



# Rischi da CEM

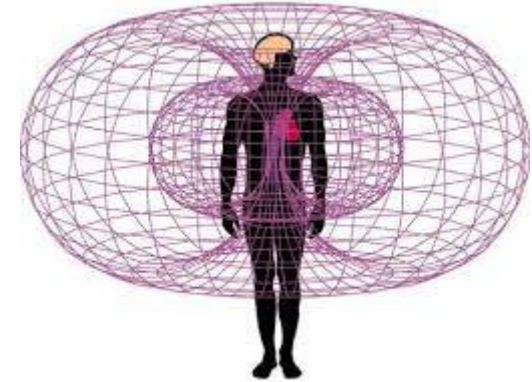
Unità didattica

N. 1

FORMAZIONE SPECIFICA  
STUDENTI EQUIPARATI  
ai sensi del D.Lgs. 81/08 e  
dell'accordo Stato-Regioni  
del 21/12/2011

# CAMPO ELETTROMAGNETICO

**Il campo elettromagnetico (CEM) è composto dalla sovrapposizione di due diversi campi**



## **Il campo MAGNETICO**

- È una porzione di spazio dove sono presenti forze che agiscono su oggetti sensibili al “flusso magnetico”
- È generato da qualsiasi conduttore percorso da corrente elettrica
- È generato anche da magneti permanenti

**Unità di misura:** Tesla (T)  
Spesso si utilizza il sottomultiplo microTesla ( $\mu\text{T}$ )

## **Il campo ELETTRICO**

- È una porzione di spazio dove sono presenti forze che agiscono su oggetti dotati di “carica elettrica”
- È generato da qualsiasi corpo dotato di carica elettrica

**Unità di misura:** Volt/metro (V/m)  
Spesso si utilizza il multiplo kiloVolt/metro (kV/m)

# CAMPO ELETTROMAGNETICO

**I campi MAGNETICO ed ELETTRICO possono essere costanti o variabili nel tempo**

- **Costanti**, sono i campi esistenti in natura (ad esempio il campo magnetico terrestre e quello prodotto dalle calamite)
- **Variabili**, sono principalmente i campi prodotti della rete elettrica di distribuzione (ENEL) e quelli prodotti delle onde radio

I campi variabili sono caratterizzati dalla **frequenza**, cioè da quante volte variano in un secondo

