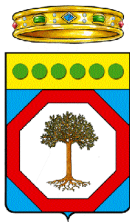


Regione
Puglia



Provincia
Brindisi



COMUNE DI BRINDISI



**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE IN AREE SIN DI UN
IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE
ALLA R.T.N.**

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

ELABORATO

02

PROPONENTE:



METKA EGN Apulia S.r.l.

Sede Legale Piazza Fontana n. 6

20122 Milano (MI)

metkaegnapuliasrl@legalmail.it

PROGETTO:



3E Ingegneria srl

Via Gioacchino Volpe, 92



56121 - Pisa (PI)

pec: 3eengineering@pec.it

Direttore Tecnico: Ing. Giovanni Antonio Saraceno





EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	NOV 2022	3E	A.A. - O.T.	A.A. - O.T.	Progetto definitivo

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN			
	PTO Relazione impatto elettromagnetico			
	OGGETTO / SUBJECT			
	R02	00	Nov 22	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

S O M M A R I O

1	PREMESSA.....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4	DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI.....	8
4.1	Generalita'.....	8
5	CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	9
5.1	Linee elettriche in corrente alternata.....	9
5.2	Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione.....	12
5.2.1	Altri cavi.....	15
6	CABINA DI UTENZA.....	16
6.1	Analisi dei risultati ottenuti.....	16
7	CONCLUSIONI.....	17



	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN			
	PTO Relazione impatto elettromagnetico			
	OGGETTO / SUBJECT			
	R02	00	Nov 22	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

1 PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate ai collegamenti in cavo e della cabina di utenza, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.



In particolare, per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute ai cavidotti MT e AT ed alla cabina utente per la trasformazione. Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette.

Nel presente studio sono state prese in considerazione le condizioni maggiormente significative al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dell'impianto in oggetto.

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN			
	PTO Relazione impatto elettromagnetico			
	OGGETTO / SUBJECT			
	R02	00	Nov 22	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] DPCM 8 luglio 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 Hz) generati dagli elettrodotti".
- [2] DL 9 aprile 2008 n° 81 "Testo unico sulla sicurezza sul lavoro"
- [3] Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"
- [4] Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
- [5] Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo."
- [6] DM del MATTM del 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN			
	PTO Relazione impatto elettromagnetico			
	OGGETTO / SUBJECT			
	R02	00	Nov 22	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.



Nel DPCM 8 Luglio 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 Hz) generati dagli elettrodotti", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare, negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

"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 μ T per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];

"A titolo di misura di cautela per la protezione 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 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio." [art. 3, comma 2];

"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 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 ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN			
	PTO Relazione impatto elettromagnetico			
	OGGETTO / SUBJECT			
	R02	00	Nov 22	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4]

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3 μ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto FV trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione.

Come detto, il 22 Febbraio 2001 l'Italia ha promulgato la Legge Quadro n.36 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) a copertura dell'intero intervallo di frequenze da 0 a 300.000 MHz.

Tale legge delinea un quadro dettagliato di controlli amministrativi volti a limitare l'esposizione umana ai CEM e l'art. 4 di tale legge demanda allo Stato le funzioni di stabilire, tramite Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri: i livelli di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento.

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz". L'art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabelle 1 e 2:

Tabella 1 Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1-3	60	0.2	-
>3 – 3000	20	0.05	1
>3000 – 300000	40	0.01	4



	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN PTO Relazione impatto elettromagnetico				
	OGGETTO / SUBJECT				
	R02	00	Nov 22	7/18	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
					CLIENTE / CUSTOMER

Tabella 2 Valori di attenzione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.



Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA'DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

L'art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella 3:

Tabella 3 Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensita' di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensita' di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA'DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-7 del Gennaio 2001.

