Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

Giovanni Gavelli

Dario Flaccovio Editore

Inquinamento elettromagnetico

Identificazione delle sorgenti e valutazione del rischio

Nel CD allegato: fogli di calcolo in Excel

Compatibile Windows

Scheda sul sito ›

Dpa per elettrodotti e cabine di trasformazione ✓
L'inquinamento in casa e in ambiente lavorativo ✓
Metodi di riduzione e mitigazione ✓
Metodi di calcolo dell'induzione magnetica ✓

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

Giovanni Gavelli

INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

Identificazione delle sorgenti e valutazione del rischio

Dario Flaccovio Editore

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

Giovanni Gavelli
IINQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO – Identificazione delle sorgenti e valutazione del rischio

ISBN 978-88-579-0107-7

© 2011 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. - tel. 0916700686
www.darioflaccovio.it info@darioflaccovio.it

Prima edizione: novembre 2011

Gavelli, Giovanni <1967->
Inquinamento elettromagnetico : identificazione delle sorgenti e valutazione del rischio /
Giovanni Gavelli. - Palermo : D. Flaccovio, 2011.
ISBN 978-88-579-0107-7
1. Inquiamento elettromagnetico.
363.189 CDD-22 SBN PAL0236926
CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Stampa: Tipografia Priulla, Palermo, novembre 2011

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.
L'editore dichiara la propria disponibilità ad adempiere agli obblighi di legge nei confronti degli aventi diritto sulle opere riprodotte.
La fotocopiatura dei libri è un reato.
Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto/dall'editore.

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

INDICE

Premessa

1. Richiami teorici e definizioni

1.1. Il campo magnetico ... » 1
1.2. Il campo elettrico ... » 4
1.3. Il campo elettromagnetico ... » 4
1.4. Lunghezza d'onda e frequenza ... » 4
1.5. Riferimenti normativi ... » 5
1.6. Definizioni e limiti di esposizione ... » 5
1.7. Cenni sugli effetti biologici dei campi elettromagnetici ... » 7

2. Inquinamento elettromagnetico da elettrodotti

2.1. La distanza di prima approssimazione per elettrodotti ... » 9
2.2. Come riconoscere la tensione di esercizio ... » 11
2.3. Acquistare o costruire casa in area adiacente un elettrodotto ... » 12
2.4. Elettrodotti considerati di lieve impatto elettromagnetico ... » 15
2.5. Linee in media tensione elicordate ... » 15
2.6. Caso studio elettrodotto 132 kV singola terna ... » 15
2.7. Caso studio elettrodotto 220 kV singola terna ... » 16
2.8. Caso studio elettrodotto 380 kV singola terna ... » 17
2.9. Caso studio coppia di elettrodotti 132 kV RFI ... » 18
2.10. Caso studio elettrodotto 132 kV parallelo a un 15 kV ... » 18
2.11. Caso studio elettrodotto 132 kV doppia terna ... » 19

3. Inquinamento elettromagnetico da cabine di trasformazione

3.1. La distanza di prima approssimazione per cabine di trasformazione con installato un solo trasformatore ... » 21
3.2. La distanza di prima approssimazione per trasformatori su palo ... » 22
3.3. La distanza di prima approssimazione per cabine di trasformazione con più trasformatori e potenza maggiore di 630 kVA ... » 23
3.3.1. Calcolo della D.P.A. con un trasformatore con potenza maggiore di 630 kVA ... » 23
3.3.2. Calcolo della D.P.A. con più trasformatori in parallelo e un'unica linea BT .. » 24
3.3.2.1. Calcolo della D.P.A. con più trasformatori indipendenti ... » 24
3.3.2.2. Calcolo D.P.A. cabina con due trasformatori da 1000 kVA ... » 25
3.3.2.3. Calcolo D.P.A. cabina con tre trasformatori da 1000 kVA ... » 27
3.3.2.4. Calcolo D.P.A. cabina con due trasformatori da 2000 kVA e uno da 1000 kVA ... » 27

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

3.4. Cabine di impianti fotovoltaici ... » 27
3.5. Raccolta di D.P.A. calcolate ... » 28
3.6. Acquistare o costruire casa in area adiacente una cabina elettrica ... » 28
3.7. Edificazioni esistenti collocate in area adiacente cabine di trasformazione MT/BT ... » 30
3.8. Aree adiacenti stazioni di trasformazione AT/MT ... » 31

