

Università di Ferrara

Insegnamento di
Sicurezza sui luoghi di lavoro

A.A. 2015-2016

Rischi da Agenti Fisici:
Campi Elettromagnetici
(CEM)

Dott. Salvatore Mìnisci

Campi Statici



VLF, ELF, IF



RF – MO



Art. 180 DLgs 81/08- Definizioni e campo di applicazione

1. ... per **agenti fisici** si intendono il rumore, gli ultrasuoni, gli infrasuoni, le vibrazioni meccaniche, i campi elettromagnetici, le radiazioni ottiche di origine artificiale, il microclima e le atmosfere iperbariche
2. ...
3. La protezione dei lavoratori dalle **radiazioni ionizzanti** è disciplinata unicamente dal D. Lgs. n. 230/95, e sue successive modificazioni.

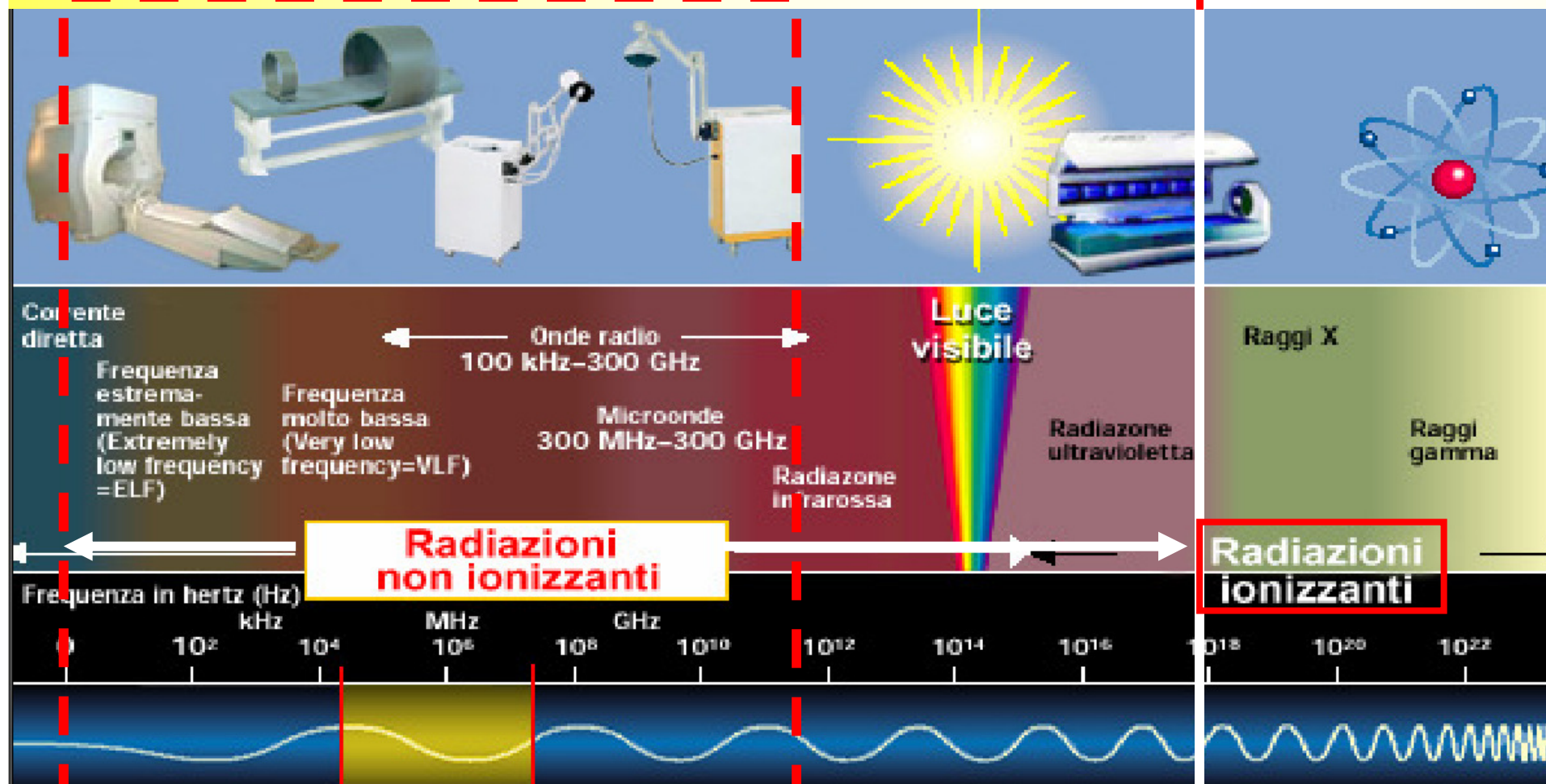
Agenti fisici presenti in ambiente sanitario

- **campi elettromagnetici**
- radiazioni ottiche di origine artificiale
- radiazioni ionizzanti
- Le radiazioni elettromagnetiche sono costituite da **energia** che si propaga senza bisogno di un supporto materiale, sotto forma di un **campo elettrico** e di un **campo magnetico** e sono caratterizzate da una **lunghezza d'onda** e da una **frequenza**.
- L'**energia** è proporzionale alla frequenza e inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda.

Spettro delle radiazioni elettromagnetiche

CEM: 0 Hz - 300 GHz

3×10^{15} Hz



Convenzionalmente si considerano ionizzanti le radiazioni con frequenza $> 3 \times 10^{15}$ Hertz ed energia $> 12\text{eV}$.

Principali tipologie di CEM e loro parametri caratteristici

Campi Statici 	Lunghezza d'onda	Frequenza
VLF, ELF, IF 	-	0 - 1 Hz
RF - MO 	>100 Km - 1 Km	1 Hz - 300 KHz
	1 Km - 1 mm	300 KHz - 300 GHz

	NOME	Frequenza	ESEMPI DI IMPIEGO
	Campi s.	0 - 1 Hz	Risonanza magnetica
	ELF	1 Hz - 3 KHz	Elettrodotti - MagnetoT
IF	VLF	3-30 KHz	Antifurto e antitaccheggio
	LF	30-300 KHz	Radio AM onde lunghe
RF	MF	300 KHz - 3 MHz	Radio AM onde medie e corte Forni a induzione
	HF	3-30 MHz	Termoincollatrici - MarconiT
	VHF	30-300 MHz	Radio FM - TV
M O	UHF	300 MHz -3 GHz	Cellulari - TV - Forni a MO - Radarterapia
	SHF	3-30 GHz	Radar - Collegam. satellitari
	EHF	30-300 GHz	

Sorgenti di CEM di interesse in ambito sanitario

Numerose indagini sperimentali hanno evidenziato situazioni di esposizione e talvolta elevati rischi per la salute e la sicurezza di operatori e pazienti:

Apparecchiatura	Settore di impiego
Magnetoterapia	Terapia riabilitativa
Marconiterapia	Terapia riabilitativa
Radarterapia	Terapia riabilitativa
Elettrobisturi	Chirurgia
Tomografia RMN	Diagnostica

Effetti dei CEM sugli organismi viventi

- **Interazione chimico-fisica** = alterazione dell'equilibrio **a livello molecolare**, ma non necessariamente effetto biologico apprezzabile né effetto sanitario.
- **Effetto biologico** = variazioni morfologiche o funzionali delle strutture di **livello superiore a quello molecolare: cellule, tessuti, ...**

Effetti dei CEM sugli organismi viventi

- **Effetto sanitario** = l'effetto biologico supera i meccanismi di adattamento dell'organismo, con comparsa di disturbi clinici o vere e proprie malattie;
- **I meccanismi di adattamento** variano con l'età, il sesso, lo stato di salute, il tipo e grado di attività del soggetto, nonché con le condizioni ambientali esterne, come temperatura e umidità o la contemporanea presenza di altri agenti nocivi.

Effetti diretti dei CEM

- L' interazione dei CEM con la materia biologica produce due effetti **accertati**:
 1. Alle **frequenze più basse** (fino a ≈ 1 MHz) prevale **l'induzione di correnti elettriche** nei tessuti elettricamente stimolabili, come nervi e muscoli.

Effetti diretti dei CEM

2. Con l'aumentare della frequenza aumenta sempre più la **cessione di energia nei tessuti** attraverso il rapido movimento oscillatorio di ioni e molecole di acqua, con lo **sviluppo di calore**.
 - A frequenze ≥ 10 MHz, l'effetto **termico** è l'unico a permanere
 - Al di sopra di **10 GHz**, l'assorbimento è esclusivamente a carico della **cute**.

Effetti acuti, graduati, con soglia di induzione

- **Elettrici**: aritmie cardiache, stimolazioni nervose e muscolari, ...
- **Termici**:
 - **innalzamento della temperatura corporea** di pochi gradi con conseguente attivazione del sistema di termoregolazione
 - effetti da **stress termico**
 - fino a vere e proprie **ustioni e necrosi** da radiofrequenze.
 - Organi bersaglio: **cristallino** (cataratta) e **testicoli** (atrofia)

Effetti indiretti dei CEM

- **correnti di contatto**: quando l'organismo viene in contatto con oggetti caricati dal CEM a diverso potenziale elettrico: **percezioni dolorose, contrazioni muscolari, ustioni**;
- **accoppiamento del CEM con dispositivi elettromedicali** (compresi stimolatori cardiaci) e altri dispositivi impiantati o portati dal soggetto esposto.
- **rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici** all'interno di intensi campi magnetici statici;
- **innesco di elettrodetonatori e rischio incendio** di materiali infiammabili per scintille provocate dalla presenza dei CEM nell'ambiente

Sistema di protezione dai CEM

- I documenti della International Commission on Non Ionising Radiation Protection (**ICNIRP**).
- Per i **campi variabili** nel tempo: linee guida ICNIRP del **1998** per la limitazione dell'esposizione a CEM fino a 300 GHz.
- Per i **campi magnetici statici**: nuove LG ICNIRP del **2009**, per la limitazione dell'esposizione, che hanno aggiornato quelle precedentemente pubblicate nel 1994.
- Nel **2010** nuove linee guida per i **campi variabili tra 1 Hz e 100 kHz**; confermate le linee guida del 1998 per radiofrequenze e microonde (frequenza superiore a 100 kHz).

Limiti dosimetrici primari per i CEM a basse frequenze: <100 kHz (ELF, VLF, IF)

- L'ICNIRP ha fissato i limiti dosimetrici primari di **densità di correnti indotte nel corpo ($J = \text{mA/m}^2$)**
- L'Unione Europea ha adottato una direttiva sull'esposizione occupazionale ai CEM, Direttiva 2004/40/CE (Campi elettromagnetici), **recepita nel DLgs 81/08, al Titolo VIII, Capo IV.**
- Nel 2013 nuova DIRETTIVA 2013/35/UE sui CEM. Gli stati membri dovranno conformarsi alla direttiva entro il primo luglio 2016.

**Art. 208 DLgs 81/08 - Tit. VIII - Allegato
XXXVI: Valori limite di esposizione CEM a bassa
frequenza (= valori dosimetrici primari)**

Frequenza	Densità di corrente per corpo e tronco (mA/m ²)
< 1 Hz	40
1 - 4 Hz	40/f
4 - 1.000 Hz	10
1 - 100 KHz	f/100

Limiti derivati di riferimento per i CEM a bassa frequenza

Le grandezze dosimetriche primarie non sono direttamente misurabili, per cui si utilizzano i valori limite derivati:

- Intensità di campo elettrico (E, espresso in Volt/metro - V/m)
- Intensità di campo magnetico (H, espresso in ampère/metro - A/m)
- Induzione magnetica (B, espressa in Tesla - T)
- Correnti di contatto (I_c, espresso in mA)
- il rispetto dei limiti derivati garantisce il non superamento dei limiti primari.

Art. 208 DLgs 81/08 - Tit. VIII - Valori di azione CEM a bassa frequenza

Frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (micro T)	Densità di Potenza S (W/m ²)	Corrente di Contatto I _c (mA)
0-1 Hz	/	$1,63 \times 10^5$	2×10^5	/	1,0
1-8 Hz	20.000	$1,63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	/	1,0
8-25 Hz	20.000	$2 \times 10^4 / f$	$2,5 \times 10^4 / f$	/	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	/	0,4f
65-100 KHz	610	1.600/f	2.000/f	/	0,4f

Limiti dosimetrici primari per i CEM a RF e MO (100 kHz - 300 GHz)

- L'assorbimento di energia viene misurato dalla grandezza **SAR (Specific Absorption Rate)** la cui unità di misura è il **W/kg** (watt al chilogrammo).
- Non ci sono effetti termici al di sotto di **4 W/kg**
- Dividendo per 10 il valore di 4 W/kg, si è fissato il limite primario per i **lavoratori (quindi 0,4 W/kg)**;
- 10-300 GHz = Densità di potenza, espressa in **W/m²**

Art. 208 DLgs 81/08 - Tit. VIII - Valori limite di esposizione CEM ad alta frequenza
(= valori dosimetrici primari)

Frequenza	Densità di corrente per corpo e tronco (mA/m ²)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato a capo e tronco (W/kg)	SAR localizzato agli arti (W/kg)	Densità di potenza (W/m ²)
0,1 - 10 MHz	f/100	0,4	10	20	/
0,01 - 10 GHz	/	0,4	10	20	/
10 - 300 GHz	/	/	/	/	50

Limiti derivati di riferimento per i CEM a RF e MO (100 kHz - 300 GHz)

