

CORSO 81/08 – MODULO B

RADIAZIONI NON IONIZZANTI

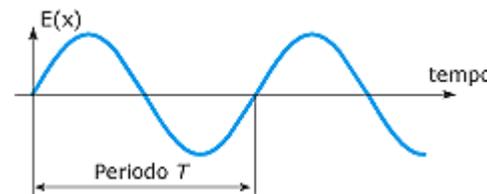
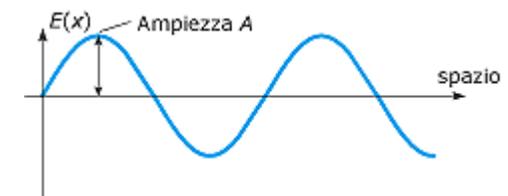
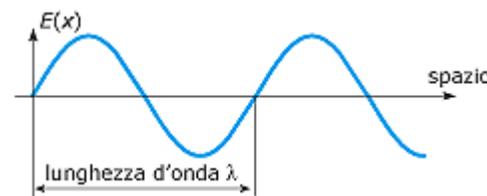
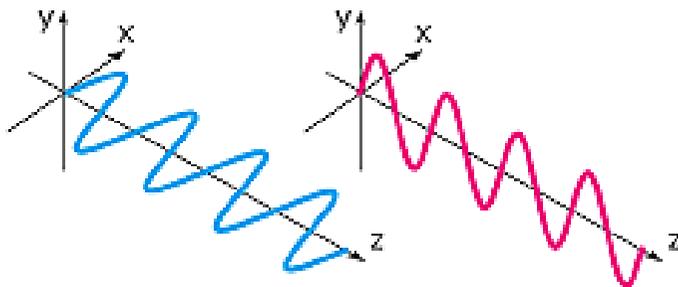
E

CAMPI ELETTROMAGNETICI

L'oscillazione delle cariche elettriche produce campi elettrici e campi magnetici, che si propagano nello spazio sotto forma di onde.

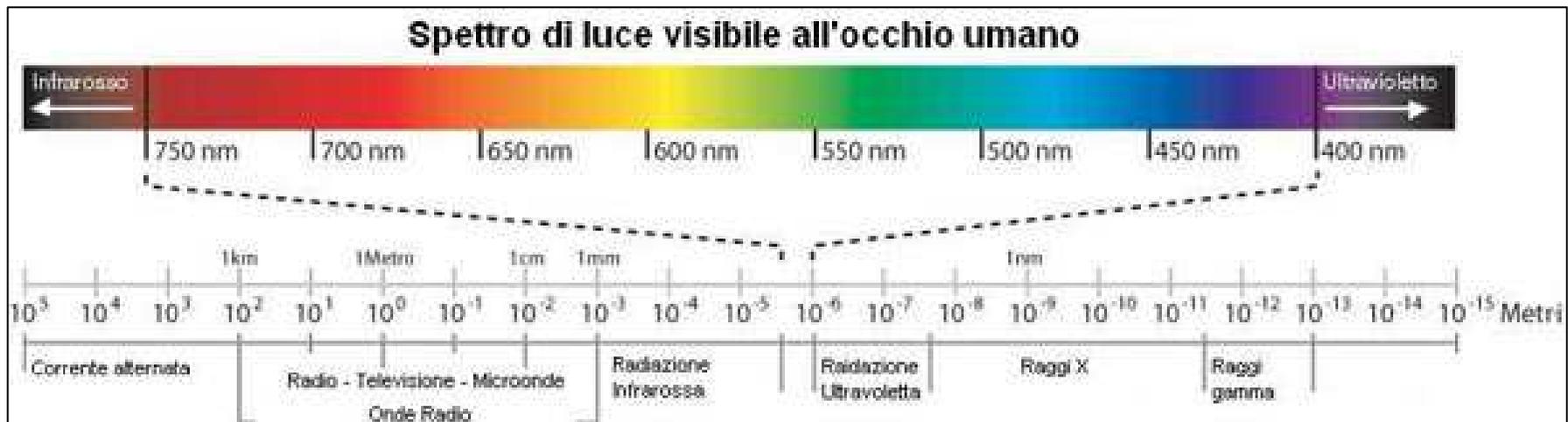
Le onde elettromagnetiche sono dunque una forma di propagazione dell'energia nello spazio e sono definite da:

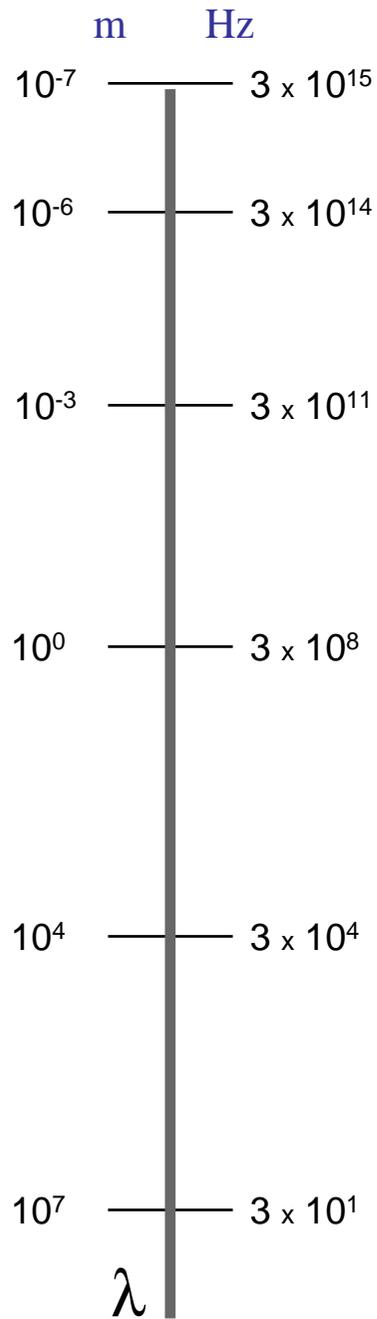
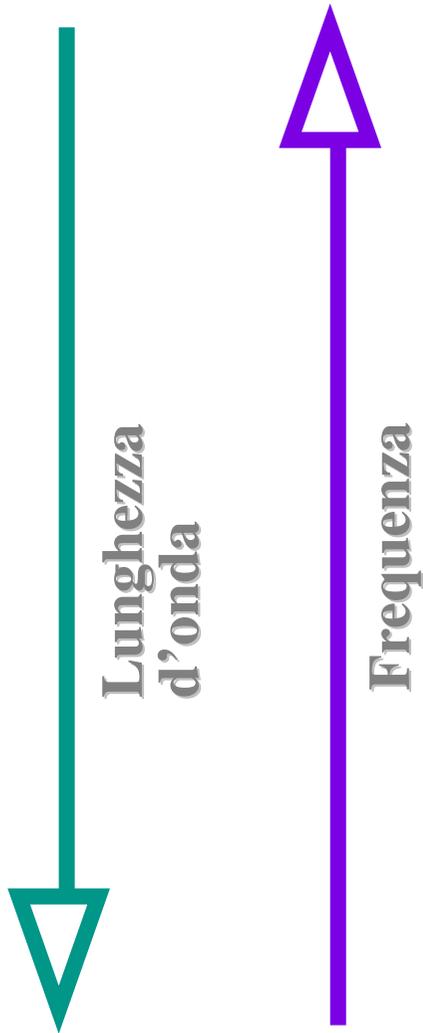
- frequenza (numero di oscillazioni in un secondo) (Hz)
- intensità del campo elettrico (Volt/m)
- intensità del campo magnetico (ampere/m)
- intensità dell'energia trasportata (Joule)



