

# Quadro di Riferimento Ambientale

## *Componente*

### *Radiazioni Non Ionizzanti*

**Agrigento , novembre-dicembre 2004**





## Hanno collaborato:

### Settore “Sviluppo criteri e strumenti di valutazioni integrate”

- Dott.ssa Luciana Sinisi
- Dott.ssa Cinzia Bartoccioni
- Ing. Stefano Pranzo
- Dott.ssa Valentina Sini
- Dott.ssa Jessica Tuscano

### Settore “Metodologie di analisi e valutazioni dell’impatto ambientale”

- Ing. Vincenzo Cammarata
- Arch. Giampiero Baccaro
- Dott.ssa Anna Cacciuni
- Dott.ssa Caterina D’Anna
- Ing. Enrico Mazzocchi
- Dott. Giorgio Occhipinti
- Ing. Stefano Saffioti
- Dott. Paolo Sciacca
- Sig.ra Rossella Sisti





# Quadro di riferimento Ambientale

## *Componente Radiazioni Non Ionizzanti*

- Aspetti normativi
- Elementi per la caratterizzazione dello stato attuale e futura della componente
- Valutazione degli impatti





## Da: allegato I DPCM 27/12/1988 Definizione delle componenti e dei fattori ambientali

- h) Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti:** considerati in rapporto all'ambiente sia naturale che umano;

L'allegato II del DPCM 27/12/1988  
fornisce gli elementi per la  
“Caratterizzazione ed analisi delle componenti e  
dei fattori ambientale





## Definizione della componente:

### Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

da allegato II DPCM 27/12/1988

L'art.5 dell'Allegato II D.P.C.M. 27 Dicembre 1988 prevede che la caratterizzazione della qualità dell'ambiente, per la componente radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, dovrà consentire la definizione delle modifiche indotte dall'opera, verificarne la compatibilità con gli standard esistenti e con i criteri di prevenzione di danni all'ambiente ed all'uomo, attraverso:

- a) La descrizione dei livelli medi e massimi di radiazioni presenti nell'ambiente interessato, per cause naturali ed antropiche, prima dell'intervento;
- b) La definizione e caratterizzazione delle sorgenti e dei livelli di emissioni di radiazioni prevedibili in conseguenza dell'intervento;





## Definizione della componente:

### Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

da allegato II DPCM 27/12/1988

- c) La definizione dei quantitativi emessi nell'unità di tempo e del destino del materiale (tenendo conto delle caratteristiche proprie del sito) qualora l'attuazione dell'intervento possa causare il rilascio nell'ambiente di materiale radioattivo;
- d) La definizione dei livelli prevedibili nell'ambiente, a seguito dell'intervento sulla base di quanto precede per i diversi tipi di radiazione;
- e) La definizione dei conseguenti scenari di esposizione e la loro interpretazione alla luce dei parametri di riferimento rilevanti (standards, criteri di accettabilità, ecc.);





## Definizione della componente:

### Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

da allegato III DPCM 27/12/1988

In particolare, l'Allegato III, con riferimento ad alcune categorie di opere, specifica che:

*Centrali termiche e impianti per la produzione di energia elettrica (impianti di combustione, centrali nucleari ed altri reattori nucleari)*

Secondo quanto previsto dall'art.5, comma 3, si dovranno descrivere e stimare gli effetti sull'ambiente con riferimento alle infrastrutture elettriche e agli elettrodotti, nonché alle scelte progettuali ed alle misure di attenuazione individuate.

*Elettrodotti aerei esterni* per il trasporto e la distribuzione di energia elettrica con tensione nominale di esercizio superiore a 150 kV e con tracciato di lunghezza superiore a 15 km.





# Valutazione degli impatti Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

Le radiazioni (onde elettromagnetiche) possono essere classificate a seconda della *frequenza* ed *energia* come “radiazioni ionizzanti” o “radiazioni non ionizzanti (NIR)”

Le **radiazioni non ionizzanti** appartengono a quella parte dello spettro elettromagnetico in cui l'energia fotonica è troppo bassa per rompere i legami atomici e producono principalmente effetti termici

Le **radiazioni ionizzanti** per la loro elevata energia sono in grado di rompere i legami molecolari delle cellule e possono indurre mutazioni genetiche.

