

INAIL



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



ENEA

Valutazione e gestione dei rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici nei luoghi di lavoro

Vanni Lopresto (ENEA – Direzione Centrale Infrastrutture e Servizi)
Laura Filosa (INAIL – Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione)

Roma, 11 aprile 2022

Relatori

Vanni Lopresto



- ❑ Ricercatore, ASPP Esperto CEM
ENEA, Direzione Centrale Infrastrutture e Servizi,
Centro Ricerche Casaccia, Roma
- ❑ Membro CEI CT 106 “Esposizione umana ai campi
elettromagnetici”
- ❑ Membro CENELEC CLC/TC 106X “Electromagnetic
fields in the human environment”
- ❑ Membro IEC TC 106 “Methods for the assessment
of electric, magnetic and electromagnetic fields
associated with human exposure”

CONTATTI

vanni.lopresto@enea.it

Laura Filosa



- ❑ Professionista, RSPP Esperto CEM
INAIL DG, Consulenza Tecnica Accertamento dei
Rischi e Prevenzione, Roma
- ❑ Membro CEI CT 106 “Esposizione umana ai campi
elettromagnetici”
- ❑ Membro CENELEC CLC/TC 106X “Electromagnetic
fields in the human environment”
- ❑ Membro IEC TC 106 “Methods for the assessment
of electric, magnetic and electromagnetic fields
associated with human exposure”

CONTATTI

l.filosa@inail.it

Programma

I Parte (15:00 – 16:30)

- Effetti dei campi elettromagnetici
 - Effetti biologici
 - Effetti sanitari e sensoriali
 - Effetti indiretti
- Razionale dei limiti
 - Linee Guida ICNIRP
 - Grandezze di base e di riferimento
 - Esposizione dei lavoratori e della popolazione
- Quadro normativo europeo
 - Raccomandazione 1999/519/CE
 - Direttiva 2013/35/UE
 - Guida Pratica non Vincolante (NBG)
- Quadro normativo nazionale
 - Legge 36/2001 e decreti attuativi
 - D.Lgs. 81/2008 come modificato dal D.Lgs. 159/2016
 - Norme tecniche CEI e banche dati
- Domande (16:15 – 16:30)

II Parte (16:30 – 18:00)

- Processo di valutazione del rischio
 - Sorgenti giustificabili
 - Tipologie di esposizione
 - CEI EN 50499: 2020
- Valutazione dell'esposizione CEM
 - Fabbricante
 - Letteratura scientifica
 - Misure e/o calcoli
- Valutazione del rischio CEM e misure di prevenzione e protezione
 - Zonizzazione
 - Sorveglianza sanitaria
 - Formazione specifica
 - Comunicazione
 - Deroghe
- Domande (17:45 – 18:00)

Programma

I Parte (15:00 – 16:30)

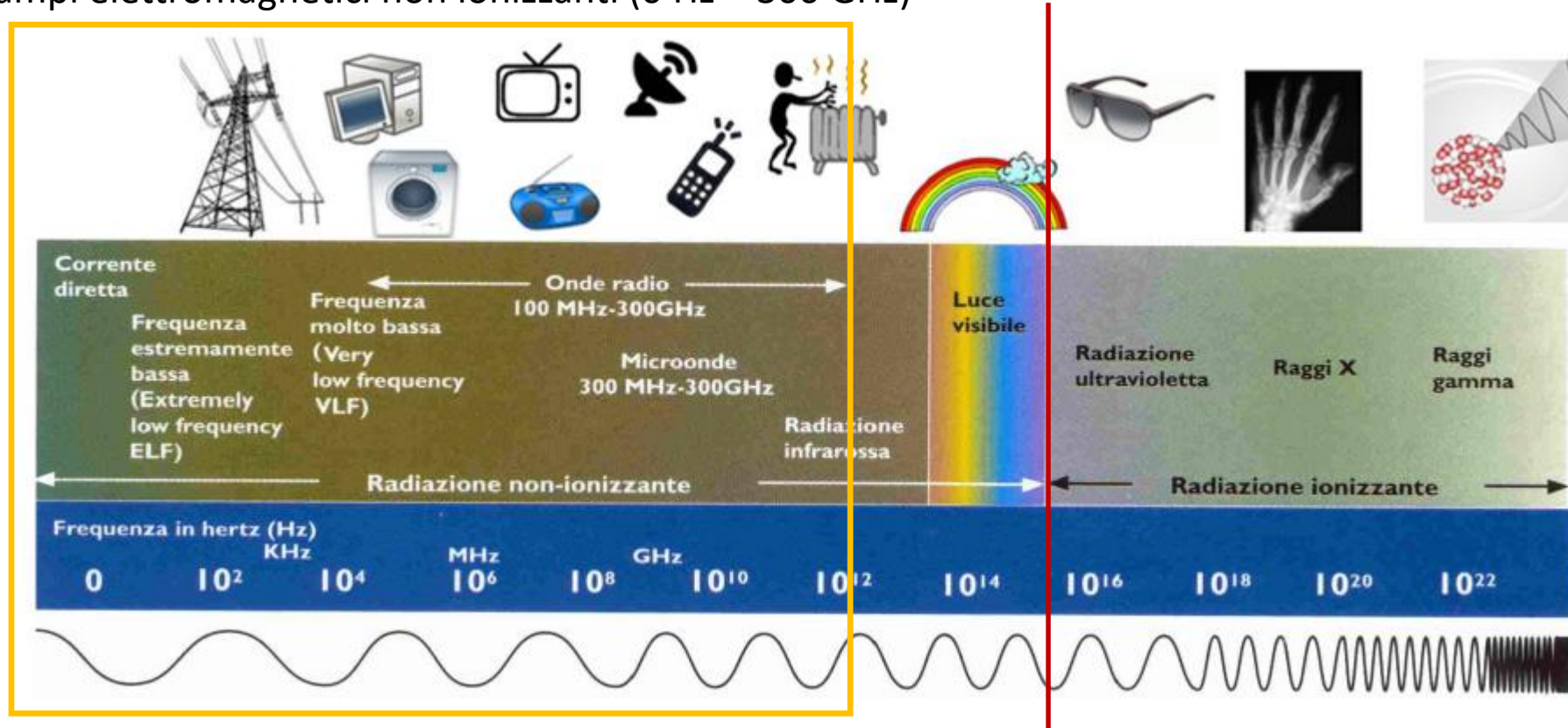
- Effetti dei campi elettromagnetici
 - Effetti biologici
 - Effetti sanitari e sensoriali
 - Effetti indiretti
- Razionale dei limiti
 - Linee Guida ICNIRP
 - Grandezze di base e di riferimento
 - Esposizione dei lavoratori e della popolazione
- Quadro normativo europeo
 - Raccomandazione 1999/519/CE
 - Direttiva 2013/35/UE
 - Guida Pratica non Vincolante (NBG)
- Quadro normativo nazionale
 - Legge 36/2001 e decreti attuativi
 - D.Lgs. 81/2008 come modificato dal D.Lgs. 159/2016
 - Norme tecniche CEI e banche dati
- Domande (16:15 – 16:30)

II Parte (16:30 – 18:00)

- Processo di valutazione del rischio
 - Sorgenti giustificabili
 - Tipologie di esposizione
 - CEI EN 50499: 2020
- Valutazione dell'esposizione CEM
 - Fabbricante
 - Letteratura scientifica
 - Misure e/o calcoli
- Valutazione del rischio CEM e misure di prevenzione e protezione
 - Zonizzazione
 - Sorveglianza sanitaria
 - Formazione specifica
 - Comunicazione
 - Deroghe
- Domande (17:45 – 18:00)

Lo spettro elettromagnetico

Campi elettromagnetici non ionizzanti (0 Hz – 300 GHz)



Potenziale di ionizzazione di un elettrone orbitale esterno: $E \geq 10 \text{ eV} \rightarrow \lambda \leq 124 \text{ nm}$ (UVC)

• Legge di Planck $\rightarrow E = h \cdot f$

• $f = 300 \text{ GHz} \rightarrow E = 1.2 \times 10^{-3} \text{ eV} \rightarrow$ **energia non sufficiente a causare ionizzazione!**

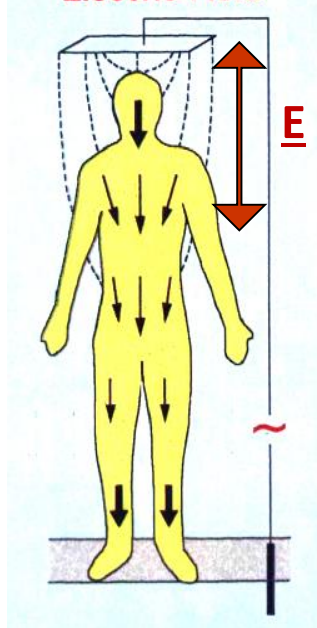
Effetti biologici dei CEM (0 Hz – 300 GHz)

- ❑ L'**interazione** di un campo elettromagnetico con le cariche elettriche presenti nei tessuti induce delle grandezze fisiche nel corpo dell'**individuo esposto** determinando una deviazione dalle condizioni di equilibrio elettrico
- ❑ Si verifica un **effetto biologico** quando l'esposizione al campo determina una **variazione fisiologica rilevabile** nel soggetto esposto
- ❑ Un effetto biologico **non comporta necessariamente conseguenze avverse** per la salute se le variazioni indotte sono confrontabili con quelle associate ai normali processi fisiologici che l'organismo è naturalmente in grado di compensare mediante **meccanismi di riparazione e adattamento**



Interazione dei campi in bassa frequenza

Esposizione a
Campo elettrico



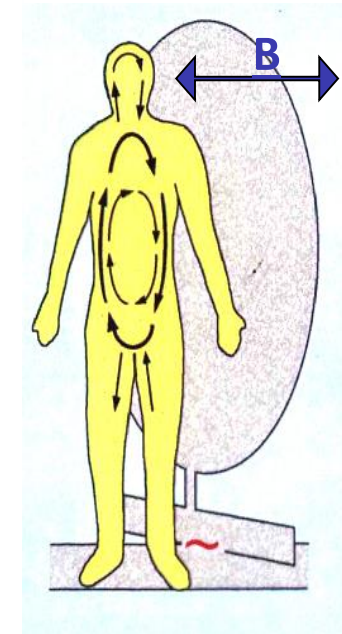
Fino a circa 100 kHz i tessuti biologici possono essere considerati buoni conduttori elettrici



L'induzione di correnti è il meccanismo macroscopico di interazione tra i campi in bassa frequenza e il corpo umano



Esposizione a
Campo magnetico



Le linee di forza del **campo elettrico** sono quasi perpendicolari alla superficie corporea esposta su cui sono indotte cariche elettriche oscillanti che producono un flusso di corrente attraverso il corpo diretto verso terra, che è massimo quando il corpo è in contatto elettrico con il terreno

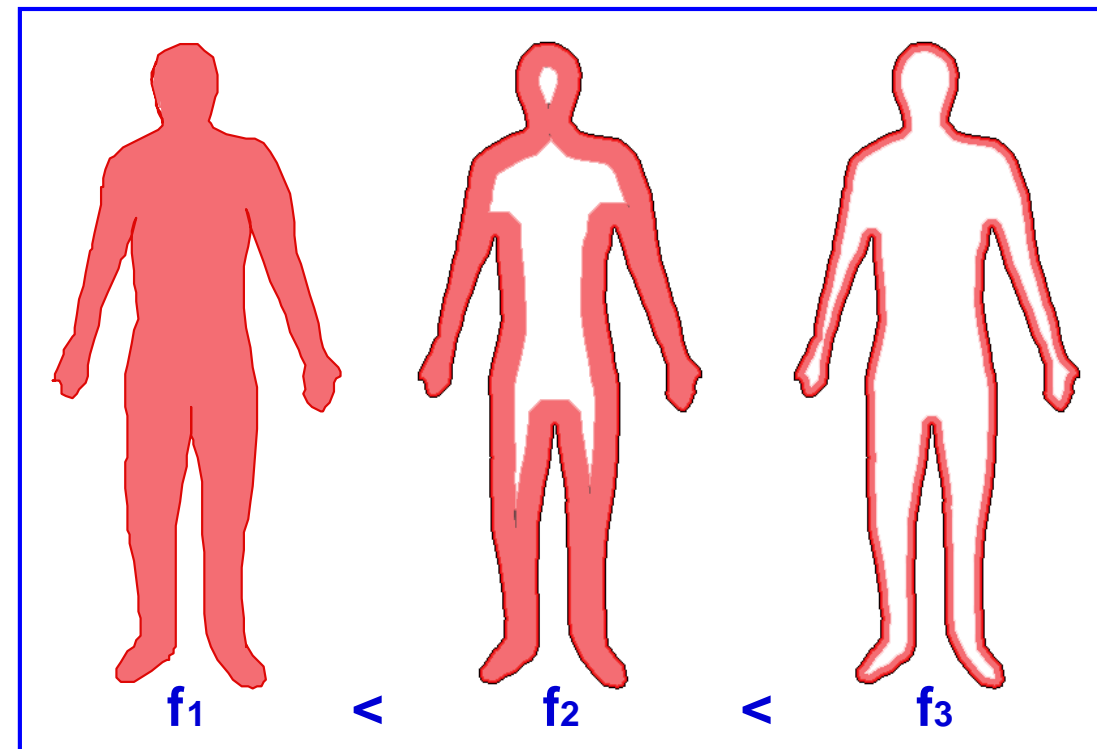
Il **campo magnetico** induce un campo elettrico e quindi la circolazione di correnti all'interno del corpo con intensità proporzionale all'intensità dello campo magnetico e alla dimensione della sezione corporea esposta, che è massima quando il campo magnetico esterno è orientato perpendicolarmente rispetto al corpo



Interazione dei campi in alta frequenza

I campi elettromagnetici in alta frequenza sono in grado di penetrare nei tessuti esposti e, attraverso il rapido movimento oscillatorio di ioni e molecole di acqua, rilasciano energia che viene convertita in calore → **effetti termici**

- ❑ Tra 100 kHz e 10 MHz sono presenti sia gli effetti di stimolazione neuromuscolare sia gli effetti di riscaldamento dei tessuti
- ❑ Al di sopra di 10 MHz sono presenti solo gli effetti termici (riscaldamento dei tessuti)
- ❑ Al di sopra di 6 GHz l'assorbimento di energia è prevalentemente superficiale (livello cutaneo e subcutaneo) e al di sopra di 10 GHz rimane confinato solo sulla cute esterna



