valutazione dei rischi

- Nel documento di valutazione del rischio il datore di lavoro può includere una giustificazione, per la quale, data la natura e l'entità dei rischi connessi con i campi elettromagnetici, non è stata necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata.
- Deroga all'obbligo di valutazione per i luoghi di lavoro accessibili al pubblico se si è già svolta valutazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici e risultino rispettate per i lavoratori le restrizioni previste dalla raccomandazione 1999/519/CE (Valori ICNIRP per la popolazione).
- Valutazione con cadenza almeno quinquennale e comunque ogni qualvolta si verificano mutamenti che potrebbero renderla superata, oppure quando i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione.

# Dispositivi Elettromedicali Impiantati

## LIMITI DI ESPOSIZIONE

### ➤ Linee Guida ICNIRP sui campi magnetici statici

- Portatori di pacemaker 0.5 mT
- Altri dispositivi pochi mT

### ➤ TLV ACGIH

- Campi magnetici statici 0.5 mT
- Campi a 50 Hz 1 kV/m + 0.1 mT



VIETATO L'ACCESSO  
AI PORTATORI DI  
STIMOLATORE  
ELETTRICO CARDIACO  
(PACE-MAKER)

## Misure di prevenzione e protezione

- Il datore di lavoro, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, elimina alla sorgente o riduce al minimo i rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici.
- Il datore di lavoro nel documento di valutazione del rischio di cui all'articolo 4 DLgs 626/94 deve precisare le misure di prevenzione, protezione, formazione e informazione adottate.
- A meno che la valutazione dimostri che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza, il datore di lavoro elabora ed applica un programma d'azione che comprenda misure tecniche e organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite di esposizione.

## Programma d'azione - Criteri

- a) Altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione ai campi elettromagnetici;
- b) Scelta di attrezzature che emettano campi elettromagnetici di intensità inferiore, tenuto conto del lavoro da svolgere;
- c) Misure tecniche per ridurre l'emissione dei campi elettromagnetici, incluso se necessario l'uso di dispositivi di sicurezza, schermature o di analoghi meccanismi di protezione della salute;
- d) Appropriati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- e) Progettazione e struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- f) Limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- g) Disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale.

## Segnaletica - Limitazione d'accesso

- I luoghi di lavoro dove i lavoratori possono essere esposti a campi elettromagnetici che superano i valori di azione devono essere indicati con un' apposita segnaletica, salvo nel caso che la valutazione dimostri che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza.
- Dette aree sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse e' limitato, laddove ciò sia tecnicamente possibile e sussista il rischio di un superamento dei valori limite di esposizione.



## Superamento dei limiti

Fermo restando l'obbligo del non superamento dei valori limite di esposizione, se, nonostante l'adozione delle misure di prevenzione e protezione, si individuano esposizioni superiori a detti valori, il datore di lavoro:

- adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione;
- individua le cause dell'esposizione eccessiva;
- modifica le misure di protezione e di prevenzione per evitare che la situazione si ripeta.

## Informazione e Formazione

Il datore di lavoro garantisce che i lavoratori esposti a rischi derivanti da campi elettromagnetici sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti vengano informati e formati in relazione al risultato della valutazione dei rischi con particolare riguardo:

- alle misure adottate;
- all'entità e al significato dei valori limite di esposizione e dei valori di azione, nonché ai potenziali rischi associati;
- ai risultati della valutazione, misurazione o calcolo dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici effettuate;
- alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;
- alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e agli obiettivi della stessa;
- alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione.

## Sorveglianza Sanitaria - Scadenze - Sanzioni

- Sono sottoposti a sorveglianza sanitaria (di norma con periodicità annuale) i lavoratori per i quali e' stata rilevata un'esposizione superiore ai valori limite.
- Per le violazioni dei principali obblighi stabiliti dal Decreto sono previsti l'arresto da tre a sei mesi o l'ammenda da euro 1.550 a 4.132.
- Il Decreto si applica dal 30 aprile 2008.