

**STUDIO TECNICO
PER. IND. GIANNANDREA ARGIOLAS
Via Torino n.16
58011 CAPALBIO (GR)**

PROGETTO

SISTEMA AGRIVOLTAICO AVANZATO "AGV LE ROGAIE"

FASE

Studio di Impatto Ambientale (SIA)

OGGETTO

**RELAZIONE VALUTAZIONE IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

LOCALIZZAZIONE

Loc. Barbaruta – 58100- Grosseto

PROGETTISTA / CONSULENTE

Per. Ind. Giannandrea ARGIOLAS



TIMBRO / FIRMA

RICHIEDENTE / I

**Giulio Borgia
Le Rogae s.s. Società Agricola**

Loc. Barbaruta 58100 GR

LE ROGAIE S.S.S.A.
Loc. Barbaruta - 58100 GROSSETO
C.F. P. IVA 01334510662
Tel. 0564/401200

TIMBRO / FIRMA

RELAZIONE VALUTAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

INDICE

1. CONTESTO LEGISLATIVO NAZIONALE IN MATERIA DI CAMPI ELETTROMAGNETICI E TUTELA DELLA SALUTE _____	2
2. CONTESTO LEGISLATIVO INTERNAZIONALE IN MATERIA DI CAMPI ELETTROMAGNETICI A TUTELA DELLA SALUTE _____	5
3. CABINE DI TRASFORMAZIONE E DM 29/05/08 _____	7
4. CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DA LINEE IN CAVO _____	10

1. CONTESTO LEGISLATIVO NAZIONALE IN MATERIA DI CAMPI ELETTRO-MAGNETICI E TUTELA DELLA SALUTE

La ricerca scientifica a livello internazionale, condotta soprattutto dalla *Commissione internazionale sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti* (ICNIRP), ha sino ad oggi evidenziato effetti sanitari solo di tipo "acuto" (cioè immediati): in linea con tale indicazione si era mosso il legislatore italiano con il D.P.C.M. del 23 aprile 1992 relativo ai "*Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*" (pubblicato sulla G.U. n. 104 del 6 maggio 1992) e successivo DPCM del 28 settembre 1995 (pubblicato sulla G.U. n. 232 del 4 ottobre 1995) che stabilisce le norme tecniche procedurali di attuazione del precedente relativamente agli elettrodotti.

In tabella 1 sono riassunti i limiti di esposizione fissati dal D.P.C.M. del 23 aprile 1992.

	CAMPO ELETTTRICO (E)	INDUZIONE MAGNETICA (B)
Per aree o ambienti in cui si trascorra una parte significativa della giornata	5kV/m	100μT
Per esposizioni ragionevolmente limitate a poche ore al giorno	10kV/m	1μT (=1000μT)

Tabella 1 - Limiti di esposizione per ELF 50Hz stabiliti dal DPCM 23 Aprile 1992

In conseguenza della promulgazione della legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico n. 36 del 22 febbraio 2001 il legislatore ha previsto l'approvazione di tre decreti attuativi per la determinazione rispettivamente di:

- limiti delle esposizioni ai campi elettromagnetici a 50 Hz per la popolazione
- limiti delle esposizioni a campi fino da 100 kHz a 3 GHz per la popolazione
- limiti per i lavoratori

Tali decreti, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine dell'esposizione ai campi elettromagnetici non precedentemente considerati, prevedono la definizione sia di limiti massimi di intensità di campo da non superare in alcun caso (limiti di esposizione) sia di limiti inferiori intesi come valori di attenzione e obiettivi di qualità da raggiungere.

Per quanto attiene alle basse frequenze, nella G.U. n. 200 del 29 agosto 2003 è stato pubblicato il D.P.C.M. 8 luglio 2003 relativo alla "*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 dagli elettrodotti*".