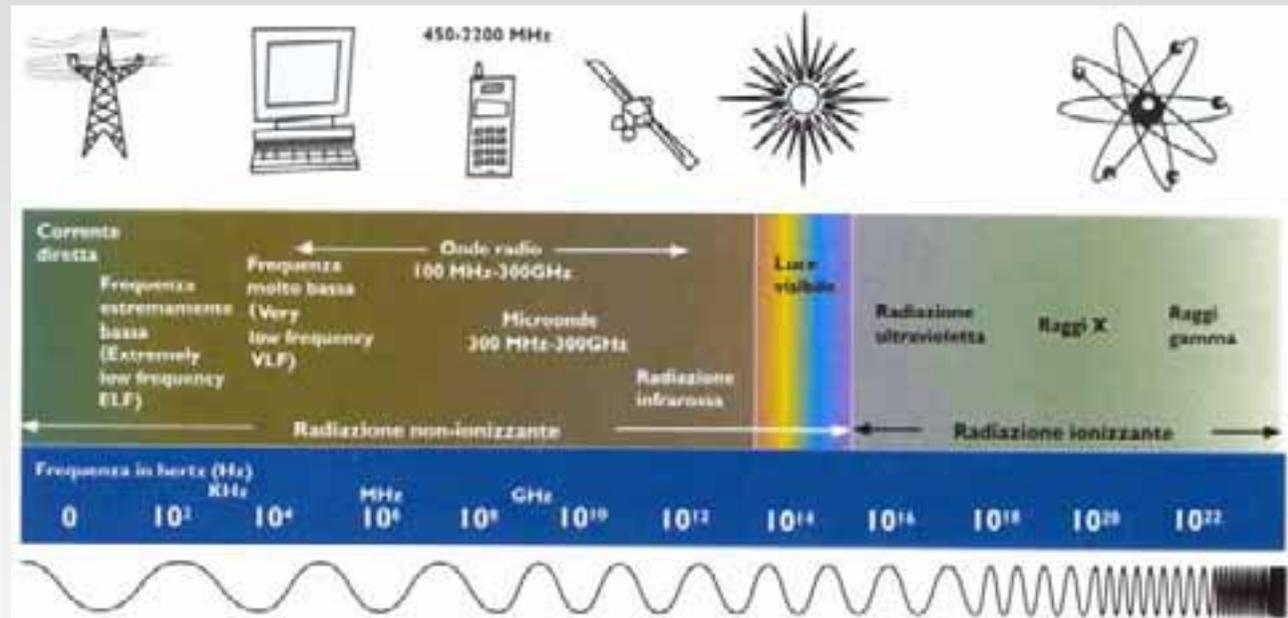


Figura estratta dal sito dell'ARPAV <http://www.arpa.veneto.it/indice.htm> nella sezione delle Radiazioni non ionizzanti, “Campi e onde elettromagnetiche”.

Le NIR comprendono i campi a frequenza estremamente bassa (ELF, da 0 a 10 kHz), i campi a radiofrequenze (RF, da 10 kHz e 300 MHz) e microonde (MW, da 300 MHz a 300 GHz)





## Caratterizzazione dello stato attuale

### Radiazioni non ionizzanti

La caratterizzazione ante-operam della componente avviene tenendo in considerazione i seguenti fattori:

- definizione dell'ambito di studio (descrizione e localizzazione di insediamenti abitativi, residenziali e industriali);
- localizzazione e descrizione delle caratteristiche fisiche ed elettriche delle sorgenti presenti nell'area interessata dal progetto (frequenza, parametri dimensionali, parametri elettrici, ecc.);
- censimento, corredato di indicazioni planimetriche, di eventuali sorgenti di campo interferenti con l'opera da realizzare (ad es. attraversamenti di elettrodotti con linee ferroviarie, ecc.);
- stima della distribuzione dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici in funzione della distanza dalla sorgente e delle caratteristiche dell'ambiente circostante (mappatura del fondo elettromagnetico ante-operam);
- indicazione del tipo e versione dell'algoritmo di calcolo utilizzato per effettuare le stime del campo (conforme alle Norme CEI);





## Analisi delle interazioni opera-ambiente

### Radiazioni non ionizzanti

L'analisi dei livelli di radiazioni emesse nell'ambiente a seguito della realizzazione dell'opera si effettua mediante:

- localizzazione e descrizione delle caratteristiche fisiche ed elettriche delle sorgenti di radiazioni introdotte dal progetto (frequenza, parametri dimensionali, parametri elettrici, ecc.);
- descrizione e localizzazione di insediamenti abitativi, residenziali e industriali potenzialmente esposti a livelli critici di radiazioni;
- stima dei livelli globali di radiazioni tenendo conto dell'azione di tutte le sorgenti connesse e non connesse all'opera;
- descrizione degli adeguamenti necessari per la risoluzione delle eventuali interferenze tra sorgenti e opera in progetto;
- definizione degli interventi di mitigazione che si rendessero necessari per i ricettori ritenuti più sensibili e maggiormente esposti;
- definizione del monitoraggio post-operam.





## Valutazione degli impatti Radiazioni non ionizzanti

La valutazione dell'inserimento dell'opera nell'ambiente passa attraverso:

- *Previsione degli impatti*, ossia una stima dell'entità degli impatti mediante l'utilizzo di modelli di tipo numerico, di tipo logico, ecc..
- *Valutazione della significatività degli impatti*, che riconduce ad una valutazione della “perdita di qualità” dell'ambiente conseguente a:
  - consumo di risorse (beni naturali, opere dell'uomo),
  - insorgenza di situazioni di rischio (per la salute e le attività umane);

Le valutazioni sono agevolate dall'esistenza di precisi standard di riferimento, posti dalla normativa;





## Valutazione degli impatti Proprietà dei campi elettromagnetici

Da quanto detto la *frequenza* risulta quindi un parametro di estrema rilevanza nella determinazione delle proprietà fisiche dei campi elettromagnetici che indica quante volte un evento si ripete nell'unità di tempo. La frequenza di un'onda è il numero di oscillazioni al secondo.

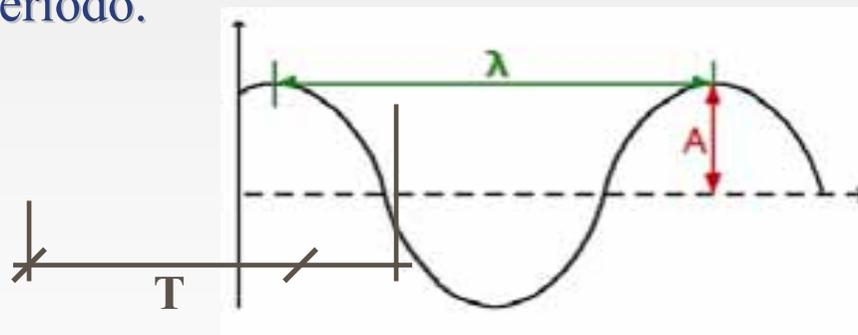
La *lunghezza d'onda* è la distanza fra due creste consecutive di un'onda sinusoidale.

