

ISTANZA VIA
Presentata al
Ministero della Transizione Ecologica
e al Ministero della Cultura
(Art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii.
Art. 12 del D.Lgs. 387/03 e ss. mm. ii.)

PROGETTO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp
POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW
Comune di Bondeno (FE)

VALUTAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT

21-00008-IT-BONDENO_PC-R11

PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (BONDENO PV) S.R.L.
Viale Shakespeare, 71 00144 – Roma
P. IVA e C.F. 16627431006– REA RM - 1666505

PROGETTISTA DELLA CONNESSIONE RTN:

Ing. Giovanni Antonio Saraceno
Iscritto all' Ordine degli Ingegneri della provincia di Reggio Calabria al n. 1629



Data	Rev.	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
08/2022	0	Prima emissione	GS	GG	G. Calzolari

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	2 di 19

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
4	DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI.....	7
4.1	GENERALITA'	7
5	CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	8
5.1	LINEE ELETTRICHE IN CORRENTE ALTERNATA A 36KV	8
5.2	LINEE ELETTRICHE IN CORRENTE ALTERNATA A 132KV	11
5.2.1	Altri cavi	13
5.3	STAZIONE DI RETE.....	14
5.4	ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI	18
6	CONCLUSIONI.....	19

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRDOTTO AT	Pag.	3 di 19

1 PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico in oggetto ad esso collegate, 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 al cavidotto AT 36kV e il cavidotto a 132 kV di connessione tra il futuro ampliamento a 132kV dell'esistente SE "Ferrara Nord 380" e la costruenda Stazione di rete 132/36kV. 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.

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"

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	4 di 19

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

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	5 di 19

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 (circa 23.000 kW ac).

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

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	6 di 19

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.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	7 di 19

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 13,79 MWp e potenza in immissione di 12,4 MW, denominato "Bondeno" e connesso alla R.T.N. attraverso una nuova Stazione 132/36 kV ubicata a circa 2 Km a Nord-Ovest dall'area di impianto ed a circa 1 Km dall'esistente CP Bondeno 132kV. Inoltre, un cavidotto a 132kV collegherà la nuova sezione a 132kV dell'esistente Stazione Ferrara Nord 380 alla suddetta stazione.

L'impianto verrà realizzato nel territorio comunale di Bondeno in provincia di Ferrara (FE).

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

- Un cavidotto interrato AT 36 kV, che connette la cabina di impianto alla suddetta Stazione a 132/36 kV facente parte della Rete di Trasmissione Nazionale e ubicata nel comune di Bondeno.
- Un cavidotto interrato AT 132 kV, che connette la nuova sezione a 132kV della SE "Ferrara Nord 380" alla suddetta Stazione a 132/36 kV.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	8 di 19

5 CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

5.1 LINEE ELETTRICHE IN CORRENTE ALTERNATA A 36KV

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.

Di seguito si riportano le sezioni di scavo della linea in cavo a 36kV.