Tale D.P.C.M. in sostanza conferma i limiti di esposizione massima stabiliti nel 1992 aggiungendo ulteriori soglie di esposizione più restrittive in aree particolarmente sensibili quali scuole, abitazioni ecc.

All'art. 1 comma 3 il D.P.C.M. precisa inoltre che a tutela delle esposizioni a campi a frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz, generati da sorgenti non riconducibili agli elettrodotti (ai fini del decreto gli elettrodotti comprendono le linee elettriche, le sottostazioni e le cabine di trasformazione, comprese le cabine MT/BT), si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999 pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999, che risulta rettificata dalla direttiva europea 2004/40/CE e recepita dallo stato italiano tramite il D.Lgs. n. 257 del 19/11/2007 e integrato nel testo unico della sicurezza (D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008).

In tabella 2 sono riassunti i limiti di esposizione fissati dal D.P.C.M. del 8 luglio 2003.

	CAMPO ELETTRICO (E)	INDUZIONE MAGNETICA (B)
Limite di esposizione inteso come valore efficace istantaneo	5kV/m	100µT
Valore di attenzione inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24h (nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e in luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere)	Non precisato	10µT
Obiettivo di qualità inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24h (nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e in luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere) da raggiungere nella progettazione di nuove aree	Non precisato	3µT

Tabella 2 - Limiti di esposizione per ELF 50Hz stabiliti dal DPCM 8 Luglio 2003

Il D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, al titolo VIII Capo IV - protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici - recepisce la direttiva europea 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)" (vedi contesto legislativo internazionale).

Abbiamo infine il DM 29-05-08 che fornisce una metodologia di calcolo per la valutazione della distanza di prima approssimazione da mantenere da elettrodotti e da cabine di trasformazione realizzate secondo standard di riferimento nazionali per soddisfare gli obiettivi di qualità indicati dal D.P.C.M. 8 luglio 2003.

2. CONTESTO LEGISLATIVO INTERNAZIONALE IN MATERIA DI CAMPI ELETTROMAGNETICI A TUTELA DELLA SALUTE

A livello europeo, nel 1999 la Commissione predisposta dalla Comunità Europea ha elaborato una raccomandazione per gli stati membri sul tema dell'esposizione ai campi elettromagnetici.

Il documento finale è stato pubblicato sulla G.U.C.E. delle Comunità Europee il 30 luglio 1999, come "Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 a 300GHz" (1999/519/CE).

La raccomandazione riporta due tabelle, una relativa ai "limiti di base" ed una relativa ai "livelli di riferimento".

L'obiettivo dei "limiti di base" è di proteggere i tessuti del sistema nervoso centrale nella testa e nel torace dagli effetti gravi da esposizione acuta. Tali limiti si riferiscono a valori di campo difficilmente misurabili: per esempio per il campo a 50 Hz viene fissata una densità di corrente di 2 mA/mq. Di più agevole misurazione sono i "livelli di riferimento" ottenuti dai limiti precedenti nella situazione di massimo accoppiamento fra campo e individuo esposto.

In tabella 3 si riportano i "limiti di riferimento" di esposizione secondo la 1999/519/CE.

	CAMPO ELETTRICO	INDUZIONE MAGNETICA
	(E)	(B)
0,025 – 0,8 kHz	250/f ¹ V/m (5kV/m per f=0,05kHz)	5/f ¹ μT (100μT per f=0,05kHz)
¹ f Frequenza nominale rete espressa in kHz		

Tabella 3 - Limiti di esposizione per ELF 50Hz stabiliti dalla Raccomandazione del Consiglio 519 del 12 Luglio 1999 per la popolazione

Si evidenzia che tale raccomandazione europea è stata riconosciuta solo nel 2003 appunto dal D.P.C.M. del 8 luglio 2003, che gli attribuisce valenza normativa solo per gli aspetti che non sono stati trattati dallo stesso D.P.C.M.