4. Inquinamento elettromagnetico in casa

4.1. Limiti di esposizione ... » 33
4.2. Inquinamento elettromagnetico generato da un televisore LCD ... » 34
4.3. Inquinamento elettromagnetico generato da una lampada a risparmio energetico di potenza pari a 11 W ... » 35
4.4. Inquinamento elettromagnetico generato da una lampada a risparmio energetico di potenza pari a 20 W sospesa ... » 36
4.5. Inquinamento elettromagnetico generato da un asciugacapelli 1200 W ... » 38
4.6. Inquinamento elettromagnetico generato da un forno elettrico da 1500 W ... » 39
4.7. Inquinamento elettromagnetico generato da un fornello a induzione ... » 40
4.8. Inquinamento elettromagnetico generato da uno spazzolino da denti elettrico a batteria ricaricabile ... » 42
4.9. Inquinamento elettromagnetico generato da una piastra alliscia capelli ... » 43
4.10. Inquinamento elettromagnetico generato da un boilerscalda acqua da 2000 W ... » 45
4.11. Inquinamento elettromagnetico generato da quadri e linee elettriche presenti nelle abitazioni ... » 46
4.12. Inquinamento elettromagnetico da forno a microonde ... » 47
4.13. Inquinamento elettromagnetico da radiosveglie e caricabatterie dei telefonini ... » 47
4.14. Inquinamento elettromagnetico da rete wireless per PC ... » 48
4.15. Inquinamento elettromagnetico generato da faretti a 12 V ... » 49

5. Inquinamento elettromagnetico in ambito lavorativo

5.1. Sorgenti e limiti di esposizione ... » 53
5.2. Persone sensibili agli effetti acuti dei campi elettromagnetici ... » 54
5.3. Valori di esposizione nell'utilizzo di riscaldatori a induzione ... » 55
5.4. Valori di esposizione nell'utilizzo di saldatrici ad arco ... » 58
5.5. Quadri elettrici di reparto ... » 59
5.6. Blindosbarre ... » 60
5.7. Motori elettrici ... » 61
5.8. Elettroerosione ... » 61
5.9. Gruppi statici di continuità (UPS) ... » 62
5.10. Magnetoterapia ... » 63
5.11. Tecar ... » 64
5.12. Radar terapia ... » 65
5.13. Altre sorgenti ... » 65

6. Inquinamento generato da radiofrequenze

6.1. Limiti di esposizione ... » 67

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

6.2. Campo elettromagnetico generato da antenne radio basi ..... » 67
6.3. I telefonini ..... » 70

7. Metodi di riduzione e mitigazione

7.1. Ridurre i campi magnetici generati da elettrodotti ..... » 73
7.1.1. Elevazione in quota e avvicinamento reciproco dei conduttori ..... » 73
7.1.2. Interramento ..... » 74
7.1.3. Ottimizzazione delle fasi ..... » 74
7.2. Ridurre i campi magnetici generati da cabine elettriche ..... » 75
7.2.1. Modifica del layout ..... » 75
7.2.2. Schermature ..... » 76
7.2.3. Ridurre i campi elettromagnetici a radiofrequenza ..... » 78

8. Fogli di calcolo

8.1. Generalità ..... » 81
8.2. Foglio di calcolo formula (1.1) per un filo percorso da corrente ..... » 81
8.3. Foglio di calcolo formula (1.2) per due fili percorsi da corrente ..... » 81
8.4. Foglio di calcolo formula (1.4) per una bobina ..... » 83
8.5. Foglio di calcolo della D.P.A. di un elettrodotto ..... » 84
8.6. Foglio di calcolo della D.P.A. di una cabina elettrica ..... » 84
8.6.1. Foglio di calcolo della D.P.A. con un trasformatore con potenza minore o uguale 630 kVA ..... » 85
8.6.2. Foglio di calcolo della D.P.A. con un trasformatore con potenza maggiore di 630 kVA ..... » 85
8.6.3. Foglio di calcolo della D.P.A. fino a tre trasformatori ..... » 86