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN PTO Relazione impatto elettromagnetico				
	OGGETTO / SUBJECT				
	R02	00	Nov 22		8/18
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	



4 DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI

4.1 Generalita'

La presente relazione descrive le opere principali e la configurazione scelta per l'installazione e messa in esercizio di un Impianto Fotovoltaico di potenza nominale di picco di 18,99MWp connesso alla R.T.N. attraverso il futuro ampliamento a 36kV della SE 380/150 kV "Brindisi Sud". L'impianto verrà realizzato nel territorio comunale di Brindisi in provincia di Brindisi (BR) come le opere di rete per la connessione dell'impianto alla R.T.N.

La connessione dell'impianto sarà costituita principalmente dai seguenti componenti:

- Un cavidotto interrato MT a 30 kV che connette la cabina di consegna dell'impianto alla cabina di utenza
- Un cavidotto interrato AT 36 kV, che connette la cabina di utenza al futuro ampliamento a 36kV della suddetta stazione 380/150 kV Brindisi Sud facente parte della Rete di Trasmissione Nazionale e ubicata nel comune di Ferrara.

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN PTO Relazione impatto elettromagnetico				
	OGGETTO / SUBJECT				
	R02	00	Nov 22	9/18	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
					CLIENTE / CUSTOMER

5 CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

5.1 Linee elettriche in corrente alternata

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, si è tenuto conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a $3 \mu\text{T}$, anche se per la particolarità dell'impianto le aree al suo interno sono da classificare ai sensi della normativa come luoghi di lavoro, e quindi con livelli di riferimento maggiori rispetto a questi ultimi.

La tipologia di cavidotti presenti per la connessione del campo fotovoltaico prevede l'utilizzo di cavi unipolari posati a trifoglio, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

Di seguito si riportano le sezioni tipiche di posa:

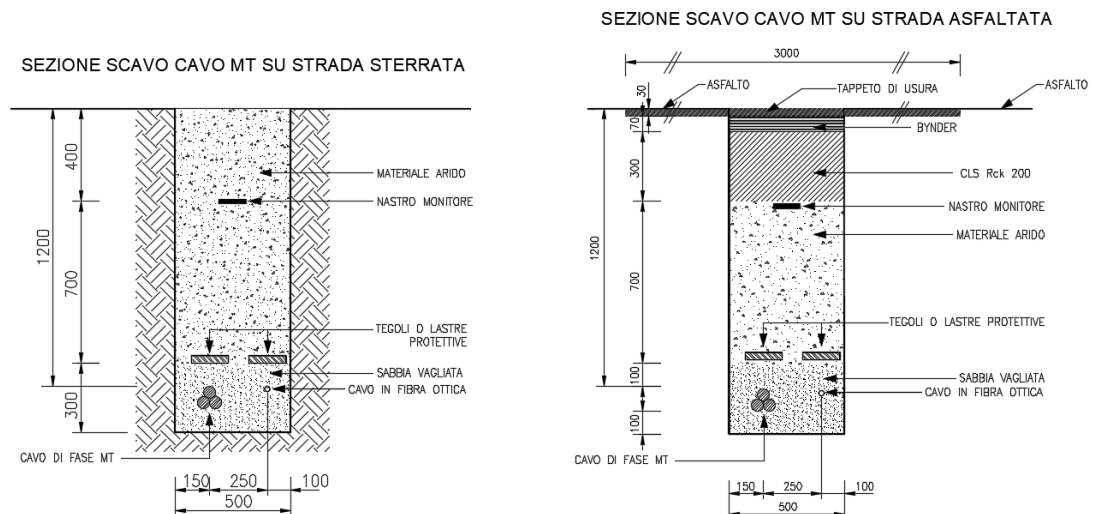


Figura 3: Tipici di posa cavi MT su strade sterrate e asfaltate

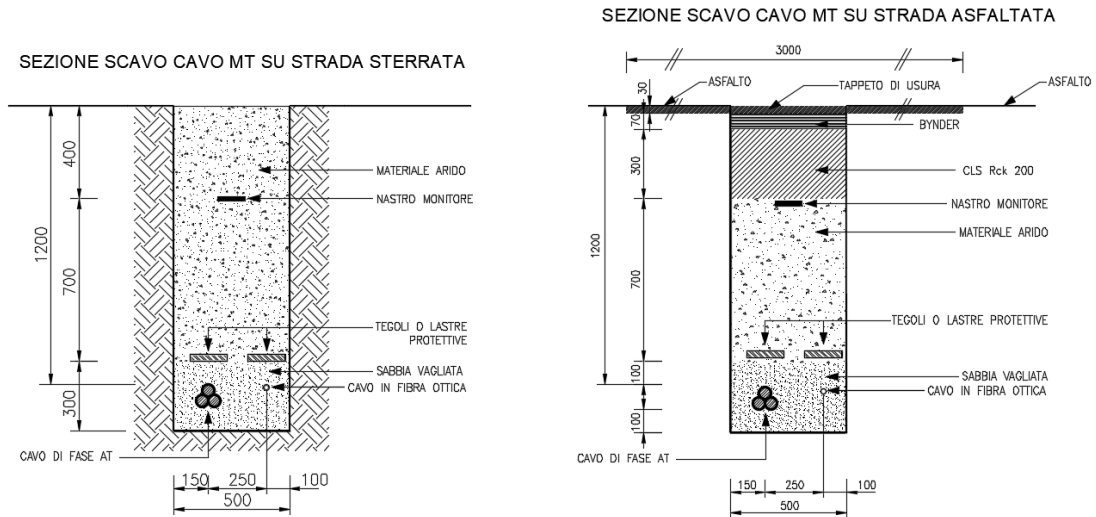


Figura 4: *Tipici di posa cavi AT su strade sterrate e asfaltate*

Il calcolo delle DPA, eseguito per la tipologia di posa sopra riportata per il cavo MT, ha fornito i risultati illustrati nella seguente figura.

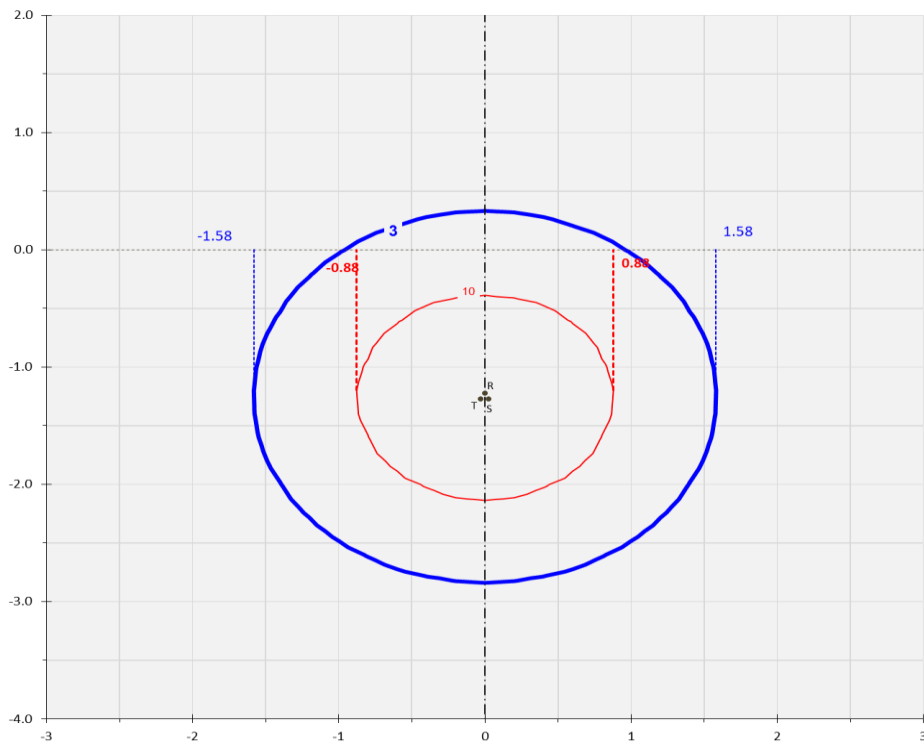






Figura 5: *Curve isolivello dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo MT*

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN PTO Relazione impatto elettromagnetico				
	OGGETTO / SUBJECT				
	R02	00	Nov 22		11/18
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

Come mostrato in figura 5, il limite di 3 microT al suolo si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 1,5 m.