Fino a 300 MHz:
assorbimento di energia a corpo intero (può essere elevato in punti particolari)

Da 300 MHz a 6 GHz:
assorbimento di energia localizzato e non uniforme (può essere elevato in punti particolari)

Da 6 GHz a 300 GHz:
assorbimento di energia localizzato sulla superficie del corpo (oltre 10 GHz solo sulla cute esterna)

Effetti avversi dei CEM (0 Hz – 300 GHz)

Possono derivare da:

- ❑ un'interazione diretta del campo con l'organismo biologico (**effetti diretti**)
- ❑ un'interazione del campo con **dispositivi medici**, elementi metallici impiantati o portati sul corpo, **oggetti metallici** ed elementi presenti nell'ambiente (**effetti indiretti**)

Gli effetti avversi per i quali è stato sperimentalmente accertato un **nesso di causalità** con l'esposizione al campo sono gli **effetti acuti**

Gli effetti acuti sono **effetti a breve termine deterministici**, cioè si verificano entro un breve tempo dall'esposizione al campo ogni volta che il livello di esposizione raggiunge un determinato **valore di soglia**

Una volta superata la soglia, la gravità dell'effetto aumenta proporzionalmente al **livello di esposizione** ma, a differenza delle radiazioni ionizzanti, gli effetti acuti dei CEM **non sono cumulativi nel tempo**

Effetti avversi di tipo diretto

Effetti sanitari



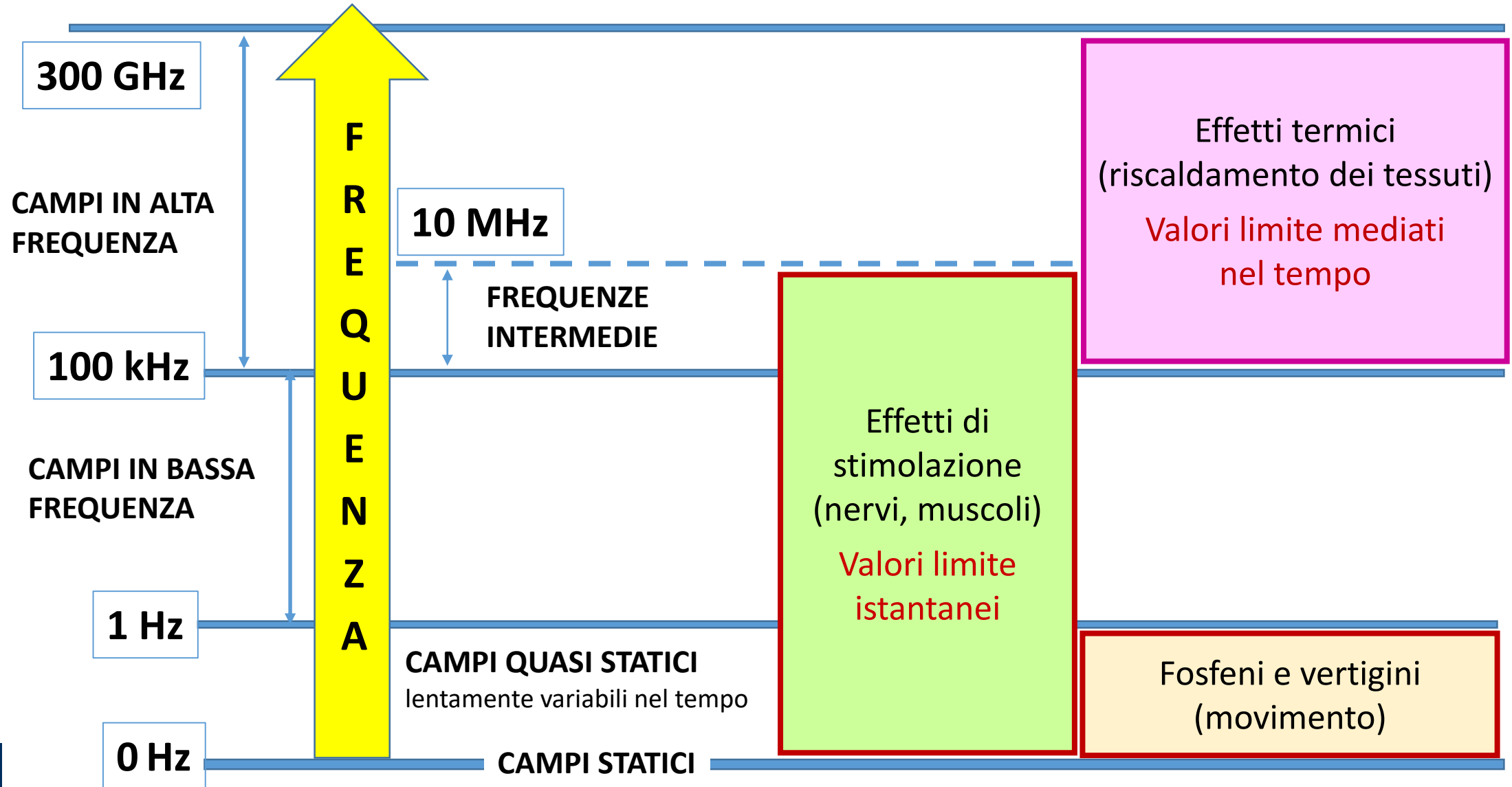
- ❑ Si verificano quando le variazioni fisiologiche indotte dall'esposizione al campo **sono al di fuori dell'intervallo che l'organismo può normalmente compensare**
- ❑ **Persistono** per tempi lunghi o permanentemente dopo la cessazione dell'esposizione e comportano una condizione di **danno per la salute** → **rischio per la salute**

Effetti sensoriali



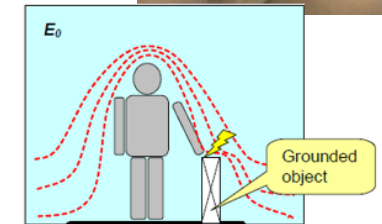
- ❑ Si verificano quando le variazioni fisiologiche indotte dall'esposizione al campo **determinano disturbi transitori** (cessano in breve tempo una volta terminata l'esposizione) che influenzano le **capacità cognitive** o le **funzioni muscolari**
- ❑ Pur non comportando danni alla salute **possono influire negativamente** sulla capacità di agire e operare in modo sicuro → **rischio per la sicurezza**

Effetti diretti dei CEM in funzione della frequenza

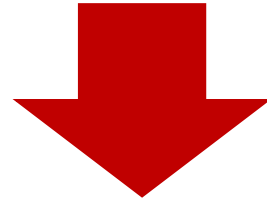


Effetti avversi di tipo indiretto

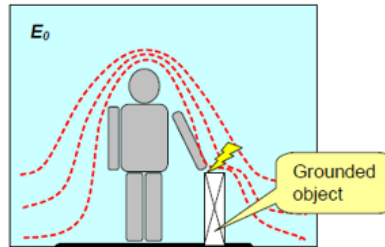
- ❑ **Interferenza del campo con *dispositivi medici attivi*** (stimolatori cardiaci e defibrillatori, pompe per l'infusione di farmaci, ecc.)
- ❑ **Interferenza del campo con *dispositivi medici passivi*** (protesi metalliche, clip chirurgiche, ecc.) **ed *elementi metallici inclusi nel corpo*** (schegge, piercing, tatuaggi con pigmenti metallici, ecc.)
- ❑ **Rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici** all'interno di campi magnetici statici di elevata intensità (> 100 mT)
- ❑ **Scariche elettriche e correnti di contatto attraverso gli arti** determinate dal contatto con un oggetto conduttore a un potenziale diverso dal corpo all'interno di un campo elettromagnetico
- ❑ **Innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori), incendi ed esplosioni** dovuti all'accensione di materiali infiammabili a causa di scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche



Effetti avversi di tipo indiretto



- ❖ **Le soglie degli effetti indiretti sono solitamente inferiori rispetto a quelle degli effetti diretti!**
- ❖ **Gli effetti indiretti possono comportare rischi anche gravi per la salute e la sicurezza!!**



Interferenza con dispositivi medici



- ❑ Valori di **campo magnetico statico** di intensità superiore a **0,5 mT** possono causare **interferenze con dispositivi medici attivi** impiantati o portati sul corpo (stimolatori cardiaci, defibrillatori, pompe per infusione di farmaci, ecc.)
- ❑ I **dispositivi medici passivi** (protesi o impianti) e gli **inclusi metallici** ferromagnetici (schegge, piercing, ecc.) possono subire azioni di **torsione o dislocazione** per esposizioni a **campi magnetici statici** di intensità superiore a **3 mT** nel campo periferico di sorgenti > 100 mT
- ❑ Considerazioni analoghe valgono per gli **oggetti ferromagnetici** portati sul corpo (ad es. orologi, chiavi, occhiali) o presenti nell'ambiente (ad es. sedie, tavoli, cacciaviti, ecc.)



Interferenza con dispositivi medici



- ❑ Valori di **campo magnetico statico** di intensità superiore a **0,5 mT** possono causare **interferenze con dispositivi medici attivi** impiantati o portati sul corpo (stimolatori cardiaci, defibrillatori, pompe per infusione di farmaci, ecc.)
- ❑ I **dispositivi medici passivi** (protesi o impianti) e gli **inclusi metallici** ferromagnetici (schegge, piercing, ecc.) possono subire azioni di **torsione o dislocazione** per esposizioni a **campi magnetici statici** di intensità superiore a **3 mT** nel campo periferico di sorgenti > 100 mT
- ❑ Considerazioni analoghe valgono per gli **oggetti ferromagnetici** portati sul corpo (ad es. orologi, chiavi, occhiali) o presenti nell'ambiente (ad es. sedie, tavoli, cacciaviti, ecc.)

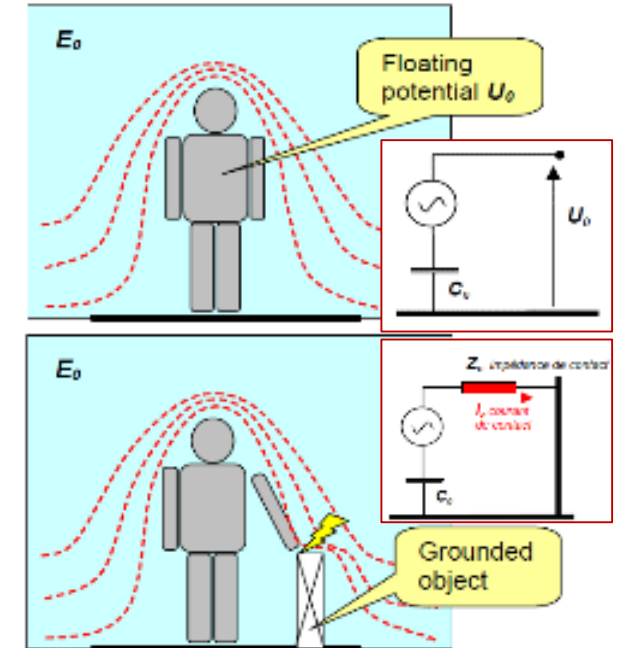


- ❑ **Campi elettromagnetici** di elevato valore istantaneo possono causare **interferenze sul funzionamento dei dispositivi medici attivi** impiantati e portati sul corpo
- ❑ Gli **impianti e inclusi metallici** possono perturbare il campo elettrico indotto nel corpo, creando regioni localizzate di campi elevati che possono provocare **infiammazioni locali** o, in caso di esposizioni di intensità molto elevata, **ustioni e lesioni termiche** dei tessuti circostanti

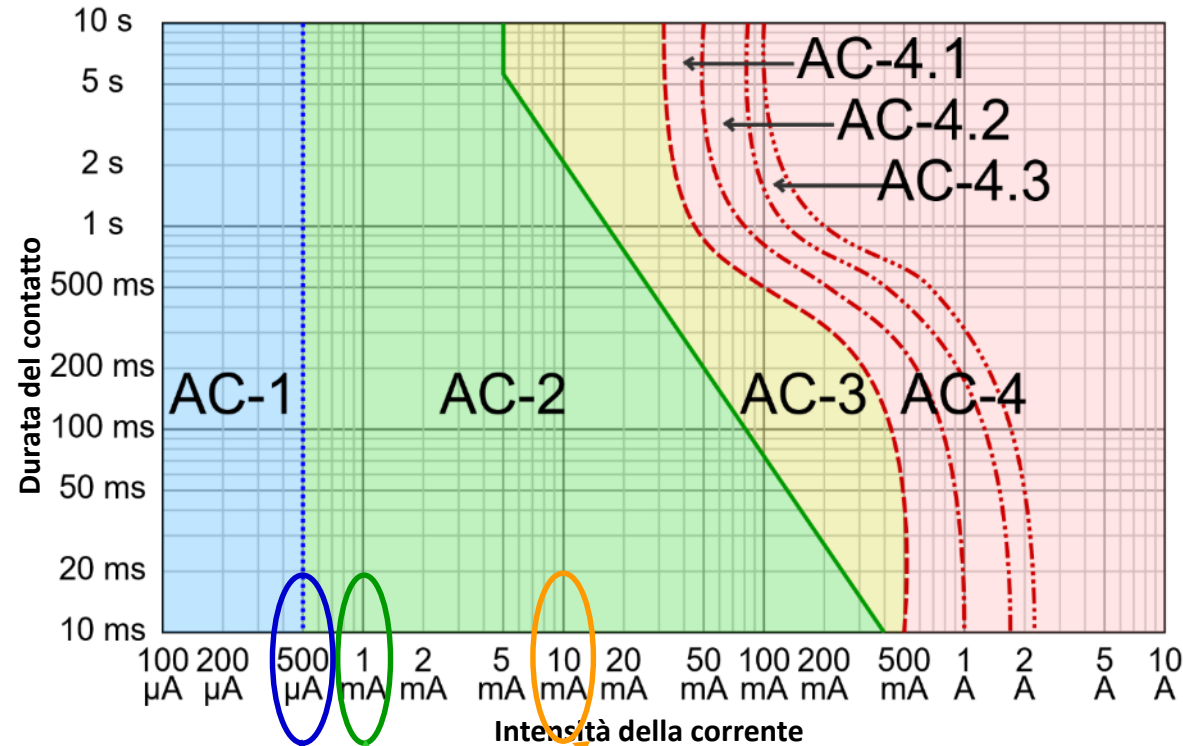


Correnti di contatto

- ❑ Una **corrente di contatto** può manifestarsi quando in un campo elettrico il corpo entra in contatto con un **oggetto conduttore** (ad es. una struttura metallica) anche non direttamente sotto tensione che si trova a un potenziale elettrico diverso da quello del corpo
- ❑ La **scarica elettrica** e la **corrente transitoria** a seguito del contatto sono assimilabili alla scarica di un condensatore costituito da una persona e/o un oggetto caricato elettricamente o a potenziale flottante
- ❑ $E_0 = 10 \text{ kV/m}$ (VA inferiore @ 50 Hz per il campo elettrico D.Lgs. 81/2008) è il valore medio di soglia al di sopra del quale il 50% delle persone può sperimentare una **scarica elettrica dolorosa in caso di contatto** con un conduttore a un potenziale elettrico diverso da quello del corpo
- ❑ $I_c = 1 \text{ mA}$ (VA @ 50 Hz D.Lgs. 81/2008) è la **soglia di sensibilità media** per un effetto sensoriale doloroso in caso di contatto con la punta di un dito (**10 mA** è la soglia per uno **shock doloroso** in caso di un contatto veloce)