- Poiché la grandezza (SAR) non è misurabile in modo diretto, si sono individuate delle grandezze fisiche misurabili e conseguentemente dei limiti derivati, che, se rispettati, ci danno la garanzia che non vengano superati i limiti primari.
- **Campo Elettrico (E): volt/metro (V/m)**
- **Campo Magnetico (H): ampère/metro (A/m)**
- **Induzione Magnetica (B): Tesla (T)**

Art. 208 DLgs 81/08 - Tit. VIII - Valori di azione CEM ad alta frequenza

Frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (micro T)	Densità di Potenza S (W/m ²)	Corrente di Contatto I _c (mA)	Corrente indotta attr. gli arti I _L (mA)
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	/	/
0,4-2 GHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$0,01f^{1/2}$	$f/40$	/	/
2-300 GHz	137	0,36	0,45	50	/	/

Effetti sanitari a lungo termine

- I rischi sanitari che le norme considerano ai fini della protezione sono esclusivamente quelli **da esposizioni acute**, con effetti a breve termine, deterministici, per i quali è possibile quindi individuare **valori di soglia**.
- Resta aperto il problema della protezione dai **possibili effetti a lungo termine**, in particolare la **cancerogenesi**, la cui gestione deve realizzarsi con modalità diverse da quella della definizione di limiti di esposizione.

Effetti a lungo termine

- Gli studi epidemiologici suggeriscono un'associazione tra l'esposizione residenziale a campi magnetici a 50 Hz (ELF) e la leucemia infantile.
- Raddoppio del rischio di leucemie infantili - correlabile ad esposizioni croniche ai campi magnetici a 50 Hz di intensità superiore a 0,3 - 0,4 μT .
- I valori limite per l'esposizione della popolazione (100 μT) sono centinaia di volte superiori ai valori cui sono esposti i soggetti studiati nelle indagini epidemiologiche.

Conclusioni della IARC (Monografia n. 80/2002)

Non-ionizing Radiation, Part I: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electromagnetic Fields

- **CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**
STATICI: gruppo **3** - **non classificabili** in relazione alla cancerogenicità per l'uomo
- **CAMPI MAGNETICI ELF (1-3 KHz)**: gruppo **2B** - **possibile cancerogeno per l'uomo**
- **CAMPI ELETTRICI ELF**: gruppo **3** - **non classificabili** in relazione alla cancerogenicità per l'uomo

Conclusioni della IARC (Monografia n. 102/2011)

Non-ionizing Radiation, Part II, Radiofrequency Electromagnetic Fields (RF-EMF)

- Vi è una **limitata evidenza** negli umani per una carcinogenicità dei **CEM-RF**, basata su una positiva associazione tra **glioma** e **neurinoma acustico** ed esposizione a CEM-RF da **telefoni cellulari**.
- Vi è una **limitata evidenza** in animali da esperimento per una carcinogenicità dei CEM-RF.
- I campi elettromagnetici a radiofrequenza sono **possibili carcinogeni per gli umani (Group 2B)**

Campi magnetici statici

- Il campo magnetico statico naturale della terra è di circa **50 μT** (30 - 70 μT)
- Livelli di induzione magnetica dell'ordine di **20 μT** si producono sotto le linee ad alta tensione
- I campi all'interno delle carrozze passeggeri sono relativamente bassi, al di sotto di **100 μT**
- piccoli magneti permanenti in clip e accessori (come borse, bottoni, collane e braccialetti magnetici, cinture, giocattoli magnetici, ecc), generano campi statici locali superiori a **0,5 mT**.

Tre meccanismi di interazione dei CM statici con la materia vivente

1. induzione magnetica:

- *Su elettroliti ematici in movimento:* (alterazioni ritmo cardiaco?)
- *Correnti indotte:* generate dal movimento in un campo magnetico statico (vertigini, nausea, fosfeni)

2. azione magnetomeccanica

- *Orientamento nello spazio* (uccelli migratori)
- *Traslazione di materiali ferromagnetici* (Fe-Hb)

3. interazioni di spin elettronico

- *Alterazione della reattività di una coppia di radicali liberi*

Effetti sensoriali transitori

- Individui esposti a campi magnetici statici **>2-3 T** sperimentano **effetti sensoriali transitori** associati al movimento in un gradiente di campo statico, come **vertigini, nausea, gusto metallico e fosfeni magnetici**, durante il movimento degli occhi o del capo (Schenck et al 1992; de Vocht et al 2006, 2006b; Atkinson et al 2007).
- **Si possono ridurre** l'incidenza e la gravità di questi sintomi **rallentando il movimento** di un individuo nel campo magnetico (Chakeres e de Vocht 2005).

Limiti di esposizione a CM statico - due difficili problemi:

1. Se siano tollerabili effetti sensoriali temporanei, senza conseguenze **note** a lungo termine o patologiche;
 - L'ICNIRP ritiene ragionevole che i lavoratori li accettino **volontariamente e consapevolmente**.

Limiti di esposizione a CM statico - due difficili problemi:

2. Quanto le restrizioni debbano proibire livelli di esposizione superiori a quelli a cui arrivano le esperienze sull'uomo e per i quali quindi non vi siano effetti nocivi **noti**
- L'ICNIRP ritiene che le esposizioni consentite debbano basarsi su livelli per i quali vi sia **un'evidenza apprezzabile** sull'uomo.

Limiti di esposizione a CM statico

- Le attuali conoscenze scientifiche non suggeriscono alcun effetto nocivo per esposizioni a induzioni magnetiche statiche **fino a 2 T**.
- L'ICNIRP raccomanda che il limite di esposizione professionale sia pari a un valore di **200 mT mediato nel tempo su una giornata di lavoro, con un valore massimo di 2 T**.
- Poiché le **estremità** non contengono grossi vasi sanguigni o organi critici, può essere consentito per esse un limite più elevato, pari a **5 T**.

Limiti di esposizione a CM statico

- per attività lavorative per cui si rendano necessarie esposizioni **al di sopra di 2 T**, si possono consentire esposizioni **fino a 8 T** se l'ambiente è controllato e se vengono messe in atto adeguate procedure di lavoro che controllino gli effetti indotti dal movimento.
- Se limitate alle **estremità**, sono accettabili esposizioni massime fino a **8 T**.

Risonanza Magnetica



Risonanza Magnetica

Il termine Risonanza Magnetica Nucleare descrive un fenomeno basato sulle proprietà dei **nuclei** di elementi chimici, sottoposti ad un **campo magnetico**, di assorbire e riflettere energia nello spettro delle **radiofrequenze**.

