

LE AREE TEMATICHE : L'INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

Quando si parla di **inquinamento elettromagnetico** o più comunemente **elettrosmog** ci si riferisce alle alterazioni del campo magnetico naturale generate da campi magnetici artificiali.

Sappiamo che la vita sul nostro pianeta si è sviluppata sotto l'influenza di un campo magnetico naturale ed è chiaro che il corpo umano come ogni altro essere vivente da sempre risulta sollecitato e influenzato dal suddetto campo magnetico. Tuttavia è pur vero che nell'ultimo secolo il fondo naturale del magnetismo terrestre ha subito un notevole incremento per la compresenza di sorgenti artificiali in grado di produrre energia elettromagnetica.

L'energia elettromagnetica si diffonde sottoforma di onde, le quali propagandosi e diffondendosi nel vuoto, interagiscono con gli organismi biologici e in genere con tutti gli organismi viventi.

Il campo elettromagnetico (CEM), è a sua volta generato dalle onde, contraddistinte per **frequenza e lunghezza d'onda**.

La frequenza, la lunghezza d'onda e l'energia sono **le proprietà fisiche dei campi elettromagnetici**.

La frequenza corrisponde a un numero di oscillazioni che passano per un determinato punto nell'unità di tempo e si misura in cicli al secondo o **Hertz** (1 KHz = 1.000 Hz – 1 MHz = 1.000.000 Hz – 1 GHz = 1.000.000.000 Hz).

La lunghezza d'onda è inversamente proporzionale alla frequenza: tanto più corta è la lunghezza d'onda, tanto più alta è la frequenza.

L'energia di un'onda elettromagnetica corrisponde a pacchetti di energia chiamati **fotoni**. L'energia è direttamente proporzionale alla frequenza: più alta è la frequenza maggiore è la quantità di energia di ogni fotone.

Il Campo elettromagnetico si misura con il **campo elettrico e il campo magnetico**.

Il campo elettrico (CE) è la regione di spazio in cui una carica elettrica è sottoposta a una forza proporzionale alla carica stessa.

Il campo magnetico (CM) è la regione di spazio attorno a un oggetto particolare detto **sorgente di campo**, nella quale si manifestano forze su altri oggetti della stessa natura della sorgente.

Mentre il campo elettrico si può schermare, diversamente il campo magnetico è difficilmente schermabile e non subisce variazioni all'interno o all'esterno di edifici.

Il Campo elettromagnetico è definito dalle **seguenti grandezze fisiche e relative unità di misura**:

1. **intensità di campo elettrico**. Unità di misura Volt per metro (**V/m**);
2. **intensità di campo magnetico**. Unità di misura Ampere per metro (**A/m**);
3. **induzione magnetica**. Unità di misura Tesla (**T**);
4. **densità di potenza**. Unità di misura watt per metro quadro (**W/mq**). **La densità di potenza** è la potenza elettromagnetica che fluisce attraverso l'unità di superficie normale alla direzione di propagazione

Abbiamo visto come il campo elettromagnetico sia un'entità fisica che rende conto delle interazioni tra cariche elettriche. Se le correnti elettriche oscillano, anche i rispettivi campi elettromagnetici avranno andamenti oscillatori e così muteranno anche le caratteristiche delle onde. Variando o meglio regolando le caratteristiche fisiche delle onde è possibile creare segnali che viaggiano nel vuoto alla velocità della luce e consentono la comunicazione anche a grandi distanze. Si spiegano così i sistemi di telecomunicazione, come la nascita e il proliferare dei mezzi e apparecchiature che utilizzano detti sistemi.

A questo punto andiamo ad analizzare le fonti artificiali di campo elettromagnetico create dall'uomo:

- **Elettrodotti** (incluse le cabine di trasformazione) : sistemi di trasporto dell'energia elettrica;
- **Antenne radio-tv : apparecchi per l'emissione del segnale radio-televisivo;**
- **Stazioni radio-base (SRB) di telefonia mobile:** apparecchi deputati alla ricezione e trasmissione del segnale di telefonia mobile;
- **Elettrodomestici:** apparecchi di uso domestico come lavatrice, frigorifero, microonde.

Le fonti di campo elettromagnetico appena classificate sono le fonti più comuni di inquinamento elettromagnetico e vanno distinte in bassa, e alta frequenza.

BASSA FREQUENZA: la frequenza va dai 0 ai 100 KHz. Le fonti sono: elettrodotti, cabine di trasformazione, elettrodomestici.