L'insieme di tutte le onde elettromagnetiche, si classifica in base alla frequenza e definisce lo spettro elettromagnetico. Tale spettro si può quindi dividere in due zone, a seconda che le onde abbiano o meno l'energia sufficiente a ionizzare gli atomi della materia con la quale interagiscono.

Si hanno quindi le RADIAZIONI IONIZZANTI (IR) dall'ultravioletto alle radiazioni gamma, e le RADIAZIONI NON IONIZZANTI (NIR) che comprendono tutte le radiazioni fino alla luce visibile.





| RADIAZIONI IONIZZANTI | | Diagnostica a raggi X |
|----------------------------------|------------------------------|---|
| RADIAZIONI NON IONIZZANTI | FREQUENZE OTTICHE | Radioisotopi Sterilizzazione Laser |
| | Radiazione infrarossa | Lampade Sorgenti termiche Telecomandi |
| | Microonde | Impianti radar Radarterapia Telefonia cellulare Forni a microonde Ponti radio |
| FREQUENZE NON OTTICHE | Radiofrequenze | Emissioni radiotelevisive Marconiterapia Radioamatori Saldatura e incollaggio Riscaldamento a induzione |
| | Basse frequenze | Metal detector Videoterminali Magnetoterapia Elettrodomestici Linee elettriche Linee telefoniche |



1. Sorgenti di radiazioni a bassa frequenza

- ***Elettrodotti***
- ***Cabine di trasformazione***
- ***Apparecchi domestici***

2. Sorgenti di radiazioni ad alta frequenza

- ***Impianti radiotelevisivi***
- ***Impianti radio base***
- ***Telefoni cellulari***



Esempio di radiazione a bassa frequenza: lume + presa elettrica

1. Spina non allacciata: solo campo elettrico nei dintorni della presa
2. Spina allacciata ma lume spento: solo campo elettrico, diffuso però anche al lume
3. Spina allacciata e lume acceso: presenza di campo elettrico e campo magnetico

Effetti delle radiazioni non ionizzanti sulla salute

Esposizione ad alte frequenze:

- anomalie alla cornea
- alterazioni delle funzioni neurali e neuromuscolari
- alterazione del sistema muscolare

Esposizione alle basse frequenze (50 Hz)

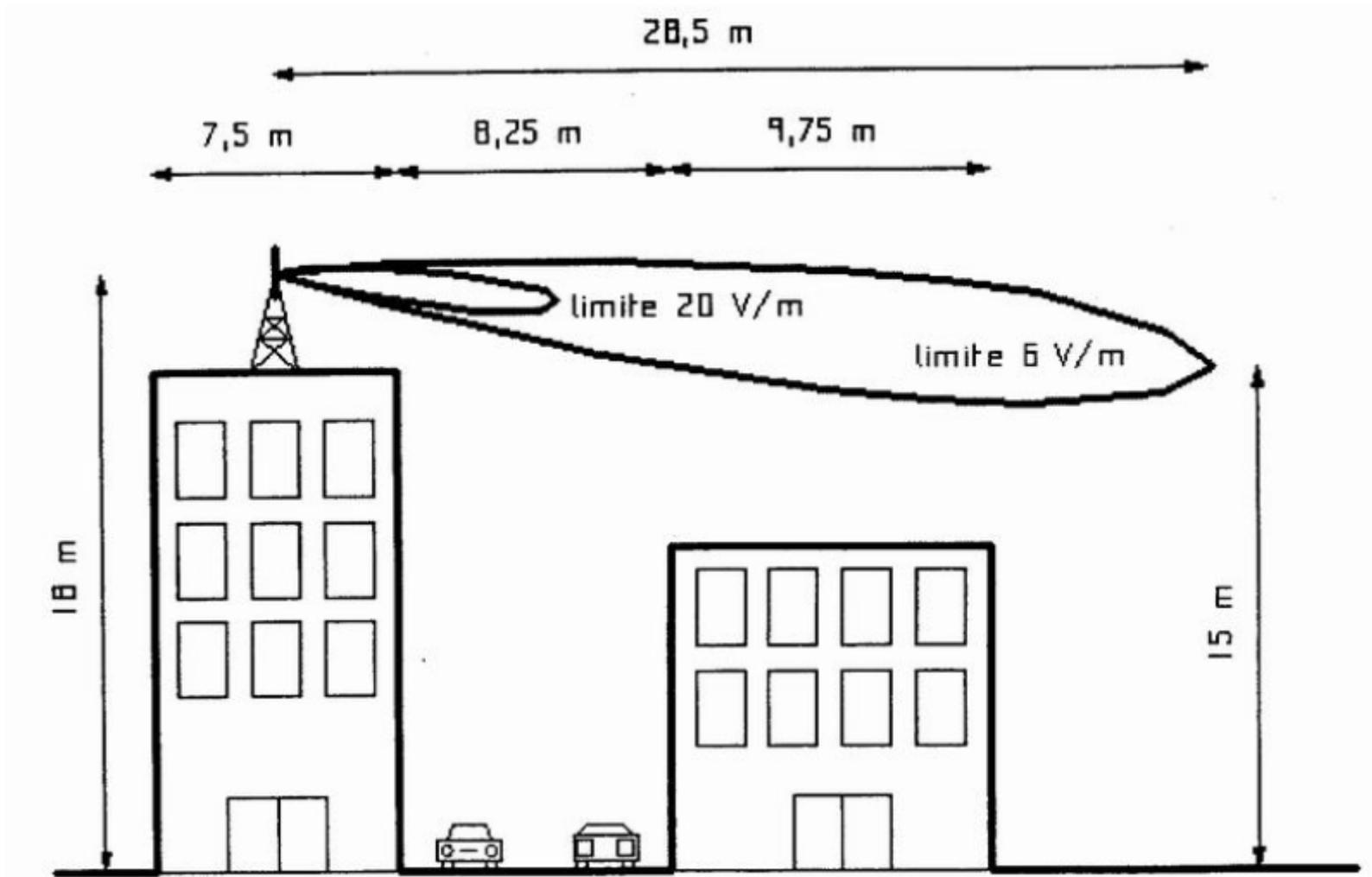
- effetti sul sistema visivo e sul sistema nervoso
- extrasistole e fibrillazione ventricolare