**Unità di misura:** Hertz (Hz) o cicli/secondo

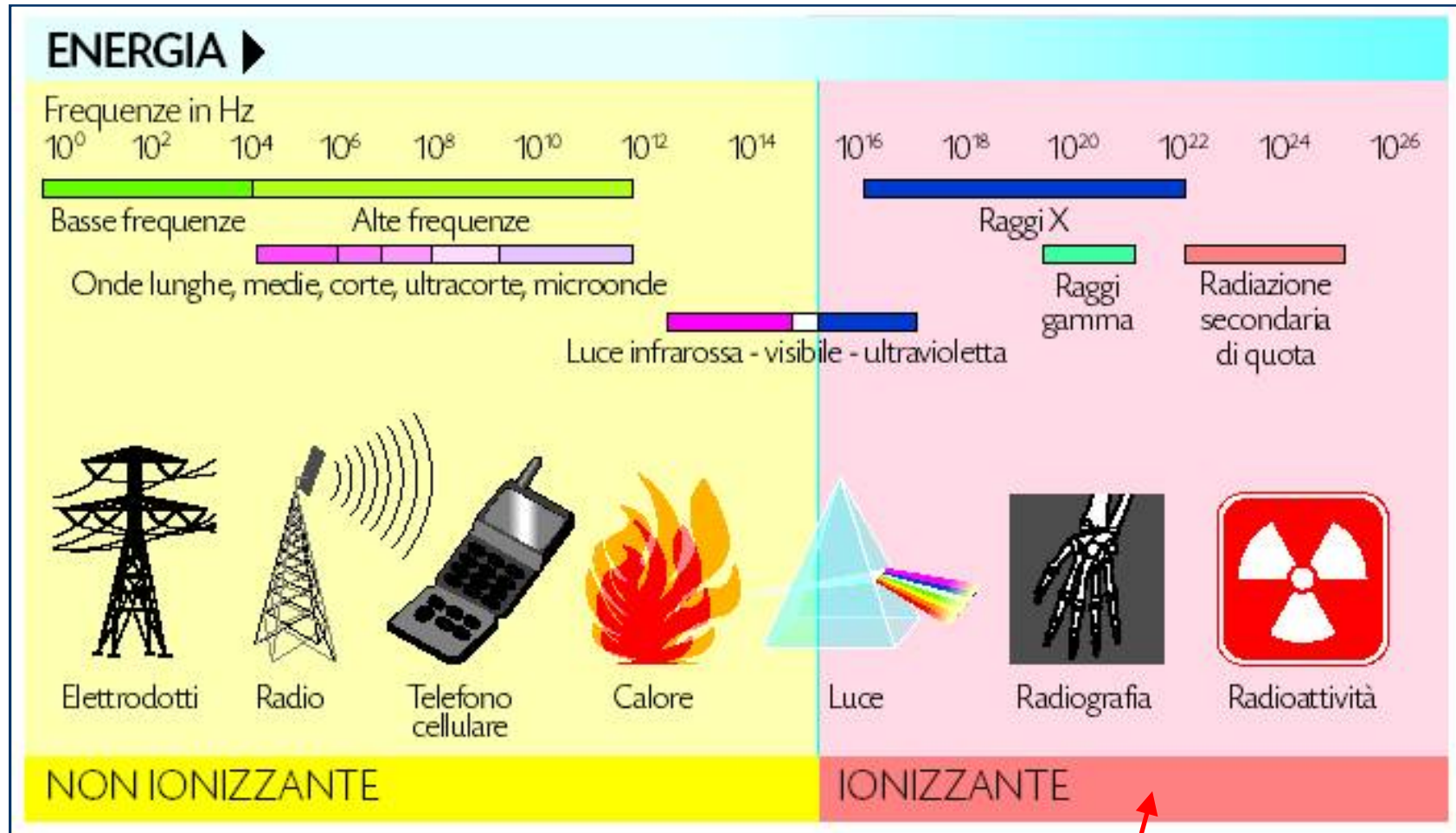


# CAMPO ELETTROMAGNETICO

In base alla loro frequenza, i campi **MAGNETICO** ed **ELETTRICO** vengono classificati in

- **A bassa frequenza**, cioè i campi con frequenze fino a 100 kHz (i più diffusi sono quelli prodotti dalla trasmissione dell'energia elettrica da parte dell'ENEL, a 50 Hz)
- **Ad alta frequenza**, cioè i campi con frequenza da 100 kHz a 300 GHz (i più diffusi sono quelli utilizzati per le trasmissioni radio e TV, dai sistemi wi-fi e dai cellulari)