Quando un'onda viaggia con una certa velocità "v" (nel caso delle onde elettromagnetiche nel vuoto la velocità è indicata con "c" ed è pari a 300.000 km/s), ogni punto dell'onda percorre una distanza pari a una lunghezza d'onda in un intervallo di tempo pari a un periodo.

Così:

$$c = \lambda / T \text{ oppure } c = \lambda f$$

dove T è il periodo ossia:  $f = 1/T$





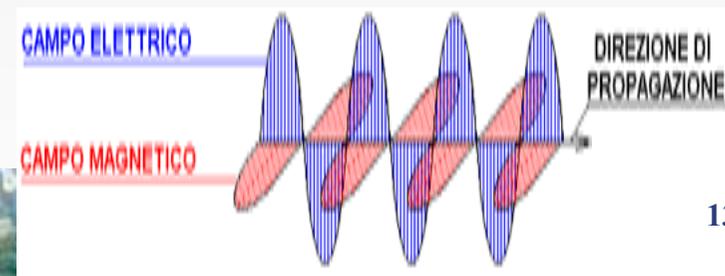
# Valutazione degli impatti

## Proprietà dei campi elettromagnetici

- I campi EM oscillanti a frequenze estremamente basse (ELF) hanno proprietà simili a quelle dei campi statici (0 Hz), da cui differiscono perchè le loro ampiezze oscillano indipendentemente nel tempo. Essi sono per questo anche denominati *campi quasi statici*. Nella descrizione di tali campi spesso si considera la grandezza induzione magnetica B, che tiene conto della magnetizzazione della materia, in luogo del campo magnetico H anche per il fatto che B ed H sono strettamente correlati dalla relazione:  $B = \mu_0 H$  con  $\mu_0$  permeabilità magnetica del vuoto. Useremo quindi il termine campo magnetico indifferentemente per B ed H, tenendo presente che B si misura in  $\mu\text{T}$  (microTesla) ed H in A/m (ampere al metro) e che vale la relazione:  $1 \mu\text{T} = 0.8 \text{ A/m}$ .
- A frequenze più elevate (RF-MW) il campo elettromagnetico può essere descritto in termini di onde elettromagnetiche la cui propagazione comporta il trasporto di energia che abbandona la sorgente. Le direzioni dei campi elettrico (E) e magnetico (H) sono, in questo caso, tra loro ortogonali e dirette perpendicolarmente alla direzione di propagazione, mentre le loro intensità, che decrescono regolarmente allontanandosi dalla sorgente (in modo inversamente proporzionale a R, con R distanza dalla sorgente), sono tra loro strettamente correlate tramite la relazione:

$$E/H = 377 \Omega$$

dove  $377 \Omega$  (ohm) viene denominata impedenza del vuoto.





## Valutazione degli impatti Proprietà dei campi elettromagnetici

- Nell'intervallo di frequenze ELF i campi E e B (o H) assumono valori del tutto indipendenti, pertanto, occorre valutare entrambi per definire in modo completo "l'ambiente" elettromagnetico.
- Nel caso delle radiazioni RF-MW sarà pertanto sufficiente determinare il campo elettrico E o il campo magnetico H, a causa della relazione precedentemente riportata che consente, noto uno dei due parametri, di conoscere anche l'altro.
- La misura dei parametri fisici E, B consente di determinare quanto sia intenso il campo EM al quale si è esposti. Per tale motivo questi parametri si possono denominare **parametri di esposizione**.





# Valutazione degli impatti Proprietà dei campi elettromagnetici

## *Campo vicino*

A distanze brevi dalla sorgente (rispetto alle dimensioni di questa e alla lunghezza d'onda) i campi elettrici e magnetici hanno distribuzioni complesse.

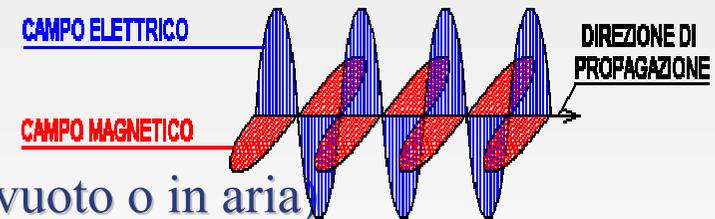
ELF (50 Hz)  $\longrightarrow$   $\lambda=6000$  km

## *Campo lontano*

Per distanze maggiori di  $\lambda$  i campi elettrico e magnetico hanno un andamento regolare e trasportano energia lontano dalla sorgente. Inoltre:

- si propagano attraverso onde sferiche;
- sono perpendicolari l'uno all'altro;
- sono in fase spaziale e temporale;
- hanno intensità proporzionali:  $E = 377 \cdot H$  (nel vuoto o in aria)

Costituiscono un'unica entità detta *campo elettromagnetico*.



Telefonia cellulare (900 MHz)  $\longrightarrow$   $\lambda=30$  cm





## Valutazione degli impatti Radiazioni non ionizzanti

Per valutare gli impatti di natura elettromagnetica è necessario fare una analisi distinta a seconda della *frequenza* della radiazione.

I due DPCM dell'8/07/'03, attuativi della L. 22/02/'01, n°36 – “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, riguardano:

- DPCM 8/7/'03 - “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati negli elettrodotti”.
- DPCM 8/7/'03 - “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”, da sorgenti fisse (*sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi*);
- Per campi a frequenze tra 0 Hz e 100 kHz non riconducibili agli elettrodotti e per campi a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz non riconducibili a sistemi fissi, i DPCM prevedono l'applicazione dell'insieme completo delle restrizioni stabilite nella Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999.





# DPCM 08/07/2003

“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati negli elettrodotti”.