Da rimarcare

Al momento, sia l'Organizzazione Mondiale della Sanità che l'Istituto Superiore della Sanità non hanno prove sufficienti per dimostrare il nesso tra esposizione alle alte frequenze e casi di cancro o leucemia, pur raccomandando il principio della cautela nelle attività di prevenzione.

| <i>Elettrodomestici 50 Hz</i> | <i>Campo elettrico (V/m)</i> | <i>Campo magnetico (μT)</i> |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Frigorifero a 30 cm | 60 | 0,01-0,25 |
| Televisore a 30 cm | 50 | 0,04-2 |
| Aspirapolvere a 30 cm | 40 | 2-20 |
| Tostapane a 30 cm | 15 | 0,06-0,7 |
| A 3 cm da un asciugacapelli | 100-300 | 6-2.000 |
| A contatto di un rasoio elettrico | 60 | 15-1.500 |



Normativa sulle radiazioni elettromagnetiche

DM 10 settembre 1998 nr. 381

Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana

- sorgenti emittenti: sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi
- intervallo di frequenza: 100 kHz - 300 MHz
- non si applica a lavoratori esposti per ragioni professionali

Art. 3 (Limiti di esposizione)

1. Nel caso di esposizione al campo elettromagnetico i livelli dei campi elettrici, magnetici e della densità di potenza, mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti, non devono superare i valori di tabella 1.

Tabella 1

Limiti di esposizione per la popolazione ai campi elettromagnetici

| Frequenza f (MHz) | Valore efficace di intensità di campo elettrico E (V/m) | Valore efficace di intensità di campo magnetico H (A/m) | Densità di potenza dell'onda piana equivalente (W/m^2) |
|------------------------|---|---|--|
| 0,1 - 3 | 60 | 0,2 | - |
| > 3 - 3000 | 20 | 0,05 | 1 |
| > 3000 - 300000 | 40 | 0,1 | 4 |

In ogni caso, secondo il DM 381/98, in corrispondenza di edifici adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore, non devono essere superati i seguenti valori, indipendenti dalla frequenza, mediati su una area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su un qualsiasi intervallo di 6 minuti:

| | |
|------------------------|------------------|
| Campo elettrico | 6 V/m |
| Campo magnetico | 0,016 A/m |

Normativa sulle radiazioni elettromagnetiche

Legge Quadro 36/01

Protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. La legge riguarda tutti i tipi di impianti civili e militari, con frequenze comprese tra 0 e 300 GHz.

Il decreto introduce i nuovi concetti di:

- limiti di esposizione: valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, che non deve essere superato in nessuna condizione, per l'esposizione dei lavoratori e della popolazione;
- valori di attenzione: valore che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate.
- obiettivi di qualità (per minimizzare le esposizioni).

La legge assegna anche delle competenze:

- allo Stato (definire i limiti di esposizione e promuovere attività di ricerca e sperimentazione)
- alle Regioni (definire le modalità di rilascio delle autorizzazioni per l'installazione degli impianti e la realizzazione di un catasto per le sorgenti)
- alle ARPA (attività di controllo, vigilanza e consulenza)
- ai Comuni e Province (controllo e vigilanza)

La legge quadro quindi essenzialmente, non modifica i limiti della precedente normativa, ma definisce le competenze, i controlli, le sanzioni ed i piani di risanamento.

Normativa sulle radiazioni elettromagnetiche

DPCM 08 luglio 2003

Definisce i valori di esposizione a campi elettrici, magnetici a bassa frequenza, individuando tre diverse "bande" di frequenza.

I valori possono essere riassunti nella seguente tabella:

| Limiti di esposizione | Intensità del campo elettrico E (V/m) | Intensità del campo magnetico H (A/m) |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| $0,1 \text{ Hz} < f \leq 3 \text{ MHz}$ | 60 | 0,2 |
| $3 \text{ MHz} < f \leq 3000 \text{ MHz}$ | 40 | 0,05 |
| $3000 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$ | 20 | 0,01 |
| Valori di attenzione $0,1 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$ | 6 | 0,016 |
| Obiettivi di qualità $0,1 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$ | 6 | 0,016 |

Attenzione però

Il decreto trova applicazione per quanto concerne:

- *sorgenti fisse*
- *è valido solo per la popolazione*
- *non si applica sui lavoratori*

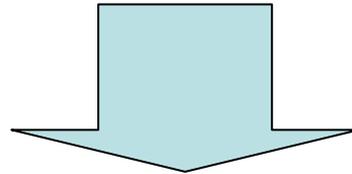
Sostanzialmente però, il DPCM 08 luglio 2003, non cambia i valori del DM 381/98

Normativa sulle radiazioni elettromagnetiche

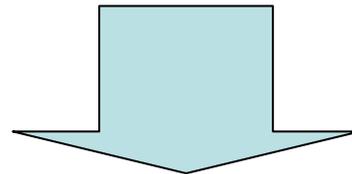
D.L 257/2007 (G.U. 11 gennaio 2008, nr. 9)

E' un decreto legislativo che riguarda solo i lavoratori !!!!