# SPETTRO ELETTRROMAGNETICO

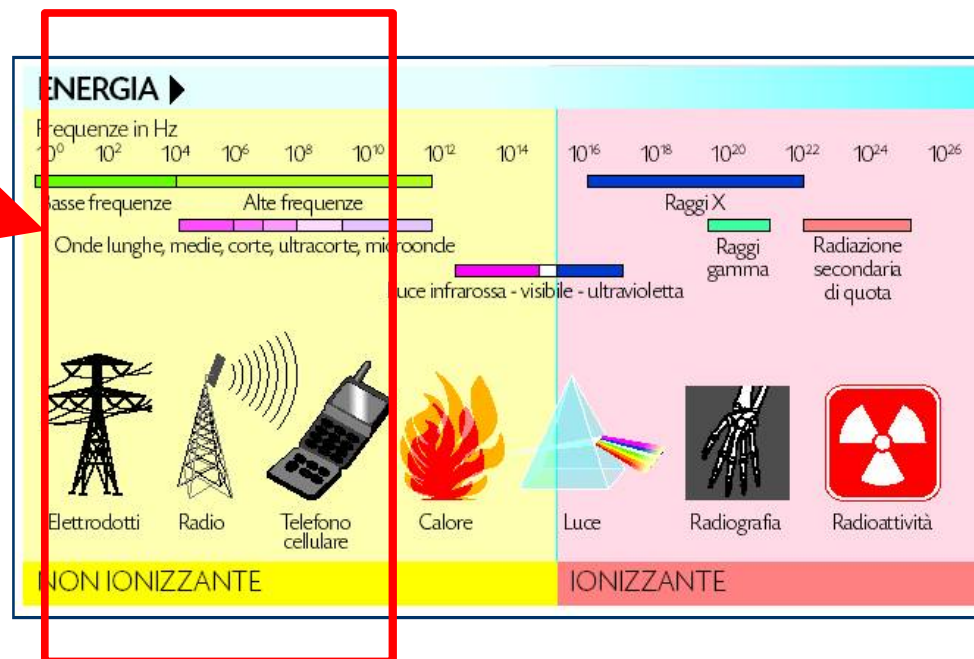


**Le radiazioni ionizzanti sono sicuramente cancerogene (fonte IARC)**

# DI COSA CI OCCUPEREMO

Ci occuperemo dei CEM all'interno di questo intervallo di frequenza, cioè parleremo dei rischi da CEM dovuti a

- elettrodotti
- elettrodomestici
- telefonia mobile
- reti dati wireless (wi-fi)
- antenne radio e tv



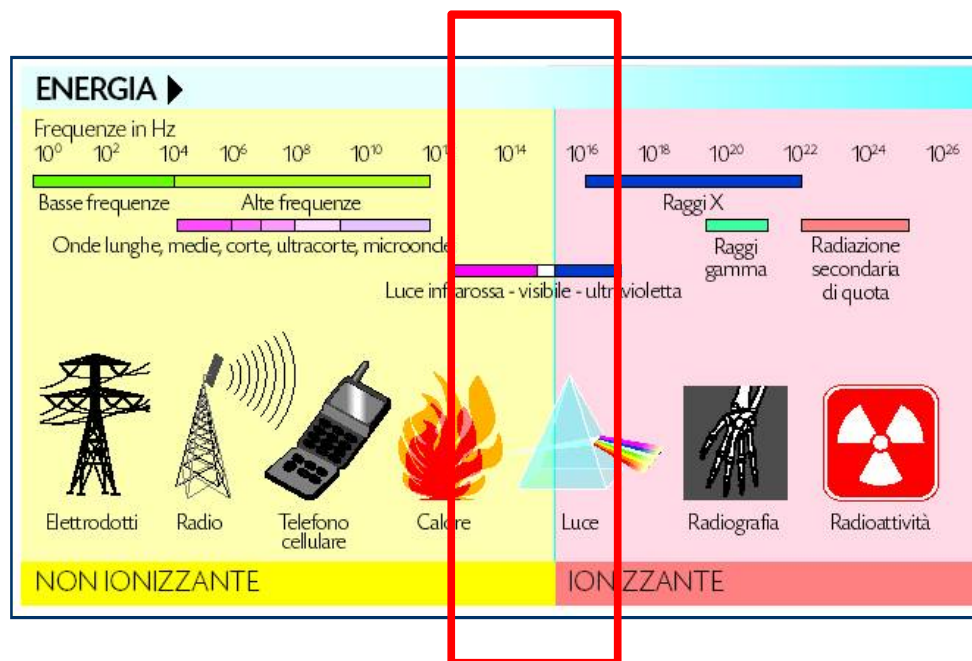
50 Hz – 300 GHz

Oltre alla popolazione (ambienti di vita), sono esposti a rischio da CEM in questo intervallo i lavoratori che utilizzano diversi tipi di apparecchiature, cellulari e/o operano in ambienti in cui sono presenti sistemi wi-fi

# DI COSA NON CI OCCUPEREMO

Non ci occuperemo invece dell'intervallo di frequenza delle cosiddette *radiazioni ottiche*, pur ricordando che in quest'ambito vi sono categorie di lavoratori che sono esposti a rischi da CEM ancora più alti:

- lavoro in altoforni
- impiego di dispositivi a luce laser
- attività di saldatura ad arco
- lavori all'aperto