Effetti delle correnti di contatto



LR popolazione
(Racc. 1999/519/CE)

VA esposiz. profes.
(D.Lgs. 81/2008)

Soglia shock
doloroso

5.8 Description of time/current zones (see Figure 20)

Table 11 – Time/current zones for a.c. 15 Hz to 100 Hz for hand to feet pathway – Summary of zones of Figure 20

Zones	Boundaries	Physiological effects
AC-1	Up to 0,5 mA curve a	Perception possible but usually no 'startled' reaction
AC-2	0,5 mA up to curve b	Perception and involuntary muscular contractions likely but usually no harmful electrical physiological effects
AC-3	Curve b and above	Strong involuntary muscular contractions. Difficulty in breathing. Reversible disturbances of heart function. Immobilization may occur. Effects increasing with current magnitude. Usually no organic damage to be expected
AC-4 ¹⁾	Above curve c_1 c_1-c_2 c_2-c_3 Beyond curve c_3	Patho-physiological effects may occur such as cardiac arrest, breathing arrest, and burns or other cellular damage. Probability of ventricular fibrillation increasing with current magnitude and time AC-4.1 Probability of ventricular fibrillation increasing up to about 5 % AC-4.2 Probability of ventricular fibrillation up to about 50 % AC-4.3 Probability of ventricular fibrillation above 50 %

¹⁾ For durations of current flow below 200 ms, ventricular fibrillation is only initiated within the vulnerable period if the relevant thresholds are surpassed. As regards ventricular fibrillation, this figure relates to the effects of current which flows in the path left hand to feet. For other current paths, the heart current factor has to be considered.

CEI IEC 60479-1:2020

Effetti a lungo termine dei CEM



- ❑ Allo stato attuale **non vi sono evidenze sufficienti** di effetti dei CEM indotti dalle esposizioni *croniche*, cioè dalle esposizioni prolungate nel tempo anche a bassi livelli
- ❑ Più aumenta il tempo di latenza di un effetto più diventa **difficile stabilire un nesso causale** tra l'esposizione e un possibile effetto – che potrebbe avere un'**origine multifattoriale** o un'incidenza caratterizzata da **fluttuazioni statistiche**
- ❑ In base a **evidenze limitate** riscontrate da alcuni studi epidemiologici, la IARC ha classificato nel **gruppo 2B** (*possibili* cancerogeni umani) i **campi magnetici a bassa frequenza** (2001) con riferimento a un aumento del rischio di sviluppo di leucemie infantili, e i **campi elettromagnetici a radiofrequenza** (2011) con riferimento a un aumento del rischio di sviluppo di alcuni tumori cerebrali e del nervo acustico in utilizzatori intensivi di telefoni cellulari
- ❑ La IARC ha altresì evidenziato che i risultati di tali studi **non sono conclusivi né sufficienti a dimostrare un nesso causale** circa una possibile associazione tra esposizione cronica a CEM e rischio di sviluppo di tumori
- ❑ Le principali autorità scientifiche ritengono quindi che, attualmente, **non sussistono evidenze plausibili** circa relazioni tra dose ed effetto **utili a definire valori di soglia e restrizioni per le esposizioni subacute o croniche a CEM**

Programma

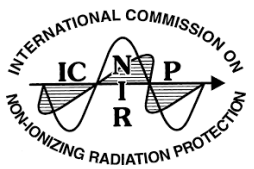
I Parte (15:00 – 16:30)

- Effetti dei campi elettromagnetici
 - Effetti biologici
 - Effetti sanitari e sensoriali
 - Effetti indiretti
- Razionale dei limiti**
 - Linee Guida ICNIRP**
 - Grandezze di base e di riferimento**
 - Esposizione dei lavoratori e della popolazione**
- Quadro normativo europeo
 - Raccomandazione 1999/519/CE
 - Direttiva 2013/35/UE
 - Guida Pratica non Vincolante (NBG)
- Quadro normativo nazionale
 - Legge 36/2001 e decreti attuativi
 - D.Lgs. 81/2008 come modificato dal D.Lgs. 159/2016
 - Norme tecniche CEI e banche dati
- Domande (16:15 – 16:30)

II Parte (16:30 – 18:00)

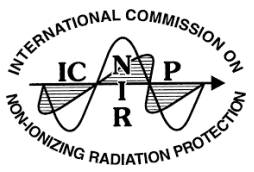
- Processo di valutazione del rischio
 - Sorgenti giustificabili
 - Tipologie di esposizione
 - CEI EN 50499: 2020
- Valutazione dell'esposizione CEM
 - Fabbricante
 - Letteratura scientifica
 - Misure e/o calcoli
- Valutazione del rischio CEM e misure di prevenzione e protezione
 - Zonizzazione
 - Sorveglianza sanitaria
 - Formazione specifica
 - Comunicazione
 - Deroghe
- Domande (17:45 – 18:00)

Linee Guida ICNIRP - Razionale



- ❑ Le linee guida dell'ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) propongono un insieme di restrizioni per l'esposizione a CEM che copre con continuità l'intervallo di frequenze 0 Hz – 300 GHz
- ❑ Le linee guida sono state sviluppate sulla base degli **effetti confermati**, per cui la letteratura scientifica fornisce **basi razionali** per la definizione di un sistema di protezione attraverso **restrizioni all'esposizione**
- ❑ **L'effetto biologico rilevante al più basso livello di esposizione (valore di soglia) rappresenta il criterio per la definizione del limite di esposizione secondo basi scientifiche**
- ❑ Il **razionale** delle linee guida ICNIRP identifica di fatto cinque regioni di frequenza in relazione al meccanismo d'interazione del campo e alla risposta biologica indotta (gli effetti):
 - ❑ Campi statici e quasi-statici (da 0 a 1 Hz)
 - ❑ Basse frequenze (da 1 Hz a 100 kHz)
 - ❑ Frequenze intermedie (da 100 kHz a 10 MHz)
 - ❑ Alte frequenze (da 10 MHz a 6 GHz)
 - ❑ Altissime frequenze (da 6 GHz a 300 GHz)

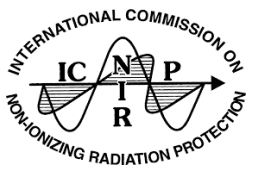
Linee guida ICNIRP - Cronologia



- 1998 Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (fino a 300 GHz)
- 2009 Campi magnetici statici
- 2010 Campi elettrici e magnetici in bassa frequenza (1 Hz – 100 kHz)
- 2014 Movimento in campo magnetico statico e campi magnetici quasi statici (0–1 Hz)
- 2020 Campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde (100 kHz – 300 GHz)



Linee Guida ICNIRP nel mondo



Riconoscimento ufficiale da parte di OMS, IARC, Unione Europea
Adottate in oltre 35 nazioni

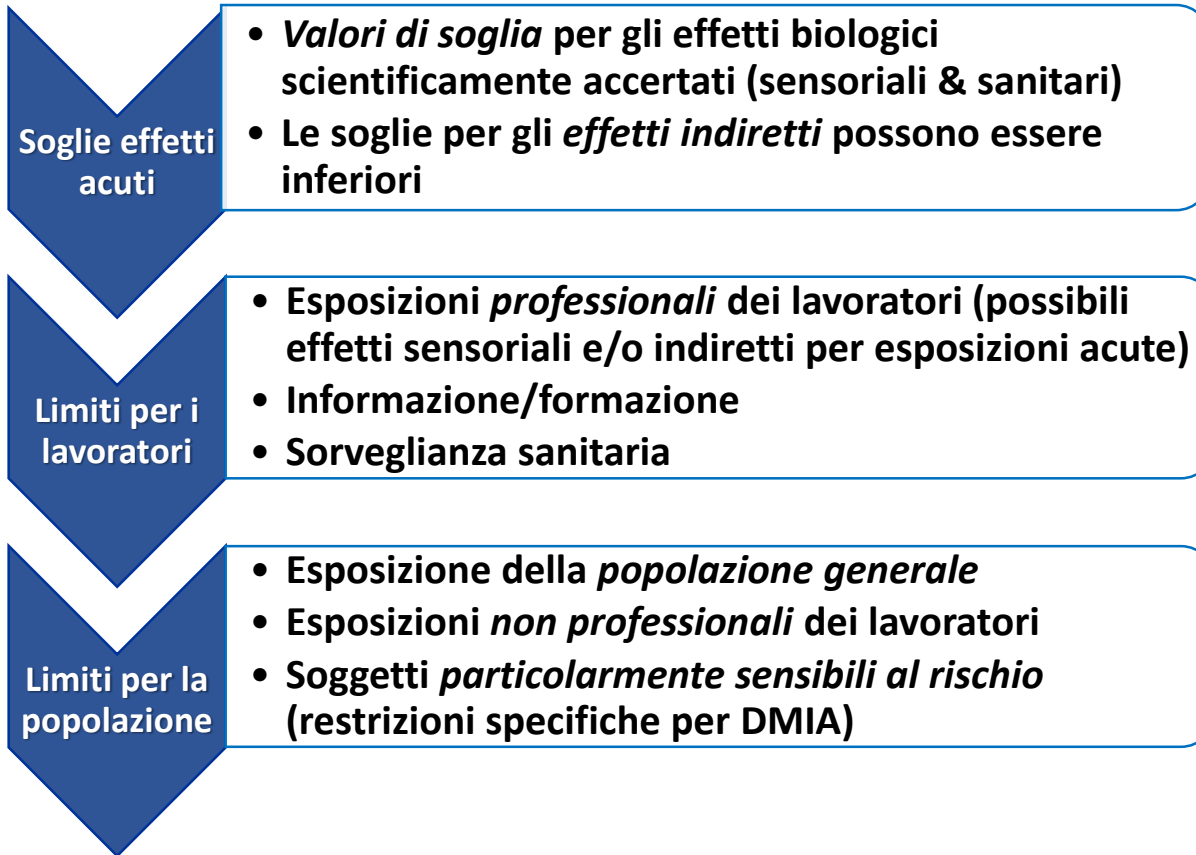
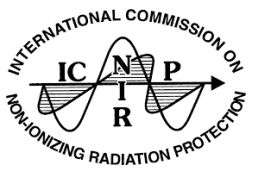
Linee guida ICNIRP in Europa

Le Linee Guida ICNIRP costituiscono il riferimento scientifico su cui sono basate le normative europee per:

- ❑ la protezione della **popolazione generale**
(Raccomandazione del Consiglio 1999/519/CE)
- ❑ la protezione dei **lavoratori** (Direttiva 2013/35/UE, recepita nel Titolo VIII – Capo IV del D.Lgs. 81/2008 attraverso il D.Lgs. 159/2016)

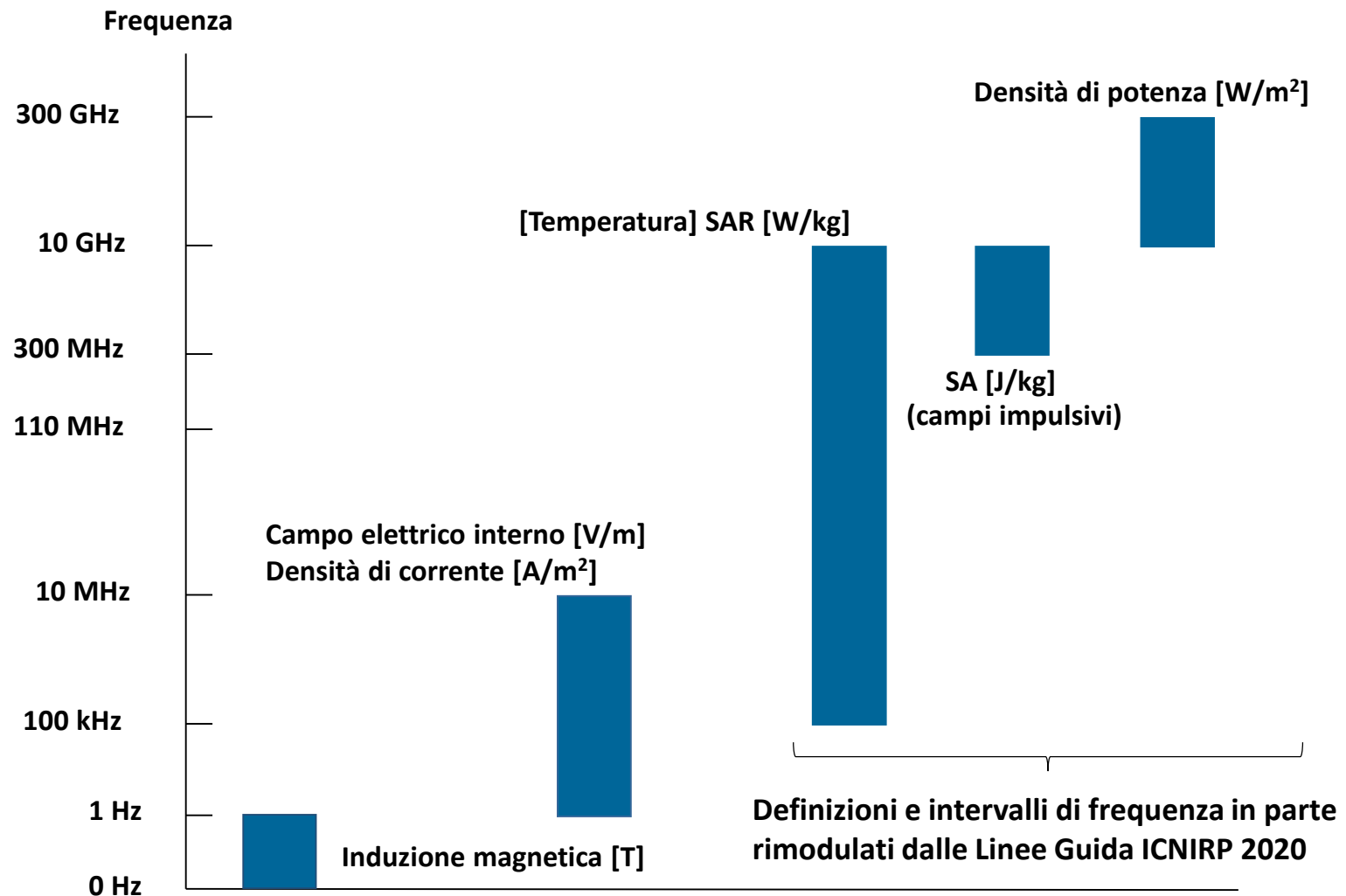
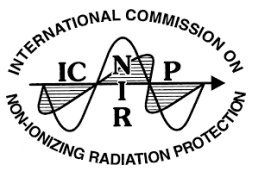


