

Tecnica Ospedaliera

www.tecnicaospedaliera.it



**RAPPORTO GIMBE
NECESSARIO UN RILANCIO DEL SSN**

**LA SIMULAZIONE
IN CHIRURGIA LAPAROSCOPICA**

**TRASPORTO INTRA E INTEROSPEDALIERO
BUONE PRATICHE CLINICHE**

IA E ONCOEMATOLOGIA PEDIATRICA

Con il patrocinio di



EXPOSANITA'
MED • CARE • INNOVATION



CREMS
Centro di Ricerca
in Economia e Management
in Sanità e nel Sociale
LIUC
Università Cattaneo





**Tecnica
Ospedaliera**



SOMMARIO DICEMBRE 2023

6 EDITORIALE

Come vogliamo la sanità di domani?

Umberto Nocco

8 DIREZIONE GENERALE

Citomegalovirus post trapianto SOT e HSCT
AA.VV.

12 Sovraffollamento nei Pronto Soccorso, strategie e soluzioni
AA.VV.

18 Quasi amici
Doyle Watson

22 6° Rapporto GIMBE, è necessario un rilancio del SSN
Elena D'Alessandri

NEONATOLOGIA

28 Punti nascita. Tra sicurezza e riorganizzazione
Beatrice Arieti

PROGETTAZIONE

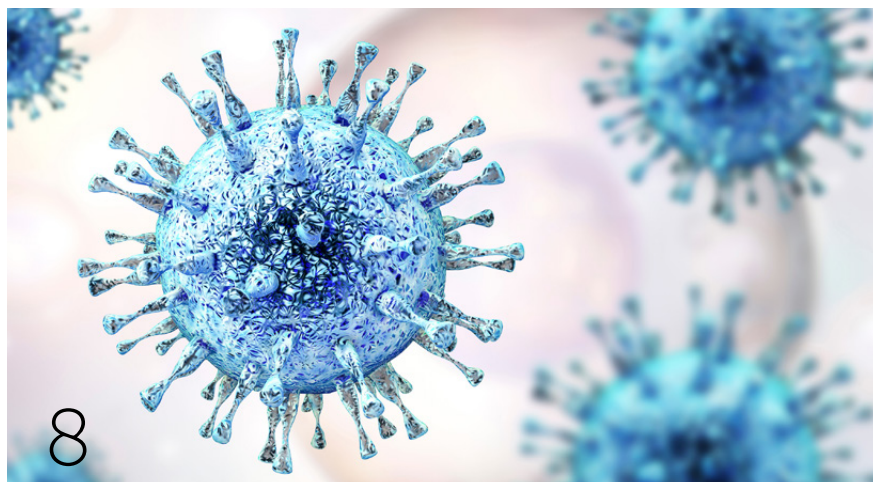
32 Progetti per Ospedali e Case di Comunità
Giuseppe La Franca

INGEGNERIA CLINICA

38 Progetto LAPO, simulazione in chirurgia laparoscopica
Elena D'Alessandri

42 IA nella programmazione automatizzata del piano manutentivo delle apparecchiature
Ariel Faraglia

46 Effetti dei campi elettromagnetici sulla salute umana
Armando Ferraioli



Effetti dei campi elettromagnetici sulla salute umana

L'inizio del XX secolo ha segnato una svolta epocale nell'incremento di campi elettromagnetici di origine artificiale, ai quali siamo quotidianamente esposti in continua interazione. Il progresso tecnologico ha avviato un processo inarrestabile che incrementa la diffusione di sorgenti elettromagnetiche di cui siamo i maggiori fruitori, attraverso apparati per telecomunicazioni, elettrodomesti, sistemi di trasmissione portatili a radiofrequenza, elettrodomestici, apparecchiature mediche e una miriade di apparati di nuova concezione che usiamo ogni giorno. Benché queste nuove tecnologie siano diventate inevitabili e indispensabili, i campi elettromagnetici che producono possono causare rischi e pericoli per la salute

Armando Ferraioli
Bioingegnere, Studio di
Ingegneria Medica e Clinica
Cava de' Tirreni (SA)