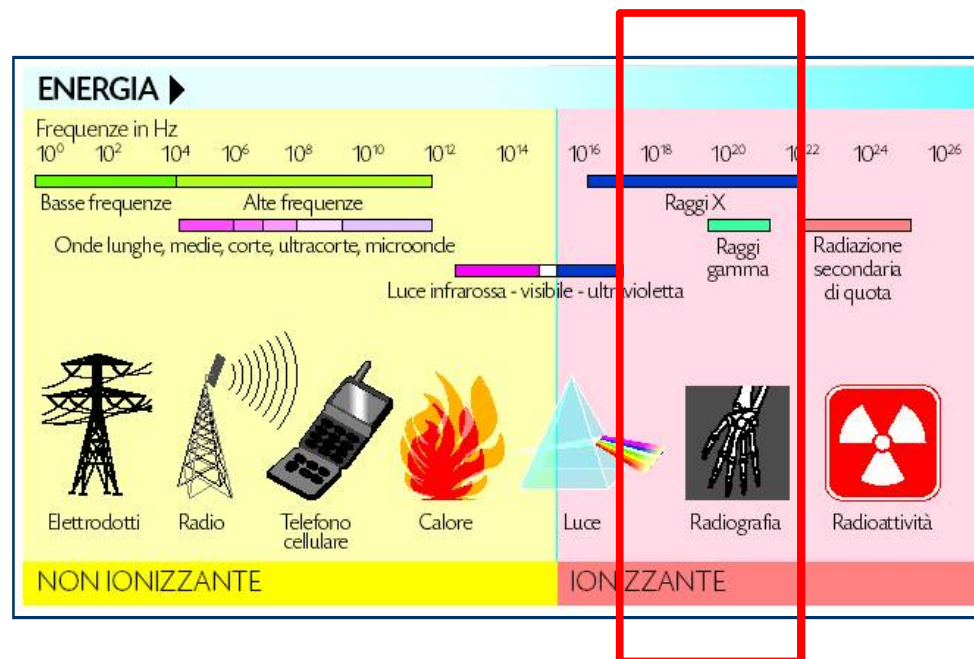




# DI COSA NON CI OCCUPEREMO

Non ci occuperemo neanche dell'intervallo di frequenza superiore, pur ricordando che in quest'ambito vi sono categorie di lavoratori che sono esposti a rischi da CEM molto più alti:

- diagnostica medica
- medicina nucleare
- diagnostica meccanica





# EFFETTI DEI CEM

Gli effetti dei CEM sono definiti in base al rapporto che esiste tra l'intensità del campo cui è esposto l'organismo e il tempo di esposizione, rapporto che richiama il concetto di *dose*

**Segnale di pericolo**  
(presenza di campi  
elettromagnetici)



# EFFETTI DEI CEM

- **Effetti acuti** (a breve termine) - effetti sull'organismo che si manifestano in tempi brevi (minuti) o immediatamente, per esposizione a **valori di campo intensi ma di breve durata** (aumento locale della temperatura, ustioni, stimolazione temporanea di tessuti nervosi o muscolari, interferenza con dispositivi biomedicali, ecc.)
- **Effetti cronici** (a lungo termine) - effetti sull'organismo che si manifestano in tempi lunghi o lunghissimi (anni), per esposizione a **valori di campo inferiori alle soglie di insorgenza di effetti acuti ma lungamente protratta nel tempo** (tumori, sterilità, mutazioni genetiche, ecc.)

# NORMATIVA PER LA POPOLAZIONE

Per la popolazione, il Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri (DPCM) del 8/7/2003 definisce:

- **limite di esposizione** - valore di campo elettrico e magnetico da non superare mai in qualunque ambiente
- **valore di attenzione** - da non superare all'interno di edifici dove le persone permangono più di 4 ore al giorno
- **obiettivo di qualità** - valore da rispettare all'aperto in aree intensamente frequentate

# NORMATIVA SUL LAVORO

Per gli ambienti di lavoro si applica il D.Lgs. 81/2008, Titolo VIII, Capo IV e Allegato XXXVI (\*), che considera solo l'intervallo 0 Hz – 300 GHz e definisce i seguenti *valori* (funzione della frequenza):

- **valori limite di esposizione (VLE)** – il cui rispetto tutela i lavoratori esposti ai CEM contro gli effetti nocivi a breve termine (riscaldamento e stimolazione elettrica dei tessuti) e gli effetti sanitari e sensoriali
- **valori di azione (VA)** – valori di alcuni parametri dei CEM che determinano l'obbligo per il datore di lavoro di adottare una o più delle misure specificate dal decreto stesso

*\*) Il D.Lgs. 159/2016 - Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE - in vigore dal 2 settembre 2016, modifica l'intero capo IV e propone un nuovo allegato XXXVI*



# NORMATIVA BASSA FREQUENZA

DPCM 8/7/2003	Campo Elettrico	Campo Magnetico	Commento
Limite di esposizione	5 kV/m	100 microT	Valore da non superare mai
Valore di attenzione	///	10 microT	Cautelativo In ambienti abitativi (+4h)
Obiettivo di qualità	///	3 microT	Cautelativo Progetto nuovi Elettrodotti

## PER UN CONFRONTO

Campo elettrico tra gli alveoli di una presa domestica – circa 10 kV/m

Campo magnetico terrestre – 25/70 microT



# CEM IN BASSA FREQUENZA (50 Hz)

Molti materiali schermano, cioè riducono, il campo elettrico, mentre pochi riescono a contenere il campo magnetico.