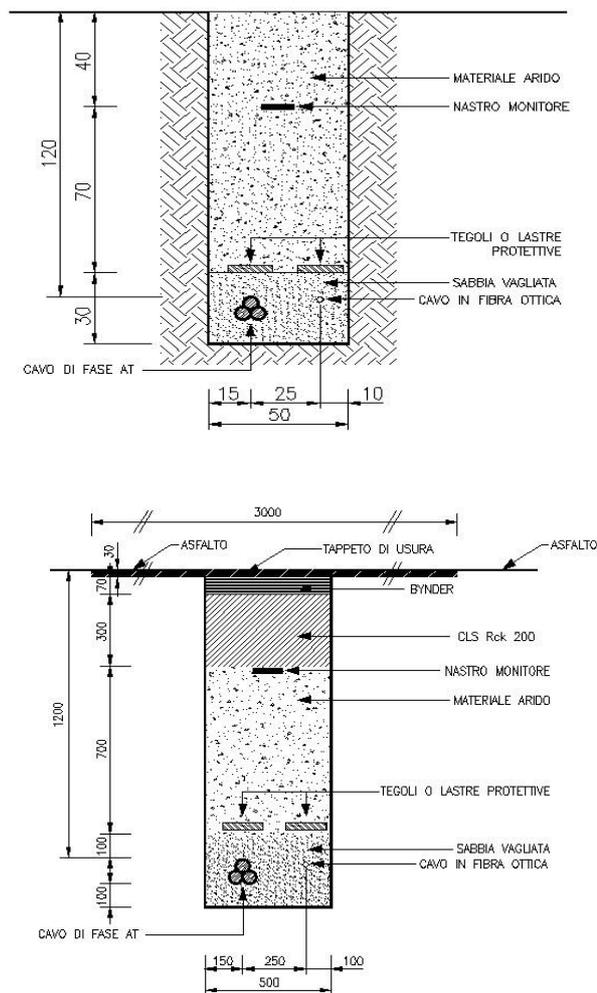


Figura 1: Tipici di posa cavi AT su strade sterrate e asfaltate

La Cabina di impianto è collegata alla sezione a 36 kV della nuova Stazione di Rete mediante linea trifase in cavo interrato a 36 kV, della lunghezza di circa 2,5 Km, costituita

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRDOTTO AT	Pag.	9 di 19

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.

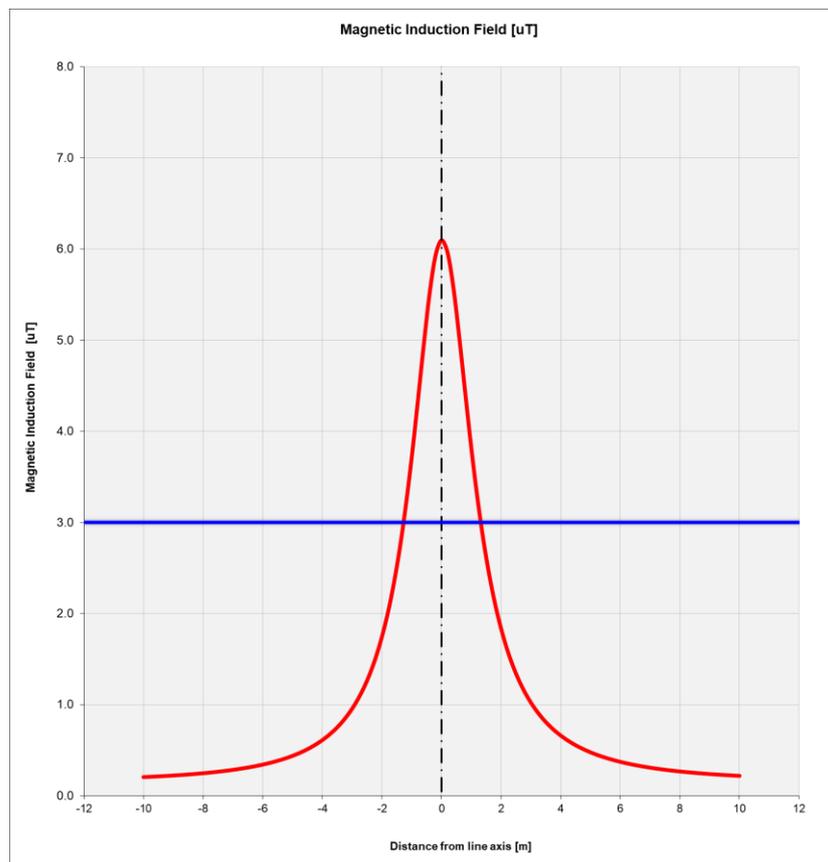


Figura 2: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT calcolata a livello del suolo

Come mostrato in figura 2, il limite di 3 microT al suolo si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 1,8 m.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	10 di 19

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 microT.

Il calcolo delle DPA, eseguito per le tipologie di posa sopra riportate, ha fornito i risultati illustrati nelle seguenti figure