KEYWORDS

**campi elettromagnetici
esposizione ai campi elettromagnetici
rischi per la salute e pericoli per l'uomo**

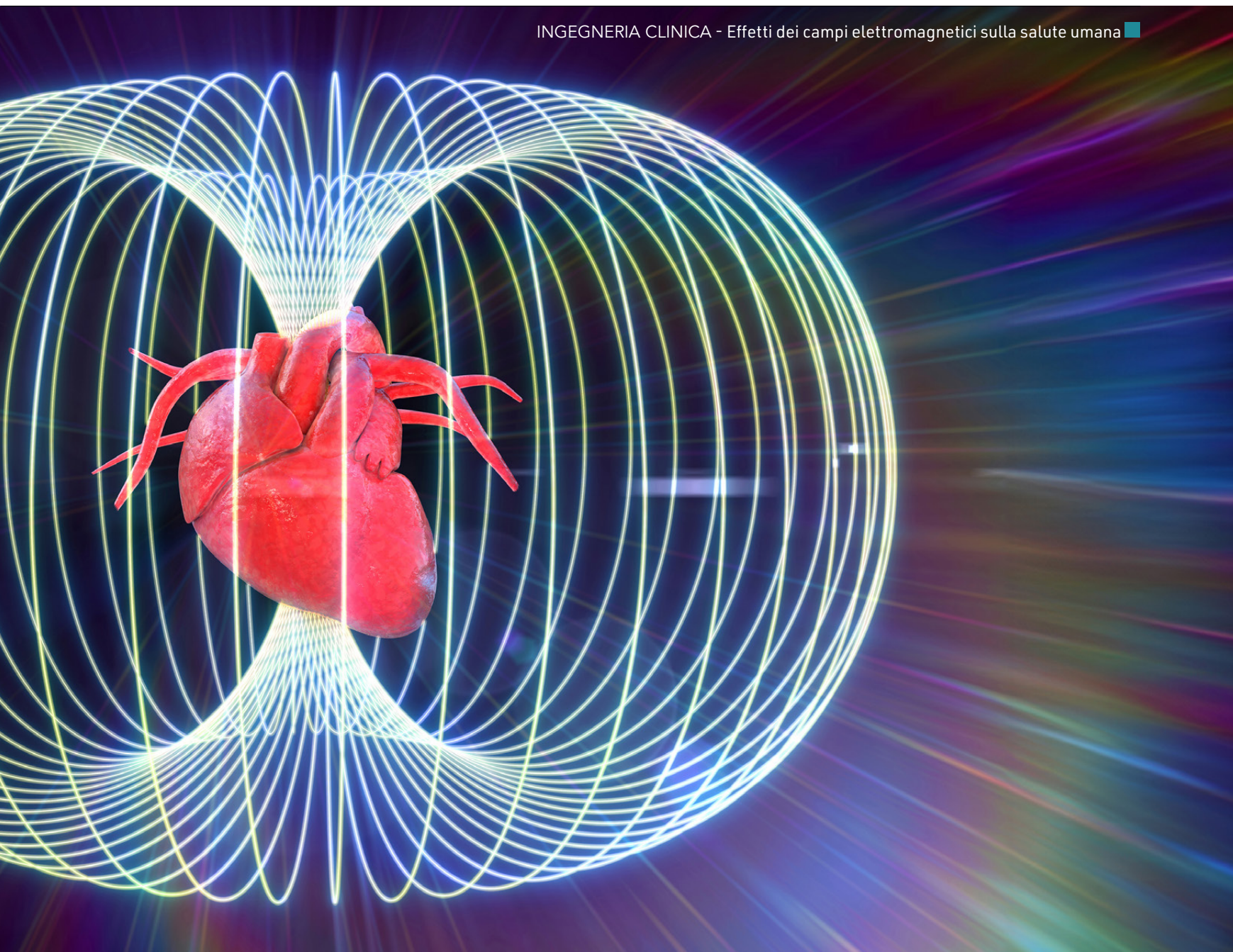
*electromagnetic fields
exposure to EMF
health risks and hazards to human*

Since the beginning of the 20th century, we are overwhelmed by the increasing sources of the electromagnetic field (EMF) coming from telecommunication, electricity, appliances, medical equipment and many other apparatuses that we use in our daily life. Although these new technologies became inevitable and indispensable, the EMF they produce may cause health risks and hazards.