**.. È un decreto di attuazione di
DIRETTIVA COMUNITARIA (2004/40/CE)**



AGGIORNAMENTO/SOSTITUZIONE DEL TITOLO V del D. Lgs. 626/94



TITOLO V-Ter: protezione da agenti fisici – campi elettromagnetici



Le nuove norme in materia di protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai campi elettromagnetici sono contenute nel Capo IV del Titolo VIII - Agenti fisici. L'entrata in vigore di tali disposizioni specifiche è posta al nuovo termine di recepimento della direttiva 2004/40/CE, introdotto dalla direttiva 2008/46/CE, vale a dire il 30 aprile 2012; ci si riferisce in particolare alla definizione dei valori limite di esposizione e dei valori di azione.

Bisogna tuttavia considerare che il nuovo Testo Unico prevede delle disposizioni generali sulla protezione dagli agenti fisici, contenute nel Capo I del Titolo VIII, che sono immediatamente vigenti e hanno acquisito efficacia sanzionatoria dall'inizio del 2009. In particolare l'articolo 180 definisce quali sono gli agenti fisici di interesse della norma, e l'articolo 181, anche tramite il richiamo al più generale articolo 28 sulla valutazione dei rischi, richiede esplicitamente al datore di lavoro la valutazione dei rischi relativi a tutti gli agenti fisici e l'adozione delle opportune misure di prevenzione e protezione, indipendentemente dall'entrata in vigore dei successivi capi specifici, e con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi.

[Il capo IV del Titolo VIII comprende gli articoli tra il 206 ed il 212.](#)

L'art. 206 (corrispondente all'art. 1 della direttiva 2004/40/CE) definisce il campo di applicazione, che afferisce alla protezione dagli effetti accertati dei campi elettromagnetici, riconducibili all'induzione di correnti nell'organismo, all'eccessivo riscaldamento dei tessuti, ed al rischio di correnti di contatto.

L'art. 207 (identico all'art. 2 della direttiva) definisce in dettaglio i campi elettromagnetici di interesse della norma: i campi magnetici statici ed i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo, con frequenza fino a 300 GHz, che è il limite inferiore delle frequenze ottiche. I valori limite di esposizione sono basati sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche, e garantiscono la protezione contro tutti gli effetti nocivi a breve termine conosciuti. Nella terminologia dell'ICNIRP (Commission on Non Ionizing Radiation Protection) questi valori vengono chiamati limiti di base, e non sono direttamente misurabili nei soggetti esposti. I valori di azione corrispondono invece all'entità dei parametri misurabili in termini di campo elettrico (E), campo magnetico (H) o induzione magnetica (B), e densità di potenza (S); tale entità determina l'obbligo di adottare una o più azioni finalizzate a proteggere i lavoratori e ridurre le esposizioni.

L'art. 208 - Valori limite di esposizione e valori di azione - richiama le relative tabelle riportate nell'allegato XXXVI (identico all'allegato della direttiva).

L'art. 209 - Identificazione dell'esposizione e valutazione dei rischi - deriva dall'art. 4 della direttiva 2004/40/CE, e stabilisce **l'obbligo per il datore di lavoro di valutare e, quando necessario, misurare o calcolare i livelli dei campi elettromagnetici a cui sono esposti i lavoratori.**

La semplice valutazione può essere ricondotta alla procedura semplificata di cui all'art. 181, comma 3 (*giustificazione*); nelle situazioni non giustificabili è necessaria un'indagine più approfondita che può avvalersi di misurazioni o calcoli.

La valutazione, misurazione e calcolo devono essere effettuati in base alle norme armonizzate del Comitato europeo di normazione elettrotecnica (CENELEC). Lo standard EN 50499 (il cui recepimento in norma CEI è previsto entro novembre del 2009), definisce il processo ed il percorso logico per la valutazione dell'esposizione.

Il documento reca una lista di esclusioni in relazione ad apparati, o famiglie di apparati, che sono intrinsecamente aderenti ai limiti oppure rispettano standard di prodotto ispirati alla direttiva medesima, ovvero alla raccomandazione 1999/519/CE sulla protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici, per i quali è applicabile la *giustificazione*.

Il documento reca altresì una lista di attrezzature o situazioni che necessitano di valutazioni specifiche

Tab. 1 - Attrezzature e situazioni giustificabili. Lista non esaustiva.