Vale a dire che:

- Il valore di esposizione di 5 kV/m è un valore difficilmente raggiungibile negli ambienti di vita e di lavoro
- Il valore di esposizione di 100 microT è un valore più facilmente raggiungibile



Quindi, in bassa frequenza è importante controllare soprattutto il campo magnetico

# ALCUNI DATI NUMERICI (50 Hz)

Valori di campo magnetico attorno ad alcuni elettrodomestici di uso comune (in microT)

Elettrodomestico	A 3 cm	A 30 cm	A 1 m
Asciugacapelli	6 - 1.000	0,01 - 1	0 – 0,3
Lavatrice	0,6 - 50	0,15 - 3	0,01 - 0,15
Lavastoviglie	3,5 - 20	0,6 - 3	0,07 - 0,3
Forno elettrico	1 - 50	0,15 - 0,5	0,04 - 0,9
Forno microonde	75 - 2.000	4 - 5	0,25 - 0,6
Frigorifero	0,5 - 1,7	0,01 - 0,25	0 - 0,01
Trapano	250 - 600	2 - 3,5	0,06 - 0,2
Rasoio elettrico	15 - 1.500	0,06 - 7	0,01 - 0,3
Robot da cucina	60 - 700	0,6 - 10	0,02 - 0,25

Si nota una legge fisica fondamentale: il campo decresce rapidamente con la distanza dall'apparecchiatura





# ALCUNI DATI NUMERICI (50 Hz)

Valori di campo elettrico (V/m) e magnetico (microT) in un laboratorio di informatica (\*)

Posizione	Campo elettrico	Campo magnetico
Corridoio tra due file di pc, al centro dell'aula	0,35	0,034
Davanti al pc, a 60 cm	0,6	0,045
Davanti al quadro elettrico, a 60 cm	0,4	0,1
Davanti al quadro elettrico, a 30 cm	0,4	1,02
Alla cattedra	0,38	0,003

\*) Essendo un luogo di lavoro, la normativa di riferimento non è più il DPCM 8/7/2003 ma il D.Lgs. 81/08, Titolo VIII – Agenti fisici e Allegato XXXVI VLE – 1,1 V/m e 1.000 microT (purché il campo elettrico sia < 0,14 V/m) 10 V/m e 0,5 microT (prima del 2/9/2016)



# CEM IN ALTA FREQUENZA (100 kHz – 300 GHz)

Una preoccupazione diffusa, riguardo alle stazioni radio base e alle antenne delle reti locali wireless, è che l'esposizione del corpo intero ai segnali a radiofrequenza emessi da queste antenne possa produrre effetti a lungo termine sulla salute. Ad oggi, l'unico effetto sanitario acuto dei campi a radiofrequenza identificato nelle rassegne critiche della letteratura scientifica è quello legato ad aumenti della temperatura ( $> 1^{\circ}\text{C}$ ) susseguenti a esposizioni a campi molto intensi, che possono incontrarsi soltanto in alcuni ambienti industriali, ad esempio in presenza di riscaldatori a radiofrequenza. I livelli di esposizione della popolazione imputabili a stazioni radio base e reti wireless sono talmente bassi che gli aumenti di temperatura sono insignificanti e senza conseguenze per la salute umana.

