



loc. Morge

**REALIZZAZIONE E GESTIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
 DELLA POTENZA NOMINALE DI 53.69 MW CON RELATIVE  
 OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE**

PROPONENTE	<p style="text-align: center;"><b>soc. ARAN 1 srl</b>          via Fratelli Ruspoli 8 00198 Roma</p>	
PROGETTISTA	 - Salerno - Direttore Tecnico ing. Teodoro Bottiglieri	  Studio Tecnico geom. Benedetto Cuorpo

OGGETTO	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		data	gennaio 2023
	<b>RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTRICOMAGNETICO</b>		scala	
			formato	A4
	elaborato	<b>C_2.1</b>		

*Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 53.69 MW con relative opere di connessione alla rete elettrica nazionale - loc. Morge del Comune di Furci (Ch)-*

*Proponente soc. ARAN 1 srl*

## **RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

### **Legenda**

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b>	<b>PAG. 2</b>
<b>2</b>	<b>EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE ED INTERFERENZE</b>	<b>PAG. 2</b>
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>PAG. 3</b>
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE A CAMPI A FREQUENZA ESTREMAMENTE BASSA ( ELF – EXTREMELY LOW FREQUENCY)</b>	<b>PAG. 5</b>
<b>5</b>	<b>EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE INDOTTE DAGLI ELETTRODOTTI A SERVIZIO DELL'IMPIANTO</b>	<b>PAG. 6</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO</b>	<b>PAG 8</b>
<b>7</b>	<b>VALORE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO INDOTTO DAI CAVI INTERRATI</b>	<b>PAG.10</b>
<b>8</b>	<b>PROBABILITA' DELL'IMPATTO</b>	<b>PAG.11</b>
<b>9</b>	<b>CALCOLO DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE</b>	<b>PAG.12</b>
<b>10</b>	<b>CALCOLO PER LA CABINA</b>	<b>PAG.13</b>
<b>11</b>	<b>CALCOLO DPA PER LE LINEE</b>	<b>PAG.14</b>
<b>12</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>PAG.14</b>

## **RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

### **1 GENERALITA'**

L'entrata in vigore del DM 29/05/2008 ha ribadito la validità della legge quadro sull'elettromagnetismo ( n° 36 del 2001 ) che fissa come obiettivo di qualità dei campi elettromagnetici **3  $\mu$ T** .

L'impianto fotovoltaico, in quanto produttore di energia, è composto di parti sotto tensione che generano campi elettromagnetici, in particolare:

- i cavi in uscita dai trasformatori di MT delle cabine inverter e diretti al trafo elevatore , generano un campo elettromagnetico;
- le cabine inverter generano campo elettromagnetico
- la stazione di smistamento genera campo elettromagnetico.

### **2. EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE ED INTERFERENZE**

I campi elettromagnetici sono un insieme di grandezze fisiche misurabili introdotte per caratterizzare un insieme di fenomeni in cui è presente un'azione a distanza attraverso lo spazio.

Quattro sono i vettori che inquadrano le grandezze introdotte nella definizione del modello fisico dei campi elettromagnetici.

- E campo elettrico
- H campo magnetico
- D spostamento elettrico o induzione dielettrica
- B induzione magnetica

Per quanto concerne i fenomeni elettrici si fa riferimento al campo elettrico, il quale può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale, determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica.

Per i fenomeni di natura magnetica si fa riferimento ad una caratterizzazione dell'esposizione ai campi magnetici in termini di induzione magnetica, che tiene conto dell'interazione con l'ambiente ed i mezzi materiali in cui il campo si propaga.

La normativa attualmente in vigore disciplina in modo differente ed in due decreti attuativi diversi i valori ammissibili di campo elettromagnetico, distinguendo così i "campi elettromagnetici quasi statici" ed i "campi elettromagnetici a radio frequenza".

## RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Nel caso di campi quasi statici ha senso ragionare separatamente sui fenomeni elettrici e magnetici e ha, quindi, anche senso imporre separatamente dei limiti normativi alle intensità del campo elettrico e dell'induzione magnetica.