Successivamente a livello europeo nell'anno 2004 la Commissione predisposta dalla Comunità Europea ha elaborato una rettifica con la direttiva 2004/40/CE "prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)". Il documento finale è stato pubblicato sulla G.U. dell'Unione europea L159 del 30 aprile 2004.

La direttiva riporta due tabelle, una relativa ai limiti di esposizione ed una relativa ai limiti di azione per i campi elettromagnetici.

I valori limite di esposizione rappresentano i limiti di esposizione a campi elettromagnetici che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi

limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici sono protetti contro tutti gli effetti nocivi per la salute conosciuti.

I valori di azione rappresentano l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B) e densità di potenza (S), che determinano l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nella presente direttiva. Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.

In tabella 4 si riportano i "valori di azione" per lavoratori esposti secondo la 2004/40/CE.

	CAMPO ELETTRICO (E)	INDUZIONE MAGNETICA (B)
0,025 – 0,82 kHz	$500/f^1$ V/m (10kV/m per $f=0,05$ kHz)	$25/f^1$ μ T (500 μ T per $f=0,05$ kHz)
¹ f Frequenza nominale rete espressa in kHz		

Tabella 4 – Valori di azione per lavoratori esposti stabiliti dalla direttiva 2004/40/CE

3. CABINE DI TRASFORMAZIONE E DM 29/05/08

Riepilogando il quadro legislativo sopra esposto possiamo affermare quanto segue.

In base all'art. 6 del DPCM 08/07/2003 il proprietario di elettrodotti e di cabine di trasformazione deve individuare e comunicare alle autorità di controllo la fascia di rispetto dei propri impianti e l'art. 14 della legge 36/01 individua nelle Arpa le autorità di controllo.

Le autorità di controllo verificano che all'interno della fascia di rispetto (campo magnetico superiore a 3 μ T) non siano presenti scuole, aree giochi e abitazioni; se fossero presenti verrebbe negata l'autorizzazione alla realizzazione dell'impianto. Analogamente, una volta concessa l'autorizzazione alla realizzazione dell'impianto, verrà negata in futuro la possibilità di costruire scuole, aree giochi e abitazioni all'interno delle aree di rispetto individuate.

Sempre all'art. 6 del DPCM 08/07/2003 viene attribuito all'APAT-ARPA il compito di definire la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto. Detta metodologia è stata definita mediante il DM 29/05/08.

La metodologia riportata nel DM 29/05/08 prevede l'individuazione di una distanza di prima approssimazione (Dpa) intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina oltre la quale il campo magnetico dovrebbe presentare valori inferiori ai 3 μ T.

La metodologia indicata dal DM 29/05/08 per l'individuazione delle distanze di prima approssimazione si riferisce a cabine di ultima generazione, realizzate secondo gli standard di riferimento nazionali; in particolare, tale metodologia si applica a cabine tipo box (con dimensioni mediamente di 4 x 2,4 m, altezze di 2,4 e 2,7 m e trasformatore da 250-400-630 kVA).

Per tipologie di cabine differenti, i soggetti tenuti al calcolo delle fasce dovranno valutare se alle tipologie delle cabine in progetto è applicabile la metodologia proposta; in caso contrario dovranno provvedere all'individuazione delle specifiche fasce.

La struttura semplificata sulla base della quale viene calcolata la Dpa è un sistema trifase, percorso da una corrente pari alla corrente nominale di bassa in uscita dal trasformatore e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) dei cavi in uscita dal trasformatore stesso. I dati di ingresso per il calcolo della Dpa per le cabine di trasformazione sono pertanto la corrente nominale di bassa tensione del trasformatore ed il diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore.