L'energia di un'onda elettromagnetica è proporzionale alla sua frequenza. La frequenza di un'onda elettromagnetica è uguale al numero di oscillazioni che passano per un punto determinato nell'unità di tempo. I campi elettromagnetici vengono sommariamente suddivisi in:

- Campi elettrici e magnetici statici a bassa frequenza (0-100 kHz), come per esempio i campi generati da elettrodomesti, elettrodomestici e computer ecc.
- Campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde (100 kHz-300 GHz), generati da impianti di telecomunicazione e di diffusione radiotelevisiva ecc.

Gli effetti che un'esposizione a campi elettroma-



gnetici in ambiente esterno provoca nel corpo umano e nelle cellule dipendono soprattutto dalla frequenza (misurata in Hz, oscillazioni al secondo) dei campi e dalla loro intensità. In particolare, la frequenza è il parametro che maggiormente determina i meccanismi di interazione tra campo elettromagnetico e organismo tanto che alle basse frequenze i campi magnetici inducono la circolazione di correnti all'interno di esso. Se sufficientemente alte, queste correnti interferiscono con i meccanismi fisiologici causando nell'immediato la stimolazione dei nervi e a intensità più elevate anche la stimolazione dei muscoli. Gli effetti accertati sull'organismo, conseguenti all'esposizione a campi magnetici statici (non variabili) o a bassa frequenza, sono legati essenzialmente alla gene-

razione di correnti indotte e con effetti acuti all'interno dell'organismo stesso. Tali effetti sono graduati e dipendenti dall'intensità del campo. Essi si manifestano dopo l'esposizione oltre un valore di soglia, in un tempo limitato e generalmente scompaiono al cessare della stimolazione. Le normative di sicurezza che regolamentano l'esposizione al campo magnetico oggi esistenti si basano unicamente sugli effetti acuti che si manifestano per brevi periodi di esposizione, ovvero come quando le correnti indotte dal campo magnetico a bassa frequenza (o dal movimento del corpo in un campo magnetico statico) raggiungono un'intensità confrontabile, per esempio, con le correnti elettriche che costituiscono gli impulsi nervosi. Il sistema nervoso è infatti uno dei bersagli di questa in-

LE NORMATIVE DI SICUREZZA CHE REGOLAMENTANO L'ESPOSIZIONE AL CAMPO MAGNETICO SI BASANO SUGLI EFFETTI ACUTI CHE SI MANIFESTANO PER BREVI PERIODI DI ESPOSIZIONE

terazione così come gli effetti per campi di bassa intensità legati alla percezione di falsi stimoli, come nel caso di bagliori (fosfeni), per poi passare a intensità più elevate, con effetti che stimolano il cuore, come per esempio fibrillazione ecc. Alle radiofrequenze, i campi penetrano soltanto per piccole profondità nell'organismo e l'energia trasportata viene convertita in un aumento del movimento delle molecole con conseguente incremento della temperatura del tessuto biologico interessato (effetto su cui si basa il forno a microonde). Il valore limite del riscaldamento oltre il quale si manifestano gli effetti termici nell'organismo è noto e viene adottato come limite di sicurezza. Proprio perché l'effetto è legato all'accumulo di calore nel tempo, i livelli di riferimento sono generalmente definiti come media su sei minuti. I livelli dei campi a radiofrequenze ai quali siamo quotidianamente esposti sono comunque molto più bassi di quelli necessari a produrre un riscaldamento significativo sull'organismo. La figura a pag. 43 mostra una vista parziale dello spettro elettromagnetico.