Alle basse frequenze si hanno campi elettrici e magnetici che si propagano nello spazio, indipendentemente gli uni dagli altri, e si localizzano in prossimità delle sorgenti che li hanno generati.

L'intensità di campo diminuisce proporzionalmente alla distanza.



ALTRA FREQUENZA: la frequenza va dai 100 KHz a 300 GHz. Le fonti sono: antenne radiotelevisive, stazioni radio base per la telefonia cellulare, telefoni cellulari, impianti radar, ponti radio, etc.



Ripetitore per telefonia cellulare 900 e 1800 Mhz



Ripetitore per telefonia cellulare 900 e 1800 Mhz a destra.

Ponte radio a microonde a sinistra.

Antenne riceventi Tv al centro. Le parabole trasmittenti si riconoscono da quelle per ricezione satellitare in quanto sono chiuse da un "coperchio" protettivo



Antenne per trasmissioni VHF, UHF, FM, ponti a microonde

Alle alte frequenze si hanno campi elettrici e magnetici correlati nello spazio: se esiste l'uno esiste anche l'altro e insieme costituiscono il campo elettromagnetico. Il campo elettromagnetico ha la capacità di propagarsi anche a notevoli distanze dalla sorgente che lo ha generato.

Al di sopra dei 300 GHz si generano le altissime frequenze: le onde possiedono una energia fotonica sufficiente per produrre ionizzazione, ossia per caricare elettricamente le particelle atomiche. Si parla a questo proposito di radiazioni ionizzanti. Le onde al disotto dei 300 GHz producono le radiazioni non ionizzanti, che non sono in grado di produrre ionizzazione.

“L'inquinamento elettromagnetico artificiale è causato dalle radiazioni non ionizzanti che hanno una frequenza compresa tra 0 Hz e 300 GHz (spettro delle radiazioni ionizzanti)”.

In questa sezione connessa alla pianificazione ambientale, è evidente che non ci si occuperà di inquinamento elettromagnetico da ambiente “indoor”, ossia generato in ambito domestico, ma di inquinamento elettromagnetico da ambiente “outdoor”, originato cioè da tutte quelle sorgenti esterne alle abitazioni e più in generale agli edifici.

Come appare chiaro, a causa delle fonti elettromagnetiche di origine antropica, si è sottoposti quotidianamente a radiazioni che influenzano l'ambiente e la salute. Partendo da tale premessa è comprensibile l'attenzione posta al fenomeno elettromagnetico correlato ai rischi per la salute, e l'accezione in questo ambito attribuita alla pianificazione urbanistica, intesa come lo strumento attraverso cui disciplinare interventi sul territorio, volti a garantire prioritariamente uno “stato di salute e sicurezza” per l'uomo e in secondo luogo a preservare l'ambiente (impatto ambientale).

L'esposizione alle radiazioni non ionizzanti può essere causata da diverse sorgenti e può avvenire per brevi periodi o in modo continuativo. Le reali condizioni di rischio dipendono ovviamente dalle caratteristiche delle sorgenti emittenti: potenza, direttività, frequenza, collocazione della sorgente rispetto ai soggetti esposti. Le sorgenti cui porre attenzione in funzione dei rischi per la salute sono soprattutto quelle generate dalle linee ad alta tensione. Dette sorgenti possono essere la causa di elevati livelli di esposizione e per periodi prolungati della popolazione.

Altrettanto significative sono le sorgenti rappresentate dagli impianti radiotelevisivi, le antenne radiobase per la telefonia cellulare, queste ultime molto diffuse in ambito urbano.

La tendenza italiana nella predisposizione della normativa di settore è stata più attenta alla tutela e al rischio connesso ad esposizioni prolungate nel tempo a livelli molto bassi, anche in assenza di una accertata connessione causa effetto tra l'esposizione e il danno.

All'interno di una situazione di incertezza e in mancanza di una dimostrazione scientifica consolidata in campo medico di un nesso di causalità tra danno fisico ed esposizione ai campi elettromagnetici artificiali, l'Italia ha scelto la strada della "prudenza", ossia in termini normativi ha inteso adottare misure di cautela riducendo le emissioni per quanto possibile, pur garantendo la funzionalità dei servizi, e comunque adottando come valore di cautela un limite di campo elettrico di 6 V/m in tutte le situazioni in cui è prevista una permanenza prolungata di almeno quattro ore al giorno.

La normativa italiana in termini di inquinamento elettromagnetico è stata disciplinata in maniera univoca dalla **Legge quadro n. 36 del 22.02.2001** sulla "protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". La legge ha grande significato all'interno del panorama normativo internazionale, in quanto affronta la tutela della salute e dell'ambiente dai campi elettromagnetici, considerando le frequenze comprese nell'intervallo tra 0 Hz e 300 GHz.