Bibliografia ..... » 87

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

PREMESSA

L'ambiente in cui viviamo è denso di campi elettromagnetici generati da macchine, impianti e attrezzature. Qualsiasi attività umana venga svolta implica un'esposizione a qualche tipologia di campo elettrico o magnetico a volte anche intenso. Allo stato attuale non sono disponibili studi pienamente riconosciuti sull'entità del rischio cancerogeno dovuto a questa tipologia di agenti fisici. I limiti di esposizione (valori di azione) definiti dalla raccomandazione europea 2004/40/CE si riferiscono infatti ad effetti immediati sulla salute e non tengono conto di eventuali effetti su lungo periodo.
La I.A.R.C. (agenzia internazionale per la ricerca sul cancro) nel 2011 è giunta alla conclusione che le evidenze riportate da molti studi effettuati in ogni parte del mondo sono troppo deboli per fornire una spiegazione ad una eventuale relazione tra esposizione ai campi a radiofrequenza ed insorgenza di tumori.
Non potendo quindi, per il momento, escludere o confermare in maniera certa eventuali effetti cancerogeni dei campi elettromagnetici può risultare di grande utilità poter disporre di una raccolta di valutazioni di sorgenti normalmente presenti nella nostra vita lavorativa e non lavorativa in modo da poter limitare l'esposizione.
Il testo comprende quindi una serie di valutazioni effettuate sul campo tramite misurazioni e calcoli di sorgenti presenti in ambiente civile (elettrodotti, cabine, elettrodomestici, radio basi) e lavorativo (saldatura, forni a induzione, impianti elettrici).
Vengono trattate inoltre alcune metodologie relative alle modalità di riduzione dei campi elettromagnetici in bassa e alta frequenza tramite l'utilizzo di schermi costituiti da materiali di normale reperibilità. Tramite il foglio Excel allegato al CD è possibile calcolare una serie di valori di induzione magnetica generati dalle più comuni sorgenti presenti in ambito civile e lavorativo.

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

1. RICHIAMI TEORICI E DEFINIZIONI

1.1. Il campo magnetico

Con il termine campo magnetico si intende una regione dello spazio nella quale si risentono gli effetti dovuti alla presenza di correnti elettriche transitanti in conduttori o dovuti a magneti permanenti. Con il termine induzione magnetica si indica un fenomeno per cui un corpo, sottoposto all'azione di un campo magnetico, si magnetizza a sua volta. A uno stesso valore di campo magnetico possono corrispondere diversi valori di induzione magnetica a seconda che il campo magnetico sia applicato al vuoto, in un materiale ferroso o non ferroso.
Uno degli effetti della corrente alternata circolante all'interno di un conduttore, per esempio in una linea che alimenta una lampada, è quello di creare un'induzione magnetica variabile caratterizzata dalla stessa frequenza della corrente che genera il campo.
L'induzione magnetica è direttamente proporzionale alla corrente circolante e diminuisce all'aumentare della distanza con modalità che dipendono dalla configurazione geometrica dei conduttori.
In generale più i conduttori sono vicini, più l'induzione magnetica si ridurrà velocemente all'aumentare della distanza. L'induzione magnetica generata da conduttore singolo si può calcolare con la seguente formula (Biot e Savart):

$$B = \frac{0{,}2 \cdot I}{r} \tag{1.1}$$

dove B rappresenta l'induzione magnetica misurata in micro Tesla (μT), I la corrente in ampere (A) e r la distanza in metri (m).
In figura 1.1 si riporta il grafico delle curve di isolivello di induzione magnetica generato da un filo isolato percorso da una corrente da un ampere.
Per una linea monofase costituita da due conduttori, tipicamente presente nelle abitazioni civili, l'andamento segue la seguente formula derivante dalla formula di Biot e Savart:

$$B = \frac{0{,}2 \cdot I \cdot d}{r^2} \tag{1.2}$$

dove d è la distanza tra i due conduttori in metri.