- **nucleare** perché sono i nuclei degli atomi a reagire (i protoni)
- **magnetica** perché ha luogo in un campo magnetico
- **risonanza** a causa della dipendenza diretta dall'intensità del campo e dalla frequenza di stimolazione

Risonanza magnetica

- Il paziente viene sottoposto ad un forte **campo magnetico statico**, a **CEM variabili** e ad un **impulso in radiofrequenza**.
- L'intensità del campo magnetico può variare dai **decimi di tesla (T)**, per piccole macchine dedicate allo studio delle articolazioni, a **3 T** per le macchine per scopi diagnostici.
- Alcune macchine per la **RM funzionale** raggiungono campi di **7 T**, mentre nell'ambito sperimentale sono in sviluppo dispositivi da **8 e 9 T**.

Esposizione professionale a CM statico

- L'esposizione professionale si verifica con la **risonanza magnetica per immagini**, una tecnica utilizzata per ottenere informazioni diagnostiche e, sempre più spesso, per guidare interventi chirurgici all'interno del corpo.
- Le procedure di intervento con **controllo diretto in RM** stanno diventando **sempre più comuni** con esposizione professionale per il personale sanitario (**chirurghi, radiologi, infermieri e tecnici**).

Esposizione professionale a CM statico

- L'équipe può trovarsi nella zona di più alto campo magnetico per un periodo di tempo prolungato, fino ad **alcune ore**.
- In **situazioni di emergenza** gli operatori devono intervenire molto vicino al paziente.
- Inoltre, **brevi esposizioni** del personale si verificano mentre si portano i pazienti dentro e fuori i sistemi a risonanza magnetica.
- La **RM funzionale**, con l'impiego di campi d'intensità fino a circa 10 T, viene oggi usata in ricerche sulle funzioni del cervello umano.

Limiti di esposizione al campo statico (D.M. 02/08/91):

parte esposta	Intensità di campo	Tempo max. di esposizione
Corpo intero	200 mT	1 ora/giorno
Corpo intero	2 T	15 minuti/giorno
Arti	2 T	1 ora/giorno
Arti	4 T	15 minuti/giorno

Indicazioni operative per la valutazione del rischio all'esposizione professionale ai campi magnetici statici nella risonanza magnetica ad alto campo (4 T)

R. Milani*, S. Coda*, G. Baccani*,
F. Campanella**, M. Mattozzi** e P. Ferrari***

* Liberi professionisti - Fisici Medici ed Esperti
Responsabili in RM

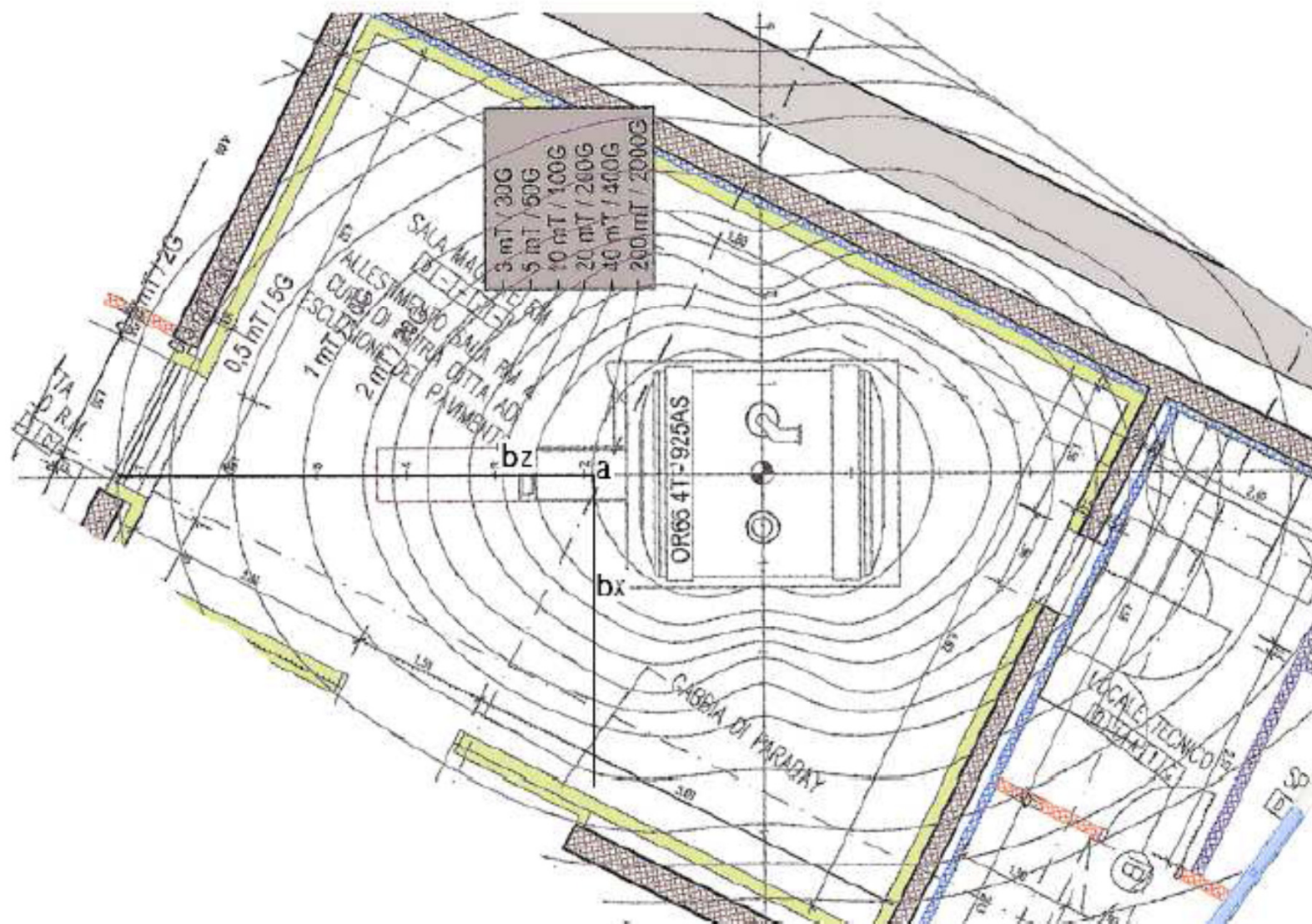
** Dipartimento Igiene del Lavoro - ISPESL