Il modello "quasi statico" è applicato per il caso concreto della distribuzione di energia, in relazione alla frequenza di distribuzione di energia della rete pari a 50Hz.

In generale gli elettrodotti dedicati alla trasmissione e distribuzione di energia elettrica sono percorsi da correnti elettriche di intensità diversa, ma tutte alla frequenza di 50 Hz e, quindi, tutti i fenomeni elettromagnetici che li vedono come sorgenti possono essere studiati correttamente col modello per "campi quasi statici".

**Tabella 1 – Spettro elettromagnetico**

DENOMINAZIONE	SIGLA	FREQUENZA	LUNGHEZZA D'ONDA	
FREQUENZE ESTREMAMENTE BASSE	ELF	0-3 kHz	> 100 Km	
FREQUENZE BASSISSIME	VLF	3 – 30 kHz	100 – 10 Km	
RADIOFREQUENZE	FREQUENZE BASSE (ONDE LUNGHE)	LF	30 – 300 kHz	10 – 1 Km
	MEDIE FREQUENZE	MF	300kHz – 3 MHz	1 Km – 100 mt
	ALTE FREQUENZE	HF	3 – 30 MHz	100 – 10 mt
	FREQUENZE ALTISSIME(ONDE METRICHE)	VHF	30 – 300 MHz	10 – 1 mt
MICROONDE	ONDE DECIMETRICHE	UHF	300 MHz – 3 GKz	1 mt – 10 cm
	ONDE CENTIMETRICHE	SHF	3 – 30 GHz	10 – 1 cm
	ONDE MILLIMETRICHE	EHF	30 – 300 GHz	1 cm – 1 mm
INFRAROSSO	IR	0,3 – 385 THz	100 – 0,78 mm	
LUCE VISIBILE		385 – 750 THz	780 – 400 nm	
ULTRAVIOLETTO	UV	750 – 3000 THz	400 – 100 nm	
RADIAZIONI IONIZZANTI	X	> 3000 THz	< 100 nm	

Gli impianti per la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica alla frequenza di 50 Hz costituiscono una sorgente di campi elettromagnetici nell'intervallo 30 – 300 Hz.

### 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

- 1) D.P.C.M. 23/4/1992 "limiti massimi di esposizione a campi elettrico e magnetico generati dalla frequenza industriale nominale ( 50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- 2) Legge n° 36 del 22/02/2001 " Legge quadro sulla protezione delle esposizioni a campi elettrici , magnetici ed elettromagnetici", pubblicata su GU n° 55 del 7 marzo 2001, finalizzata ad :

**RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

- assicurare la tutela della salute dei lavoratori. Delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ai sensi e nel rispetto dell'art. 32 della Costituzione.
  - Assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio e promuovere l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili;
- 3) D.P.C.M. del 08/07/2003 " Fissazione 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 Kz) generati negli elettrodotti" decreti attuativi della legge n° 36/2001.

In particolare il D.P.C.M. pubblicato su G.U. n° 200 il 29/08/2003 fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete ( 50 Hz) connessi al funzionamento ed all'esercizio degli elettrodotti.

- Art. 3 comma 1 : nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 micro Tesla<sup>1</sup> per l'induzione magnetica e per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.
- Art. 3 comma 2 : a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi col 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 micro Tesla, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore , nelle normali condizioni di esercizio.
- Art. 4.1 : Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi abitativi a permanenze non inferiore a quattro ore e nella progettazione di 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 ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50

## **RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 micro Tesla per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

- 4) Circolare Ministeriale del 15/11/2004 per il calcolo delle fasce di rispetto.
- 5) Legge Regione Basilicata n° 30/2000 " Piano regionale per l'inquinamento elettromagnetico" e sue mod. ed int.
- 6) DM Ambiente 29/05/2008 " Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

<sup>1</sup> Tesla = Densità del flusso magnetico

### **4 VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE AI CAMPI A FREQUENZA ESTREMAMENTE BASSA ( ELF – EXTREMELY LOW FREQUENCY)**

Una delle problematiche più studiate è certamente quella concernente l'esposizione a campi elettrici e magnetici dispersi nell'ambiente dalle linee di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotto) la cui frequenza ( 50 Hz in Europa e 60 Hz negli Stati Uniti ) rientra nella cosiddetta banda ELF ( 30 – 300 Hz).