La formula utilizzata è la seguente:

$$\frac{Dpa}{\sqrt{I}} = 0,40942 \times x^{0,5241}$$

dove:

Dpa = distanza di prima approssimazione [m]

I = corrente nominale del trasformatore [A]

x = diametro dei cavi in uscita dal trasformatore [m]

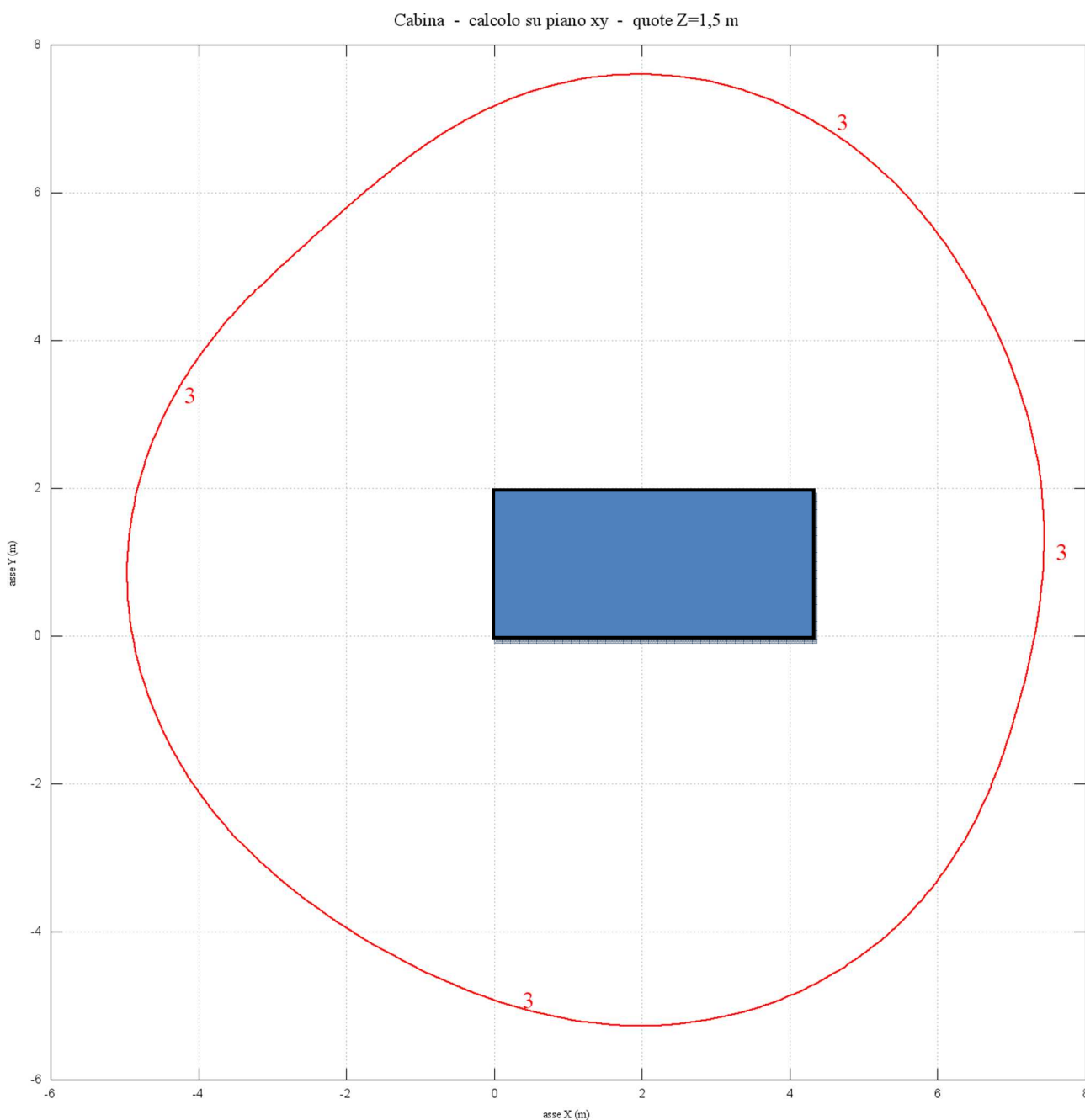
Ricavato il valore di Dpa esatto si approssima al mezzo metro superiore.