	Intensità campo Elettrico E (V/m)	Induzione Magnetica B (uT)
<b>Limiti di Esposizione</b>	5000 (intesi come valori efficaci)	100 (intesi come valori efficaci)
<b>Valori di Attenzione</b>		10 (intesi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)
<b>Obiettivi di qualità</b>		3 (intesi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)



E' fissato l'obiettivo di qualità, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione:

- a) nella **progettazione di nuovi elettrodotti** in corrispondenza di:
- aree gioco per l'infanzia;
  - di ambienti abitativi;
  - di ambienti scolastici;
  - di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.
- b) nella **progettazione dei nuovi insediamenti** e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio.

valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli **effetti acuti**

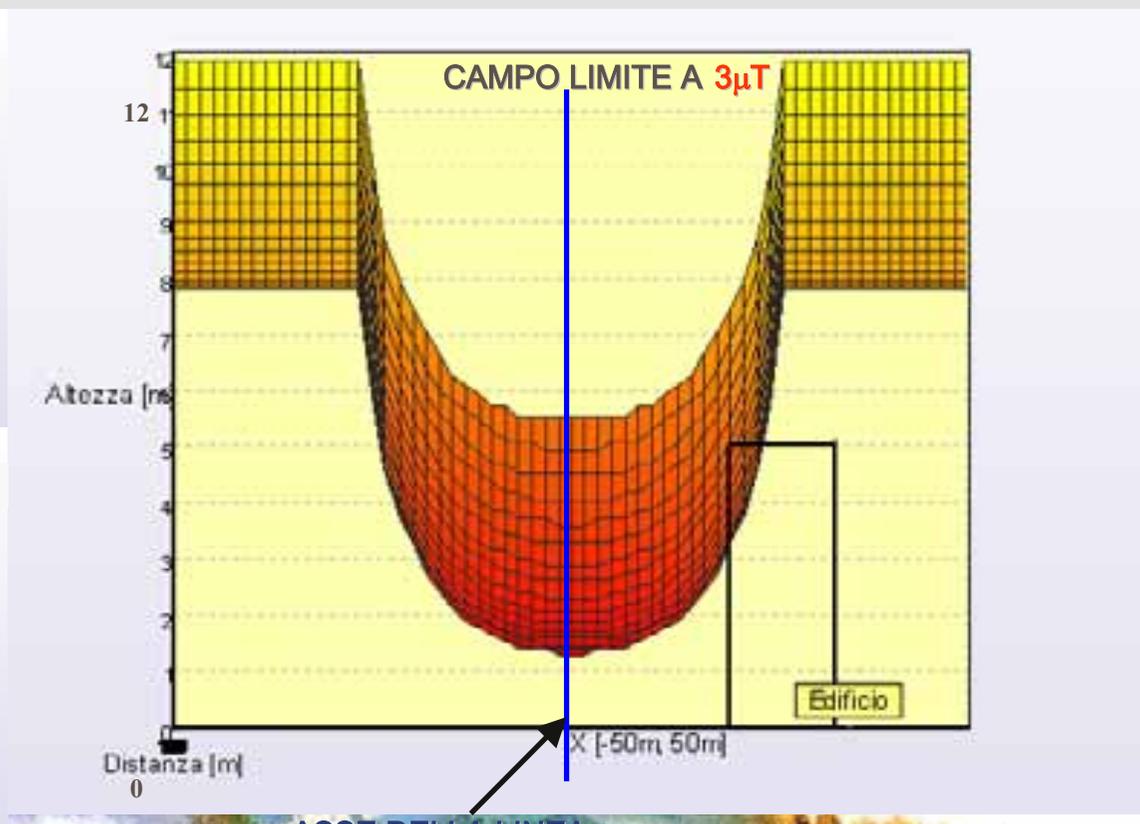
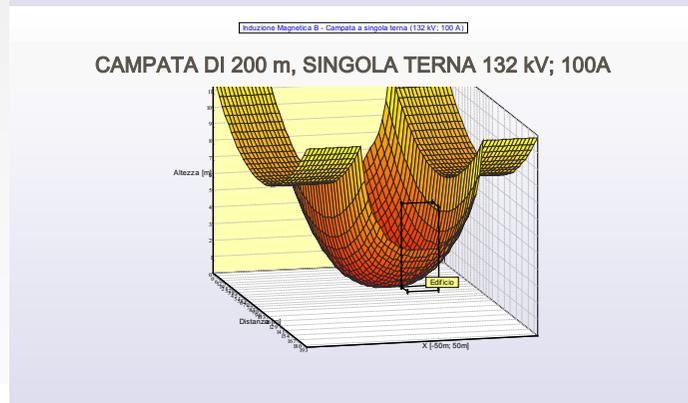
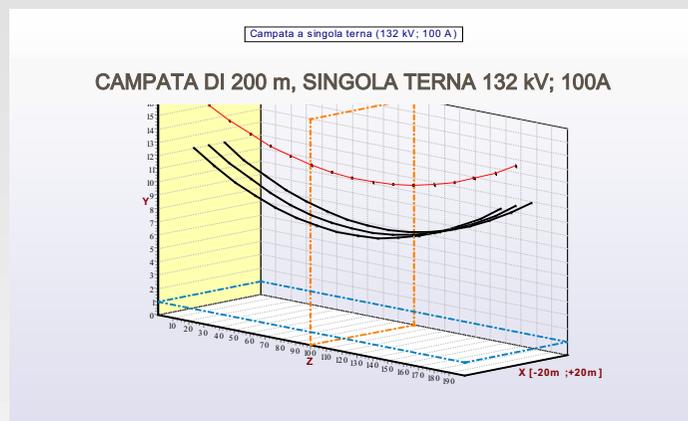
valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici, nelle aree di gioco per l'infanzia, nei luoghi adibiti a permanenze superiori a quattro ore giornaliere. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili **effetti di lungo periodo**



# DPCM 08/07/2003

## Art.6 – Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti

- Per la determinazione delle *fasce di rispetto* si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla Norma CEI 11-60.