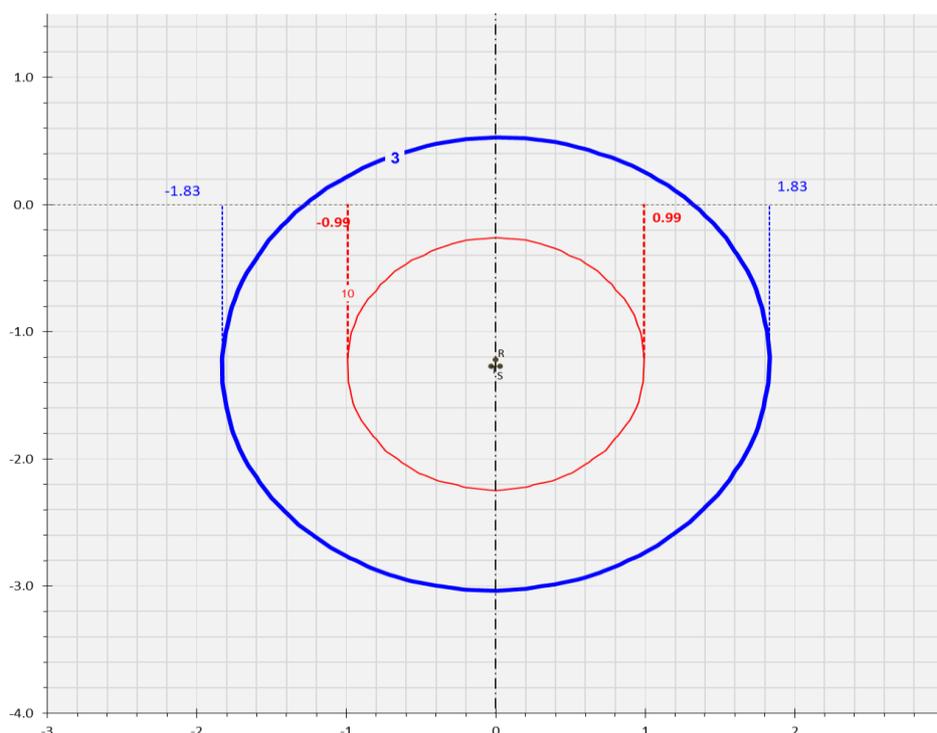


Figura 3: Curve isolivello dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	11 di 19

5.2 LINEE ELETTRICHE IN CORRENTE ALTERNATA A 132KV

L'ampliamento della nuova sezione a 132kV di Rete "Ferrara Nord 380" è collegata alla stazione di rete 132/36 kV mediante linea trifase in cavo interrato a 132 kV, della lunghezza di circa 18 km, costituita da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a 1600 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 1,6 m e considerando una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W, il valore di portata è pari a circa **1000 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.

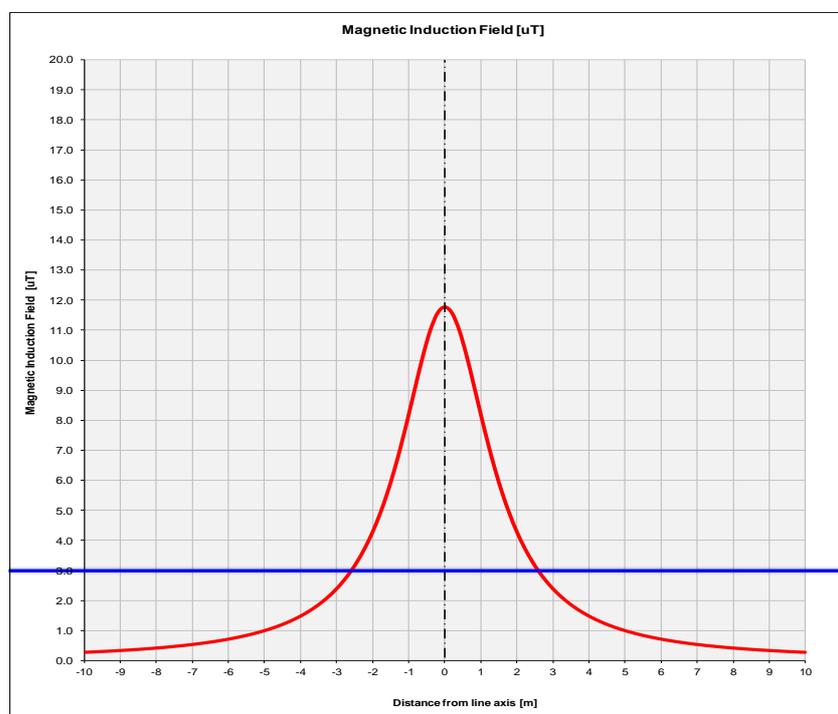


Figura 4: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT calcolata a livello del suolo

Come mostrato in Figura, il limite di 3 microT al suolo si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 2,6-2,7 m.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	12 di 19

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.