Nel progetto in esame le stazioni di trasformazione sono di due tipi: 6 hanno un trasformatore da 6660kVA ed una un trasformatore da 5180kVA.

Entrambe le tipologie sono costituite da container al cui interno è presente un quadro di media tensione, il trasformatore MT/BT 20/0,8kV ed il quadro di bassa tensione.

Il calcolo del campo elettromagnetico generato dall'intera stazione di trasformazione è stato effettuato su un piano ad 1,5m dal terreno considerando il caso peggiore della stazione con trasformatore da 6660kVA.

Il risultato è rappresentato dalla curva isolivello $3\mu\text{T}$ nel grafico seguente.



Come è possibile evincere, l'obiettivo dei $3\mu\text{T}$ è raggiunto ad una distanza di poco inferiore a 6m dalla stazione di conversione.

In tali zone non è comunque prevista la presenza di persone per un periodo superiore alle 4 ore anche in considerazione del fatto che per effettuare manutenzioni di tale durata la sezione di impianto viene messa fuori servizio mentre in caso di passaggio degli operatori agricoli a bordo dei mezzi per la lavorazione del terreno il tempo di permanenza è nell'ordine di pochi secondi.

4. CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DA LINEE IN CAVO

Le linee MT in cavo presenti all'interno dell'impianto in progetto sono quelle che collegano le stazioni di trasformazione alla cabina presente nella stazione di trasformazione MT/AT posta in prossimità dell'impianto.

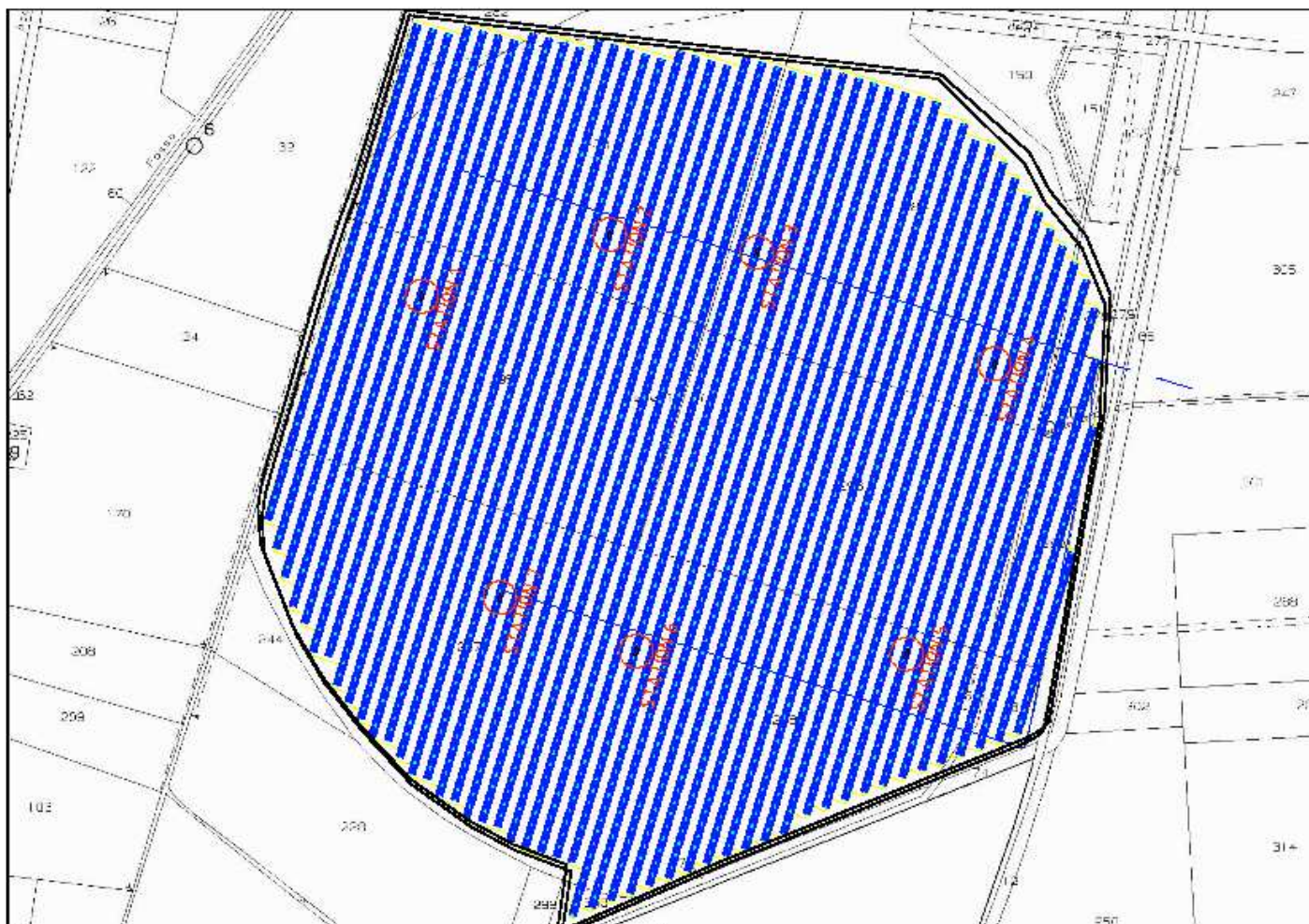
Tutte le linee saranno realizzate con conduttori in cavo multipolare in alluminio con amarri sulla sommità delle strutture di supporto dei moduli (tranne il tratto che dall'impianto in progetto raggiunge la stazione MT/AT dove saranno interrate posate entro cavidotti ad 1,2m di profondità).