I campi ELF, contraddistinti da frequenze estremamente basse, sono caratterizzabili mediante la semplificazione delle equazioni di Maxwell dei " campi elettromagnetici quasi statici" e , quindi, da due entità distinte:

- il campo elettrico , generato dalla presenza di cariche elettriche o tensioni e quindi direttamente proporzionale al valore della tensione di linea;
- il campo magnetico, generato, invece, dalle correnti elettriche; dagli elettrodotti si generano sia un campo elettrico sia un campo magnetico.

#### Campo elettrico

Il campo elettrico è legato in maniera direttamente proporzionale alla tensione della sorgente; esso si attenua, allontanandosi da un elettrodotto, come l'inverso della distanza dai conduttori. I valori efficaci delle tensioni di linea variano debolmente con le correnti che le attraversano, pertanto l'intensità del campo elettrico può considerarsi, in prima approssimazione, costante. La presenza di alberi, oggetti conduttori o edifici in prossimità delle linee riduce l'intensità del campo elettrico e, in particolare, all'interno degli edifici si

## **RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

possono misurare intensità di campo fino a 10 ( anche 100) volte inferiori a quelle rilevabili all'esterno.

### Campo magnetico

L'intensità del campo magnetico generato in corrispondenza di un elettrodotto dipende invece dall'intensità della corrente circolante nel conduttore; tale flusso risulta estremamente variabile sia nell'arco di una giornata sia su scala temporale maggiore quale quella stagionale.

Non c'è alcun effetto schermante nei confronti dei campi magnetici da parte di edifici, alberi o altri oggetti vicini alla linea ; quindi, all'interno di altri edifici circostanti si può misurare un campo magnetico di intensità comparabile a quello riscontrabile all'esterno. Quindi, sia campo elettrico che campo magnetico decadono all'aumentare della distanza dalla linea elettrica, ma , mentre il campo elettrico è facilmente schermabile da oggetti quali legno, metallo, ma anche alberi ed edifici, il campo magnetico non è schermabile dalla maggior parte dei materiali di uso comune.

## **5 EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE INDOTTE DAGLI ELETTRODOTTI A SERVIZIO DELL'IMPIANTO**

### **Differenza tra campi indotti da linee elettriche aeree e cavi interrati**

#### **Campo elettrico**

Il campo elettrico risulta ridotto in maniera molto significativa per l'effetto combinato dovuto alla speciale guaina schermante del cavo ed alla presenza del terreno che presenta una conducibilità elevata. Per le linee elettriche in MT a 50 Hz i campi elettrici misurati attraverso prove sperimentali sono risultati praticamente nulli, per l'effetto schermante delle guaine e del terreno sovrastante i cavi interrati.

#### **Campo magnetico**

Le grandezze che determinano l'intensità del campo magnetico circostante un elettrodotto sono principalmente:

- distanze dalle sorgenti (conduttori)

### **RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

- intensità delle sorgenti ( corrente di linea)
- disposizione e distanze fra sorgenti ( distanza mutua fra i conduttori di fase)
- presenza di sorgenti compensatrici

I metodi di controllo del campo magnetico si basano principalmente sulla riduzione della distanza fra le fasi, sull'installazione di circuiti addizionali ( spire) nei quali circolano correnti di schermo, sull'utilizzazione di circuiti in doppia terna a fasi incrociate e sull'utilizzazione di linee in cavo.

I valori di campo magnetico risultano essere notevolmente abbattuti mediante interrimento degli elettrodotti. Questi vengono posti a circa 1,10 – 1,40 metri di profondità e sono composti da un conduttore cilindrico, una guaina isolante, una guaina conduttrice ( la quale funge da schermante per i disturbi esterni, i quali sono più acuti nel sottosuolo in quanto il terreno è molto più conduttore dell'aria) e un rivestimento protettivo.