# DPCM 08/07/2003

“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz

<b>Tabella 1</b>	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
<b>Limiti di esposizione</b>			
0,1 < f ≤ 3 MHz	60	0,2	-
3 < f ≤ 3000 MHz	20	0,05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0,01	4

valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli **effetti acuti**



<b>Tabella 2</b>	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
<b>Valori di attenzione</b>			
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz-300 GHz)

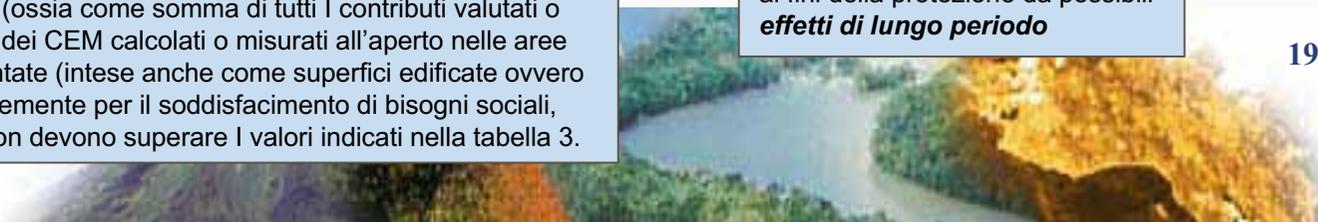
valori di CEM che non devono essere superati all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili **effetti di lungo periodo**

<b>Tabella 3</b>	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
<b>Obiettivi di qualità</b>			
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz-300 GHz)

I valori di immissione (ossia come somma di tutti i contributi valutati o misurati sul ricevitore) dei CEM calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate (intese anche come superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente per il soddisfacimento di bisogni sociali, sanitari e ricreativi) non devono superare i valori indicati nella tabella 3.



# ALFA





# Valutazione degli impatti Gli Elettrodotti

*Con il termine elettrodotto è generalmente inteso l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione (art.3 L. 22/02/2001, n°36)*

La tecnica usata per il trasporto dell'energia elettrica è quella di utilizzare tensioni elevate e correnti relativamente basse, allo scopo di minimizzare le perdite e l'impiego di materiali.

## Classificazione delle linee.

Tipologia	Tensione (kV)	Corrente (A)	Denominazione
Trasporto	380	1500	Linee ad altissima tensione AAT
Trasporto	220	550	Linee ad alta tensione AT
Distribuzione primaria	150	375	Linee ad alta tensione AT
Distribuzione primaria	132		Linee ad alta tensione AT
Distribuzione bassa tensione	<30	140	Linee a media tensione MT
Distribuzione bassa tensione	0.380		Linee a bassa tensione BT <b>20</b>



Tabella estratta da "Campi elettromagnetici: tecniche di monitoraggio ambientale e principi dell'interazione biologica" di C. Bianchi, A. Lozito, A. Meloni



# Valutazione degli impatti

## Caratterizzazione elettromagnetica degli elettrodotti

### ➤ *Il Campo Elettrico*

L'intensità del campo elettrico generato dagli elettrodotti dipende principalmente dai seguenti parametri:

- Tensione d'esercizio;
- Altezza delle linee dal terreno;
- Configurazione geometrica dei conduttori e relativa sequenza delle fasi;
- Distanza dalla struttura metallica dei tralicci portanti;
- Distanza laterale rispetto all'asse longitudinale della linea;
- Altezza rispetto al suolo del punto in cui si valuta il campo.

### ➤ *Il Campo Magnetico*

L'intensità del campo magnetico dipende dai seguenti parametri:

- Corrente istantanea nei conduttori di fase;
- Altezza delle linee dal terreno (l'altezza minima consentita è indicata nel DM 449/88 e successivi aggiornamenti DM 16/01/1991 e 05/08/1998);
- Configurazione geometrica dei conduttori e relative sequenze di fase;
- Distanza dalla struttura metallica dei tralicci portanti;
- Distanza laterale rispetto all'asse longitudinale della linea;
- Altezza rispetto al suolo del punto in cui si valuta il campo.



# Valutazione degli impatti Campo Elettrico

## Condizioni di campo imperturbato

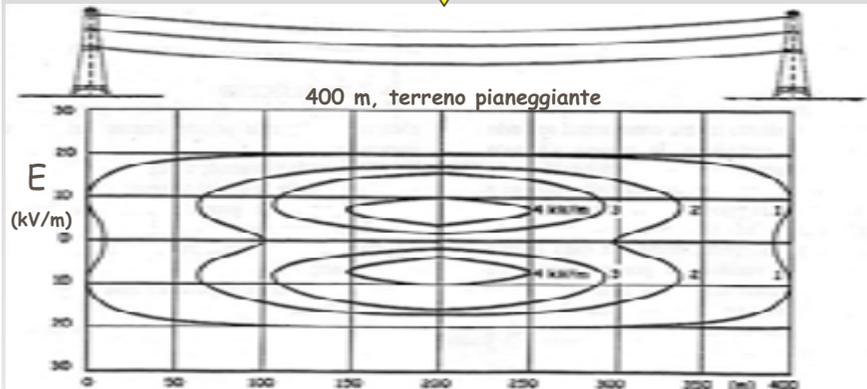


Figura 1 – Profilo laterale delle curve di livello del campo elettrico (a 1 m dal suolo) sotto una tipica campata di una linea a 380 kV a doppia terna. L'asse verticale indica la distanza in metri lateralmente alla catenaria.