Criteri per la definizione dei limiti di base



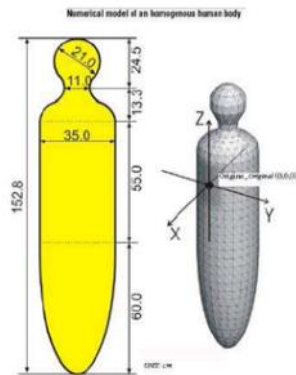
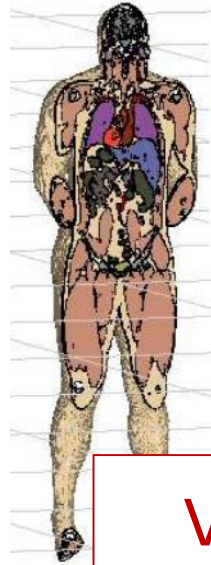
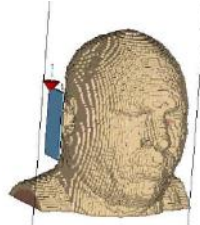
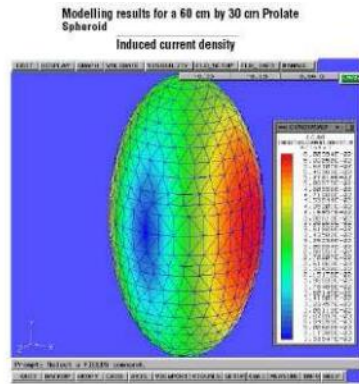
- ❑ Ai fini precauzionali (per tenere conto di fattori d'incertezza quali variabilità interindividuale, ecc.) per i limiti di esposizione si applicano dei **fattori di riduzione** rispetto ai **valori di soglia** accertati per l'insorgenza degli effetti acuti
- ❑ Tanto le soglie degli effetti quanto i **limiti di base** sono espressi in termini di *grandezze di base* che correlano l'effetto osservato con il livello di esposizione, il cui valore è presente all'interno del corpo umano (**grandezze dosimetriche**)
- ❑ I fattori di riduzione sono differenziati per le esposizioni dei **lavoratori** e della **popolazione**
- ❑ I **lavoratori esposti a CEM** sono informati/formati e sottoposti a sorveglianza sanitaria
- ❑ Per la **popolazione generale**, che include anche persone con *rischi particolari*, si applica un ulteriore fattore di riduzione (per gli effetti d'interferenza con i dispositivi medici si applicano restrizioni specifiche)

Limiti di base (ICNIRP 1998 e 2010)

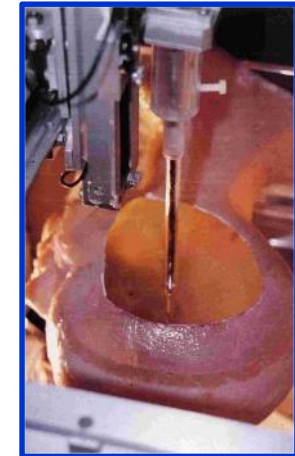


Valutazione dei limiti di base

Dosimetria numerica



Dosimetria sperimentale



Valutazioni complesse!

Dai Limiti di Base ai Livelli di Riferimento

LIVELLI DI RIFERIMENTO (LR)

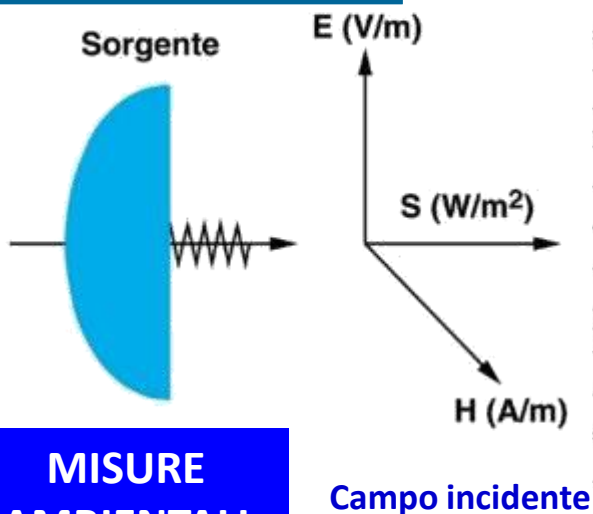
Grandezze ambientali
(radiometriche)

Campo elettrico ambientale E [V/m]
 Campo magnetico ambientale H [A/m]
 Induzione magnetica B [T]
 Densità di potenza ambientale S [W/m²]

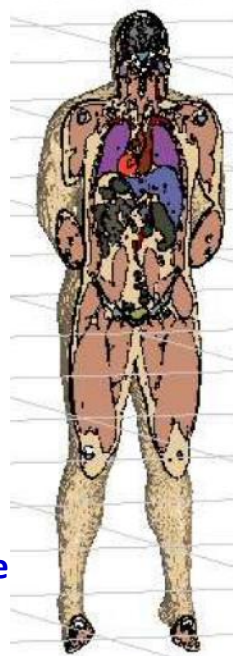
Sono definiti
ulteriori LR per la
protezione dagli
effetti *indiretti*



**MISURE
AMBIENTALI**



DOSIMETRIA



LIMITI DI BASE (LB)

Grandezze di base (dosimetriche)

Induzione magnetica esterna B_0 [T]
 Densità di corrente J [A/m²]
 Campo elettrico interno E_{int} [V/m]
 Tasso di assorbimento specifico SAR [W/kg]
 Assorbimento specifico SA [J/kg] (effetti uditivi)
 Densità di potenza incidente S [W/m²]

Le Linee Guida ICNIRP 2020 hanno in parte rivisto le
definizioni dei LB e LR tra 100 kHz e 300 GHz

LR ricavati dai LB mediante modelli dosimetrici *semplificati e cautelativi*
 → Il rispetto dei LR assicura il non superamento dei LB in condizioni di
 esposizione standardizzate

Effetti in frequenza e grandezze protezionistiche

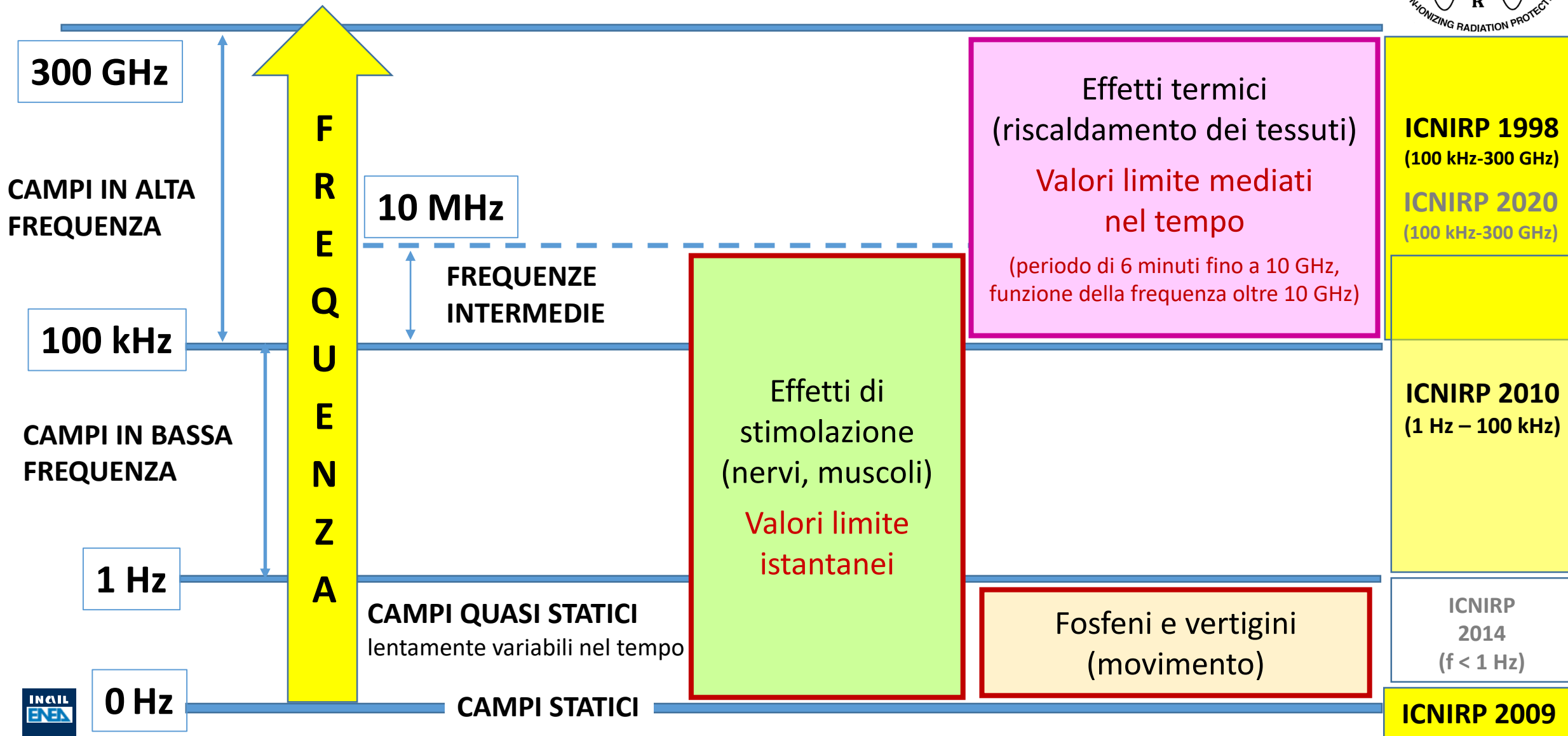


Effetto	Gamma di frequenza	Limiti di base ^(*)	Livelli di riferimento ^(*) ^(**)
Induzione di nausea o vertigini	0 – 1 Hz	Induzione magnetica esterna B_0 [T] e sua variazione ΔB su 3 s	–
Stimolazione dei tessuti eccitabili elettricamente	0 – 10 MHz	Campo elettrico interno E_{int} [V/m] o Densità di corrente J [A/m ²]	Campo elettrico ambientale E [V/m] Campo magnetico ambientale H [A/m] Induzione magnetica B [T]
Effetto termico	100 kHz – 6 GHz	Tasso di assorbimento specifico SAR [W/kg] e assorbimento specifico SA [J/kg] (effetti uditivi)	Campo elettrico ambientale E [V/m] Campo magnetico ambientale H [A/m] Induzione magnetica B [T]
Effetto termico	6 GHz – 300 GHz	Densità di potenza incidente S [W/m ²]	Densità di potenza ambientale S [W/m ²]

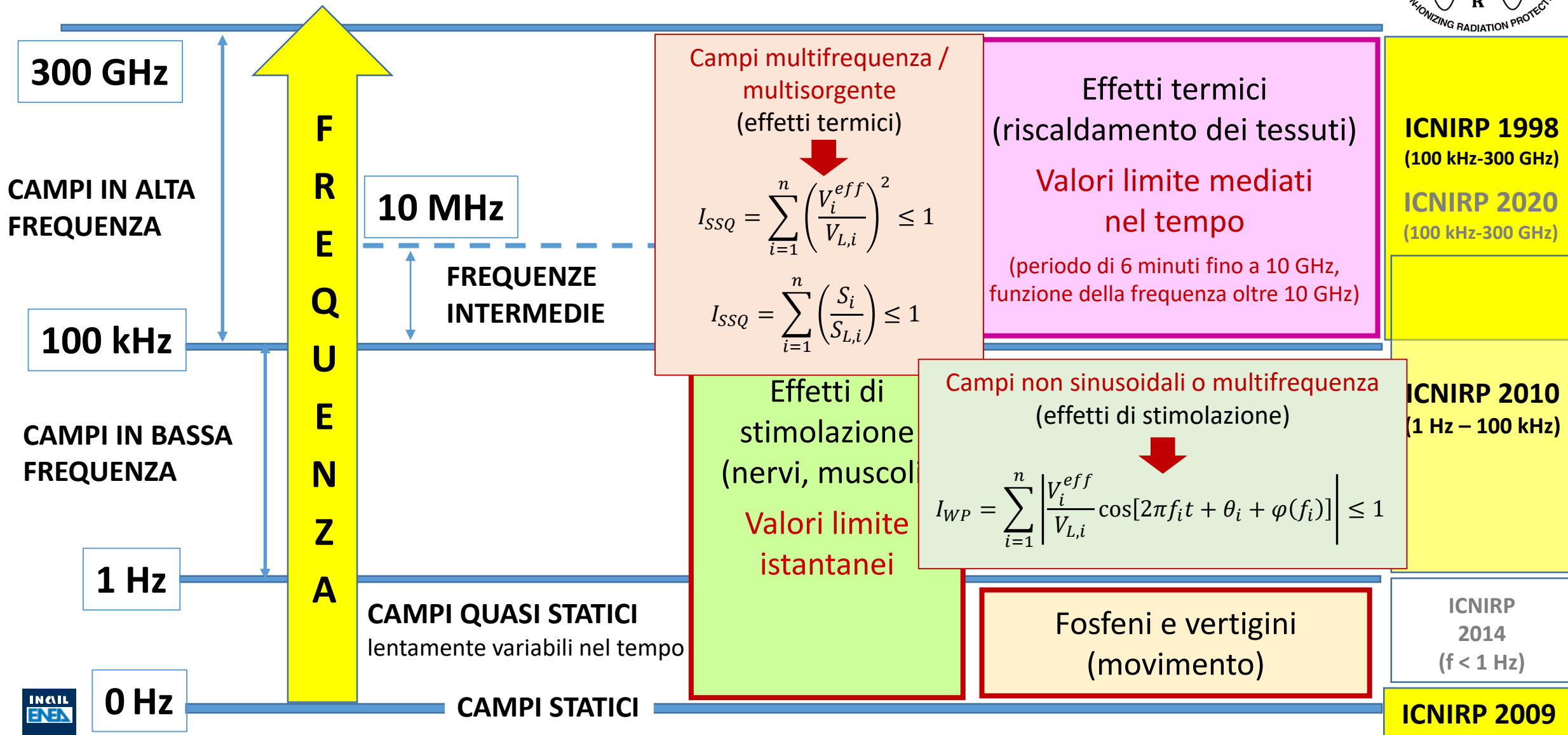
(*) Le Linee Guida ICNIRP 2020 hanno in parte modificato le definizioni dei LB e LR tra 100 kHz e 300 GHz