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

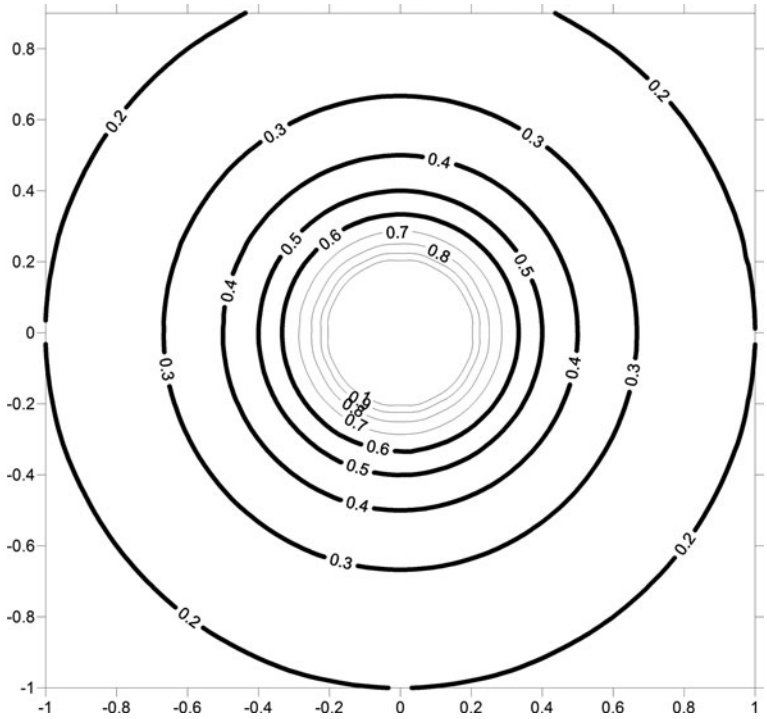

Figura 1.1
Valori di induzione magnetica generati da un filo isolato

In figura 1.2 si riporta il grafico delle curve di isolivello di induzione magnetica generato da due fili percorsi da una corrente di un ampere posti a 10 centimetri di distanza. I valori di induzione magnetica generati dalla configurazione a due fili ravvicinati risultano molto ridotti poiché i campi generati dai singoli conduttori tendono ad annullarsi reciprocamente in quanto la corrente è sfasata di 180°.
Per una linea trifase costituita da tre conduttori piani, tipicamente presente in ambito industriale, l'andamento rispetta la seguente formula:

$$B = \frac{0{,}35 \cdot I \cdot D}{r^2} \tag{1.3a}$$

Se i tre conduttori sono posati nella configurazione a trifoglio l'induzione magnetica si può calcolare con la seguente formula:

$$B = \frac{0{,}25 \cdot I \cdot D}{r^2} \tag{1.3b}$$

Per sorgenti costituite da avvolgimenti, come per esempio trasformatori e bobine utilizzate nei riscaldatori a induzione, i valori di induzione magnetica seguono l'inverso del cubo della distanza.

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

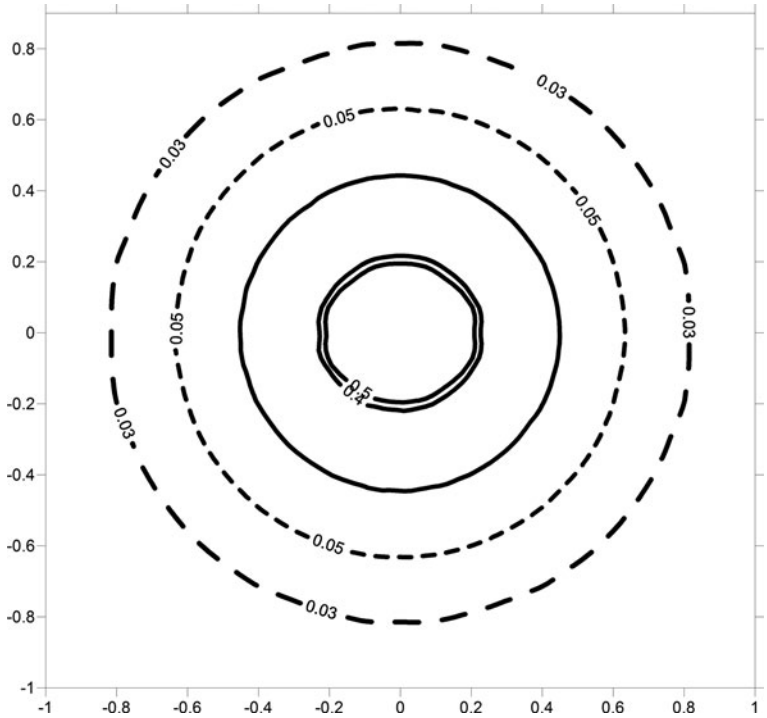

Figura 1.2
Valori di induzione magnetica generati da due fili

$$B = n \cdot \frac{0{,}20 \cdot I \cdot A}{r^3} \tag{1.4}$$

dove A è la superficie della bobina o degli avvolgimenti del trasformatore in metri quadrati e n è il numero di spire. In base a quanto definito si potranno avere valori di induzione magnetica elevati in quei dispositivi dove le correnti in gioco sono maggiori di 100 ampere o in aree ravvicinate a grandi avvolgimenti, come per esempio i riscaldatori a induzione o i lettini da magnetoterapia.