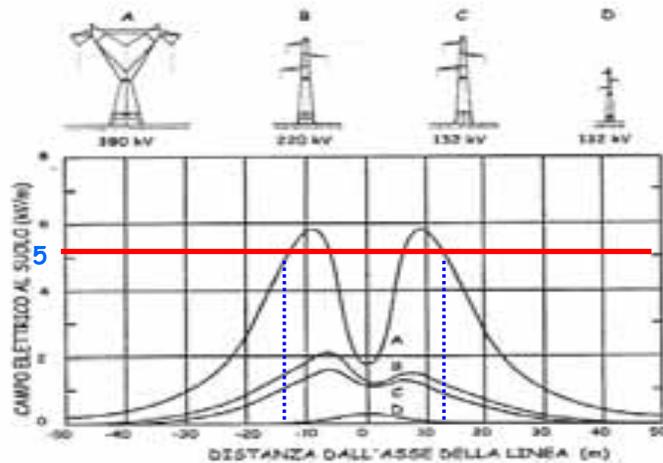


Figura 2 – Profili laterali del campo elettrico a 1 m dal suolo per diverse tipologie di tralicci e tensioni.

In realtà il campo elettrico è fortemente influenzato dalla presenza di ostacoli che producono sostanzialmente due effetti:

- **deformano il campo** (rilevante nel monitoraggio in quanto le sonde degli strumenti possono alterare l'andamento locale del campo);
- **ne attenuano l'intensità** (effetto schermante delle strutture edilizie)

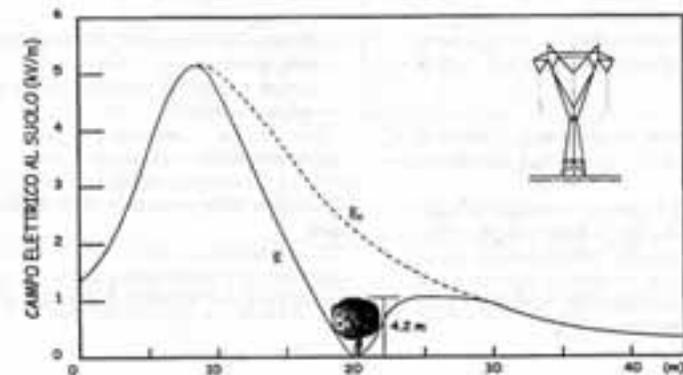
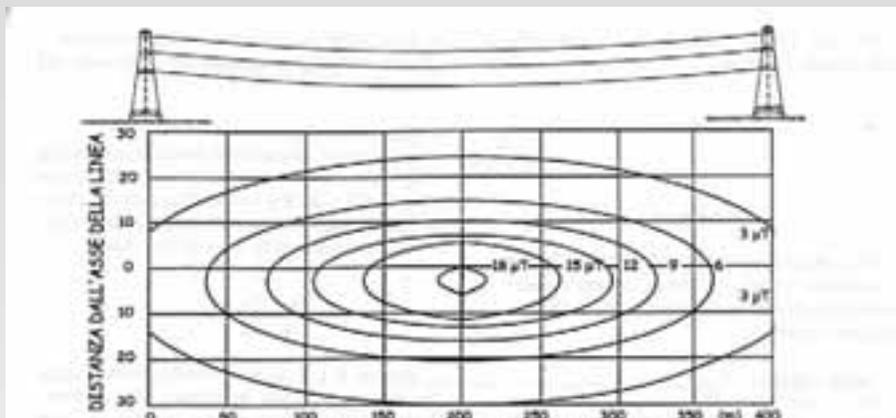


Figura 3 – Effetto schermante di un albero sul campo elettrico al suolo. In ascissa è riportata la distanza dall'asse della linea.



# Valutazione degli impatti Campo Magnetico

Il campo magnetico non risulta apprezzabilmente schermato dalle strutture edilizie e il valore dell'induzione rimane vincolato dall'intensità delle correnti e dalla distanza delle linee.





# Valutazione degli impatti

## I modelli Previsionali

### ➤ *Il Campo Elettrico*

Per la previsione del campo elettrico sono disponibili sia modelli analitici che metodi numerici. Tra i metodi analitici quello che meglio si presta allo studio delle linee elettriche è il *metodo delle immagini* che considera:

- le linee trifasi come un insieme di conduttori di lunghezza infinita;
- I conduttori paralleli al terreno;
- Il terreno è considerato un piano di estensione infinita.

Le condizioni al contorno impongono che il potenziale sul piano sia zero; tale condizione è soddisfatta se invece del piano conduttore si sostituisce ad esso una distribuzione di cariche opposte e simmetriche nel semipiano opposto a quello nel quale è localizzata la linea elettrica.

Con tale schematizzazione si ricava la relazione funzionale del campo E.

### ➤ *Il Campo Magnetico*

L'induzione magnetica B può essere calcolata come indicato dalla norma tecnica CEI-211-4, con il metodo basato sulla legge di Biot-Savart:

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{d} u_l \times u_r$$

Essendo  $u_l$  e  $u_r$  i versori lungo la direzione parallela e normale alla corrente.





# Mitigazione degli impatti

## ➤ *La delocalizzazione*

Consiste nell'individuare un percorso alternativo alla linea, in modo da bonificare la zona che è ritenuta maggiormente esposta.

In tal modo si elimina completamente la presenza dell'agente inquinante. Tuttavia, in zone ad elevata antropizzazione, risulta difficile da realizzare, in quanto si rischia di spostare a carico di altri cittadini i problemi che hanno dato vita all'intervento di mitigazione.

## ➤ *L'allontanamento dell'elettrodotto*

Nella forma più ridotta, invece della delocalizzazione si parla di allontanamento dell'elettrodotto, poiché è noto che il campo magnetico decade rapidamente, con forma "a campana", a mano a mano che si allontana dall'asse della linea elettrica. Ovviamente, anche in questo caso, la difficoltà nell'operare il risanamento consiste nella scarsa disponibilità di spazio in cui operare l'allontanamento.