(**) Ulteriori LR sono definiti per la protezione dalle **correnti indotte negli arti** (10–110 MHz) e dagli effetti indiretti quali le **correnti di contatto** (1 Hz – 110 MHz) e le **interferenze con dispositivi medici impiantati**

Metrica dei limiti in funzione della frequenza



Metrica dei limiti in funzione della frequenza



Programma

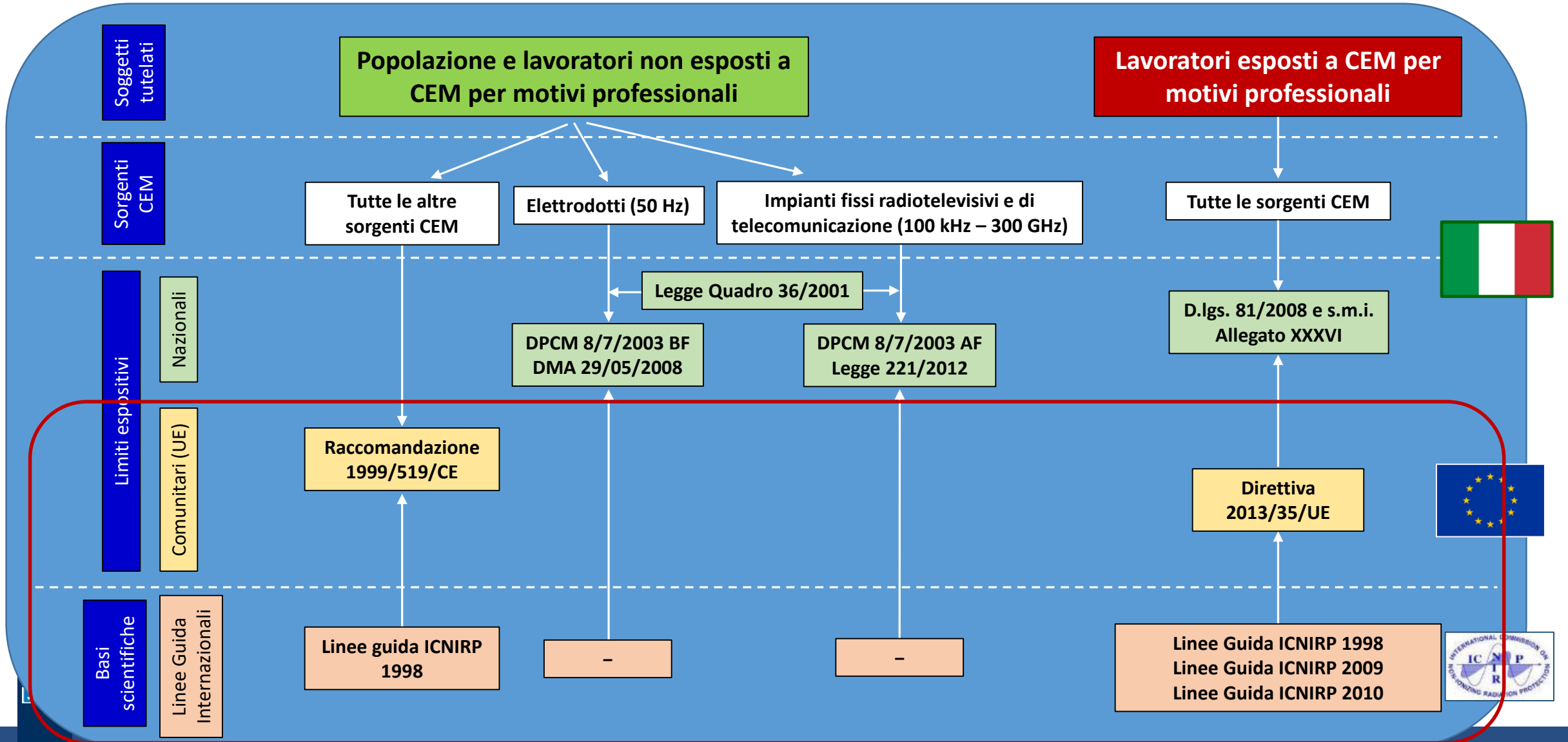
I Parte (15:00 – 16:30)

- Effetti dei campi elettromagnetici
 - Effetti biologici
 - Effetti sanitari e sensoriali
 - Effetti indiretti
- Razionale dei limiti
 - Linee Guida ICNIRP
 - Grandezze di base e di riferimento
 - Esposizione dei lavoratori e della popolazione
- Quadro normativo europeo**
 - Raccomandazione 1999/519/CE**
 - Direttiva 2013/35/UE**
 - Guida Pratica non Vincolante (NBG)**
- Quadro normativo nazionale
 - Legge 36/2001 e decreti attuativi
 - D.Lgs. 81/2008 come modificato dal D.Lgs. 159/2016
 - Norme tecniche CEI e banche dati
- Domande (16:15 – 16:30)

II Parte (16:30 – 18:00)

- Processo di valutazione del rischio
 - Sorgenti giustificabili
 - Tipologie di esposizione
 - CEI EN 50499: 2020
- Valutazione dell'esposizione CEM
 - Fabbricante
 - Letteratura scientifica
 - Misure e/o calcoli
- Valutazione del rischio CEM e misure di prevenzione e protezione
 - Zonizzazione
 - Sorveglianza sanitaria
 - Formazione specifica
 - Comunicazione
 - Deroghe
- Domande (17:45 – 18:00)

Quadro normativo europeo



Limiti per le esposizioni professionali

Denominazioni diverse ma concetti analoghi



	Grandezze di base		Grandezze ambientali	
	Effetti sensoriali	Effetti sanitari	Effetti sensoriali	Effetti sanitari
Linee Guida ICNIRP	<i>Limiti di base (LB)</i>		<i>Livelli di riferimento (LR)</i>	
Raccomandazione 1999/519/CE	<i>Limiti di base (LB)</i>		<i>Livelli di riferimento (LR)</i>	
Direttiva 2013/35/UE	<i>Valori limite di esposizione (VLE) relativi agli effetti sensoriali</i>	<i>Valori limite di esposizione (VLE) relativi agli effetti sanitari</i>	<i>Livelli di azione (LA) inferiori</i>	<i>Livelli di azione (LA) superiori</i>
D.lgs. 81/2008 e s.m.i.	<i>Valori limite di esposizione (VLE) relativi agli effetti sensoriali</i>	<i>Valori limite di esposizione (VLE) relativi agli effetti sanitari</i>	<i>Valori di azione (VA) inferiori</i>	<i>Valori di azione (VA) superiori</i>

Raccomandazione 1999/519/CE



INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION



ICNIRP GUIDELINES

FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING
ELECTRIC, MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC
FIELDS (UP TO 300 GHz)

PUBLISHED IN: **HEALTH PHYSICS 74 (4):494-522; 1998**

Limiti ICNIRP 1998
per la popolazione

30. 7. 1999 EN Official Journal of the European Communities L 199/59

II
(Acts whose publication is not obligatory)

COUNCIL

COUNCIL RECOMMENDATION
of 12 July 1999
on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)
(1999/519/EC)

Raccomandazione 1999/519/CE



EUROPEAN COMMISSION

Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs

Industrial Transformation and Advanced Value Chains
Advanced Engineering and Manufacturing Systems

Subject: Application of Council Recommendation 1999/519/EC of 12 July 1999

2016

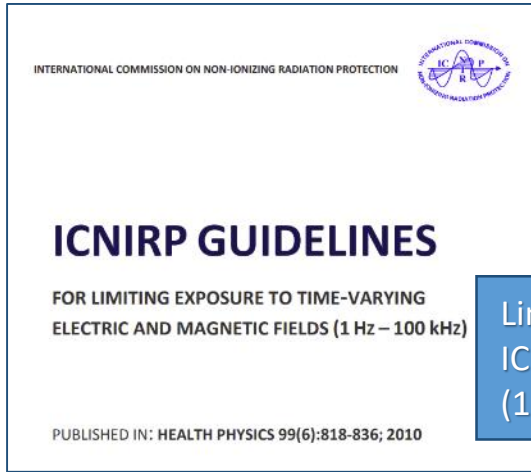
The European Commission confirmed the COUNCIL RECOMMENDATION of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) (1999/519/EC) as state of the art and hence as the basis for TC106X general public EMF/RF product standards.

Brussels,

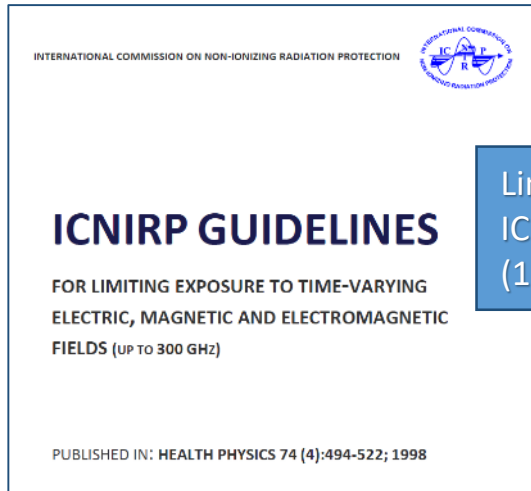
GROW/C3/DP/mm (2016) 2534933

29 AVR. 2016

Direttiva 2013/35/UE

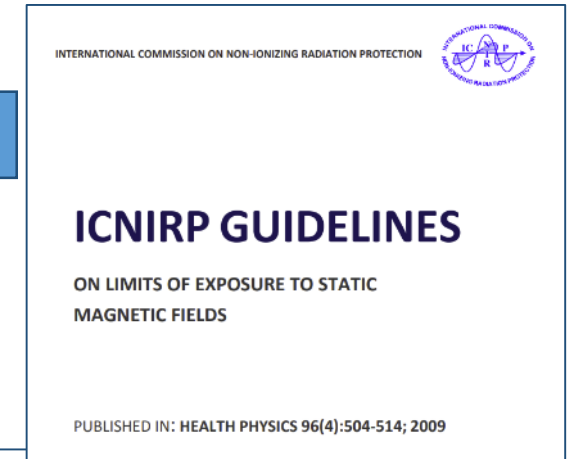
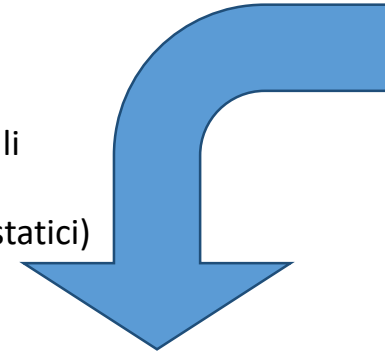


Limiti occupazionali
ICNIRP 2010
(1 Hz – 100 kHz)




Limiti occupazionali
ICNIRP 1998
(100 kHz – 300 GHz)

Limiti occupazionali
ICNIRP 2009
(campi magnetici statici)



29.6.2013 IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 179/1

I
(Atti legislativi)



DIRETTIVE

DIRETTIVA 2013/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO
del 26 giugno 2013

sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE

Guida Europea non Vincolante (NBG) per l'attuazione della Direttiva 2013/35/UE



Programma

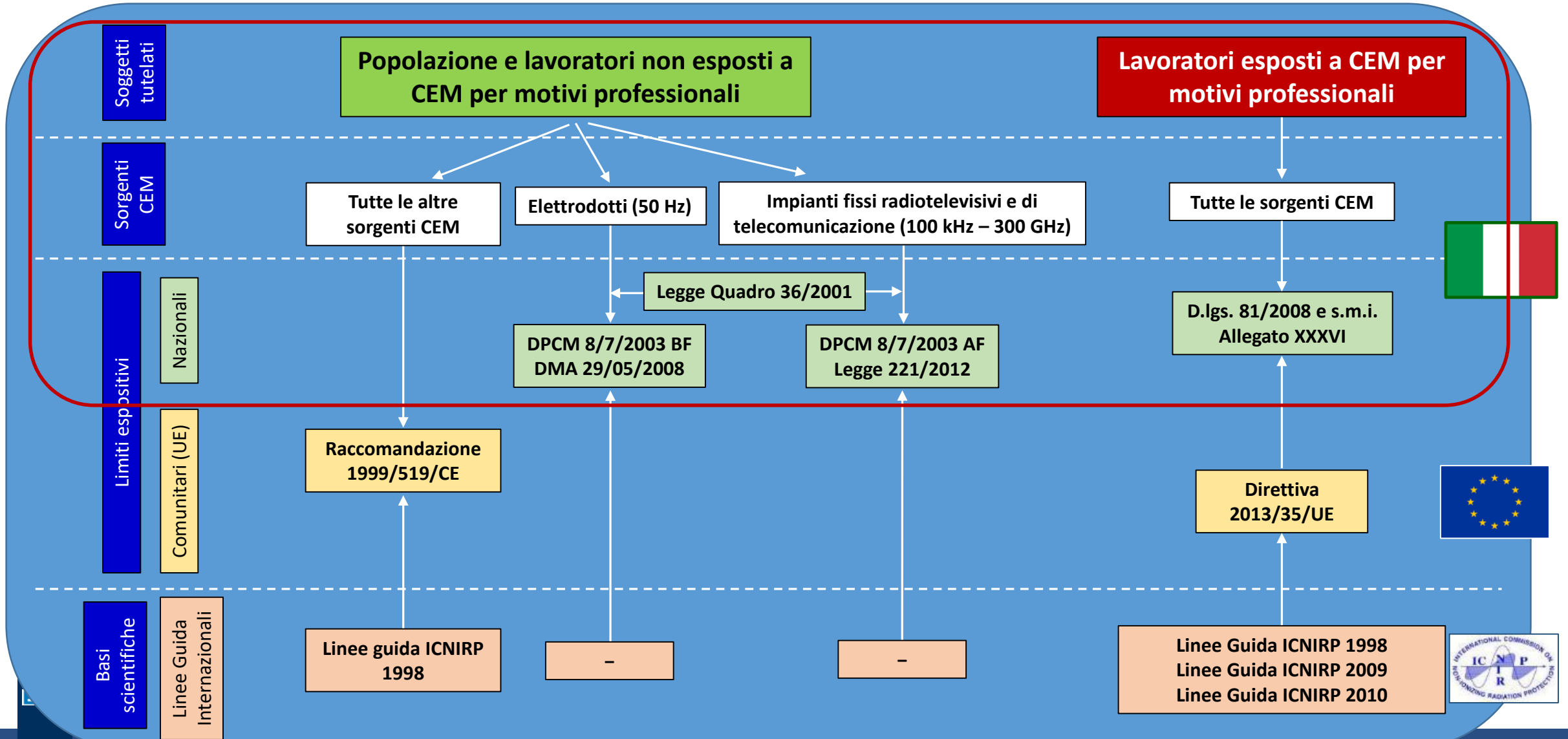
I Parte (15:00 – 16:30)