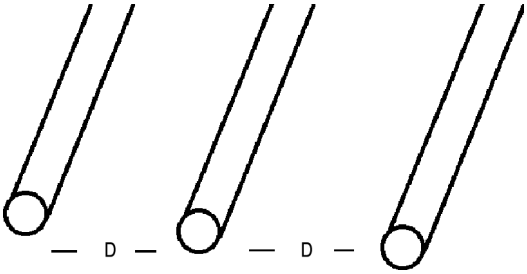

Figura 1.3. Configurazione piana di tre conduttori

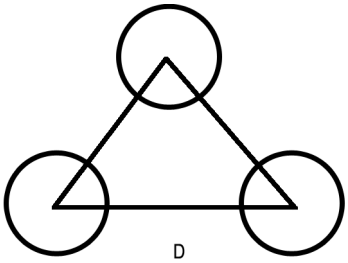

Figura 1.4. Configurazione a trifoglio di tre conduttori

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

1.2. Il campo elettrico

Con il termine campo elettrico si intende una regione di spazio nella quale si risentono gli effetti dovuti alla presenza di corpi elettrostaticamente carichi, o di conduttori alimentati con tensioni elettriche elevate tipicamente superiori a 1000 volt. Valori elevati di campo elettrico si possono essenzialmente ritrovare in aree adiacenti elettrodotti in alta tensione e grandi motori elettrici. Negli ambienti abitativi i valori di campo elettrico possono essere presenti in quanto generati da lampade a risparmio energetico, ionizzatori, lampade a scarica, tubi catodici. Il campo elettrico si misura in volt su metro (V/m) e, relativamente agli elettrodotti e le utenze a frequenza di rete (50 Hz), è indipendente dalla corrente circolante.

1.3. Il campo elettromagnetico

Con il termine campo elettromagnetico si intende la presenza nello spazio di un'onda elettromagnetica costituita da entrambe le componenti elettriche e magnetiche concatenate. Il campo elettromagnetico di frequenza superiore a 100 kHz, si comporta come un'onda e viaggia nello spazio anche per grandi distanze alla velocità della luce, trasportando energia che può essere ceduta sotto varie forme (onde radio). Il campo elettrico e l'induzione magnetica in alta frequenza sono legati dalla seguente relazione:

$$E = k \cdot B \tag{1.5}$$

dove $k = 377/\mu$ è un parametro che tiene conto della permeabilità elettrica del mezzo. Questo è il motivo per cui in alta frequenza si misura essenzialmente solo il campo elettrico, anziché tutte e due le grandezze elettrica e magnetica.

1.4. Lunghezza d'onda e frequenza

Come tutti i fenomeni ondulatori, anche le onde elettromagnetiche sono caratterizzate da lunghezza d'onda e frequenza.
Lunghezza d'onda (λ): è la lunghezza in metri di un'oscillazione.
Frequenza (f): è il numero di oscillazioni che si hanno in un secondo, l'unità di misura e l'hertz (Hz) (1 Hz = 1 oscillazione al secondo).
Frequenza e lunghezza d'onda sono dipendenti fra loro secondo la relazione $\lambda = c/f$ dove c è la velocità di propagazione dell'onda nel vuoto (velocità della luce):

- 50 Hz: $\lambda = 6000$ km
- 900 MHz: $\lambda = 33$ cm
- 1800 MHz: $\lambda = 17$ cm

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

1.5. Riferimenti normativi

- La legge quadro n. 36/2001 scritta per la protezione dalle esposizioni a campi elettrici, campi magnetici ed elettromagnetici, in conseguenza al documento congiunto dell'ISPESL e dell'ISS del 20 gennaio 1988, approvata in via definitiva alla camera dei deputati il 24 gennaio 2001, G.U. n. 55 del 7 marzo 2001, detta i principi fondamentali per la tutela della salute dei lavoratori professionalmente esposti e della popolazione. Introduce, ma non definisce i concetti di limite di esposizione, livello di attenzione e obiettivo di qualità.
- D.P.C.M. 8 luglio 2003 "Determinazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti e cabine. L'obiettivo di qualità è fissato in 3 μT, mentre l'obiettivo di attenzione in 10 μT.
- D.M. 29 maggio 2008, G.U. n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".
- Il testo unico in materia di sicurezza sul lavoro ridisegna il quadro della salute e sicurezza sul lavoro, in recepimento della direttiva europea 2004/40/CE. Le disposizioni generali sulla protezione dagli agenti fisici sono contenute nel capo I del titolo VIII.
- Raccomandazione europea 12 luglio 1999 (1999/519/CE). Per sorgenti non riconducibili ad elettrodotti, relativamente alla esposizione della popolazione e per i lavoratori vengono fissati dei valori di riferimento da non superare.

1.6. Definizioni e limiti di esposizione

Le definizioni e i limiti di seguito riportati sono per la maggior parte contenuti nella Legge 36/2001, nel D.P.C.M. 8 luglio 2003 e nel Decreto 29 maggio 2008.