Effetti diretti, indiretti e a lungo termine

Gli effetti diretti dei campi elettromagnetici si manifestano al di sopra di specifiche soglie di riferimento, provocati da un'interazione diretta dei campi elettromagnetici con il corpo umano. Essi sono riscontrabili in tempi brevi e sono:

- vertigini e nausea provocati da campi magnetici statici
- effetti su organi sensoriali, nervi e muscoli, provocati da campi a bassa frequenza (fino a 100 kHz)
- riscaldamento in tutto il corpo o di parti del corpo causato da campi ad alta frequenza (pari o superiore a 10 MHz)
- effetti su nervi e muscoli e riscaldamento causato da frequenze intermedie (100 kHz-10 MHz).

Gli effetti indiretti dei campi elettromagnetici si manifestano al di sopra di specifici valori limite di esposizione provocati dalla presenza di interferenze in un campo elettromagnetico. Essi sono:

- interferenze con apparecchiature e altri dispositivi medici elettronici
- interferenze con apparecchiature o dispositivi medici impiantabili attivi; per esempio, stimolatori cardiaci o defibrillatori, impianti cocleari al tronco encefalico, protesi dell'orecchio, neurostimolatori, pompe impiantate per infusione di farmaci

Lavoratori particolarmente a rischio

I lavoratori esposti a campi elettromagnetici particolarmente a rischio di esposizione sono:

- portatori di dispositivi medici impiantabili attivi
- portatori di dispositivi medici impiantabili passivi contenenti metallo
- portatori di dispositivi medici indossati sul corpo
- donne in gravidanza.

- interferenze con dispositivi medici portati sul corpo; per esempio, pompe insuliniche
- interferenze con dispositivi impiantabili passivi (per esempio, protesi articolari, chiodi, fili o piastre di metallo, stent, protesi valvolari cardiache, impianti contraccettivi metallici)
- effetti su schegge di metallo, tatuaggi, body piercing e body art
- rischio propulsivo 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 (se un soggetto tocca un oggetto conduttore in un campo elettromagnetico e uno dei due non è collegato a terra).

Gli effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici sono quegli effetti connessi a esposizioni prolungate a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici.

A oggi non ci sono basi scientifiche che accertino danni alla salute correlati a un'esposizione a lungo termine a campi elettromagnetici benché essa sia stata ampiamente ipotizzata. Nel caso emergano prove scientifiche certe, la Commissione Europea valuterà adeguatamente gli strumenti più appropriati per affrontarli.

La tabella di pag. 44 riassume effetti per la salute, effetti sensoriali dei campi elettromagnetici.