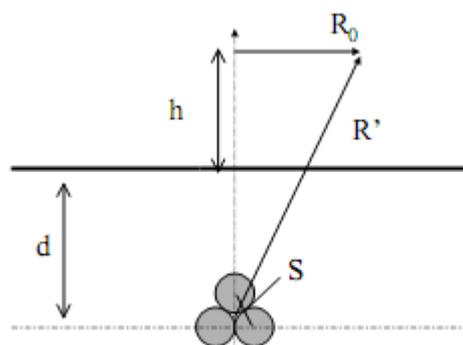
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

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:

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

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo:

$S = 0.11 \text{ m}$ (uguale al diametro esterno del cavo pari a 110 mm)

$I = 1000 \text{ A}$

Si ottiene:

$R' = 2.999 \text{ m}$

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	13 di 19

che fornisce un **valore della fascia di rispetto pari a 3 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.

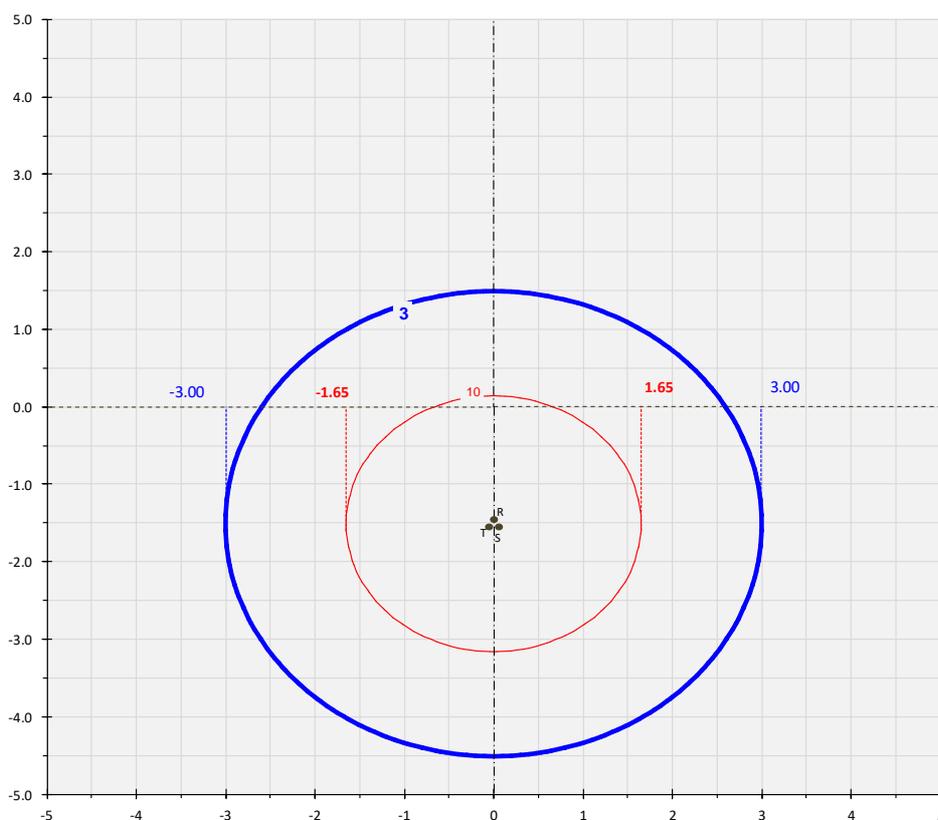


Figura 5: *Curve isolivello dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo*

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.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	14 di 19

5.3 STAZIONE DI RETE

Il collegamento alla Stazione di Rete permetterà di convogliare l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico di "Bondeno" alla rete ad alta tensione.

A tal fine, l'energia prodotta alla tensione di 36 kV, dall'impianto fotovoltaico sarà inviata allo stallo di trasformazione della costruenda Stazione di rete. Qui verrà trasferita, previo innalzamento della tensione a 132kV alle sbarre della sezione 132 kV della stazione di Rete della RTN.