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Pertanto il valore della DPA da considerar, arrotondando all'intero superiore, è pari a **2m**.

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN			
	PTO Relazione impatto elettromagnetico			
	OGGETTO / SUBJECT			
	R02	00	Nov 22	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

5.2 Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione

La Cabina di Utente è collegata al futuro ampliamento a 36kV della esistente stazione di rete 380/150 kV Brindisi Sud mediante linea trifase in cavo interrato a 36 kV, della lunghezza di circa 20 m, costituita da una terna in alluminio di sezione pari a 630 mm² (3x1x630) mm² tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.

Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la portata massima: adottando la posa dei cavi a trifoglio ad una profondità di 1,2 m e considerando una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W, il valore di portata è pari a circa **710 A**, valore adottato per il calcolo. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

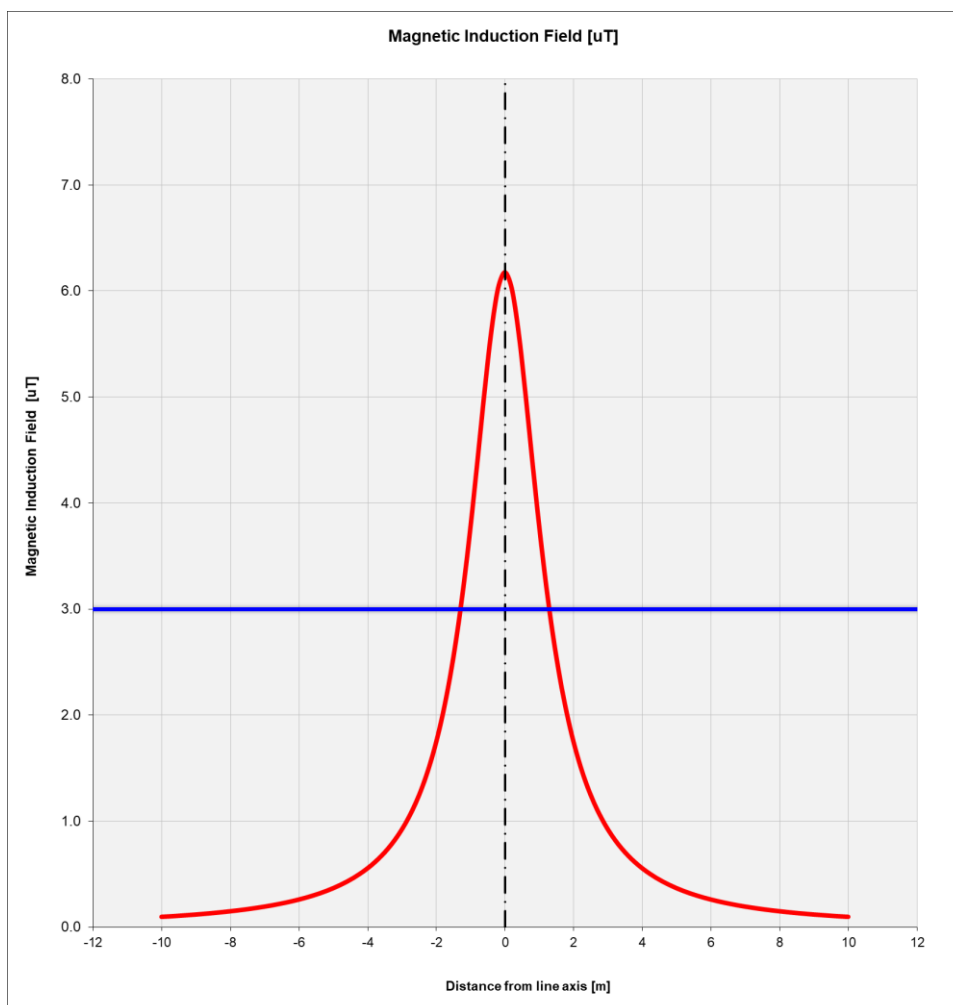


Figura 6: *Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT calcolata a livello del suolo*

Come mostrato in figura 6, il limite di 3 microT al suolo si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 1,8 m.