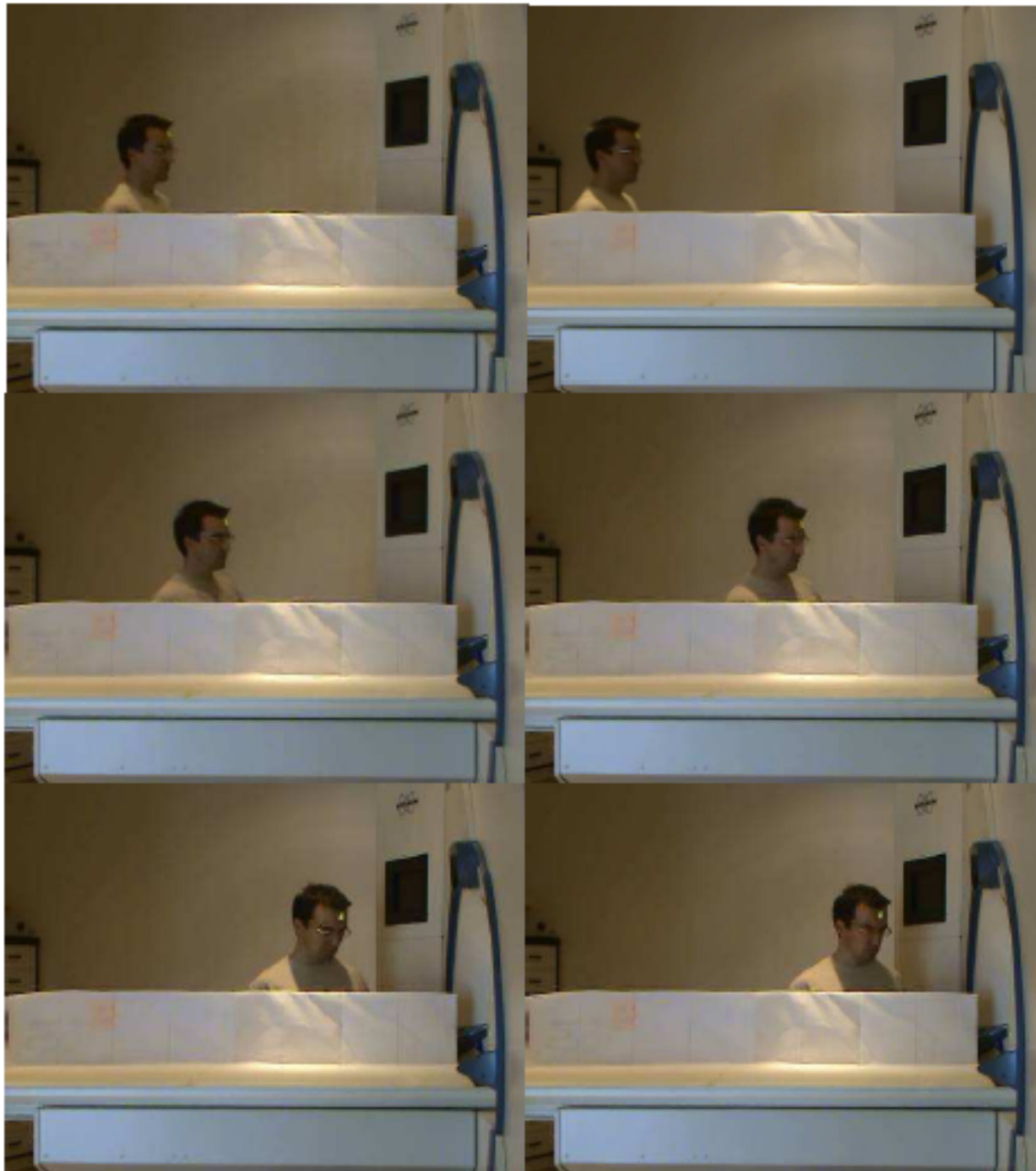
***Centro Interdipartimentale Mente e Cervello -
Università degli studi di Trento

Valutazione del rischio

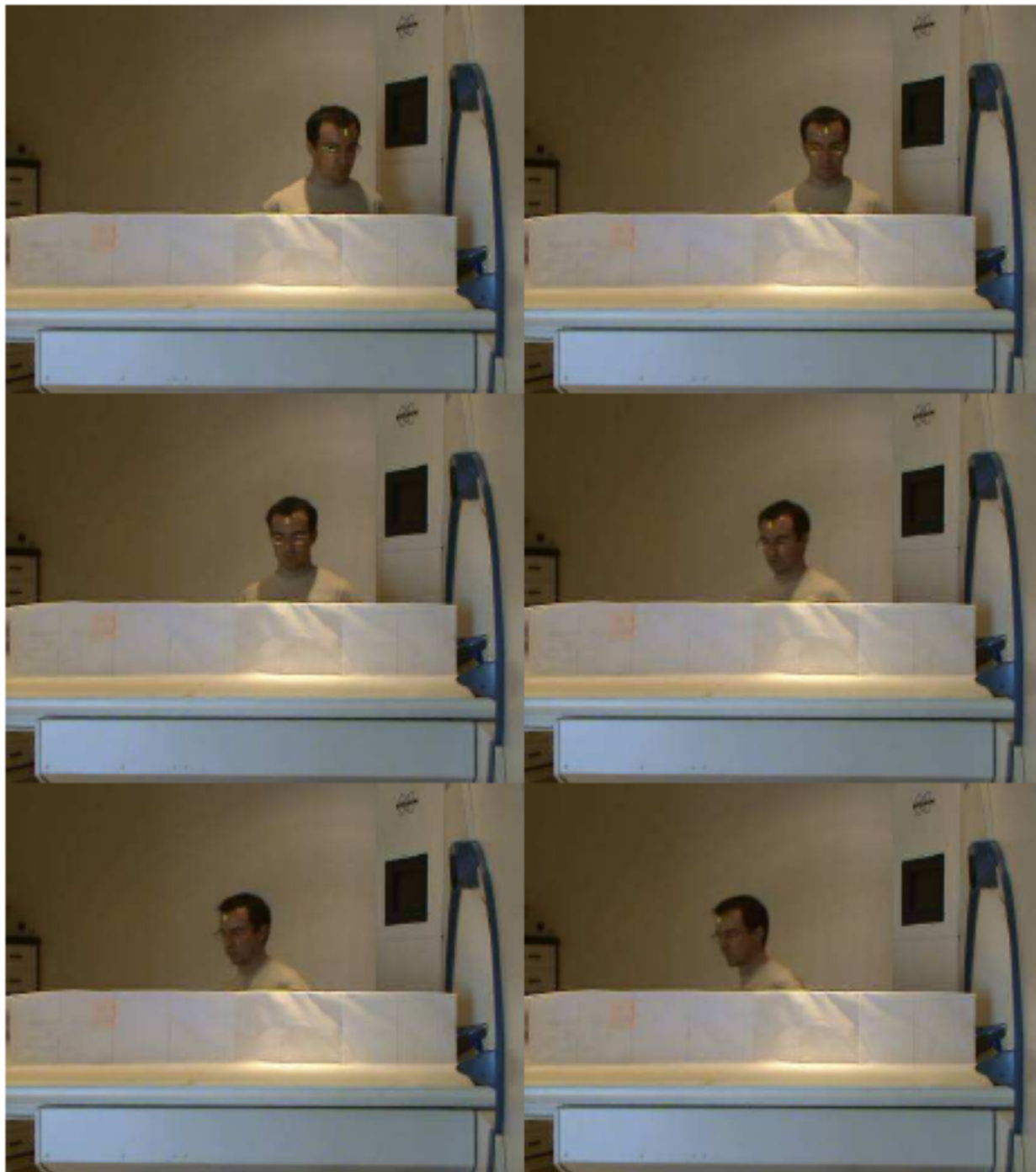
- Non è sufficiente misurare l'entità del campo magnetico statico ma occorre valutare come l'operatore si sposta nella sala magnete dove è presente il gradiente di B, in modo da prevedere l'entità delle correnti indotte nel corpo che potrebbero determinare il superamento dei valori limite d'esposizione.
- Alle frequenze estremamente basse (<1 Hz) il VLEP di J (densità di corrente) è uguale a 40 mA/m^2 .