Anteriori alla Legge Quadro e altrettanto significativi sono i seguenti decreti:

1. **il D.P.C.M. del 23.04.1992** che andava a fissare i limiti massimi di esposizione ai campi elettrici e magnetici generati alla **frequenza industriale nominale (50 Hz)** negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
2. **il D.M.A. del 10.09.98 n. 381** relativo alle frequenze **comprese tra i 100 KHz e 300 GHz**;
3. **il D.P.C.M. del 28.09.1995** contenente le "norme tecniche procedurali di attuazione del D.P.C.M. del 23.04.1992 relativamente agli elettrodotti". Il decreto affronta il problema del risanamento degli elettrodotti considerando in prima battuta il rispetto dei soli limiti di esposizione e fissando il termine ultimo per il completamento delle azioni al 31.12.04. Secondo il decreto il risanamento finalizzato all'osservanza delle distanze di rispetto si sarebbe dovuto attuare negli anni successivi.

La legge 36/01 ha preannunciato e previsto un decreto relativo ai limiti per le sorgenti dei campi elettromagnetici alle alte frequenze. Detto decreto pubblicato sulla G.U. 199 del 29.08.03 è **il D.P.C.M. del 08.07.03** che fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati da frequenze comprese tra i 100 KHz e 300 GHz.

Per le sorgenti dei campi elettromagnetici alle basse frequenze ricordiamo ancora **il D.P.C.M. del 08.07.03** che fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici alle frequenze di rete (50 Hz) generate dagli elettrodotti.

La normativa italiana sull'inquinamento elettromagnetico è corposa e riguarda ambiti diversi, pertanto al fine di facilitarne la consultazione si allega al presente documento una dettagliata appendice legislativa, completa di tutte le norme catalogate secondo l'ordine cronologico.

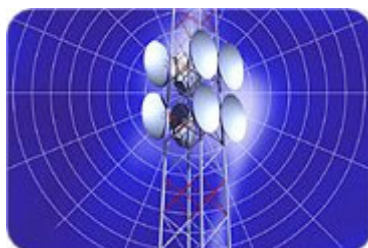


Tabella 1. Confronto tra i limiti nazionali e internazionali per le frequenze tipiche della telefonia mobile (900-1.800 MHz)

	Limiti di campo elettrico E (V/m)		Limiti di campo magnetico H (A/m)		Limiti di densità di potenza (W/m ²)	
	900 MHz	1800 MHz	900 MHz	1800 MHz	900 MHz	1800 MHz
	ICNIRP	41.25	58.3	0.11	0.15	4.5
CENELEC	41.1	58.1	0.10	0.15	4.5	9
DIN/VDE (Germania)	41.1	58.1	0.10	0.15	4.5	9
ANSI (Usa)	-	-	-	-	6	12
NRPB (Regno Unito)	112.5	194	0.29	0.52	33	100
Italia - Limite di esposizione (sanitario)	20	20	0.05	0.05	1	1
Italia - luoghi con permanenza di 4 o più ore	6	6	0.016	0.016	0.1	0.1

Tabella 2. Confronto fra i limiti nazionali e internazionali per le frequenze industriali (50 Hz)

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B (μT)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
Bozza di DPCM in itinere	Limite di esposizione	100	5.000
	Limite di attenzione	0,5	1.000
	Obiettivo di qualità	0,2	500
Racc. 199/512/CE	Livelli di riferimento (ICNIRP 1998, OMS)	100	5.000

Tabella 3 - Limiti di base per la popolazione per le alte frequenze (ICNIRP, 1998)

Gamma di frequenza f	Densità di corrente (mA/m ² rms)	SAR mediato (corpo intero) (W/Kg)	SAR localizzato (capo e tronco) (W/Kg)	SAR localizzato (arti) (W/Kg)	Densità di potenza (W/m ²)
100 kHz – 10 MHz	$f / 500$	0.08	2	4	-
10 MHz – 10 GHz	-	0.08	2	4	-
10 – 300 GHz	-	-	-	-	10

Tabella 4 - Livelli di riferimento per la popolazione per le alte frequenze (ICNIRP, 1998)