- Effetti dei campi elettromagnetici
 - Effetti biologici
 - Effetti sanitari e sensoriali
 - Effetti indiretti
- Razionale dei limiti
 - Linee Guida ICNIRP
 - Grandezze di base e di riferimento
 - Esposizione dei lavoratori e della popolazione
- Quadro normativo europeo
 - Raccomandazione 1999/519/CE
 - Direttiva 2013/35/UE
 - Guida Pratica non Vincolante (NBG)
- Quadro normativo nazionale**
 - Legge 36/2001 e decreti attuativi**
 - D.Lgs. 81/2008 come modificato dal D.Lgs. 159/2016**
 - Norme tecniche CEI e banche dati
- Domande (16:15 – 16:30)

II Parte (16:30 – 18:00)

- Processo di valutazione del rischio
 - Sorgenti giustificabili
 - Tipologie di esposizione
 - CEI EN 50499: 2020
- Valutazione dell'esposizione CEM
 - Fabbricante
 - Letteratura scientifica
 - Misure e/o calcoli
- Valutazione del rischio CEM e misure di prevenzione e protezione
 - Zonizzazione
 - Sorveglianza sanitaria
 - Formazione specifica
 - Comunicazione
 - Deroghe
- Domande (17:45 – 18:00)

Quadro normativo nazionale



Peculiarità della legislazione nazionale

I limiti normativi in vigore in Italia per l'esposizione della popolazione a CEM sono **più restrittivi** di quanto raccomandato dall'Unione Europea

- ❑ Per alcune tipologie di sorgenti (**elettrodotti e impianti fissi di telecomunicazione e radiotelevisivi**) è stato adottato un **approccio cautelativo** nei confronti di possibili effetti a lungo termine conseguenti ad esposizioni prolungate nel tempo
- ❑ La legislazione nazionale ha altresì introdotto la **distinzione tra esposizioni professionali ed esposizioni non professionali dei lavoratori**, non esplicita nella normativa europea
- ❑ Per la legislazione nazionale, **le esposizioni non professionali sono da assimilare all'esposizione della popolazione**, a cui si applicano **limiti più restrittivi dei corrispondenti limiti comunitari**

Esposizione professionale dei lavoratori a CEM

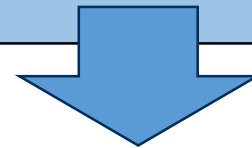


Legge 22 febbraio 2001, n. 36

“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”

Articolo 3

- f) **esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici:** è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specificata attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- g) **esposizione della popolazione:** è ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici

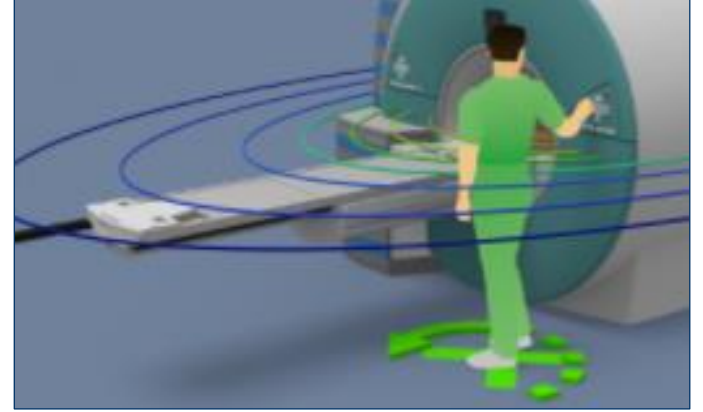


“Sono da intendersi come **esposizioni di carattere professionale** quelle strettamente correlate e necessarie alla specifica mansione assegnata” (Indicazioni operative del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome)

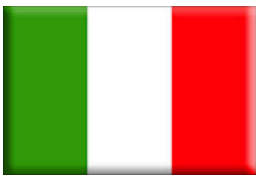
Le esposizioni ai CEM non correlate con la specifica mansione del lavoratore devono essere contenute entro i limiti fissati dalla normativa vigente per la tutela della popolazione (Guida CEI 106-45)



Alcuni esempi di esposizione a CEM



Esposizione dei lavoratori a CEM



Esposizioni professionali

Definizione:

- legge 36/2001, art. 3, lett. *f*)

Disposizioni:

- D.lgs. 81/2008 e s.m.i.
(Titolo VIII, Capo IV)

Limiti:

- D.lgs. 81/2008 e s.m.i. – art. 208
(articolazione dei limiti)
- D.lgs. 81/2008 e s.m.i. – Allegato XXXVI
(tabelle con valori dei limiti)

Esposizioni *non* professionali

Definizione:

- legge 36/2001, art. 3, lett. *g*)

Disposizioni:

- D.lgs. 81/2008 e s.m.i. (disposizioni generali)

Limiti:

- DPCM 8/7/2003 (Elettrodotti 50 Hz)
- DPCM 8/7/2003 (Sistemi fissi radiotelevisivi e di telecomunicazione 100 kHz – 300 GHz)
- Raccomandazione Consiglio 1999/519/CE
(tutte le altre sorgenti)

D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81
Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106

TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO

ALLEGATO XXXVI	129
CAMPI ELETTROMAGNETICI	129
Parte I - GRANDEZZE FISICHE CONCERNENTI L'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI	129
Parte II - EFFETTI NON TERMICI	129
A. Valori Limite di Esposizione (VLE)	129
B. Valori di Azione (VA)	130
Parte III - EFFETTI TERMICI	132
A. Valori Limite di Esposizione (VLE)	132
B. Valori di Azione (VA)	133

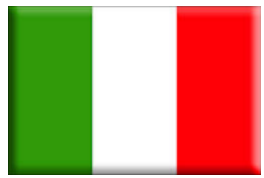
Esposizioni professionali a CEM

REV. NOVEMBRE 2020

TITOLO VIII - AGENTI FISICI	99
CAPO I - DISPOSIZIONI GENERALI	99
Articolo 180 - Definizioni e campo di applicazione	99
Articolo 181 - Valutazione dei rischi	99
Articolo 182 - Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi	99
Articolo 183 - Lavoratori particolarmente sensibili	99
Articolo 184 - Informazione e formazione dei lavoratori	100
Articolo 185 - Sorveglianza sanitaria	100
Articolo 186 - Cartella sanitaria e di rischio	100
CAPO II - PROTEZIONE DEI LAVORATORI CONTRO I RISCHI DI ESPOSIZIONE AL RUMORE DURANTE IL LAVORO	101
Articolo 187 - Campo di applicazione	101
Articolo 188 - Definizioni	101
Articolo 189 - Valori limite di esposizione e valori di azione	101
Articolo 190 - Valori limite di esposizione e valori di azione	101
Articolo 191 - Valori limite di esposizione e valori di azione	102
Articolo 192 - Valori limite di esposizione e valori di azione	102
Articolo 193 - Valori limite di esposizione e valori di azione	103
Articolo 194 - Valori limite di esposizione e valori di azione	103
Articolo 195 - Valori limite di esposizione e valori di azione	103
Articolo 196 - Valori limite di esposizione e valori di azione	103
Articolo 197 - Valori limite di esposizione e valori di azione	104
Articolo 198 - Valori limite di esposizione e valori di azione	104
Articolo 199 - Valori limite di esposizione e valori di azione	104
Articolo 200 - Valori limite di esposizione e valori di azione	104
Articolo 201 - Valori limite di esposizione e valori di azione	104
Articolo 202 - Valori limite di esposizione e valori di azione	104
Articolo 203 - Valori limite di esposizione e valori di azione	104
Articolo 204 - Sorveglianza sanitaria	106
Articolo 205 - Deroghe	106
CAPO IV - PROTEZIONE DEI LAVORATORI DAI RISCHI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI	108
Articolo 206 - Campo di applicazione	108
Articolo 207 - Definizioni	108
Articolo 208 - Valori limite di esposizione e valori d'azione	109
Articolo 209 - Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione	110
Articolo 210 - Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi	111
Articolo 210-bis - Informazione e formazione dei lavoratori e dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza	112
Articolo 211 - Sorveglianza sanitaria	112
Articolo 212 - Deroghe	112

Esposizione dei lavoratori a CEM

Riferimenti normativi



Esposizioni professionali

Definizione:

- legge 36/2001, art. 3, lett. *f*)

Disposizioni:

- D.lgs. 81/2008 e s.m.i.
– Titolo VIII, Capo IV

Limiti:

- D.lgs. 81/2008 e s.m.i. – art. 208
(articolazione dei limiti)
- D.lgs. 81/2008 e s.m.i. – Allegato XXXVI
(tabelle con valori dei limiti)

Esposizioni *non* professionali

Definizione:

- legge 36/2001, art. 3, lett. *g*)

Disposizioni:

- D.lgs. 81/2008 e s.m.i. (disposizioni generali)

Limiti:

- DPCM 8/7/2003 (Elettrodotti 50 Hz)
- DPCM 8/7/2003 (Sistemi fissi radiotelevisivi e di telecomunicazione 100 kHz – 300 GHz)
- Raccomandazione Consiglio 1999/519/CE
(tutte le altre sorgenti)

Esposizioni *non* professionali dei lavoratori a CEM

Legge 22 febbraio 2001, n. 36

"Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"

pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 55 del 7 marzo 2001

Art. 3 (definizioni)

- ❑ **Limite di esposizione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori
- ❑ **Valore di attenzione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate [...] esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge
- ❑ **Obiettivo di qualità:** valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi

Esposizioni *non* professionali a CEM Elettrodotti (50 Hz)



DPCM 8/7/2003 ELETTRODOTTI	INTERVALLO DI FREQUENZA	CAMPO ELETTRICO (VALORE EFFICACE)	CAMPO MAGNETICO (VALORE EFFICACE)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE
Artt. 3-5	50 Hz	5 [kV/m]	Valore di induzione magnetica 100 [μT] (valore efficace su base istantanea)	Limite di esposizione Valore di campo elettrico e di campo magnetico (induzione magnetica), considerato come valore di immissione definito ai fini della tutela della salute dagli effetti acuti. Il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione.
			Valore di induzione magnetica 10 [μT] (mediana su 24 h per permanenze ≥ 4 h)	Valore di attenzione Valore di immissione, definito a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz). Si applica nelle aree giuoco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere. Il valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
			Valore di induzione magnetica 3 [μT] (mediana su 24 h per permanenze ≥ 4 h)	Obiettivo di qualità Valore definito ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di rete (50 Hz). Si applica nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio. Il valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.



Esposizioni *non* professionali a CEM

Sistemi fissi di telecomunicazione e radiotelevisivi

DPCM 8/7/2003 ALTE FREQUENZE	INTERVALLO DI FREQUENZA	CAMPO ELETTRICO (VALORE EFFICACE)	CAMPO MAGNETICO (VALORE EFFICACE)	DENSITÀ DI POTENZA (VALORE EFFICACE)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE
Artt. 3-5 (come modificati dalla legge n. 221 del 17 dicembre 2012)	$0,1 < f \leq 3$ MHz	60 [V/m]	0,2 [A/m]	-	Limiti di esposizione
	$3 < f \leq 3000$ MHz	20 [V/m]	0,05 [A/m]	1 [W/m ²]	Valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerati come valore di immissione, definiti ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione.
	$3 < f \leq 300$ GHz	40 [V/m]	0,01 [A/m]	4 [W/m ²]	Sono da intendersi come valori rilevati ad un'altezza di 1,5 m sul piano di calpestio e mediati su qualsiasi intervallo di sei minuti.
	$100 \text{ kHz} < f \leq 300$ GHz	6 [V/m]	0,016 [A/m]	0,10 [W/m ²] (3 MHz – 300 GHz)	Valori di attenzione Si assumono a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine per le esposizioni ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere e nelle pertinenze esterne utilizzate come luoghi abitabili quali balconi, terrazzi e cortili, esclusi i lastrici solari. Sono da intendersi come valori rilevati a un'altezza di 1,5 m dal piano di calpestio come media dei valori nell'arco delle 24 ore.
		6 [V/m]	0,016 [A/m]	0,10 [W/m ²] (3 MHz – 300 GHz)	Obiettivi di qualità Definiti come valori di immissione, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate , ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz. Sono da intendersi come valori rilevati a un'altezza di 1,5 m dal piano di calpestio come media dei valori nell'arco delle 24 ore.