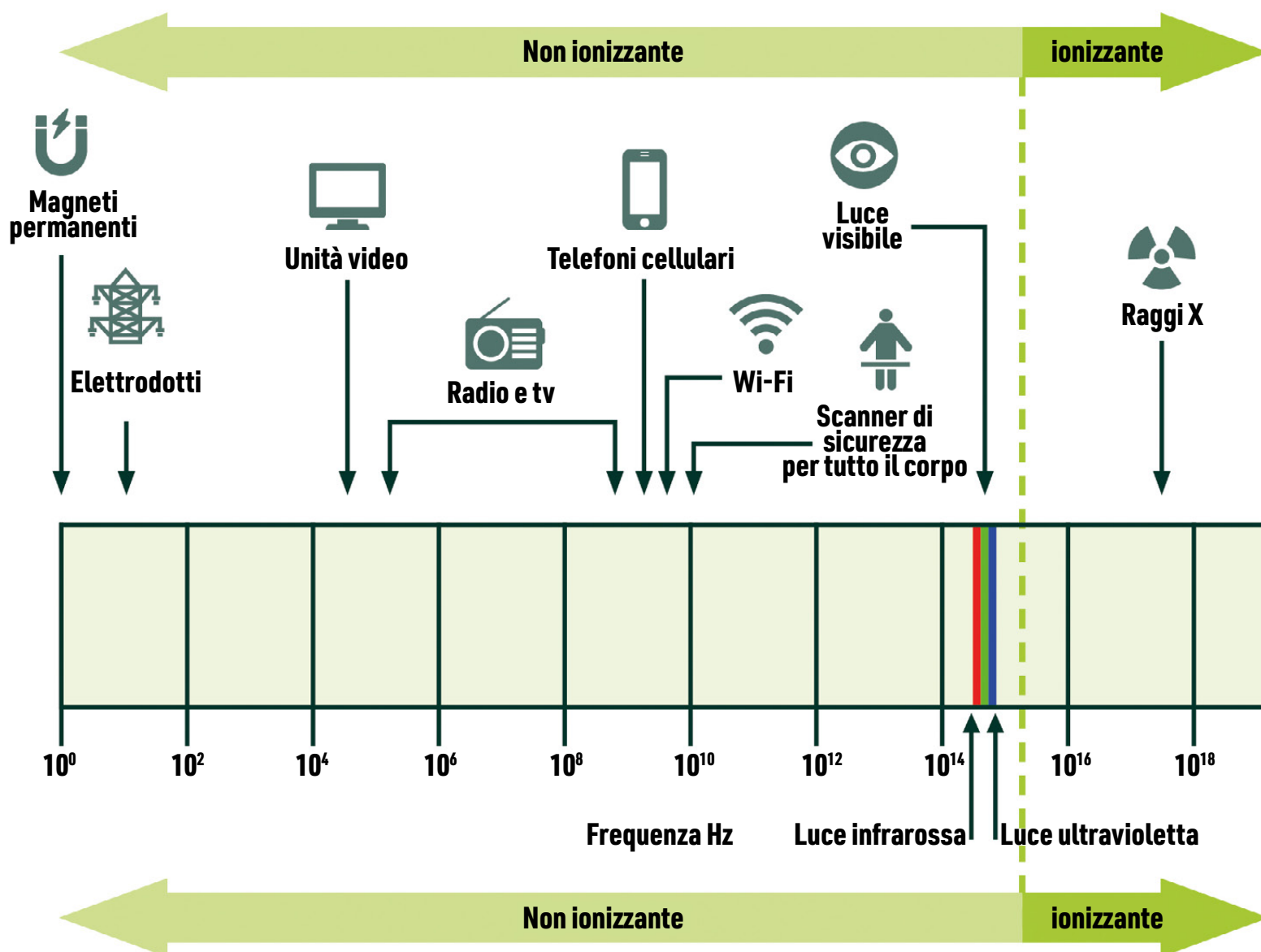
Normativa di riferimento

Il D.Lgs. n. 159 del 1/8/2016 (GU n. 192 del 18/8/2016) "Attuazione della Direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la Direttiva 2004/40/CE" norma i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici, ovvero:

- dei requisiti minimi per la protezione dei lavora-

**I VALORI LIMITE
DI ESPOSIZIONE
(VLE) SONO
I VALORI
BASATI SU
CONSIDERAZIONI
BIOFISICHE E
BIOLOGICHE**

Vista parziale dello spettro elettromagnetico



tori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz)

- della protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti sia agli effetti biofisici diretti che agli effetti indiretti noti, provocati dai campi elettromagnetici.

Il decreto fa poi riferimento ai Valori Limite di Esposizione (VLE) riguardanti soltanto le relazioni scientificamente accertate tra: effetti biofisici diretti a breve termine, esposizione ai campi elettromagnetici, Valori di Azione (VA) sia per i campi elettrici sia per i campi magnetici. Per la valutazio-

ne dei rischi relativi ai campi elettromagnetici bisogna, infatti, fare riferimento a due parametri: valori limite di esposizione (VLE) e valori di azione (VA). I valori limite di esposizione (VLE) sono i valori basati su considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare esplicitati sugli effetti diretti acuti e a breve termine, scientificamente accertati (effetti termici e stimolazione elettrica dei tessuti). I valori di azione (VA) riguardano invece parametri che possono essere misurati: intensità del campo elettrico; intensità del campo magnetico; induzione magnetica; densità di potenza. In base ai dati raccolti dalla valutazione dei rischi, può essere va-