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

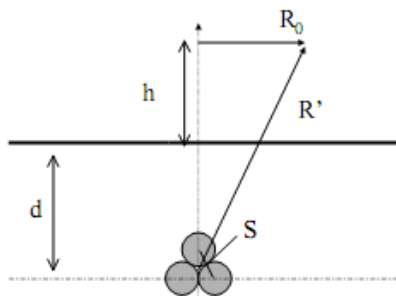
Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$. La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]}$$

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo:

$S = 0.054 \text{ m}$ (uguale al diametro esterno del cavo pari a 54 mm)



$I = 710 \text{ A}$

Si ottiene:

$R' = 1.83 \text{ m}$

che arrotondato al metro, fornisce un **valore della fascia di rispetto pari a 2 m per parte**, rispetto all'asse del cavidotto. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

Tale valore è ulteriormente confermato dal calcolo numerico, che fornisce la curva isolivello a 3 microT riportata nella seguente figura.

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN PTO Relazione impatto elettromagnetico				
	OGGETTO / SUBJECT				
	R02	00	Nov 22	15/18	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
					CLIENTE / CUSTOMER

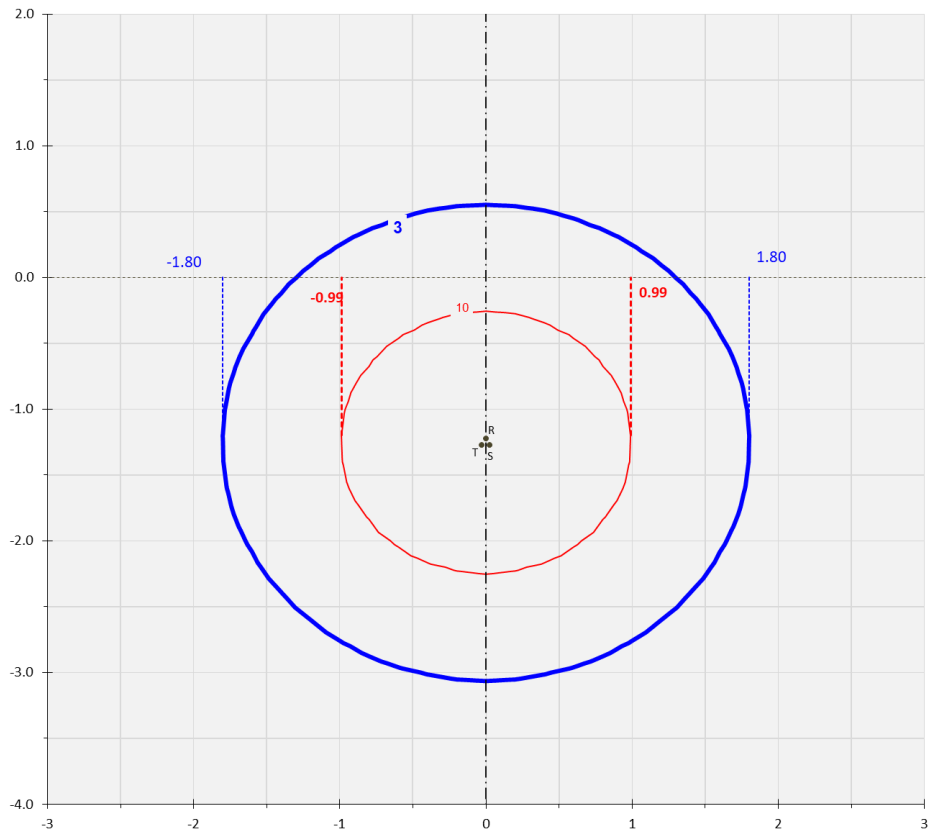




Figura 7: Curve isolivello dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT

5.2.1 Altri cavi

Altri campi elettromagnetici dovuti al monitoraggio e alla trasmissione dati possono essere trascurati, essendo le linee dati realizzate normalmente in cavo schermato.