Testo tratto da



## World Health Organization

Promemoria OMS/304  
17 maggio 2006

**ATTENZIONE:**

**riguarda solo gli  
effetti acuti dei CEM**

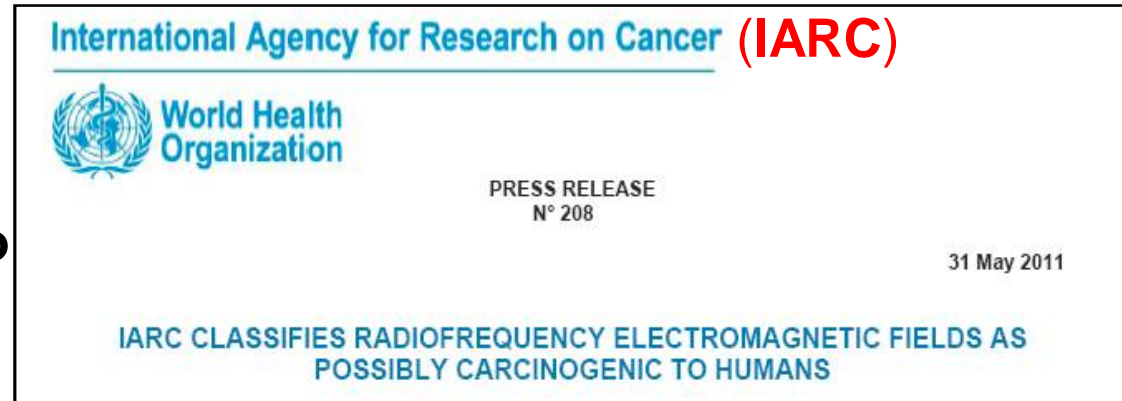
CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA

Stazioni radio base e tecnologie senza fili (wireless)



# CEM IN ALTA FREQUENZA (100 kHz – 300 GHz)

Cinque anni dopo, sempre l'OMS (WHO) prende posizione rispetto agli **effetti cronici** dei CEM, richiamando la seguente classificazione dello IARC:



- **evidenza limitata** tra gli utenti di telefono cellulare per glioma e neuroma del nervo acustico
- **evidenza inadeguata** per gli altri tipi di tumore
- **evidenza inadeguata** per quanto riguarda le esposizioni ambientali e occupazionali

## Dove per

**evidenza limitata** si intende che è stata osservata un'associazione positiva tra l'esposizione a un agente e il cancro, per cui viene considerata credibile un'associazione causale; tuttavia il caso, l'intervento di fattori confondenti o una distorsione statistica (bias) non possono essere esclusi con ragionevole confidenza

## E per

**evidenza inadeguata** si intende che gli studi disponibili non hanno una qualità, una consistenza o una potenza statistica tali da permettere conclusioni relative alla presenza o all'assenza di una associazione causale tra l'esposizione e il cancro

# CLASSIFICAZIONE IARC

- Non classificabile

- Probabilmente non cancerogeno

- Possibile cancerogeno

**CAFFE', GAS DI SCARICO DEI MOTORI A BENZINA, FUMI DI SALDATURA, CAMPI ELETTROMAGNETICI FINO A 300 GHz**

- Probabile cancerogeno

**GAS DI SCARICO DEI MOTORI DIESEL, LAMPADE SOLARI, RADIAZIONE UV, FORMALDEIDE**

- Cancerogeno

**AMIANTO, BENZENE, TABACCO, RADIAZIONI GAMMA E IONIZZANTI**

# NORMATIVA ALTA FREQUENZA

**Il Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri (DPCM) del 8/7/2003 per la popolazione definisce i seguenti valori**

DPCM 8/7/2003	Campo Elettrico	Commento
<b>Limite di esposizione</b> Da 100 kHz a 3 MHz Da 3 MHz a 3 GHz Da 3 a 300 GHz	60 V/m 20 V/m 40 V/m	Valore da non superare mai
Valore di attenzione Da 100 kHz a 300 GHz	6 V/m	In ambienti abitativi (+4h)
Obiettivo di qualità Da 100 kHz a 300 GHz	6 V/m	Cautelativo Nuovi progetti

# CEM IN ALTA FREQUENZA (100 kHz – 300 GHz)

I valori di campo elettrico prodotto dalle apparecchiature di uso quotidiano (cellulari, router w-fi) possono essere considerevoli, mentre, per ragioni costruttive e circuitali, i valori di campo magnetico sono molto ridotti

Quindi, in alta frequenza è importante controllare soprattutto il campo elettrico



# RETI WIRELESS

**Le reti wireless sono classificate in tre categorie**

- **WPAN** - Wireless Personal Area Network - adatta ad applicazioni su piccola scala (collegamenti bluetooth)
- **WLAN** - Wireless Local Area Network - adatta ad applicazioni più grandi, per casa, scuola, lavoro (reti wi-fi)
- **WMAN** - Wireless Metropolitan Area Network adatta per applicazioni grandi, come città, stabilimenti (WiMAX)