I cavi interrati generano, a parità di corrente trasportata, un campo magnetico al livello del suolo più intenso degli elettrodotti aerei ( circa il doppio) , però l'intensità di campo magnetico si riduce molto più rapidamente con la distanza ( i circa 80 m diventano ,in questo caso, circa 24 m). Tra i vantaggi collegati all'impiego di cavi interrati sono da considerare i valori di intensità di campo magnetico che decrescono molto più rapidamente con la distanza.

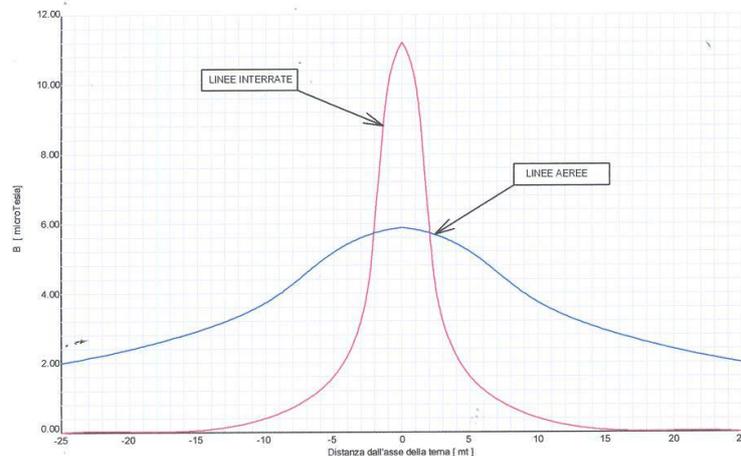
Tra gli svantaggi sono da considerare i problemi di perdita dell'energia legati alla potenza reattiva ( produzione, oltre ad una certa lunghezza del cavo, di una corrente capacitiva dovuta all'interazione tra il cavo ed il terreno stesso, che si contrappone a quella di trasmissione).

Altri metodi con i quali ridurre il valore di intensità del campo elettrico e magnetico possono essere quelli di usare “ linee compatte”, dove i cavi vengono avvicinati tra di loro in quanto questi sono isolati.

Queste portano ad una riduzione del campo magnetico. Confrontando il campo magnetico generato da linee aeree con quello generato da cavi interrati, si rileva che per i cavi interrati l'intensità massima di campo magnetico è più elevata , ma presenta una attenuazione più pronunciata.

## RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Fig.1 Attenuazione dell'induzione magnetica dovuta all'interramento dei cavi



## 6 ANALISI DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO

L'impatto elettromagnetico relativo all'impianto fotovoltaico in progetto per la produzione di energia elettrica è legato :

- all'utilizzo dei trasformatori BT/MT;
- alla realizzazione di cavidotto interrato per la connessione elettrica dei campi in cui è suddiviso elettricamente l'impianto, con la cabina elettrica di connessione e consegna alla rete di distribuzione nazionale.

Nell'intervento proposto non è prevista la realizzazione di linee elettriche aeree in AT, ma esclusivamente la realizzazione di cavidotti interrati in MT ( 36 kV), per la distribuzione dell'energia elettrica prodotta dall'impianto alla cabina di connessione e consegna alla rete elettrica nazionale ( supermedia 36 kV).

### TRASFORMATORI

Ciascuna isola del campo è connessa ad una cabina elettrica in cui è alloggiato il trasformatore 0,8/36 kV. Data la distanza assicurata in fase di progetto fra i trasformatori posizionati nelle cabine ed i ricettori circostanti più prossimi, si può ritenere trascurabile il contributo di tali apparati elettrici in riferimento ai campi elettrici e magnetici.

**RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

**CAVIDOTTO**

Nel progetto presentato:

- non è prevista la realizzazione di linee aeree di MT;
- le linee di collegamento elettrico fra le isole del capo e le cabine elettriche sono MT ( 36kV) tutte in cavo interrato;
- la disposizione dei cavi MT sarà ai vertici di un triangolo equilatero, disposizione che assicura una riduzione del campo magnetico complessivo oltre che una riduzione dei disturbi elettromagnetici;
- gli elettrodotti interrati presentano distanze rilevanti da edifici abitati o stabilmente occupati;
- la corrente viene distribuita alternata e non continua, riducendo, così, le perdite a parità di tensione.

*Modalità di posa elettrodotto interrato*

La posa interrata dei cavi avverrà ad una profondità di oltre 1 metro ed una adeguata protezione meccanica sarà posta sui cavi stessi in conformità alla modalità di posa della norma CEI 11-17.

Lo scavo della linea di connessione avrà larghezza massima di 0.60 mt , in relazione alla miglior soluzione tecnica conseguibile.

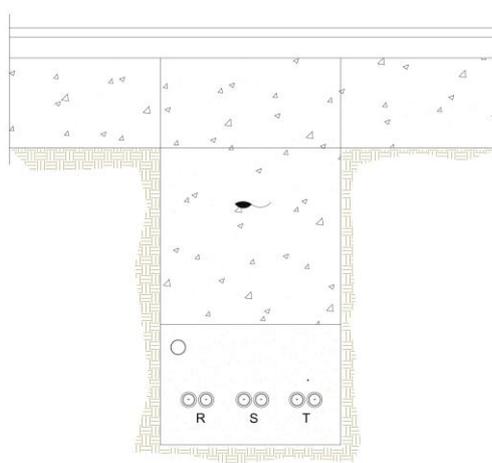
Prima della posa dei cavi verrà ricoperto il fondo dello scavo ( letto di posa) con uno strato ( 10cm di spessore) di sabbia avente proprietà dielettriche.

I cavi saranno posati :

- direttamente nel terreno per complessivi 3 cavi per fase e saranno del tipo ARG7 H1R (fig. 2)

## **RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

**Fig. 2 Modalità di posa elettrodotto interrato**



Tutti gli impianti in bassa e media tensione saranno realizzati secondo le prescrizioni della norma CEI 11-1 con particolare riferimento alla scelta dei componenti della disposizione circuitale, degli schemi elettrici, della sicurezza di servizio.

Più in generale, le modalità di connessione saranno conformi alle disposizioni tecniche emanate dall'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas, al Gestore della rete di distribuzione ed in completo accordo con disposizioni e consuetudini tecniche dell'Enel e con le regole tecniche di connessione previste dal GRTN.

### **7 VALORE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO INDOTTO DAI CAVIDOTTI INTERRATI**

Il campo elettrico risulta ridotto in maniera significativa per l'effetto combinato dovuto alla speciale guaina schermante del cavo e alla presenza del terreno che presenta una conducibilità elevata.

Per le linee elettriche di MT a 50 Hz, i campi elettrici misurati attraverso prove sperimentali sono risultati praticamente nulli, per l'effetto schermante delle guaine e del terreno sovrastante i cavi interrati.

Considerando:

- la tipologia di posa dei cavi previsti in progetto
- la tipologia di cavidotto definito in progetto : trifase unipolare;

**RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

si è stimato il valore del campo elettromagnetico , o meglio le distanze dal cavidotto, che garantiscono il rispetto dei limiti normativi, mediante le formule matematiche per il calcolo del campo magnetico.

Il valore del campo magnetico indotto dipende dal valore della corrente elettrica che attraversa il conduttore; pertanto per il calcolo del valore del campo magnetico si è presa in considerazione la linea elettrica interrata destinata al trasporto dell'energia elettrica prodotta dell'intero impianto; ossia si è considerato il cavidotto che raccoglie tutta l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico ( caso peggiore dal punto di vista dell'induzione di campi elettromagnetici).

Disposizione dei conduttori ai vertici di un triangolo equilatero ( disposizione a triangolo).

La formula per conduttori trifase disposti a triangolo ( che rappresenta la scelta progettuale adottata) è la seguente:

$$B = 0,245 * I * S/D^2$$

Da cui

$$D = (0,245 * I * S/B)^{0,1}$$

Dove S= 0,2 m , rappresenta la distanza tra i conduttori.