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN			
	PTO Relazione impatto elettromagnetico			
	OGGETTO / SUBJECT			
	R02	00	Nov 22	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

6 CABINA DI UTENZA

Il collegamento alla Cabina di Utenza permetterà di convogliare l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico alla rete ad alta tensione.

A tal fine, l'energia prodotta alla tensione di 30 kV, dall'impianto fotovoltaico sarà inviata allo stallo di trasformazione della costruenda cabina di utenza. Qui verrà trasferita, previo innalzamento della tensione a 36kV tramite trasformatore 30/36 kV, alle sbarre della sezione 36 kV della stazione di Rete della RTN mediante un collegamento in linea interrata AT tra la Cabina di Utenza ed il relativo stallo in stazione di rete.

I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle vie cavi, ma variano in funzione delle correnti in gioco con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di microtesla, che si riducono a meno di 3 μ T a 4 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.



I valori in corrispondenza della recinzione della stazione sono notevolmente ridotti ed ampiamente sotto i limiti di legge

6.1 Analisi dei risultati ottenuti

Come mostrato nelle tabelle e figure dei paragrafi precedenti le azioni di progetto fanno sì che sia possibile riscontrare intensità del campo di induzione magnetica superiore al valore obiettivo di 3 μ T, sia in corrispondenza della cabina di trasformazione che in corrispondenza dei cavidotti esterni; D'altra parte è stato dimostrato come la fascia entro cui tale limite viene superato è circoscritto intorno alle opere suddette, gran parte delle quali si trovano interamente su percorso stradale e quindi si può certamente escludere la presenza continuativa di recettori sensibili entro le predette fasce, venendo quindi soddisfatto l'obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti fissato dal DPCM 8 Luglio 2003.

La relativa DPA ha una ampiezza di 2 m dalla mezzeria del cavidotto.

La stessa considerazione può ritenersi certamente valida per le aree attorno alla cabina di trasformazione.

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN			
	PTO Relazione impatto elettromagnetico			
	OGGETTO / SUBJECT			
	R02	00	Nov 22	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

7 CONCLUSIONI



Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo DPCM 8 Luglio 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 di 50 Hz degli elettrodotti".

In generale, per quanto riguarda il campo elettrico in Alta tensione esso è notevolmente inferiore a 5kV/m (valore imposto dalla normativa).

Mentre per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni di cavidotti ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

Infatti, per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente al cavidotto MT, realizzato mediante l'uso di cavi unipolari posati a trifoglio, si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto non supererà i 2m, a cavallo dell'asse del cavidotto. Per quanto concerne il cavidotto esterno AT, è stata calcolata un'ampiezza della semi-fascia di rispetto pari a 2 m; sulla base della scelta del tracciato, si esclude la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno.

Per ciò che riguarda la cabina di trasformazione l'unica sorgente di emissione è rappresentata dal trasformatore MT/AT, quindi in riferimento al DPCM 8 luglio 2003 e al DM del MATTM del 29.05.2008, l'obiettivo di qualità si raggiunge già a circa 5 m (DPA) dalla cabina stessa. Comunque, considerando che nelle cabine di trasformazione non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno e che l'area sarà racchiusa all'interno di una recinzione

	Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico e relative Opere di connessione alla RTN			
	PTO Relazione impatto elettromagnetico			
	OGGETTO / SUBJECT			
	R02	00	Nov 22	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

impedirà l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere pericolo per la salute umana.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.