Andamento delle curve di campo magnetico attorno alla RM 4T





**Sequenza
di
avvicina-
mento alla
console
del
magnete**



**Sequenza
di
allontana-
mento
dalla
console del
magnete**

CONCLUSIONI

- L'andamento di J raggiunge **44 mA/m²** per il solo movimento di traslazione e **52 mA/m²** per la componente aggiuntiva del moto di rotazione. Se l'operatore ruota di 180° il valore di J arriva a circa **60 mA/m²**.
- Sebbene ... vi sia un superamento dei limiti in termini di densità di corrente indotta, i valori di esposizione possono comunque essere ridotti al di sotto di tali limiti riducendo **velocità di movimento e tempo di occupazione** nelle diverse zone di rischio.

RM: MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

1. **Zone ad accesso controllato**: le aree in cui il campo disperso di induzione magnetica è pari o superiore a 0,5 mT [$B \geq 0,5 \text{ mT}$];
2. **Zone di rispetto**: le aree interessate da valori di campo disperso di induzione magnetica compresi tra 0,1 mT e 0,5 mT [$0,1 \text{ mT} < B < 0,5 \text{ mT}$];
3. **Zone a libero accesso**: le aree interessate da valori di campo disperso di induzione magnetica inferiori a 0,1 mT [$B < 0,1 \text{ mT}$].

Altre apparecchiature di uso sanitario

- Apparati per magnetoterapia
- Apparati per diatermia
- Elettrobisturi
- Defibrillatori
- Stimolatori magnetici transcranici
- Spettrometri ad assorbimento atomico con correzione Zeeman

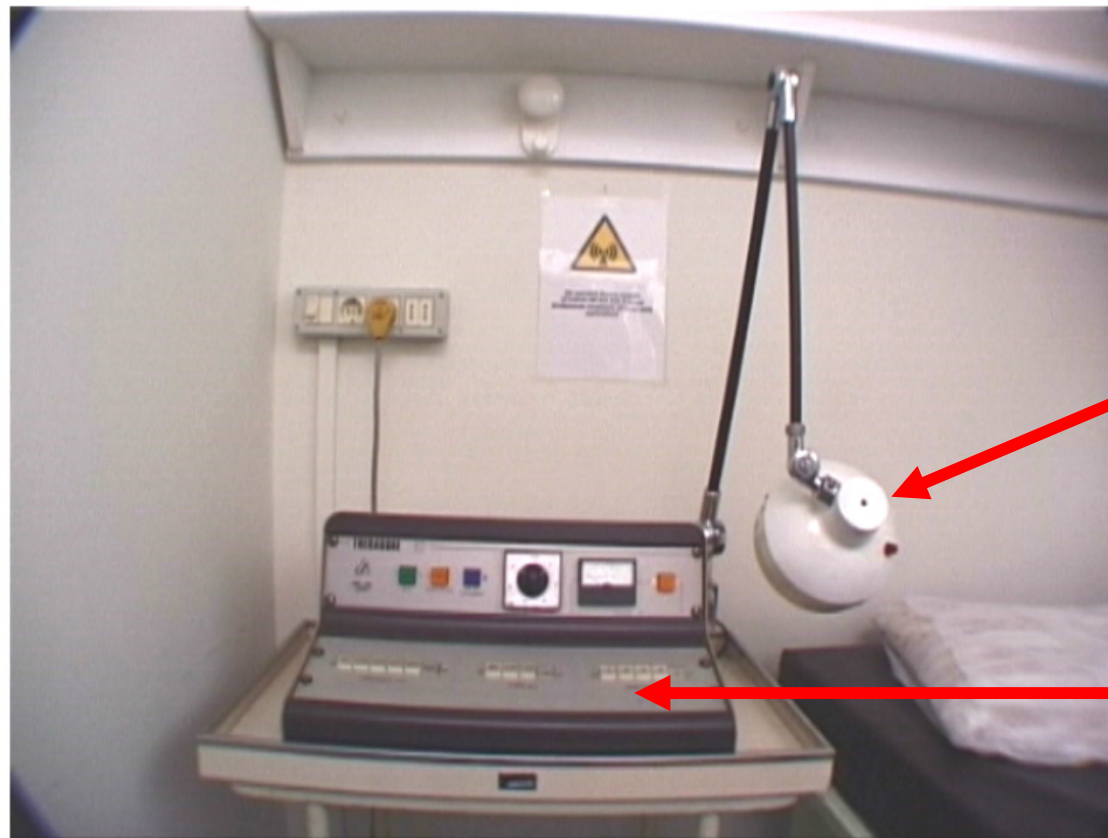
Magnetoterapia



Magnetoterapia

- Gli apparecchi di magnetoterapia utilizzano, quale sorgente del campo magnetico, un solenoide percorso da corrente elettrica (50 Hz). Le intensità raggiunte variano tra 1 e 10 mT.
- L'esposizione del personale all'intorno degli applicatori risulta inferiore ai limiti. Comunque, a fronte dei sospetti avanzati dagli ultimi studi condotti sui campi elettromagnetici in gamma ELF (2B IARC) è consigliabile adottare le massime precauzioni relativamente ad esposizioni indebite, sia per la popolazione sia per il personale addetto.

Elettromagnetoterapia



Antenna
emittente

Generatore

Elettromagnetoterapia (RF)

- Il CEM generato dagli apparecchi di Elettromagnetoterapia ha una frequenza di **27 MHz** (come la Marconiterapia, sta andando **progressivamente in disuso**).
- I campi generati sono di tipo pulsante, con pause piuttosto lunghe, per disperdere il **calore** prodotto nei tessuti dalla componente elettrica.
- I campi a 27 MHz hanno una capacità di penetrazione dell'ordine di 10-20 cm.
- Normalmente si impiegano densità di potenza tra **0,5 e 2 mW/cm²**

Marconiterapia e radarterapia (RF e MO) (tendenzialmente in disuso)



Marconiterapia (RF)

- Un apparato per Marconiterapia è composto da un **generatore** che produce CEM della frequenza di **27 MHz** e della lunghezza d'onda di 11 m (onde corte), e da una serie di **applicatori** a bobina o condensatore, di varia forma e dimensione in relazione alla patologia da trattare.
- La potenza fornita dal generatore è piuttosto modesta (da alcune decine a qualche centinaio di Watt) ma una parte dell'energia viene **dispersa** nell'ambiente circostante e può comportare una **esposizione indebita per il personale addetto (RF = 2B IARC)**.