- Distanza di prima approssimazione per elettrodotti e cabine elettriche (D.P.A.): è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della D.P.A., si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.
- Elettrodotto: è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

- Limiti di esposizione (D.P.C.M. 8 luglio 2003 art. 3 c. 1): nel caso di esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici, alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.
- Obiettivo di qualità (D.P.C.M. 8 luglio 2003 art. 4): 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 giornaliere non inferiori a quattro ore, e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- Valore di attenzione (D.P.C.M. 8 luglio 2003 art. 3 c. 2): a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μT, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μT). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere.
- Linea: collegamenti con conduttori elettrici, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione.
- Tronco: collegamento metallico che permette di unire due impianti (compresi gli allacciamenti).
- Tratta: porzione di tronco di linea avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, meccanico e relative alla proprietà e appartenenza alla rete di trasmissione nazionale.
- Impianto: officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla trasformazione e/o conversione dell'energia elettrica transitante (centrali di produzione, stazioni elettriche, cabine di trasformazione primarie e secondarie).

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

1.7. Cenni sugli effetti biologici dei campi elettromagnetici

I campi magnetici variabili nel tempo, come per esempio quelli generati da cabine elettriche, elettrodotti e impianti elettrici a frequenza di rete, creano nei materiali conduttori e quindi anche nel corpo umano delle correnti indotte.
Le correnti indotte possono creare, a seconda dell'intensità, effetti di riscaldamento o, nel caso del corpo umano, interferenze con le correnti elettriche biologiche o dispositivi salva vita, come per esempio defibrillatori impiantati. Allo stato attuale non esistono evidenze scientifiche che dimostrino in maniera certa eventuali effetti cancerogeni dovuti a campi magnetici per valori di esposizione normalmente riscontrabili (decine di micro Tesla). I limiti di esposizione (valori di azione), definiti dalla raccomandazione europea 2004/40/CE, si riferiscono ad effetti immediati sulla salute e non tengono conto di eventuali effetti su lungo periodo non essendo allo stato attuale verificati.
I campi elettromagnetici ad alta frequenza (onde radio, telefonini) producono essenzialmente effetti di riscaldamento nei tessuti esposti. I limiti di esposizione fissati dalla raccomandazione europea tengono conto di eventuali riscaldamenti anomali che devono essere evitati. Relativamente ad effetti cancerogeni su lungo periodo non esistono allo stato attuale evidenze scientifiche teoriche né sperimentali che dimostrino una correlazione tra campi elettromagnetici e tumori. La I.A.R.C. (Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro) nel 2011 è giunta alla conclusione che le evidenze riportate da molti studi effettuati in ogni parte del mondo sono troppo deboli per fornire una spiegazione ad una eventuale relazione tra esposizione ai campi a radiofrequenza e insorgenza di tumori. Il gruppo di lavoro è giunto alla conclusione che i dati giustificano una classificazione dei campi a radiofrequenza nel gruppo 2B finché non saranno disponibili dati aggiornati.
La classificazione I.A.R.C. valuta gli agenti cancerogeni in una scala che di seguito si riporta:

- gruppo 1: l'agente è sicuramente cancerogeno per l'uomo. Le circostanze di esposizione danno luogo a esposizioni che sono cancerogene per l'uomo come per esempio i raggi solari, l'amianto, il benzene, la silice, la polvere di legno, il cromo esavalente;
- gruppo 2A: l'agente è probabilmente cancerogeno per l'uomo. Le circostanze di esposizione danno luogo a esposizioni che sono probabilmente cancerogene per l'uomo come per esempio i motori diesel e i raggi ultravioletti;
- gruppo 2B: l'agente è possibilmente cancerogeno per l'uomo. Le circostanze di esposizione danno luogo a esposizioni che forse sono cancerogene per l'uomo come per esempio la benzina, il bitume, i fumi da saldatura, il caffè, la saccarina e i campi elettromagnetici in alta frequenza;
- gruppo 3: l'agente non è classificabile in base alla sua cancerogenicità per gli uomini;
- gruppo 4: l'agente è probabilmente non cancerogeno per l'uomo.

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

2. INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO DA ELETTRODOTTI

2.1. La distanza di prima approssimazione per elettrodotti

Gli elettrodotti hanno lo scopo di trasportare l'energia elettrica dalle centrali di generazione all'utente finale, tramite la conversione in bassa tensione realizzata all'interno delle cabine di trasformazione. L'inquinamento elettromagnetico per questa tipologia di sorgenti è dovuto essenzialmente alla generazione di valori di campo magnetico generati dalle correnti elettriche circolanti nei conduttori aerei. Valori di campo elettrico possono essere elevati nelle immediate vicinanze (10-15 metri) delle linee in altissima tensione e trascurabili negli altri casi. Esistono essenzialmente le seguenti tipologie di elettrodotti:

- linee ad altissima tensione (380 kV), dedicate al trasporto dell'energia elettrica su grandi distanze;
- linee ad alta tensione (220 kV e 132 kV), per la distribuzione dell'energia elettrica; le grandi utenze (industrie con elevati consumi) possono avere direttamente la fornitura alla tensione di 132 kV;
- linee a media tensione (generalmente 15 kV), per la fornitura ad industrie, centri commerciali, grandi condomini;
- linee a bassa tensione (230-400 V), per la fornitura alle piccole utenze, come le singole abitazioni.