| Tipo di attrezzatura / situazione | Note | | |
|--|--|--|--|
| Tutte le attività che si svolgono unicamente in ambienti privi di impianti e apparecchiature elettriche e di magneti permanenti | | Per esposizioni al campo magnetico sono conformi: | |
| Luoghi di lavoro interessati dalle emissioni di sorgenti CEM autorizzate ai sensi della normativa nazionale per la protezione della popolazione, con esclusione delle operazioni di manutenzione o altre attività svolte a ridosso o sulle sorgenti | Il datore di lavoro deve verificare se è in possesso di autorizzazione ex legge 36/2001 e relativi decreti attuativi ovvero richiedere all'ente gestore una dichiarazione del rispetto della legislazione nazionale in materia | <ul style="list-style-type: none"> • Ogni installazione elettrica con una intensità di corrente di fase ≤ 100 A; • Ogni singolo circuito all'interno di una installazione con una intensità di corrente di fase ≤ 100 A; • Tutti i componenti delle reti che soddisfano i criteri di cui sopra sono conformi (incluso i conduttori, interruttori, trasformatori ecc...); • Qualsiasi conduttore nudo aereo di qualsiasi voltaggio. | |
| Uso di apparecchiature a bassa potenza (così come definite dalla norma EN 50371: con emissione di frequenza 10 MHz + 300 GHz e potenza media trasmessa fino a 20 mW e 20 W di picco), anche se non marcate CE | Non sono comprese le attività di manutenzione | Per esposizioni al campo elettrico sono conformi: | |
| Uso di attrezzature marcate CE, valutate secondo gli standard armonizzati per la protezione dai CEM Lista soggetta a frequenti aggiornamenti: • EN 50360: telefoni cellulari; • EN 50364: sistemi di allarme e antitaccheggio; • EN 50366: elettrodomestici; • EN 50371: norma generica per gli apparecchi elettrici ed elettronici di bassa potenza; • EN 50385: stazioni radio base e stazioni terminali fisse per sistemi di telecomunicazione senza fili; • EN 50401: apparecchiature fisse per trasmissione radio (110 MHz - 40 GHz) destinate a reti di telecomunicazione senza fili; • EN 60335-2-25: forni a microonde e forni combinati per uso domestico e similare; • EN 60335-2-90: forni a microonde per uso collettivo (uso domestico e similare) | Le attrezzature devono essere installate ed utilizzate secondo le indicazioni del costruttore. Non sono comprese le attività di manutenzione. Il datore di lavoro deve verificare sul libretto di uso e manutenzione che l'attrezzatura sia dichiarata conforme al pertinente standard di prodotto | <ul style="list-style-type: none"> • Qualsiasi circuito in cavo sotterraneo o isolato indipendentemente dal voltaggio • Qualsiasi circuito nudo aereo tarato ad un voltaggio fino a 100 kV, o line aerea fino a 125 kV, sovrastante il luogo di lavoro, o a qualsiasi voltaggio nel caso di luogo di lavoro interni. | |
| Attrezzature presenti sul mercato europeo conformi alla raccomandazione 1999/159/EC che non richiedono marcatura CE essendo per esempio parte di un impianto | | Strumentazione e apparecchi di misura e controllo | |
| Apparati luminosi (lampade) | Escluso specifiche lampade attivate da RF | Elettrodomestici | Sono inclusi in questa tabella anche le apparecchiature professionali per la cottura, lavaggio (lavatrici), forni a microonde ecc... usate in ristoranti, negozi, ecc... Necessitano invece di ulteriori valutazioni i forni di cottura ad induzione. |
| Computer e attrezzature informatiche | | Computer e attrezzature informatiche con trasmissione wireless | es.: Wlan (Wi-Fi), Bluetooth e tecnologie simili, limitatamente all'uso pubblico |
| Attrezzature da ufficio | I cancellatori di nastri possono richiedere ulteriori valutazioni | Trasmettitori a batteria | Limitatamente alle apparecchiature per il pubblico |
| Cellulari e cordless | | Antenne di stazioni base | Ulteriori valutazioni sono necessarie solo se i lavoratori possono essere più vicini all'antenna rispetto alle distanze di sicurezza stabilite per l'esposizione del pubblico |
| Radio rice-trasmettenti | Solo quelle con potenze inferiori a 20 mW | Apparecchiature elettromedicali non per applicazioni con campi elettromagnetici o di corrente | |
| Basi per telefoni DECT e reti Wlan | Limitatamente alle apparecchiature per il pubblico | | |
| Apparati di comunicazione non wireless e reti | | | |
| Utensili elettrici manuali e portatili | es.: conformi alle EN 60745-1 e EN 61029-1 inerenti la sicurezza degli utensili a motore trasportabili. | | |
| Attrezzature manuali per riscaldamento (escluso il riscaldamento a induzione e dielettrico) | es.: conformi alla EN 60335-2-45 (es. pistole per colla a caldo) | | |
| Carica batterie | Inclusi quelli ad uso domestico e destinati a garage, piccole industrie e aziende agricole (EN 60335-2-29) | | |
| Attrezzature elettriche per il giardinaggio | | | |
| Apparecchiature audio e video | alcuni particolari modelli che fanno uso di trasmettitori radio nelle trasmissioni radio/TV necessitano di ulteriori valutazioni | | |
| Apparecchiature portatili a batteria esclusi i trasmettitori a radiofrequenza | | | |
| Stufe elettriche per gli ambienti | esclusi i riscaldatori a microonde | | |
| Reti di distribuzione dell'energia elettrica a 50 Hz nei luoghi di lavoro: campo elettrico e magnetico devono essere considerati separatamente. | | | |

...azioni non ionizzanti

...azioni non ionizzanti

Quali caratteristiche deve avere il “personale adeguatamente qualificato” che effettua la valutazione del rischio?

I riferimenti legislativi vanno ricercati tanto nell'art.32 quanto nell'art.181 del DLgs.81/2008 ove si afferma che il personale qualificato deve avere specifiche conoscenze in materia di rischi da agenti fisici. 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 sui soggetti autorizzati alla valutazione ed all'espressione della certificazione finale, si suggerisce di giudicare il “personale qualificato” essenzialmente sulla base del curriculum (richiedergli di documentare un curriculum specifico nel settore ed in particolare la partecipazione ad almeno un corso teorico-pratico sulla materia) del rispetto delle norme di buona tecnica e di buona prassi (apparecchiature adeguate, modalità tecniche appropriate) e del prodotto finale del proprio lavoro (una relazione tecnica con tutti gli elementi richiesti dal Capo IV, Titolo VIII, DLgs.81/2008; vedi punto 4.19).

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

Ai fini di questa definizione si reputano in primo luogo non comportare rischi per la salute le esposizioni inferiori ai livelli di riferimento per la popolazione di cui alla raccomandazione europea 1999/519/CE. In linea con questa definizione sono condizioni espositive giustificabili quelle elencate nella Tabella 1 elaborate a partire dal progetto di norma CENELEC EN 50499 (ratificato in via definitiva dal CENELEC a fine ottobre 2008, il cui recepimento in norma CEI è previsto entro novembre del 2009). In questi casi la giustificazione è adottabile indipendentemente dal numero di attrezzature di lavoro in uso.

E' disponibile un elenco di situazioni lavorative che devono essere certamente valutate?