Marconiterapia

- Le emissioni prodotte dal CEM dell'apparato per marconiterapia sono **superiori ai limiti previsti per i lavoratori in un raggio che varia da 50 cm a 100 cm**, pertanto è consigliabile a scopo cautelativo considerare un raggio di circa **2 metri** dall'applicatore per definire la zona critica (intesa come l'area di rispetto all'interno della quale si trova l'area per la diatermia e magnetoterapia).

Radarterapia (RF-MO)

- Gli apparati utilizzati nella Radarterapia sono costituiti da un **generatore** che eroga CEM della frequenza **2,5 GHz** e della lunghezza d'onda di 12 cm (microonde); un cavo coassiale ed una **antenna** dotata di riflettore che permette di ottenere il fascio radiante.
- I problemi di **dispersione** della radiazione sono **minori** rispetto a quelli che si presentano con gli apparati di Marconiterapia, però **i limiti previsti per i lavoratori sono superati per una esposizione superiore ai 6 minuti ad una distanza inferiore a circa 1 metro dall'applicatore.**

Apparati per la diatermia

Classificazione Nazionale Dispositivi Medici (CND):
APPARECCHIATURE PER ELETTROTHERAPIA [Z120601]

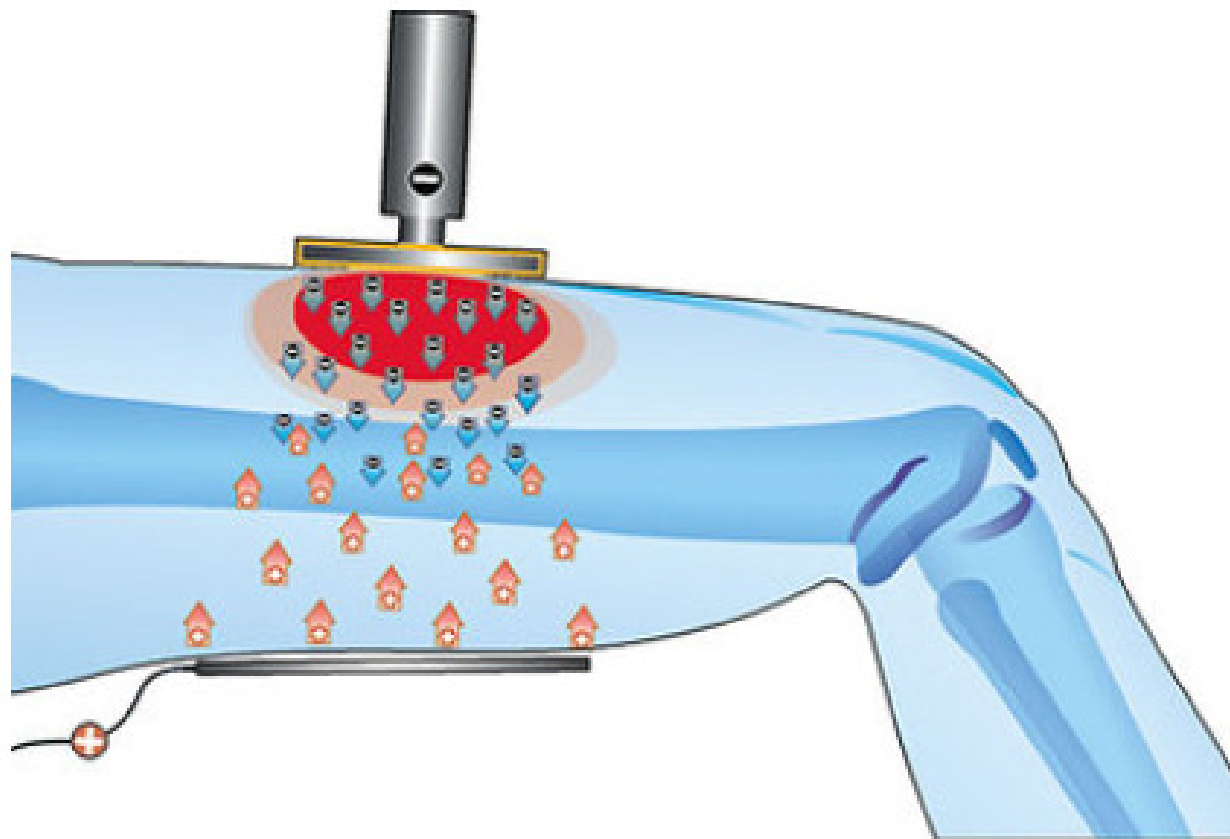
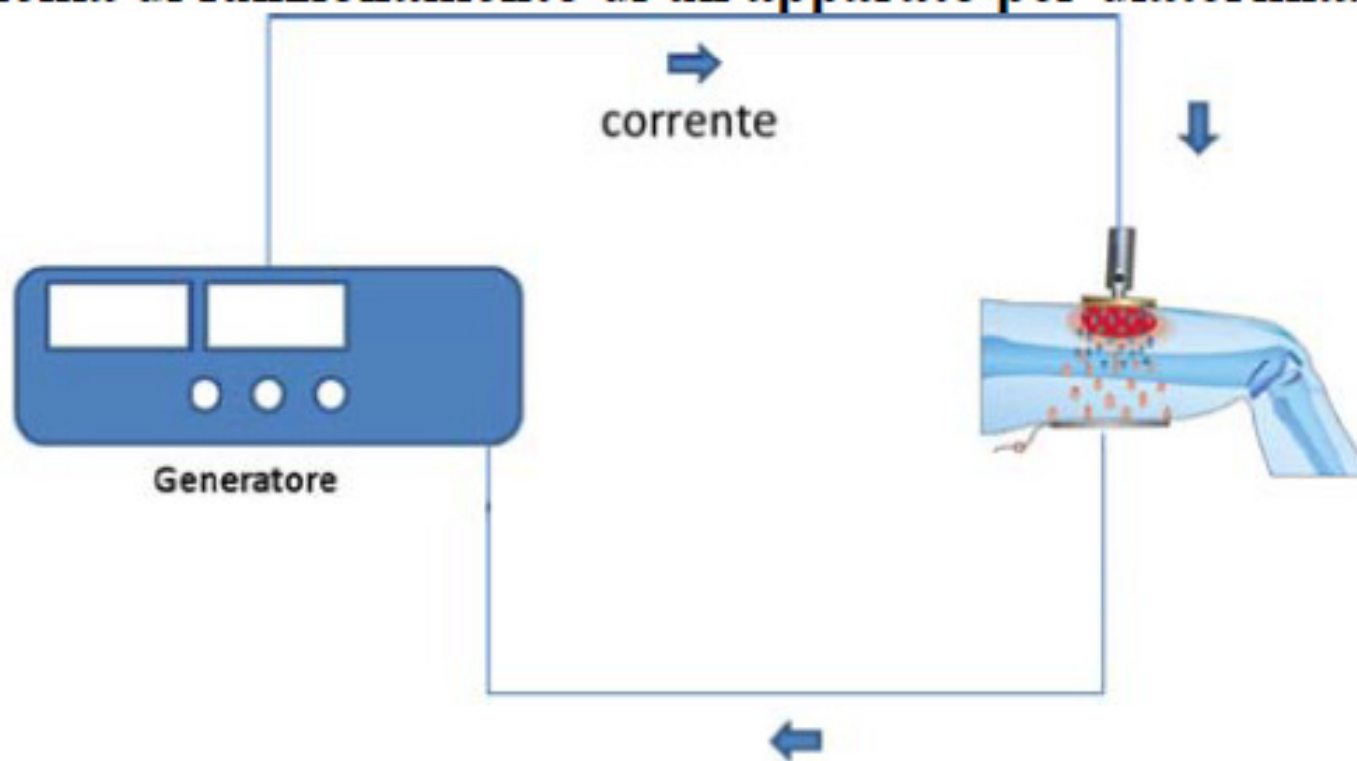
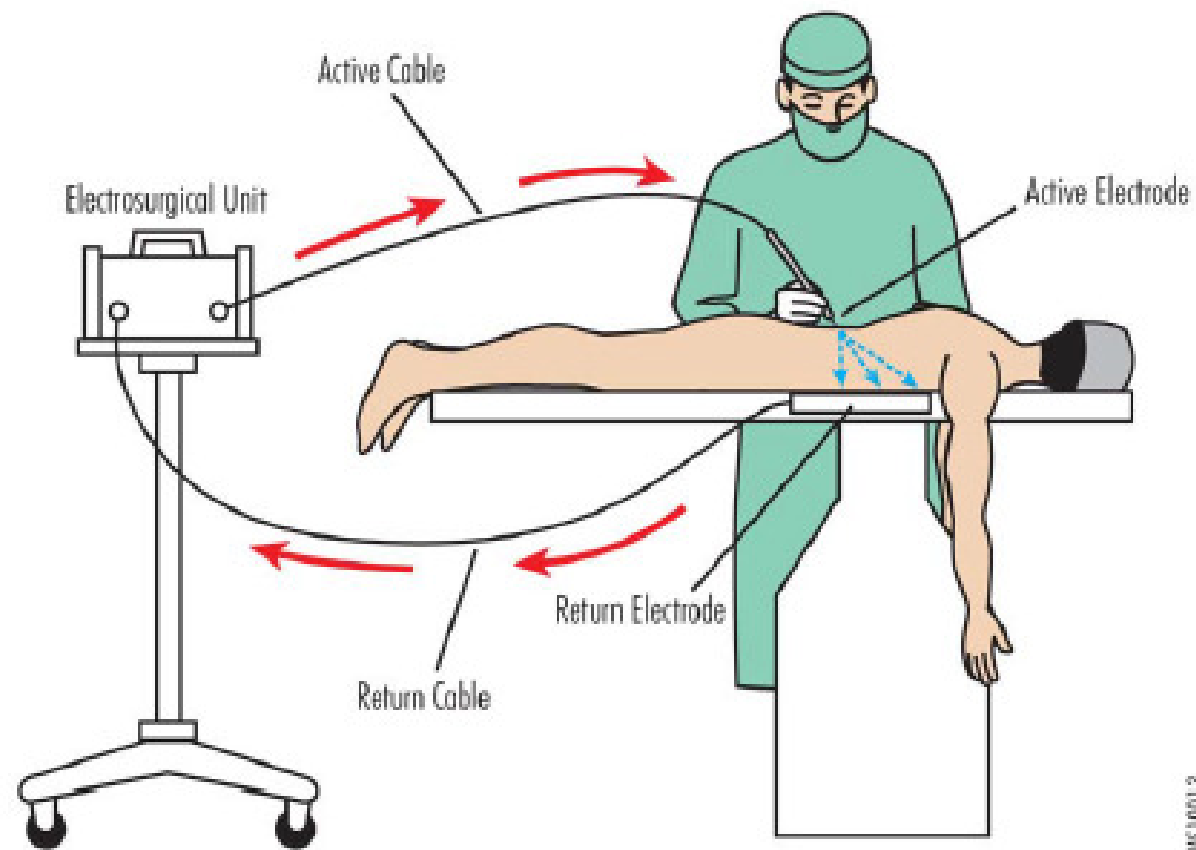