Per ogni tipologia di elettrodotto sono possibili due configurazioni, ovvero a singola terna e a doppia terna. Con singola terna si intende una linea con soli tre conduttori mentre per doppia terna si intende con sei conduttori.

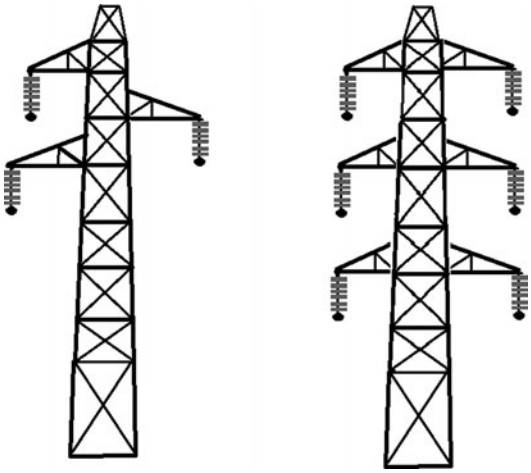

Figura 2.1
Elettrodotto a singola e doppia terna

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

Ogni elettrodotto genera una distanza di rispetto D.P.A. (distanza di prima approssimazione). La distanza di prima approssimazione è la distanza di riferimento dove per distanze maggiori di essa viene rispettato sicuramente l'obiettivo di qualità in campo magnetico fissato pari a 3 μT. La D.P.A. dipende essenzialmente dalla corrente massima che l'elettrodotto può portare (massima corrente al limite termico) e dalla interdistanza dei conduttori. In tabella 2.1 si riportano le D.P.A. ritenute più significative per il territorio nazionale.

Tipologia	D.P.A. (m)
Semplice terna 15 kV	8
Semplice terna 132 kV	19
Doppia terna 132 kV	26
Singola terna 220 kV	27
Doppia terna 220 kV	32
Semplice terna 380 kV	46
Doppia terna 380 kV	68

Tabella 2.1. D.P.A. indicative per tipologia di elettrodotti

Figura 2.2. Elettrodotto 15 kV

Figura 2.3. Elettrodotto 132 kV

Le D.P.A. standard definite nella tabella precedente si riferiscono ai cosiddetti "casi semplici", ovvero casi in cui l'elettrodotto è singolo e non effettua cambi di direzione (curve). Se la curva è maggiore dzi 5° si ricade nei cosiddetti "casi complessi". Quando un elettrodotto effettua un cambio di direzione avviene che, nell'area interna l'elettrodotto, i valori di campo magnetico aumentano, mentre nella parte esterna diminuiscono come rappresentato in figura 2.6.
Indicativamente per i casi complessi si può ottenere una D.P.A. approssimata moltiplicando per 1,5 la D.P.A. calcolata per casi semplici. Eventuali edifici di nuova costruzione a prolungata presenza di persone superiore alle quattro ore giornaliere devono essere collocati a distanza uguale o superiore alla D.P.A. La