Tab. 2 – Impianti e situazioni che richiedono ulteriori valutazioni. Lista non esaustiva

| Tipo di impianto | Note |
|--|---|
| 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 | Incluso grossi cancellatori di nastri, attivatori disattivatori magnetici di sistemi antitaccheggio |
| Specifiche lampade attivate a RF | |
| Dispositivi a RF per plasma | Incluso dispositivi a vuoto di deposizione per "sputtering" |
| 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. |
| Trasporti azionati elettricamente: treni e tram | |
| Tutti gli apparecchi elettromedicali per applicazioni intenzionali di radiazioni elettromagnetiche o di corrente tra cui: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elettrobisturi ▪ Stimolatori magnetici transcranici ▪ Apparat per magnetoterapia ▪ Tomografi RM | |
| Essiccatori e forni industriali a microonde | |
| Antenne delle stazioni radio base | Ulteriori 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 distribuzione dell'energia elettrica nei luoghi di lavoro che non soddisfano i criteri della Tabella 1 | |

Esempi di luoghi di lavoro o mansioni per i quali, si devono effettuare approfondimenti nella valutazione del rischio sulla base della Tabella 2 sono:

- centrali e sottostazioni elettriche;
- installatori e manutentori di sistemi fissi di telecomunicazioni, manutentori di linee elettriche,
- saldatori ad arco o a induzione o a scarica capacitiva,
- installatori e manutentori di sistemi radar,
- fonditori di metalli preziosi,
- addetti a macchine dielettriche utilizzate nel settore tessile o lavorazione di legno o plastica,
- macchinisti su treni ad alta velocità,
- operatori sanitari e personale pulizie su RM,
- chirurghi e personale sanitario che utilizza elettrobisturi e apparecchiature similari,
- fisioterapisti che utilizzano apparati di diatermia,
- addetti alla manutenzione di apparecchiature / impianti medicali emittenti CEM

Vi è infine una serie di norme che riguardano alcune famiglie di macchine per saldatura, casistica molto rilevante ai fini della sicurezza occupazionale in considerazione dei livelli di esposizione potenzialmente molto elevati, in particolare:

- EN 50445, 2008: Product family standard to demonstrate compliance of equipment for resistance welding, arc welding and allied processes with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz);
- EN 50444, 2008: Basic standard for the evaluation of human exposure to electromagnetic fields from equipment for arc welding and allied processes;
- EN 50505, 2008: Basic standard for the evaluation of human exposure to electromagnetic fields from equipment for resistance welding and allied processes;
- prEN 50519, 2009: Assessment of workers' exposure to electric and magnetic fields of industrial induction heating equipment.

In questo caso non si tratta di norme relative alla valutazione del rischio in particolari ambienti di lavoro, bensì di procedure finalizzate affinché il requisito di aderenza ai limiti di esposizione della direttiva sia automaticamente garantito a priori, in fase di progetto e realizzazione, da parte dei costruttori delle macchine. In tal senso si tratta di standard di emissione e non di valutazione dell'esposizione umana.

Articolo 206 - Campo di applicazione

1. Il presente capo determina i requisiti minimi per la **protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz), come definiti dall'articolo 207, 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, e da correnti di contatto.**
2. Il presente capo non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine e i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

Articolo 207 - Definizioni

1. Agli effetti delle disposizioni del presente capo si intendono per:
 - a) **campi elettromagnetici: campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo di frequenza inferiore o pari a 300 GHz;**
 - b) **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;**
 - c) **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) 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.**

Articolo 208 - Valori limite di esposizione e valori d'azione

1. I valori limite di esposizione sono riportati nell' [ALLEGATO XXXVI](#), lettera A, tab 1.

2. I valori di azione sono riportati nell' [ALLEGATO XXXVI](#), lettera B, tabella 2.

Valori limite di esposizione

| Intervallo di frequenza | Densità di corrente per corpo e tronco (A/mq) | SAR mediato su corpo intero | SAR localizzato su corpo e tronco | SAR localizzato su arto | Densità di potenza |
|-------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|
| 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 sul 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

Densità di corrente (J).

È 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. È espressa in Ampere per metro quadro (A/m^2).

Densità di potenza (S).

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

Valori limite di azione

| Intervallo di frequenza | Intensità di campo elettrico E (V/m) | Intensità di campo magnetico B (A/m) | Induzione magnetica H (μT) | Densità di potenza di onda piana | Corrente di contatto | corrente indotta attraverso gli arti |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 0 - 1 Hz | -- | $1,63 \times 10^5$ | 2×10^5 | -- | 1 | - |
| 1 – 8 Hz | 20000 | $1,63 \times 10^5/f^2$ | $2 \times 10^5/f^2$ | -- | 1 | -- |
| 8 – 25 Hz | 20000 | $2 \times 10^4/f$ | $2,5 \times 10^4/f$ | -- | 1 | -- |
| 0,025 – 0,82 KHz | 500/f | 20/f | 25/f | -- | 1 | -- |
| 0,82 – 2,5 KHz | 610 | 24,4 | 30,7 | -- | 1 | -- |
| 2,5 – 65 GHz | 610 | 24,4 | 30,7 | -- | 0,4f | -- |
| 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 | $3f^{1/2}$ | $0,008 \times f^{1/2}$ | $0,01 \times f^{1/2}$ | f/40 | -- | -- |
| 2 - 300 MHz | 137 | 0,36 | 0,45 | 50 | -- | -- |

Tali valori di riferimento sono praticamente identici a quelli definiti dalla **ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection)**.

La COMPETENZA comporta reali contenuti di professionalità di chi esegue le misurazioni e le valutazioni.

Inoltre essere competente significa anche definire “quando” bisogna effettuare le misurazioni:

- presenza di lavoratori a particolare rischio di esposizione
- riconoscere quando possono essere presenti radiazioni non ionizzanti

Attenzione:

Il testo unico riduce la cadenza con la quale bisogna effettuare le misurazioni da 5 a 4 anni !!!

Superamento del valore di azione (art. 5)

DDL attua un programma di azione (salvo in caso di non superamento dei limiti di esposizione e l'esclusione dei rischi relativi alla sicurezza)

- **Altri metodi di lavoro**
- **Scelta delle attrezzature**
- **Misure tecniche (schermature – dispositivi di sicurezza)**
- **Programmi di manutenzione di attrezzature e luoghi**
- **Limitazione e durata dell'intensità**

I luoghi di lavoro con superamento del valore di azione sono etichettati con apposita segnaletica (salvo in caso di non superamento dei limiti di esposizione e l'esclusione dei rischi relativi alla sicurezza).