Imponendo il limite di legge

- a. B= 100µT - D = 0,23 mt, al di sotto della superficie del terreno
- b. B= 10µT – D = 0,72 mt al di sotto della superficie del terreno

In riferimento al valore di soglia di attenzione epidemiologica (SAE) che è di 3 µT, si ha:

- c. B= 3µT – D = 1,3 mt distanza all'interno della quale, in base alla locazione del cavidotto, è corretto ritenere che non ci sia presenza di persone.

## **RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

### **8 PROBABILITA' DELL'IMPATTO**

**Da quanto precedentemente riportato, nonché dai calcoli sopra eseguiti, risulta evidente che i campi generati sono tali da rientrare nei limiti di legge e che la probabilità di impatto è da considerarsi praticamente del tutto trascurabile.**

Le frequenze elettromagnetiche sono estremamente basse ( 50 – 30 Hz) e quindi, di per sé, assolutamente innocue. Inoltre la tipologia di installazione garantisce l'induzione di un minore campo magnetico ed un decadimento dello stesso nello spazio con il quadrato della distanza dalla sorgente.

#### LIMITI SPAZIALI DELL'IMPATTO

Gli eventuali limiti spaziali dell'impatto sono confinati ad un'area molto ristretta intorno alla cabina MT di connessione .

#### CAMPI MAGNETICI ALL'INTERNO DELLE CABINE DI TRASFORMAZIONE BT/MT

Saranno presi in considerazione due metodi di mitigazione dei campi magnetici generati dalle cabine, indicando nel primo sicuramente la scelta più efficace e preferibile.

- allontanamento delle sorgenti di campo più pericolose ( quadri e relativi collegamenti al trasformatore) dai muri della cabina confinanti con l'ambiente esterno ove si vuole ridurre il campo. Infatti i collegamenti BT trasformatore/quadro sono in genere quelli interessati dalle correnti e , quindi, dai campi magnetici più elevati.
- Avvicinamento delle fasi dei collegamenti utilizzando preferibilmente cavi cordati.
- Disposizione in modo ottimale delle fasi, nel caso di utilizzino più cavi unipolari in parallelo.
- Utilizzo di unità modulari compatte.
- Realizzazione del collegamento trasformatore/quadro BT mediante cavi posati possibilmente al centro della cabina.
- Utilizzazione di cavi tripolari cordati, piuttosto che cavi unipolari, per gli eventuali collegamenti entra-esci in Media Tensione . Infatti, in particolare i circuiti che collegano le linee MT ai relativi scomparti di cabina ( nel caso appunto di collegamento in "entra-esci" della cabina alla rete) sono percorsi da una corrente che può essere dello stesso ordine di grandezza di quella dei circuiti di bassa

## **RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

tensione. Meno importanti, dal punto di vista della produzione di campi elettromagnetici, sono invece i collegamenti tra il trasformatore e il relativo comparto dei quadri in MT , in questo caso , infatti, la corrente è solamente di qualche decina di ampere e, generalmente, il percorso dei cavi interessa la parte più interna della cabina.

- Posizionamento dei trasformatori in modo che i passanti di media tensione (correnti basse) siano rivolti verso la parete della cabina ed i passanti di bassa tensione ( correnti alte) siano invece rivolti verso il centro della cabina ( questo ovviamente se i problemi sono oltre le pareti e non sopra il soffitto o sotto il pavimento).

### **9 CALCOLO DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE**

Si fa riferimento a quanto prescritto dal DM Ambiente del 29/5/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto per le linee elettriche delimitanti lo spazio costituito da tutti i punti caratterizzati da valori di induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità ( DPCM 8/7/03 art. 4).

Al fine di agevolare la gestione territoriale ed il calcolo delle fasce di rispetto , il Decreto introduce una procedura semplificata ( par. 5.1.3) , ai sensi della CEI 106-11 , che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato , valido per i conduttori orizzontali paralleli, secondo il quale il gestore deve calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente , in servizio normale , che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco di linea.