# Mitigazione degli impatti

## ➤ *L'interramento*

Questa soluzione, che solitamente viene richiesta a gran voce dai cittadini, prevede la posa di un cavo sotterraneo invece delle campate di linea aerea. Tale soluzione presenta tuttavia diverse difficoltà principalmente connesse:

- Nel caso di bonifica di una zona, alla necessità di reperire adeguati spazi per la realizzazione delle strutture tecnologiche che assicurino la transizione della linea aerea a quella in cavo sotterraneo e viceversa;
- All'alto costo dei cavi per linee di potenza sotterranee;
- Alti costi di installazione e manutenzione;
- Al livello di campo magnetico comunque prodotto dalla linea interrata:

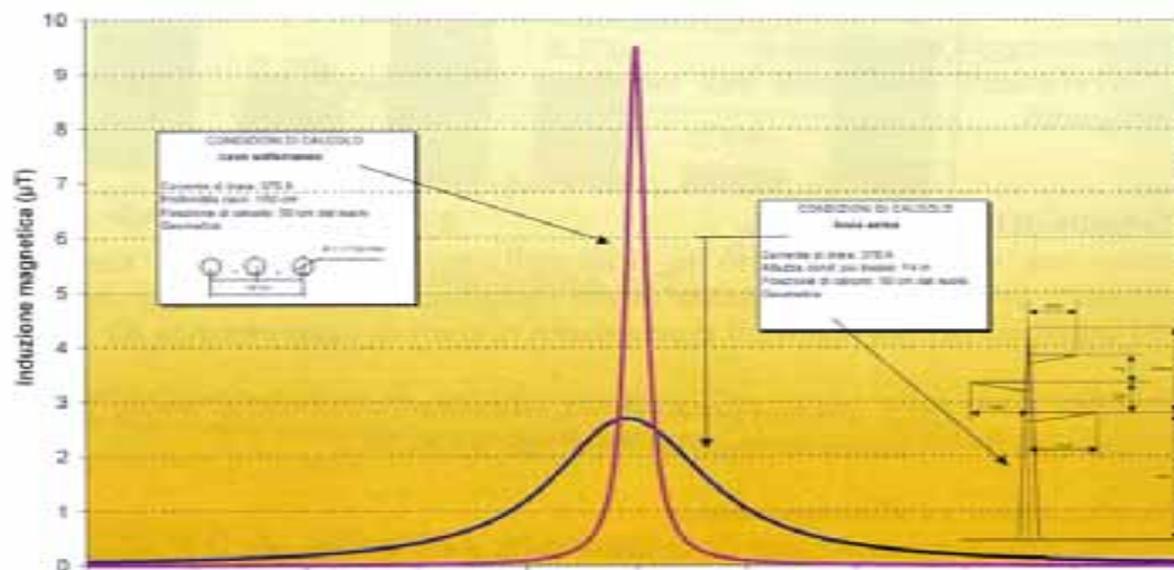


Figura 6 – Confronto fra valori di induzione magnetica prodotti alla stessa distanza dall'asse linea da elettrodotti interrati ed aerei percorsi dalla medesima corrente. (fig. estratta dagli atti del Convegno "Elettrosmog: le ultime novità" organizzato da ANPA e Associazione Ambiente e Lavoro, 2000)



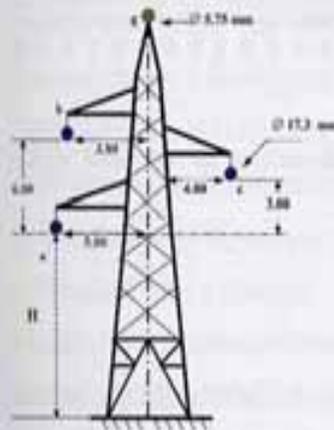
# Mitigazione degli impatti

## ➤ *Rimodellamento della geometria dei conduttori della linea*

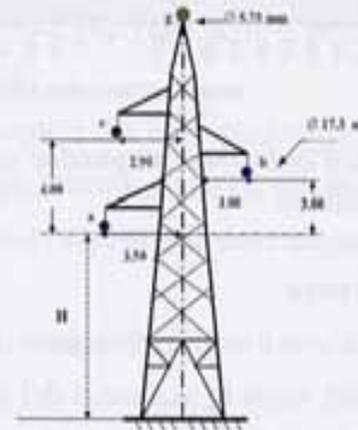
Questa ipotesi prevede di modificare la tipologia dei sostegni in modo da realizzare una mitigazione dei livelli di campo B sfruttando l'effetto che ha la posizione dei conduttori nel produrre azioni di compensazione del campo magnetico complessivo nello spazio circostante.

Un elettrodotto AT è costituito da tre conduttori che generano tre campi magnetici la cui combinazione produce un campo complessivo più basso rispetto a quello dei singoli conduttori, per un effetto di mutua e reciproca compensazione. Questo effetto è tanto più evidente quanto più sono tra loro vicini i conduttori (nei limiti di vicinanza imposti dalla tensione di esercizio della linea).

Sostegno n°1



Sostegno n° 2



Sostegno n° 3



# Mitigazione degli impatti

Dai grafici si evince che il sostegno n°3 ossia il “sostegno compatto a triangolo” che ha i conduttori più vicini, presenta valori di campo inferiori rispetto agli altri due sostegni ma ha lo svantaggio di avere una struttura più fragile, il che comporta delle limitazioni sull’altezza dei conduttori da terra e conseguentemente minore lunghezza delle catenarie.