Figura 9: schema di funzionamento di un apparato per diatermia.



Elettrobisturi

Classificazione Nazionale Dispositivi Medici (CND):
STRUMENTAZIONE PER ELETTROCHIRURGIA [Z120109]



Esempi di operatori esposti

- operatori sanitari e personale pulizie su RM
- chirurghi e personale sanitario che utilizza elettrobisturi e apparecchiature simili
- fisioterapisti che utilizzano apparati di diatermia
- addetti alla manutenzione e riparazione di apparecchiature/impianti medicali emittenti CEM

Prevenzione

- a) Altri metodi di lavoro con minore esposizione ai CEM;
- b) Scelta di attrezzature che emettano CEM di intensità inferiore;
- c) Misure tecniche per ridurre l'emissione dei CEM, inclusi dispositivi di sicurezza, schermature ..., zone di rispetto intorno alle attrezzature ...
- d) Programmi di manutenzione delle attrezzature, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- e) Progettazione della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- f) Limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- g) Dispositivi di protezione individuale

Obblighi del fabbricante

Classificazione in base alla norma UNI EN 12198-1 (2009) di tutte le macchine che possono emettere NIR (CEM e ROA)

Cat.	Livelli emissione	Restrizione e misure di protezione	Informazione - addestramento
0	< livelli di riferimento per la popolazione	Nessuna	Nessuna
1	> livelli di riferimento per la popolazione raccom. europea 1999/519/CE	Possono essere necessarie Limitazione accesso e misure di protezione	Informazioni su pericoli, rischi ed effetti indiretti
2	> livelli azione DLgs.81/2008 -titolo VIII capo IV	Restrizioni speciali e misure di protezione obbligatorie	Come sopra, in più necessario l'addestramento

Simbolo di pericolo per le macchine classificate 1 o 2



**Campo Magnetico
Statico**



**Campi
Elettromagnetici**

Simboli di divieto



*Segnaletica di divieto di
accesso a soggetti con
controindicazioni di
esposizione ai campi
elettromagnetici*



*Segnaletica di divieto di
introduzione di oggetti
metallici*