Esposizioni *non* professionali a CEM Altre sorgenti





DPCM 8/7/2003- Alte frequenze (Art. 1 – comma 4)

- *A tutela dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, generati da sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999 (Raccomandazione 1999/519/CE)*

DPCM 8/7/2003- Basse frequenze (Art. 1 – comma 3)

- *A tutela delle esposizioni a campi a frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz, generati da **sorgenti non riconducibili agli elettrodotti**, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999 (Raccomandazione 1999/519/CE)*

Confronto tra limiti normativi per alcune frequenze

Riferimenti normativi nazionali ed europei	Valori Limite	Frequenza							
		50 Hz Elettrodotti		400 MHz DVBT	900 MHz 2G-GSM	1800 MHz 2G-GSM	2100 MHz 3G-UMTS	2600 MHz 4G-LTE	3700 MHz 5G
 Popolazione ed Esposizioni non professionali Legge 36/2001 DPCM 8/7/2003	Limiti di esposizione	5 kV/m	100 μ T	20 V/m	20 V/m	20 V/m	20 V/m	20	40 V/m
	Valori di attenzione	–	10 μ T	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m
	Obiettivi di qualità	–	3 μ T	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m	6 V/m
 Popolazione Raccomandazione 1999/519/CE	Livelli di riferimento	5 kV/m	100 μ T	28 V/m	41 V/m	58 V/m	61 V/m	61 V/m	61 V/m
Esposizioni professionali (lavoratori) D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. (Direttiva 2013/35/UE)	Valori (livelli) di azione	10 kV/m	1 mT	60 V/m	90 V/m	127 V/m	140 V/m	140 V/m	140 V/m
		20 kV/m	6 mT						

Programma

I Parte (15:00 – 16:30)

- Effetti dei campi elettromagnetici
 - Effetti biologici
 - Effetti sanitari e sensoriali
 - Effetti indiretti
- Razionale dei limiti
 - Linee Guida ICNIRP
 - Grandezze di base e di riferimento
 - Esposizione dei lavoratori e della popolazione
- Quadro normativo europeo
 - Raccomandazione 1999/519/CE
 - Direttiva 2013/35/UE
 - Guida Pratica non Vincolante (NBG)
- Quadro normativo nazionale
 - Legge 36/2001 e decreti attuativi
 - D.Lgs. 81/2008 come modificato dal D.Lgs. 159/2016
- Norme tecniche CEI e banche dati**
- Domande (16:15 – 16:30)

II Parte (16:30 – 18:00)

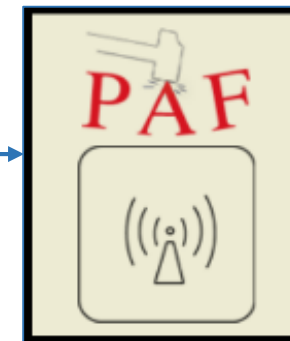
- Processo di valutazione del rischio
 - Sorgenti giustificabili
 - Tipologie di esposizione
 - CEI EN 50499: 2020
- Valutazione dell'esposizione CEM
 - Fabbricante
 - Letteratura scientifica
 - Misure e/o calcoli
- Valutazione del rischio CEM e misure di prevenzione e protezione
 - Zonizzazione
 - Sorveglianza sanitaria
 - Formazione specifica
 - Comunicazione
 - Deroghe
- Domande (17:45 – 18:00)

Gerarchia delle fonti normative (lavoratori)



Riferimenti normativi per la valutazione

«Art. 209 (Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione). — 1. Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 181, il datore di lavoro valuta tutti i rischi per i lavoratori derivanti da campi elettromagnetici sul luogo di lavoro 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 tenendo anche conto delle guide pratiche della Commissione europea, delle pertinenti norme tecniche europee e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), delle specifiche buone prassi individuate o emanate dalla Commissione consultiva permanente di cui all'articolo 6 del presente decreto, e delle informazioni reperibili presso banche dati dell'INAIL o delle regioni. La valutazione, la misurazione e il calcolo devono essere effettuati, inoltre, tenendo anche conto delle informazioni sull'uso e sulla sicurezza rilasciate dai fabbricanti o dai distributori delle attrezzature, ovvero dei livelli di emissione indicati in conformità alla legislazione europea, ove applicabili alle condizioni di esposizione sul luogo di lavoro o sul luogo di installazione.





Portale Agenti Fisici



Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro
delle Regioni e delle Province autonome


Decreto Legislativo 81/2008
Titolo VIII, Capo IV e s.m.i.
Protezione dei lavoratori dai rischi di
esposizione a campi elettromagnetici

Indicazioni operative

in collaborazione con:



Banca Dati Portale Agenti Fisici



ELETTROMAGNETICI: MACCHINARI: **154** MISURE: **116**

Banca Dati Campi Elettromagnetici - CEM o NIR

Marca:



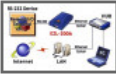
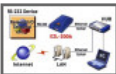
Modello:

Tipologia:
Qualsiasi

Alimentazione:

Misure di tutela:
Qualsiasi

1 2 3 4 5 6 7 **Avanti**

	<p>Tipologia: Antenne delle stazioni radiobase, INTERNO zona acc[...] Tutti - TUTTI Alimentazione: NON IDENTIFICATA</p>
	<p>Tipologia: Antenne stazione radiobase: AREE LIBERO ACCESSO AL[...] Tutti - TUTTI Alimentazione: NON IDENTIFICATA</p>
	<p>Tipologia: Appareti di comunicazione senza fili es. Wi-Fi o B[...] Tutti - Tutti Alimentazione: NON IDENTIFICATA</p>
	<p>Tipologia: Appareti di comunicazione senza fili es. Wi-Fi o B[...] Tutti - Tutti Alimentazione: Elettrica 220V-380V</p>

[Home](#)

[Rumore](#)

[Vibrazioni Mano-Braccio](#)

[Vibrazioni Corpo Intero](#)

[Campi Elettromagnetici](#)

[Descrizione del rischio](#)

[Guida all'uso](#)

[Banca dati](#)

[Banca dati](#)

[Valutazione](#)

[Normativa](#)

[Calcolo esposizione](#)

[Prevenzione e protezione](#)

[Documentazione](#)

[FAQ](#)


[Radiazioni Ottiche Artificiali](#)

[Radiazioni Ottiche Naturali](#)


[Radiazioni Ionizzanti Naturali](#)


[Radiazioni Ionizzanti Artificiali](#)

[Atmosfere Iperbariche](#)



Regione Toscana
Diritti Valori Innovazione
Sostenibilità

 Azienda USL Toscana sud est Servizio Sanitario della Toscana

 SERVIZIO SANITARIO REGIONALE EMILIA-ROMAGNA Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

Newsletter
[Per essere aggiornato iscriviti alla newsletter](#)
[PAF](#)

eventi
[ECM](#)
[Rischio di Esposizione da Agenti Fisici Negli Ambienti di Lavoro: CEM E RO](#)
Webinar
[1 mar 2021](#)
~
[Corso](#)
[Valutatore radiazioni ottiche](#)
Webinar
[1-8-15-20 apr 2021](#)
~

Norme tecniche CENELEC



Who we are

CENELEC is the European Committee for Electrotechnical Standardization and is responsible for standardization in the electrotechnical engineering field. CENELEC prepares voluntary standards, which help facilitate trade between countries, create new markets, cut compliance costs and support the development of a Single European Market.

CENELEC creates market access at European level but also at international level, adopting international standards wherever possible, through its close collaboration with the International Electrotechnical Commission (IEC), under the [Frankfurt Agreement](#).

In an ever more global economy, CENELEC fosters innovation and competitiveness, making technology available industry-wide through the production of voluntary standards.

Through the work of its members together with its experts, the industry federations and consumers, European Standards are created in order to encourage technological development, to ensure interoperability and to guarantee the safety and health of consumers and provide environmental protection.

Designated as a European Standards Organization by the European Commission, CENELEC is a non-profit technical organization set up under Belgian law. It was created in 1973 as a result of the merger of two previous European organizations: CENELCOM and CENEL.

EUROPEAN STANDARD **EN 50499**

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

October 2019

ICS 17.240 Supersedes EN 50499:2008 and all of its amendments and corrigenda (if any)

English Version

Procedure for the assessment of the exposure of workers to electromagnetic fields

Procédure pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques Verfahren für die Beurteilung der Exposition von Arbeitnehmern gegenüber elektromagnetischen Feldern

This European Standard was approved by CENELEC on 2019-08-20. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

© 2019 CENELEC. All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CENELEC Members.

Ref. No. EN 50499:2019 E



Norme tecniche CEI



Missione del CEI

La missione del CEI, quale organismo nazionale "super partes", è quella di pubblicare in Italia documenti normativi di buona tecnica, partecipare all'elaborazione delle corrispondenti normative europee ed internazionali, provvedere al loro recepimento con specifico riguardo ai documenti normativi europei armonizzati ai fini di Direttive comunitarie e Regolamenti, diffondere la cultura tecnico-scientifica in generale e quella della normazione tecnica in particolare.

Per adempiere alla propria missione, il CEI coordina e svolge le seguenti attività (estratto dallo Statuto CEI):

- elaborare, pubblicare, promuovere e diffondere le norme tecniche nel settore elettrotecnico, elettronico e delle telecomunicazioni per materiali, apparecchi, macchine, impianti, processi e loro programmi, stabilendo i relativi requisiti di qualità e sicurezza;
- provvedere alla simbologia, alla nomenclatura, alla terminologia e all'unificazione nei settori di competenza;
- stabilire criteri, metodi di prova e limiti finalizzati al raggiungimento di adeguati livelli di sicurezza, affidabilità e qualità dei prodotti o dei processi, nonché elaborare regole e procedure per prove e controlli di rispondenza alle norme tecniche; fissare criteri di valutazione di laboratori, costruttori, singoli operatori, ai fini del loro accreditamento da parte dei competenti organismi;
- studiare i problemi di carattere scientifico e tecnologico connessi alle esigenze di impiego, funzionamento, sicurezza o altro di prodotti nel settore elettrico, elettronico e delle telecomunicazioni diffondendo la loro conoscenza e utilizzazione nazionale;
- promuovere e sviluppare la cultura tecnica con attività formative e informative di vario genere, con iniziative documentali ed editoriali complementari, anche attraverso corsi di formazione, convegni, seminari e con il supporto di manuali, guide, software applicativi e commentari tecnici;
- promuovere e favorire l'attività di certificazione;
- partecipare alle attività delle organizzazioni internazionali di normazione, rendere operativa l'armonizzazione delle norme tecniche e deliberare sui progetti normativi al fine di assolvere i mandati ricevuti secondo le politiche comunitarie.

CENELEC
EUROPEAN COMMITTEE
FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION

FAQs | Sitemap | Contact us | Feeds/Alerts

You & CENELEC | About CENELEC | News & Views | Standards Development | Members & Experts | Meeting Centre | Advanced Search

About CENELEC > Who we are

Who we are

CENELEC is the European Committee for Electrotechnical Standardization and is responsible for standardization in the electrotechnical engineering field. CENELEC prepares voluntary standards, which help facilitate trade between countries, create new markets, cut compliance costs and support the development of a Single European Market.

CENELEC creates market access at European level but also at international level, adopting international standards wherever possible, through its close collaboration with the International Electrotechnical Commission (IEC), under the [Frankfurt Agreement](#).

In an ever more global economy, CENELEC fosters innovation and competitiveness, making technology available industry-wide through the production of voluntary standards.

Through the work of its members together with its experts, the industry federations and consumers, European Standards are created in order to encourage technological development, to ensure interoperability and to guarantee the safety and health of consumers and provide environmental protection.

Designated as a European Standards Organization by the European Commission, CENELEC is a non-profit technical organization set up under Belgian law. It was created in 1973 as a result of the merger of two previous European organizations: CENELCOM and CENEL.

Norma CEI 211-6

MYNORMA
COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO

NORME ABBONAMENTI SW & LIBRI CORSI

IN VIGORE ?

CEI 211-6

Classificazione 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 GUIDA ?

DATA PUBBLICAZIONE: 2001-01	INIZIO VALIDITÀ: 2001-02
LINGUA: IT	PAGINE: 104
FASCICOLO: 5908	EDIZIONE: PRIMA
AMBITO DI APPLICABILITÀ: NAZIONALE	COMITATO: CEI-CT106

La presente Guida fornisce indicazioni per la scelta della strumentazione e delle modalità di esecuzione delle misure dei campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (0 Hz - 10 kHz), in vista della caratterizzazione dell'esposizione umana.

La Guida è essenzialmente basata sulla Norma IEC 61786 del 1998, ma integra le prescrizioni in essa contenute sulla strumentazione e sulle modalità di misura con altre informazioni ritenute di estrema utilità per l'esecuzione corretta e accurata delle misure. Tali informazioni riguardano essenzialmente:

- le caratteristiche fisiche dei campi;
- i meccanismi di interazione tra i campi elettrici e magnetici e il corpo umano;
- le caratteristiche fondamentali di diversi tipi di sorgente (impianti elettrici, apparecchiature elettriche ed elettroniche);
- i metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici prodotti da linee e stazioni elettriche.

La Guida è rivolta a diversi tipi di utilizzatori, quali i costruttori di strumenti di misura, i progettisti e gli esercenti di impianti elettrici, i costruttori di apparecchiature elettriche ed elettroniche, i laboratori di prova, gli organismi di certificazione e gli enti di verifica.

Norma CEI 211-7



MYNORMA
COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO

NORME ABBONAMENTI SW & LIBRI CORSI

IN VIGORE 

CEI 211-7

Classificazione 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




CEI
GUIDA


DATA PUBBLICAZIONE: 2001-01	INIZIO VALIDITÀ: 2001-02
LINGUA: IT	PAGINE: 92
FASCICOLO: 5909	EDIZIONE: PRIMA
AMBITO DI APPLICABILITÀ: NAZIONALE	COMITATO: CEI-CT106

La presente Guida fornisce indicazioni per la scelta della strumentazione e delle modalità di esecuzione delle misure dei campi elettromagnetici ad alta frequenza (10 kHz - 300 GHz), in vista della caratterizzazione dell'esposizione umana.

La Guida è stata elaborata tenendo conto di una serie di documenti tecnici e normativi disponibili (progetti di norme IEC e CENELEC, norme IEEE, norme nazionali, documenti tecnici aziendali, ecc.) e integra le prescrizioni sulla strumentazione e sulle modalità di misura con altre informazioni ritenute di estrema utilità per l'esecuzione corretta e accurata delle misure. Tali informazioni riguardano essenzialmente:

- le caratteristiche fisiche dei campi;
- i meccanismi di interazione tra i campi elettrici e magnetici e il corpo umano;
- le caratteristiche fondamentali di diversi tipi di sorgente (impianti di telecomunicazione, apparecchiature elettriche ed elettroniche);
- i metodi di calcolo dei campi elettromagnetici prodotti da impianti di telecomunicazione.

La Guida è rivolta a diversi tipi di utilizzatori, quali i costruttori di strumenti di misura, i progettisti e gli esercenti di impianti di telecomunicazione, i costruttori di apparecchiature elettriche ed elettroniche, i laboratori di prova, gli organismi di certificazione e gli enti di verifica.