L'accesso è limitato.



Articolo 209 - Identificazione dell'esposizione e valutazione dei rischi

- 1. Nell'ambito della valutazione dei rischi il datore di lavoro valuta e, quando necessario, misura o calcola i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori. La valutazione, la misurazione e il calcolo devono essere effettuati in conformità alle norme europee standardizzate del Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica (CENELEC).**
- 2. A seguito della valutazione dei livelli dei campi elettromagnetici effettuata in conformità al comma 1, qualora risulti che siano superati i valori di azione di cui all'articolo 208, il datore di lavoro valuta e, quando necessario, calcola se i valori limite di esposizione sono stati superati.**

4. Nell'ambito della valutazione del rischio di cui all'articolo 181, il datore di lavoro presta particolare attenzione ai seguenti elementi:

a) il livello, lo spettro di frequenza, la durata e il tipo dell'esposizione;

b) i valori limite di esposizione e i valori di azione di cui all'articolo 208;

c) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio;

d) qualsiasi effetto indiretto quale:

1) interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici (compresi stimolatori cardiaci e altri dispositivi impiantati);

2) rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici con induzione magnetica superiore a 3 mT;

3) innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori);

4) incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili provocata da scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche;

e) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;

f) la disponibilità di azioni di risanamento volte a minimizzare i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;

g) per quanto possibile, informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria, comprese le informazioni reperibili in pubblicazioni scientifiche;

h) sorgenti multiple di esposizione;

i) esposizione simultanea a campi di frequenze diverse.

Articolo 210 - Misure di prevenzione e protezione

1. A seguito della valutazione dei rischi, qualora risulti che i valori di azione di cui all'articolo 208 sono superati, il datore di lavoro, a meno che la valutazione effettuata a norma dell'articolo 209, comma 2, dimostri che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza, elabora ed applica un programma d'azione che comprenda misure tecniche e organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite di esposizione, tenendo conto in particolare:

- a) di **altri metodi di lavoro** che implicano una minore esposizione ai campi elettromagnetici;
- b) della **scelta di attrezzature** che emettano campi elettromagnetici di intensità inferiore, tenuto conto del lavoro da svolgere;
- c) delle **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) degli appropriati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- e) della **progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro**;
- f) della **limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione**;
- g) della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale.

2. 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.

Tale obbligo non sussiste nel caso che dalla valutazione effettuata a norma dell'articolo 209, comma 2, il datore di lavoro 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 è limitato laddove ciò sia tecnicamente possibile e sussista il rischio di un superamento dei valori limite di esposizione.

3. In nessun caso i lavoratori devono essere esposti a valori superiori ai valori limite di esposizione. Allorché, nonostante i provvedimenti presi dal datore di lavoro in applicazione del presente capo, i valori limite di esposizione risultino superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione, individua le cause del superamento dei valori limite di esposizione e adegua di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

4. A norma dell'articolo 209, comma 4, lettera c), il datore di lavoro adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori esposti particolarmente sensibili al rischio.

Attenzione... il D. Lgs. 81/08 NON si applica a:

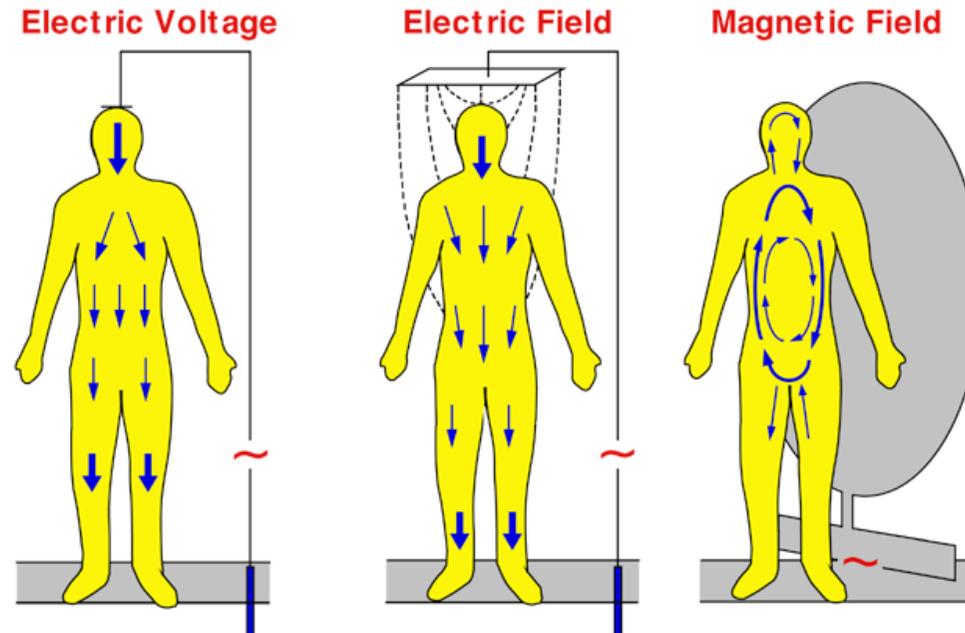
- RADIAZIONI X e γ
- UV, visibile, IR (= non si applica ai LASER!!!)

| 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 | |

Prima di prendere visione dei valori limite previsti, è opportuno introdurre il concetto di SAR.