Per il calcolo del campo elettromagnetico generato dalle linee è stata eseguita la simulazione per gruppi di linee via via crescenti posizionandole ad una altezza di 4,5m e verificando l'induzione ad una altezza di 3m.

Avremo quindi il tratto che dalla stazione di trasformazione 1 raggiunge la 2 con una linea, il successivo con due linee (Stazione 1 e Stazione 2), quindi con 3 linee fino a 4 per valutare i campi elettromagnetici generati dalle linee delle 4 stazioni poste a nord dell'area.

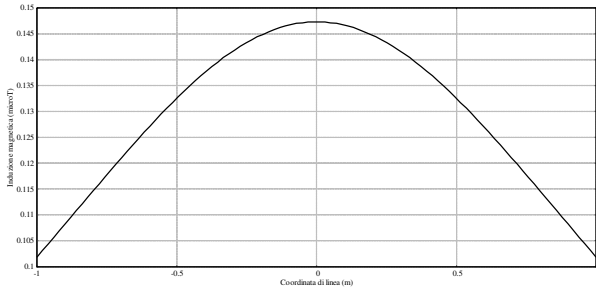
Lo stesso ragionamento è stato fatto con le 3 stazioni poste a sud.

Infine, per il raggiungimento della stazione MT/AT è stato calcolato il campo elettromagnetico generato da tutte le 7 linee.



Layout impianto con posizionamento stazioni di trasformazione

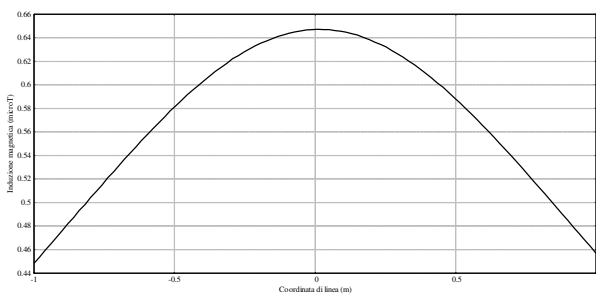
I risultati sono rappresentati nei grafici seguenti che evidenziano come anche nella condizione peggiore venga ottenuto l'obiettivo di qualità di $3\mu T$.