Norma CEI EN 50499 (2020)



COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO

NORME ABBONAMENTI SW & LIBRI CORSI

IN VIGORE ?

CEI EN 50499

Classificazione CEI: **106-23**

Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici

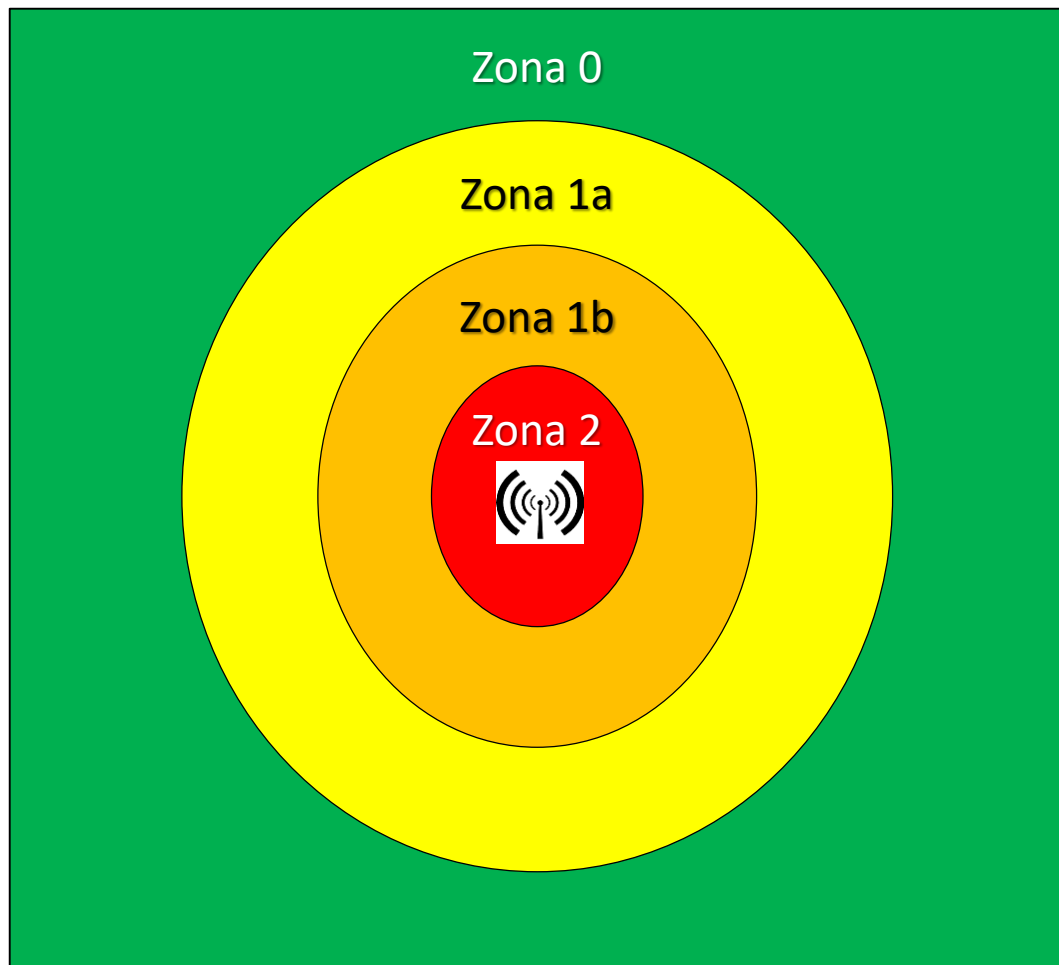
DATA PUBBLICAZIONE: 2020-11 INIZIO VALIDITÀ: 2020-02
LINGUA: IT PAGINE: 42
FASCICOLO: 17779 AMBITO DI
APPLICABILITÀ: INTERNAZIONALE

COMITATO: CEI-CT106



La presente Norma fornisce una procedura generale per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici nei luoghi di lavoro al fine di determinare la conformità ai valori limite di esposizione e/o ai livelli di azione come indicato nella Direttiva Europea 2013/35/EU con lo scopo di proteggere i lavoratori dai rischi per la loro salute e sicurezza derivanti o che potrebbero derivare dall'esposizione a campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz) durante il loro lavoro. Lo scopo di questa Norma è di specificare come eseguire una valutazione iniziale dei livelli di esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici (CEM), includendo, se necessario, una valutazione specifica di tali livelli mediante calcoli e/o misure, e di determinare se sia necessario effettuare una dettagliata analisi del rischio di esposizione ai campi elettromagnetici. Tale Norma può essere utilizzata dai datori di lavoro per la valutazione del rischio e, ove richiesto, per la misurazione e/o il calcolo dell'esposizione dei lavoratori. La Norma consente di effettuare una prima valutazione che, in funzione dei risultati, potrà essere esaustiva oppure potrà richiedere ulteriori analisi e approfondimenti, anche avvalendosi di altre norme per lo specifico luogo di lavoro. È previsto che gli utenti di questa Norma consultino la legislazione nazionale al fine di identificare le normative e i regolamenti nazionali che possono introdurre requisiti aggiuntivi non coperti dalla presente Norma.

Zonizzazione (CEI EN 50499:2020)



Zona 0: esposizione conforme ai LR della Raccomandazione 1999/519/CE ovvero tutte le sorgenti CEM sono giustificate (Tab. 1 CEI EN 50499:2020)

- accessibile al pubblico e a tutti i lavoratori
- eventuali restrizioni per i portatori di DMIA (VA 0,5 mT per CMS)

Zona 1a: esposizione conforme ai limiti per gli effetti sensoriali (VA_{inf} o VLE_{sens})

- **accesso limitato** ai soli lavoratori esposti per motivi professionali
- **accesso non consentito** ai lavoratori con rischi specifici



Zona 1b: esposizione conforme ai limiti per gli effetti sanitari (VA_{sup} o VLE_{san})

- **accesso limitato** ai soli lavoratori esposti per motivi professionali
- **accesso non consentito** ai lavoratori con rischi specifici
- possono essere necessarie **misure di controllo** per limitare gli effetti sensoriali ed escludere rischi per la sicurezza



Zona 2: possono essere superati i VLE per gli effetti sanitari

- **accesso vietato** a chiunque
- **accesso consentito** ai soli lavoratori esposti per motivi professionali (non portatori di rischi specifici) qualora siano attuate **misure correttive** per ridurre l'esposizione almeno entro i VLE_{san} e siano esclusi rischi per la sicurezza



Guida CEI 106-45 (2021)

MYNORMA
COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO

NORME ABBONAMENTI SW & LIBRI CORSI

Home / Ricerca / Risultati / CEI 106-45

IN VIGORE

CEI 106-45

Classificazione CEI: **106-45**

Guida CEM - Guida alla valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza derivante dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 300 GHz nei luoghi di lavoro

CEI GUIDA

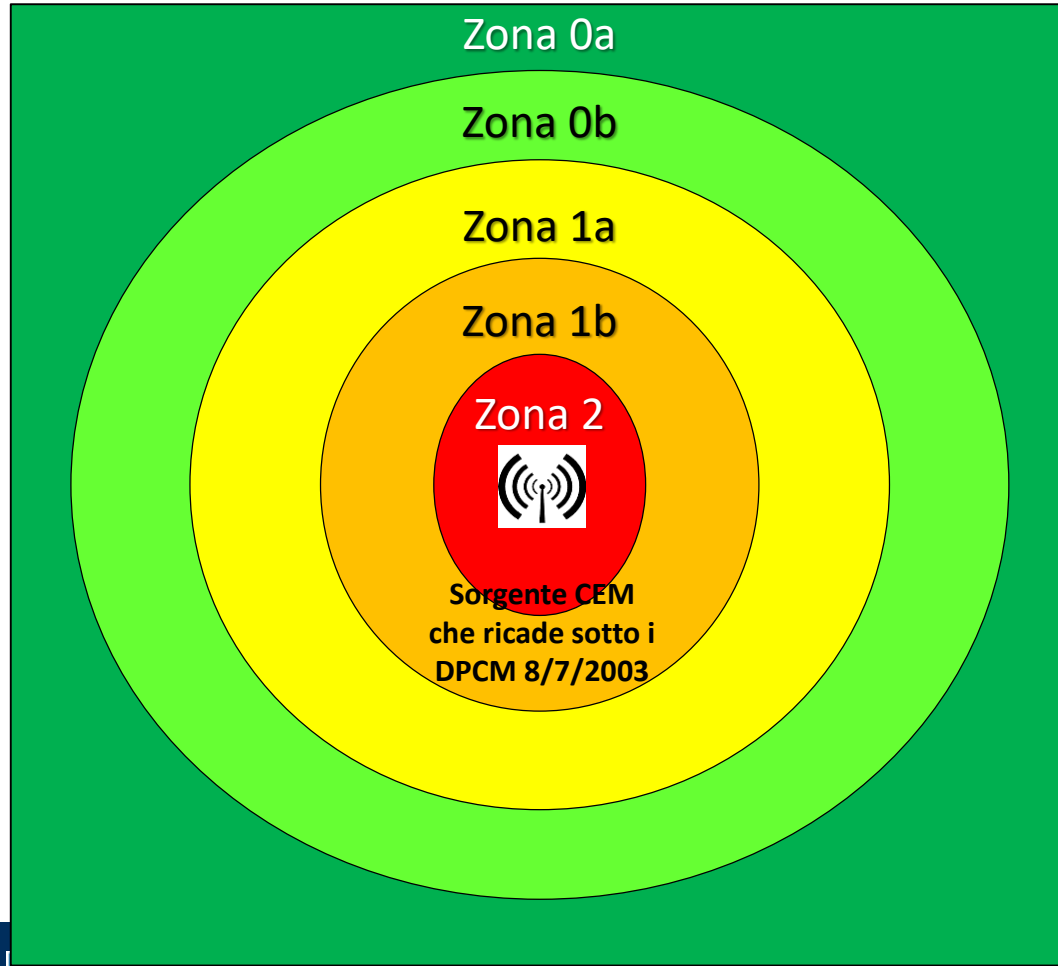
DATA PUBBLICAZIONE: 2021-01 INIZIO VALIDITÀ: 2021-01
LINGUA: IT PAGINE: 144
FASCICOLO: 17850 AMBITO DI APPLICABILITÀ: NAZIONALE
COMITATO: CEI-CT106

La Guida CEM ha lo scopo di fornire un supporto operativo per l'identificazione, la valutazione dell'esposizione e dei rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori derivanti dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) nel campo di frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz, in conformità alla Direttiva 2013/35/EU recepita dal D.Lgs. 81/08 e s.m.i., integrando i contenuti della Norma CEI EN 50499:2020 - Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici e la disciplina sulla protezione dalle esposizioni ai CEM ai sensi della legislazione nazionale vigente.

Nel contempo, la Guida CEM intende fornire chiarimenti interpretativi agli operatori per la valutazione dell'esposizione e del rischio CEM nei luoghi di lavoro, rivolgendosi anche a coloro che non hanno specifiche conoscenze e competenze tecniche in materia.

Negli Allegati alla Guida sono, inoltre, forniti approfondimenti su alcuni temi specifici, integrando i diversi riferimenti legislativi, tecnico-normativi e della letteratura scientifica italiana e internazionale secondo un approccio multidisciplinare. La Guida è corredata anche di alcune schede sinottiche di supporto alla valutazione del rischio relative a specifiche tipologie di sorgenti. L'art. 209 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i. individua le norme tecniche del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) come riferimento per la valutazione dei rischi e l'identificazione dell'esposizione ai CEM.

Zonizzazione (CEI 106-45:2021)



Zona 0a: esposizione conforme ai Limiti di esposizione e ai Valori di attenzione e Obiettivi di qualità dei DPCM 8/7/2003

- accessibile al pubblico e a tutti i lavoratori per permanenze prolungate (≥ 4 h)
- eventuali restrizioni per i portatori di DMIA (VA 0,5 mT per CMS)

Zona 0b: esposizione conforme ai Limiti di esposizione ma possono essere superati i Valori di attenzione e Obiettivi di qualità dei DPCM 8/7/2003

- accessibile al pubblico e a tutti i lavoratori
- non consentite le permanenze prolungate (≥ 4 h)
- eventuali restrizioni per i portatori di DMIA (VA 0,5 mT per CMS)



Zona 1a: esposizione conforme ai limiti per gli effetti sensoriali (VA_{inf} o VLE_{sens})

- **accesso limitato** ai soli lavoratori esposti per motivi professionali
- accesso non consentito ai lavoratori con rischi specifici



Zona 1b: esposizione conforme ai limiti per gli effetti sanitari (VA_{sup} o VLE_{san})

- **accesso limitato** ai soli lavoratori esposti per motivi professionali
- accesso **non consentito** ai lavoratori con rischi specifici
- possono essere necessarie **misure di controllo** per limitare gli effetti sensoriali ed escludere rischi per la sicurezza



Zona 2: possono essere superati i VLE per gli effetti sanitari

- **accesso vietato** a chiunque
- accesso consentito ai soli lavoratori esposti per motivi professionali (non portatori di rischi specifici) qualora siano attuate **misure correttive** per ridurre l'esposizione almeno entro i VLE_{san} e siano esclusi rischi per la sicurezza



Programma

I Parte (15:00 – 16:30)

- Effetti dei campi elettromagnetici
 - Effetti biologici
 - Effetti sanitari e sensoriali
 - Effetti indiretti
- Razionale dei limiti
 - Linee Guida ICNIRP
 - Grandezze di base e di riferimento
 - Esposizione dei lavoratori e della popolazione
- Quadro normativo europeo
 - Raccomandazione 1999/519/CE
 - Direttiva 2013/35/UE
 - Guida Pratica non Vincolante (NBG)
- Quadro normativo nazionale
 - Legge 36/2001 e decreti attuativi
 - D.Lgs. 81/2008 come modificato dal D.Lgs. 159/2016
 - Norme tecniche CEI e banche dati
- Domande (16:15 – 16:30)**

II Parte (16:30 – 18:00)

- Processo di valutazione del rischio
 - Sorgenti giustificabili
 - Tipologie di esposizione
 - CEI EN 50499: 2020
- Valutazione dell'esposizione CEM
 - Fabbricante
 - Letteratura scientifica
 - Misure e/o calcoli
- Valutazione del rischio CEM e misure di prevenzione e protezione
 - Zonizzazione
 - Sorveglianza sanitaria
 - Formazione specifica
 - Comunicazione
 - Deroghe
- Domande (17:45 – 18:00)