# RETI WI-FI (WLAN)

## Alcuni dati sui sistemi wi-fi

- Standard utilizzato - IEEE 802.11x (con x che diventa la lettera relativa ad una delle classi riportate più sotto)
- Frequenze utilizzate - 2,4 GHz o 5,4 GHz
- Classi più diffuse
  - ✓ “a” con 54 Mb/s (5,4 GHz)      raggio azione 20 – 40 m
  - ✓ “b” con 11 Mb/s (2,4 GHz)      raggio azione 50 – 100 m
  - ✓ “g” con 54 Mb/s (2,4 GHz)      raggio azione 50 – 80 m
  - ✓ “n” con 450 Mb/s (2,4/5,4 GHz)



# IL SAR

- IL **SAR** (in italiano TAS = Tasso Assorbimento Specifico) definisce l'assorbimento da parte di un tessuto biologico (10 g) della potenza associata al CEM (unità di misura: **Watt/kg**)
- E' un dato molto importante, da tenere in considerazione al momento dell'acquisto di un nuovo dispositivo wireless
- I produttori devono indicare il SAR nel manuale di istruzioni
- In Europa viene indicato il SAR EU (SAR US quello americano)
- Per i cellulari sono previsti due valori, il SAR corpo (body) e il SAR testa (head)



# IL SAR

- Nei dispositivi wi-fi il SAR dipende anche dalla quantità di dati trasmessi
- Alcuni valori di SAR per dispositivi bluetooth:
  - ✓ USB di classe 1 - 0,466 W/kg
  - ✓ USB di classe 2 - 0,009 W/kg
  - ✓ Vivavoce di classe 3 - 0,0012 W/kg
- Alcuni valori di SAR per access point wi-fi (router wi-fi):
  - ✓ Standard 802.11a - da 0,18 a 0,54 W/kg per traffico da 6 a 30 Mb/s
  - ✓ Standard 802.11g - 0,25 W/kg per traffico di 26 Mb/s

## PER UN CONFRONTO

Valore massimo di SAR EU per i telefoni cellulari - 2 W/kg



# ACCESS POINT PER AZIENDE E SCUOLE

## Un esempio molto diffuso

- >> Professional
- Digital home
- Service Provider

---

- Wireless LAN
  - > Access Point
  - Controller
  - Hotspot e Gateway
  - Accessori
- Security
  - Next Generation Firewall
  - UTM Firewall
  - VPN Firewall
  - Small Business Gateway
  - Sottoscrizioni e Servizi
  - Software Management
- Networking
  - Switch Unmanaged
  - Switch Web Managed Layer 2
  - Switch Managed Layer 2

## Access Point Serie NWA 1100

Serie NWA 1100 Stand Alone per piccole aziende



The image shows a white ZyXEL NWA 1100 Access Point with two antennas. Below it are three smaller images showing different form factors: a desktop model, a wall-mount model, and a ceiling-mount model.

- > Facile installazione grazie al supporto PoE su tutta la gamma
- > Design in vari formati per installazione in desktop, parete, soffitto
- > Compatibili con i software ZON e ZAC
- > Versioni a singola e doppia radio
- > Garantiscono fino a 30 connessioni contemporanee per ciascuna radio
- > Supporto nuovo standard 802.11 AC con velocità fino a 1200Mbps (NWA1123-AC)

[Dove acquistare >](#)

[Benefits](#) [Modelli](#) [Application Diagram](#)

# ACCESS POINT PER AZIENDE E SCUOLE

**Valori di campo elettrico (V/m) rilevati in prossimità di un access point 802.11g (limite di esposizione previsto dal DPCM 8/7/2003 pari a 20 V/m)**



Posizione	Sotto	A sx 1 m	A sx 5 m	A dx 1 m	A dx 5 m
Valore	0,41	0,42	0,34	0,39	0,37

## I valori sono

- molto inferiori al limite di esposizione (circa 50 volte inferiori)
- inferiori anche all'obiettivo di qualità del DPCM (circa 15 volte inferiori)
- poco dipendenti dalla posizione attorno all'access point
- anche se poco visibile dai numeri, il campo decresce rapidamente all'aumentare della distanza dall'access point, tanto che **già a distanza di circa 1 m corrisponde al livello di fondo** (dato dal campo che viene prodotto fuori dall'azienda o dalla scuola)