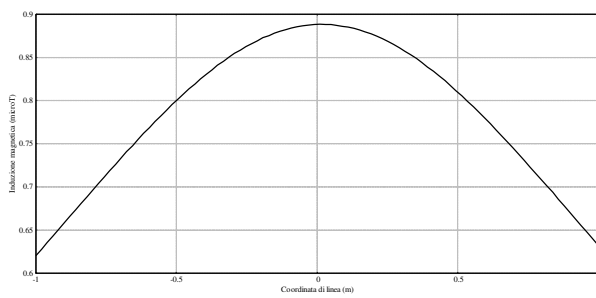
Tratto Stazione trasformazione 1 – Stazione trasformazione 2



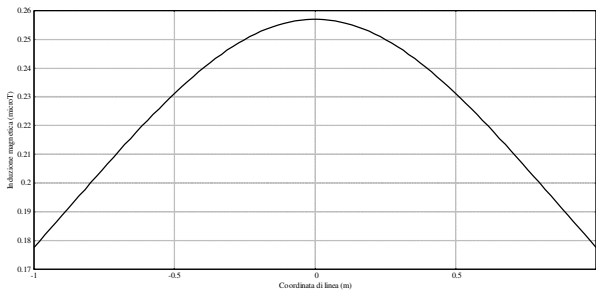
Tratto Stazione trasformazione 2 – Stazione trasformazione 3



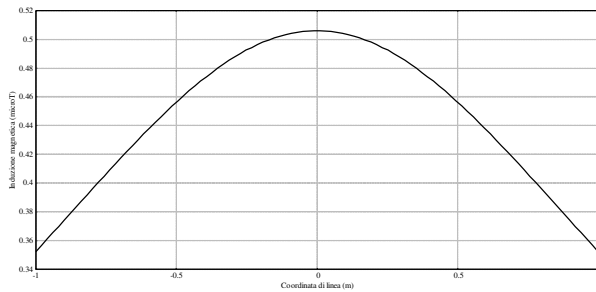
Tratto Stazione trasformazione 3 – Stazione trasformazione 4



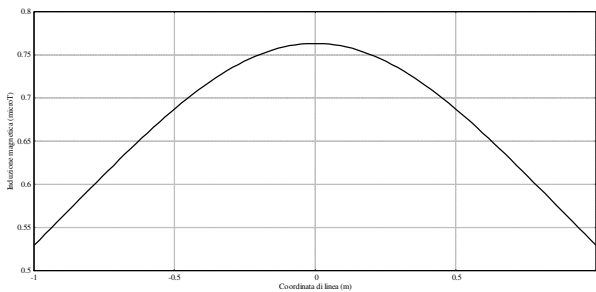
Tratto Stazione trasformazione 4 – Limite dell'impianto in progetto



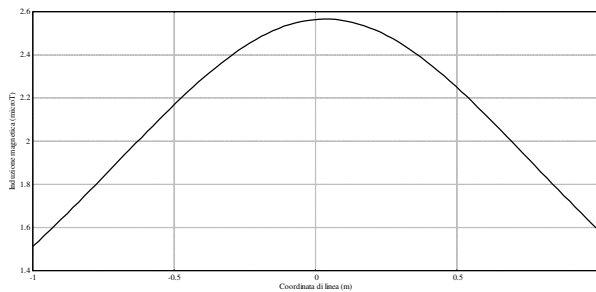
Tratto Stazione trasformazione 7 – Stazione trasformazione 6



Tratto Stazione trasformazione 6 – Stazione trasformazione 7



Tratto Stazione trasformazione 7 – Limite dell'impianto in progetto



Tratto linee interrante Stazione 1...7