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

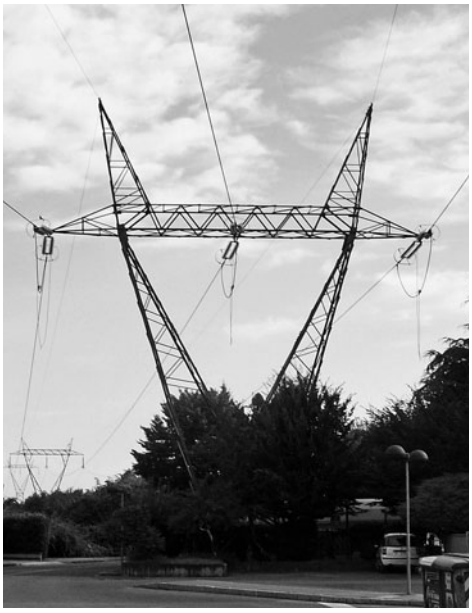

Figura 2.4. Elettrodotto 220 kV

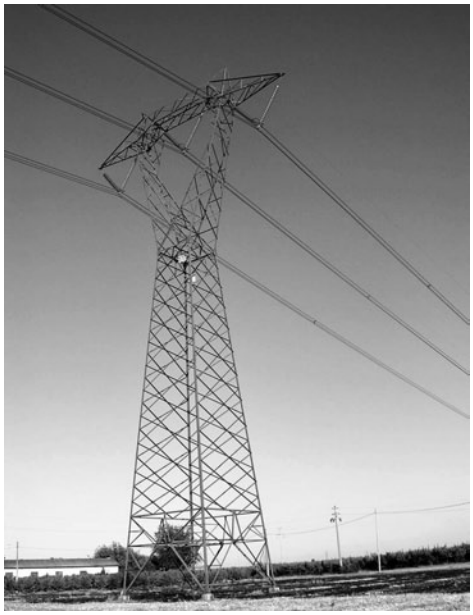

Figura 2.5. Elettrodotto 380 kV

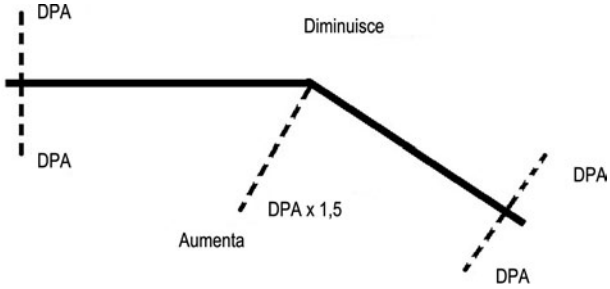

Figura 2.6
Variazione della D.P.A. a causa del cambio di direzione

D.P.A. viene definita dal gestore della linea il quale di conseguenza è tenuto, in merito al decreto del 29 maggio 2008, a fornire la D.P.A. della linea su semplice richiesta da parte del cittadino.

2.2. Come riconoscere la tensione di esercizio

I conduttori delle linee aeree sono vincolati su isolatori che hanno la funzione di mantenere isolati i cavi dalla struttura metallica di sostegno. Ogni singolo isolatore ha una capacità di isolamento pari a circa 15 kV. Contando il numero di isolatori è possibile determinare la tensione di esercizio della linea tramite la seguente formula:

Abstract tratto da www.darioflaccovio.it - Tutti i diritti riservati

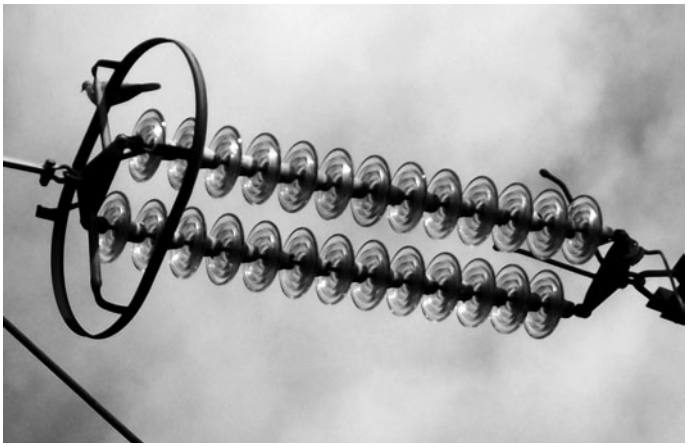

Figura 2.7
13 isolatori in serie

$$V = 15 \cdot (n\text{-}1) \qquad (2.1)$$

dove

n = numero di isolatori e V tensione della linea in kV.

A titolo indicativo si propone la seguente tabella di riconoscimento elettrodotti.

Tipologia	Numero di isolatori	D.P.A. (m)
Semplice terna 15 kV	3-4	8
Semplice terna 132 kV	8-10	19
Doppia terna 132 kV	8-10	26
Singola terna 220 kV	13-15	27
Doppia terna 220 kV	13-15	32
Semplice terna 380 kV	26-30	46
Doppia terna 380 kV	26-30	68

Tabella 2.2. D.P.A. indicative per numero di isolatori

2.3. Acquistare o costruire casa in area adiacente un elettrodotto

L'acquisto di un edificio nei pressi di un elettrodotto può riservare grosse sorprese. Non sono infatti permessi costruzioni o eventuali cambiamenti d'uso (per esempio da stalla ad abitazione) di edifici collocati all'interno della D.P.A. Questi sono aspetti molto importanti da tenere in considerazione nell'eventuale scelta di acquisto di un immobile. Risulta quindi di fondamentale importanza, prima di procedere ad eventuali acquisti, richiedere al gestore dell'elettrodotto la D.P.A. nel tratto adiacente l'immobile di interesse. Come prima cosa occorre identificare la tipologia di elettrodotto. Per identificare la tipologia di elettrodotto è sufficiente avvicinarsi al traliccio e prendere nota dei dati scritti sul cartello che dovrebbero essere presenti e leggibili come quelli riportati in figura 2.8.