Nel caso di cabine elettriche la fascia di rispetto deve essere calcolata nel seguente modo. Per cabine secondarie, come nel nostro caso, e cioè cabine di tipo box (dimensioni mediamente mt 4 x 2,4, altezza mt 2,4 ed unico trasformatore) , la DPA è intesa come distanza da ciascuna delle pareti, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsi dalla corrente nominale ( I) in uscita dal trasformatore (BT) e con una distanza fra le fasi pari al diametro reale ( conduttore + isolante) del cavo (X), applicando la seguente relazione

$$Dpa = 0,40942 * X^{0,5241} * \sqrt{I}$$

**RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

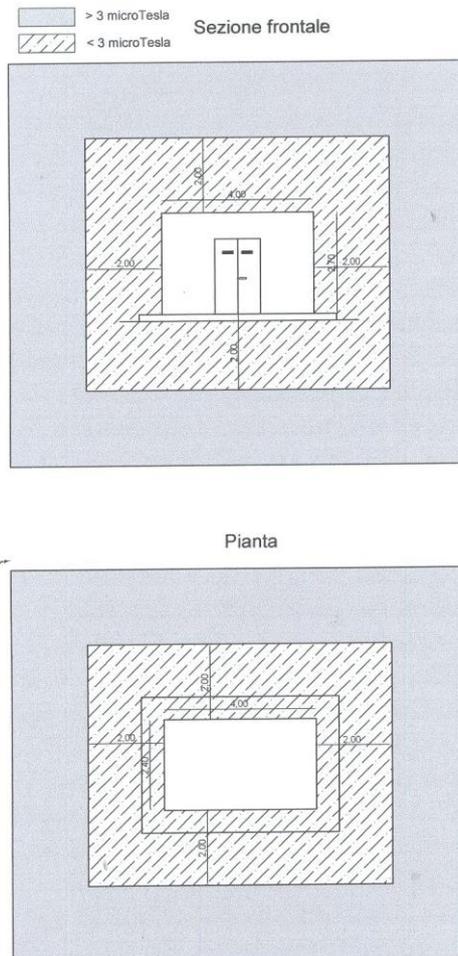
**10 CALCOLO DELLA DPA PER LA CABINA**

Sezione cavi 0,027 mt

Potenza del trasformatore 3500 kVA

Corrente nominale 600 A

**Dpa = 0,40942 \* 0,027<sup>0,5241</sup> \* √600 = 1,51 mt (approssimato 2 mt)**



**RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

**11 CALCOLO DELLA DPA PER LE LINEE**

Le linee di vettoriamento che convoglieranno l'energia prodotta dal campo fotovoltaico saranno interrate ad una profondità di circa 1,30 mt e posati a strato ed avranno la seguente configurazione che sarà utilizzata per il caso in esame:

**a) a singola terna con tre cavi unipolari**

- n° terne : 1
- Tensione concatenata : 36 kV
- Corrente nominale : 378 A circa per fase
- Corrente al limite termico : 400 A circa
- Frequenza nominale : 50 Kz
- Sezione del cavo : 300 mmq
- Schema di posa : n° 3 cavi unipolari posati a strato

**Fascia di rispetto calcolata pari a +/- 1,00 mt rispetto all'asse del cavo**

**VERIFICA DELL'ART. 4 DEL D.P.C.M. 8/7/2003 ( Obiettivo qualità ) per le linee di vettoriamento**

L'induzione magnetica calcolata per le configurazione elencate , ad 1,00 mt dal suolo e con una corrente pari a quella nominale è < di 3  $\mu$ T in asse linea, quindi **l'obiettivo di qualità è raggiunto per tutte le configurazioni**

**12 CONCLUSIONI**

Le fasce di rispetto sono le seguenti

Configurazione	DPA
cabina	+/- 2 mt
3x1x300mmq	+/- 1 mt

**L'obiettivo di qualità** è verificato per tutte le configurazioni.