Intervallo di frequenza f	Intensità di campo E (V/m)	Intensità di campo H (A/m)	Campo B (mT)	Densità di potenza onda piana equivalente (W/m ²)
0,15 – 1 MHz	87	$0.73 / f$	$0.92 / f$	-
1 – 10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0.73 / f$	$0.92 / f$	-
10 – 400 MHz	28	0.073	0.092	2
400 – 2000 MHz	$1.375 f^{1/2}$	$0.0037 f^{1/2}$	$0.0046 f^{1/2}$	$f / 200$
2 – 300 GHz	61	0.16	0.45	10

**Tabella 5 - Livelli di riferimento per i campi elettromagnetici
(0 Hz-300 GHz, valori efficaci rms non perturbati)**

Intervallo di frequenza f	Intensità del campo elettrico E (V/m)	Intensità del campo magnetico H (A/m)	Campo di induzione magnetica B (μT)	Densità di potenza onda piana equivalente
0-1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	-
1 - 8 Hz	10000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
8 - 25 Hz	10000	$4000 / f$	$5000 / f$	-
0,025 - 0,8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	-
0,8 - 3 kHz	$250 / f$	5	6,25	-
3 - 150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 - 1 MHz	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-
1 - 10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-
10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 - 2000	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f / 200$
2 - 300 GHz	61	0,16	0,20	10

Tabella 6 - Limiti previsti dalla normativa internazionale e dalle normative nazionali in tema di protezione della popolazione dagli effetti sanitari dell'esposizione ai campi elettromagnetici a frequenza industriale (50 Hz).

Area / Paese	Riferimento normativo	Note	Applicazione dei limiti	Induzione magnetica B (μT)	Campo elettrico E (V/m)
Unione Europea	Raccom. 1999/512/CE	Raccomandazione non prescrittiva	Per esposizioni prolungate	100	5.000
Austria	Legge nazionale del 1994	Limiti aventi valore legale	Per esposizioni prolungate	100	5.000
			Per poche ore al giorno	100	10.000
Belgio	Regolamento del 1988	Limiti aventi valore legale	Aree abitate	-	5.000
			Aree non abitate	-	10.000
Francia	Linee guida ICNIRP 1998	Limiti adottati volontariamente dall'industria		100	5.000
Germania	Ordinanza federale del 1987	Limiti aventi valore legale	Per esposizioni prolungate	100	5.000
Olanda	Health Council Report 2000	Limiti aventi valore legale	Per esposizioni prolungate	120	6.000
Regno Unito	Linee guida NRPB del 1993	Limiti aventi valore legale	Per esposizioni prolungate	1.800	12.000
Repubblica Ceca	Legge nazionale del 2001	Limiti aventi valore legale	Per esposizioni prolungate	100	5.000
Svizzera	Ordinanza federale del 2000	Limiti aventi valore legale	Aree abitate, nuovi impianti	1	5.000
			Aree non abitate	100	5.000
Canada	Linee guida ICNIRP 1998	Limiti aventi valore legale	Per esposizioni prolungate	100	5.000
Australia	Linee guida ICNIRP 1998	Limiti imposti per i nuovi impianti		100	5.000
Nuova Zelanda	Linee guida ICNIRP 1998	Limiti imposti dal Ministero della sanità	Per esposizioni prolungate	100	5.000
Giappone	Decreto Ministero Industria	Limiti aventi valore legale	Aree abitate	-	3.000
Italia	DPCM 23 aprile 1992	Limiti aventi valore legale	Per l'intera giornata	100	5.000
			Per poche ore al giorno	1.000	10.000
	DPCM in itinere	Limiti aventi valore legale	Limiti di esposizione	100	5.000
			Valori di attenzione	0,5	1.000
			Obiettivi di qualità	0,2	600

Tabella 7 - Limiti di esposizione per la popolazione ai campi elettromagnetici (DM 381/1998)

Frequenza f (MHz)	Valore efficace del campo elettrico E (V/m)	Valore efficace di intensità del 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

Tabella 8 - Valori di cautela in corrispondenza di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore (DM 381/1998)

Valore efficace del campo elettrico (V/m)	Valore efficace del campo magnetico (A/m)	Densità di potenza media (W/m ²)
6	0.016	0.10

Tabella 9 - Confronto fra livelli di riferimento, limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità.

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B (μT)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
Bozza di DPCM in itinere	Limite di esposizione	100	5.000
	Limite di attenzione	0,5	1.000
	Obiettivo di qualità	0,2	500
DPCM 23 aprile 1992	Limite di esposizione per l'intera giornata	100	5.000
	Limite di esposizione per poche ore al giorno	1.000	10.000
Racc. 1999/512/CE	Livelli di riferimento (ICNIRP 1998, OMS)	100	5.000