CAMPI ELETTRICO-MAGNETICI VARIABILI NEL TEMPO (fino a 300 GHz)

fino alla frequenza di circa 1 MHz prevale l'induzione di correnti elettriche nei tessuti elettricamente stimolabili (nervi e muscoli)



con l'aumentare della frequenza diventa prevalente l'assorbimento di energia nei tessuti attraverso il rapido movimento oscillatorio di ioni e molecole di acqua:



a frequenze superiori a circa 10 MHz questo effetto è l'unico a permanere

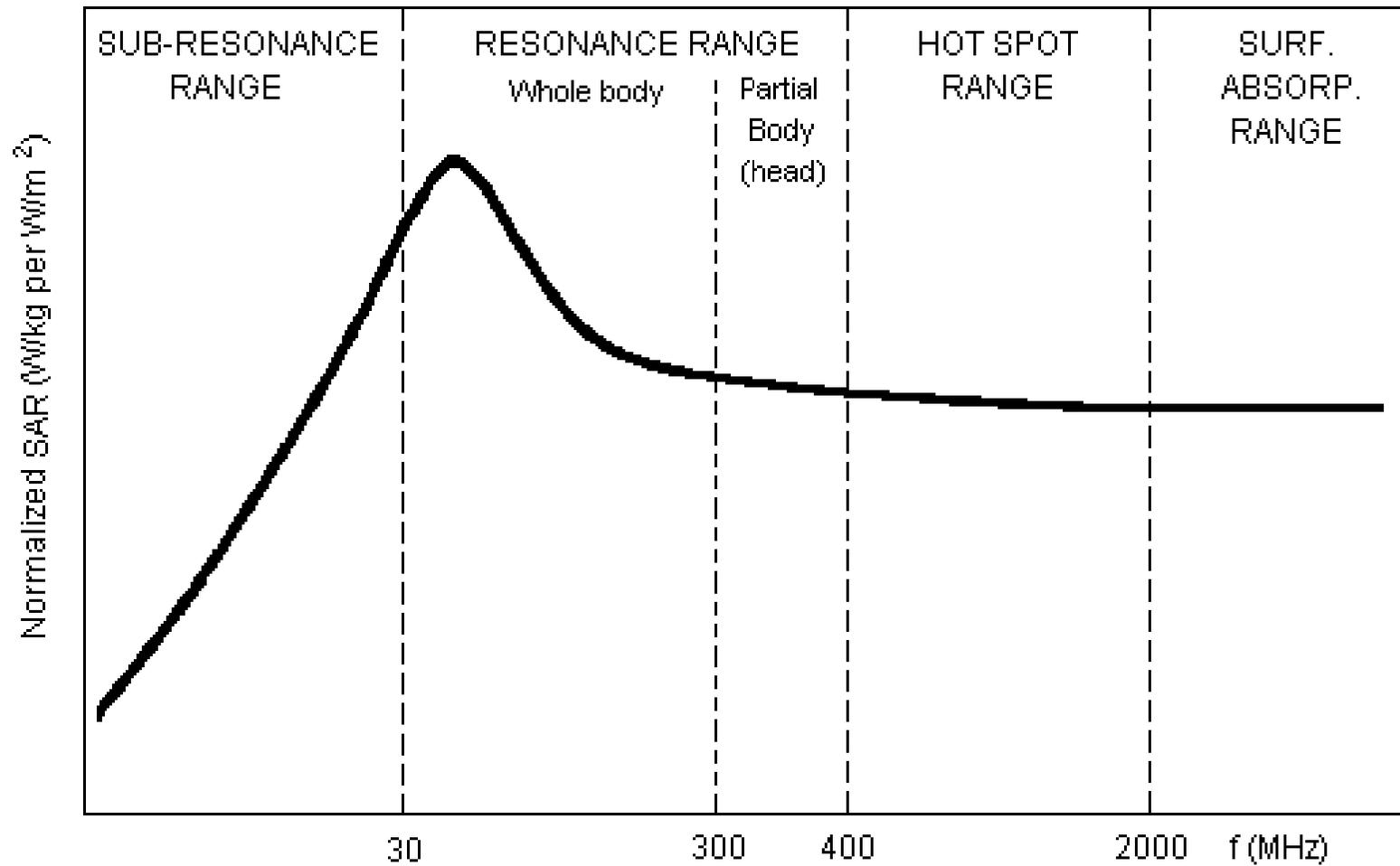
Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR).

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 è espresso in Watt per chilogrammo (W/kg).

Il SAR a corpo intero è 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.

ANDAMENTO DEL SAR IN FUNZIONE DELLA FREQUENZA



W40/2015

la sperimentazione su animale indica come soglia di danno alla salute un innalzamento costante della temperatura di 1°C ; ciò corrisponde ad un valore di SAR medio di 4 W/kg .

limite accettato per i lavoratori:

$0,4 \text{ W/kg}$

limite accettato per la popolazione:

$0,08 \text{ W/kg}$

per il SAR locale nella testa e nel tronco si accetta:

10 W/kg (lavoratori)

per il SAR locale negli arti si accetta:

20 W/kg (lavoratori)

- 100 W/kg (medio) Ipertermia generalizzata, insufficienza dei meccanismi termoregolatori
- 100 W/kg (locale) Rapida induzione di cataratta nell'animale
- 10 - 100 W/kg (medio) Ipertermia generalizzata o localizzata, risposta termoregolatoria di grado variabile;
Inibizione temporanea o permanente della spermatogenesi;
Induzione di aborto e malformazioni fetali;
Risposte neuroendocrine ed immunologiche collegate allo stress termico
- 1 - 4 W/kg (medio) Soglia di induzione di effetti comportamentali e di risposte fisiologiche collegate a stress nell'animale

E gli effetti a lungo termine ?

*“i campi magnetici ELF sono **possibili cancerogeni (2B)** per l’uomo, sulla base di una coerente associazione statistica tra elevati livelli residenziali e un raddoppio del rischio di **leucemia infantile**. Non si è trovata **nessuna evidenza coerente che l’esposizione residenziale o professionale degli adulti a campi ELF aumenti il rischio di alcun tipo di cancro**”*

(IARC 2001)

*“sulla base della letteratura attuale, non c’è **nessuna evidenza convincente che l’esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza abbrevi la durata della vita, né che induca o favorisca il cancro**”*

(Organizzazione Mondiale della Sanità, 1998)

Nella pratica:

| Testo unico | 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 |

Se, nonostante i provvedimenti, i valori limite sono superati, il DDL adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione.

Sorveglianza sanitaria

- Prevista al superamento dei valori limite di esposizione.
- la direttiva non dà informazioni dettagliate riguardo a tempi e modalità con cui eseguire la sorveglianza sanitaria.

Testo Unico art. 211

Fermo restando il rispetto di quanto stabilito dall'articolo 182, sono tempestivamente sottoposti a controllo medico i lavoratori per i quali è stata rilevata un'esposizione superiore ai valori di azione di cui ...