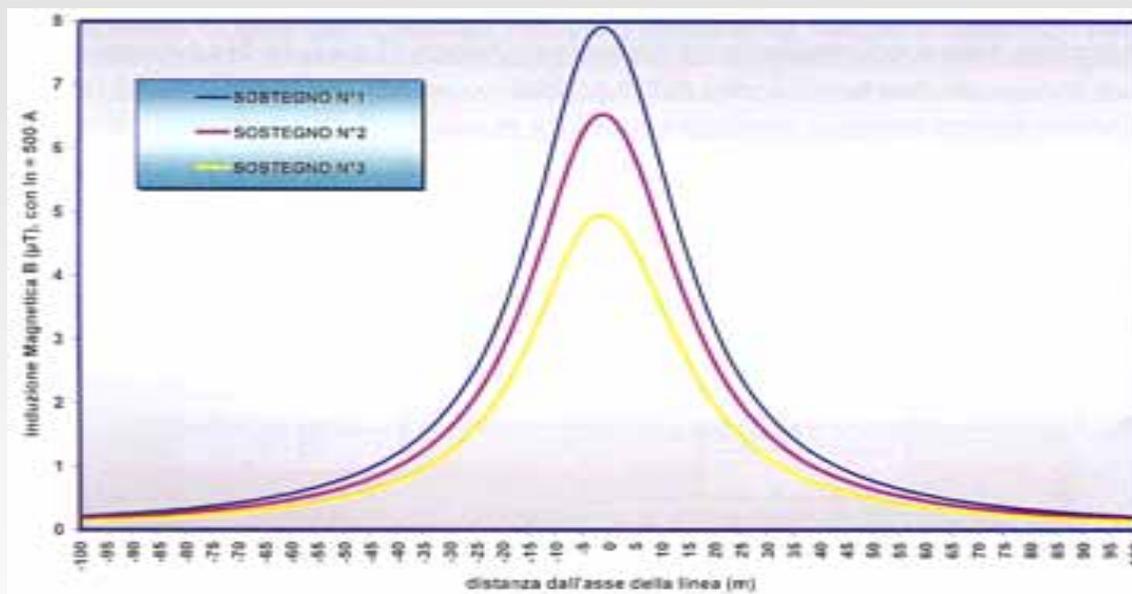


Figura 7 – Andamento previsto dell’induzione magnetica con la distanza al variare della tipologia di traliccio (Figura estratta dagli atti del Convegno “Elettrosmog: le ultime novità” organizzato da ANPA e Associazione Ambiente e Lavoro, 2000)



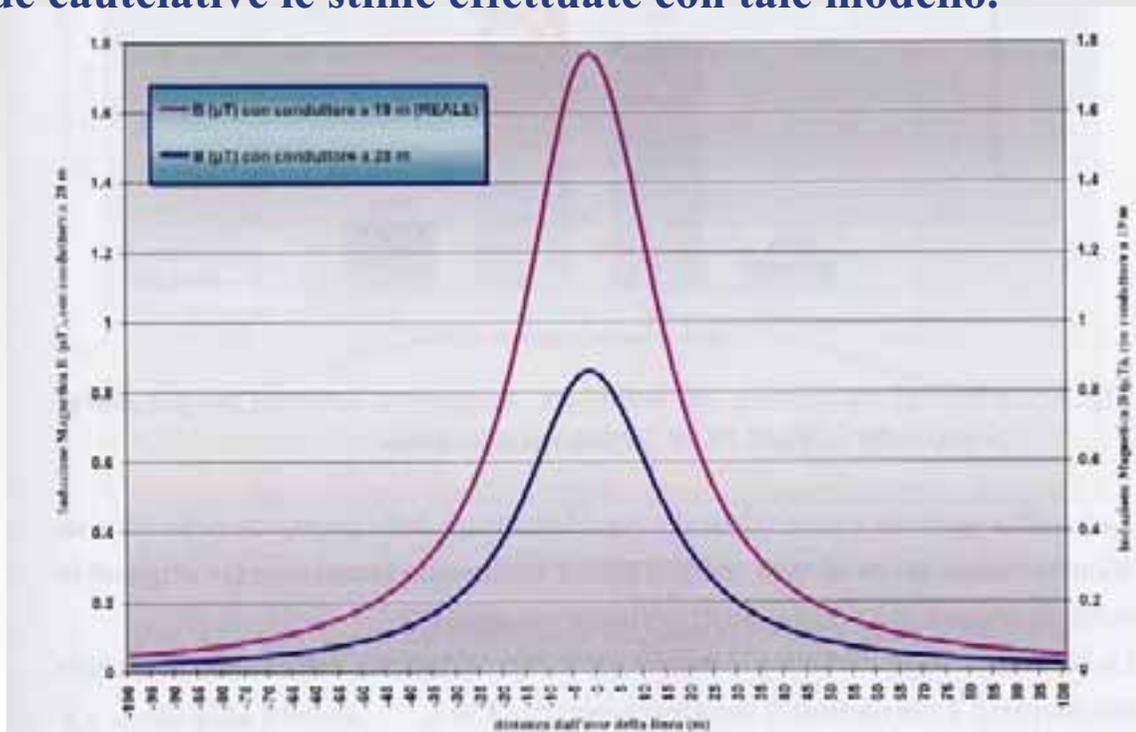


# Mitigazione degli impatti

## ➤ *Altezza dei conduttori da terra*

L'altezza dei conduttori da terra è un altro parametro che assume importanza nel caso in cui i ricettori da bonificare siano in vicinanza del tracciato dell'elettrodotto.

Poiché la catenaria possiede un andamento con al centro un ventre di minima distanza dal terreno, nel caso in cui il modello utilizzato non permetta di considerare tale variabilità, allora l'utilizzo della minima distanza dei conduttori dal terreno rende cautelative le stime effettuate con tale modello.



**FINE PRESENTAZIONE**