Effetti per la salute, effetti sensoriali dovuti a campi elettromagnetici

Campo e frequenza	Effetti sensoriali	Effetti per la salute
Campo magnetico statico (0 – 1 Hz)	Vertigini, nausea, gusto metallico	Alterazioni del flusso ematico negli arti e delle funzioni cerebrali, alterazioni della funzione cardiaca
Campi a bassa frequenza (1 Hz – 10 MHz)	Fosfeni (percezione di lampi di luce), lievi alterazioni delle funzionalità cerebrali (1-400 Hz)	Formicolio o dolore (stimolazione nervosa), spasmi muscolari, disturbi del ritmo cardiaco
Campi a frequenze intermedie (100 kHz – 6 GHz)	Disturbi uditivi da microonde (200 MHz – 6,5 GHz)	Riscaldamento eccessivo o ustioni estesi a tutto il corpo o localizzati
Campi ad alta frequenza (6 – 300 GHz)		Danno da calore localizzato agli occhi o alla pelle

NB: gli effetti dei campi a frequenza intermedia (100 kHz – 10 MHz) sono una combinazione degli effetti dei campi ad alta e di quelli a bassa frequenza

QUANDO SI ESEGUE UNA VALUTAZIONE DEL RISCHIO O DELL'ESPOSIZIONE SI USANO QUASI INVARIABILMENTE SOLO I LIMITI DI AZIONE

lutato se è opportuno o meno adottare misure di prevenzione/protezione al riguardo. Per la misurazione dell'intensità del campo magnetico, il parametro è la frequenza ovvero il numero di oscillazioni che l'onda elettromagnetica compie nell'unità di tempo. In base alla tipologia di frequenza varia il rischio di esposizione.

Con questa normativa i limiti sono stati suddivisi in due categorie: limiti per gli effetti sensoriali e limiti per gli effetti sanitari. Si assume che i limiti per gli effetti sensoriali siano più bassi e che in certe condizioni controllate possano anche essere superati. Un richiamo alla legge quadro per la protezione dai campi elettromagnetici riferito alla popolazione generale (che permette di agganciarsi anche alla distinzione tra lavoratori professionalmente esposti e non) e di porre una maggiore attenzione a tutela dei soggetti particolarmente sensibili, quali per esempio portatori di pacemaker e di dispositivi elettronici impiantati, anche in termini di obblighi di formazione specifica.

In particolare, i lavoratori esposti a campi elettromagnetici sono quelli che vi si trovano esposti per la loro specifica mansione. Vengono evidenziati i limiti dei VLE relativi sia agli effetti sanitari sia a quelli sensoriali. I valori limite sono costituiti da due stadi:

- il primo stadio corrisponde ai livelli di esposizione al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero risentire di disturbi transitori della percezione sensoriale e a lievi alterazioni della funzione cerebrale (effetti sensoriali VLE)
- il secondo stadio corrisponde ai livelli di esposizione al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero risentire di effetti nocivi per la salute, come il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso e muscolare (VLE degli effetti sulla salute).

Quando si esegue una valutazione del rischio o dell'esposizione vengono utilizzati quasi invariabilmente soltanto i limiti di azione. Poiché i valori limite di esposizione rappresentano i limiti per i campi elettrici indotti nell'organismo dall'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo, non sono pertanto praticabili nell'analisi quotidiana del rischio. Il decreto ne riporta le tabelle.

Fattori da considerare nella valutazione del rischio

I fattori da considerare in fase di valutazione del rischio sono diversi:

- livello, spettro di frequenza, durata, tipo di esposizione
- valore limite di esposizione e valore di azione
- effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori
- effetti indiretti
- presenza di attrezzature alternative per ridurre i livelli di esposizione
- disponibilità di azioni volte a minimizzare i livelli di esposizione
- informazioni raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria
- sorgenti multiple di esposizione
- esposizione simultanea a campi di frequenze diverse.

Principio di cautela

Nell'attesa che la comunità scientifica internazionale possa fornire risposte certe in merito alla effettiva pericolosità dei campi elettromagnetici di bassa intensità per i possibili effetti sulla salute a lungo termine, è d'uopo preferire nella scelta le migliori tecnologie che mirano alla riduzione delle emissioni elettromagnetiche indesiderate applicate da alcune case produttrici a tutti gli impianti, sistemi e apparecchiature elettriche ed elettroniche, oltre che a quelli per la diffusione dei segnali nelle telecomunicazioni.