Si rileva che nella stazione, che sarà normalmente esercita in teleconduzione, non è prevista la presenza di personale se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Negli impianti unificati Tema, con isolamento in aria, sono stati eseguiti rilievi sperimentali per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni d'esercizio, con particolare riguardo ai punti dove è possibile il transito del personale (viabilità interna).

I valori massimi di campo magnetico si presentano in corrispondenza degli ingressi linea a 132 kV.

Data la standardizzazione dei componenti e della disposizione geometrica, i rilievi sperimentali eseguiti nelle stazioni della RTN per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio si possono estendere alla nuova SE e sono descritti nel seguito.

Le apparecchiature previste e le geometrie dell'impianto di AT sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne e fabbricati).

I valori di campo elettrico al suolo risultano massimi in corrispondenza delle apparecchiature AT a 150 kV con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. 10 m di distanza da queste ultime.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	15 di 19

Campo Elettrico [kV/m]

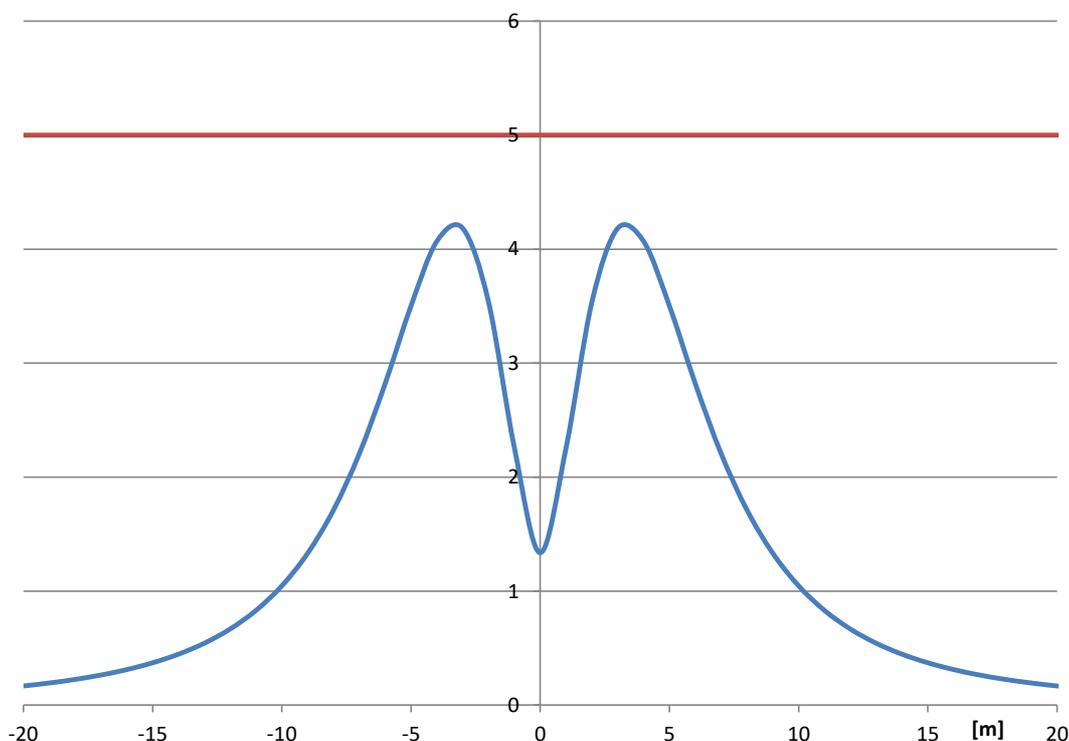


Figura 6: Campo elettrico al suolo generato dal sistema di sbarre a 150 kV

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 μT 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.

A titolo orientativo nel seguito si riporta il profilo di campo magnetico dovuto ad un sistema trifase con caratteristiche e disposizione dei conduttori analoghe a quelle dei condotti sbarre presenti in stazione, considerando una corrente massima di 2000 A pari alla corrente massima sopportabile dalle sbarre stesse. Nella seguente figura è riportata la geometria di un sistema trifase con disposizione dei conduttori assimilabile a quella delle sbarre della stazione d'utenza.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev. 0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag. 16 di 19

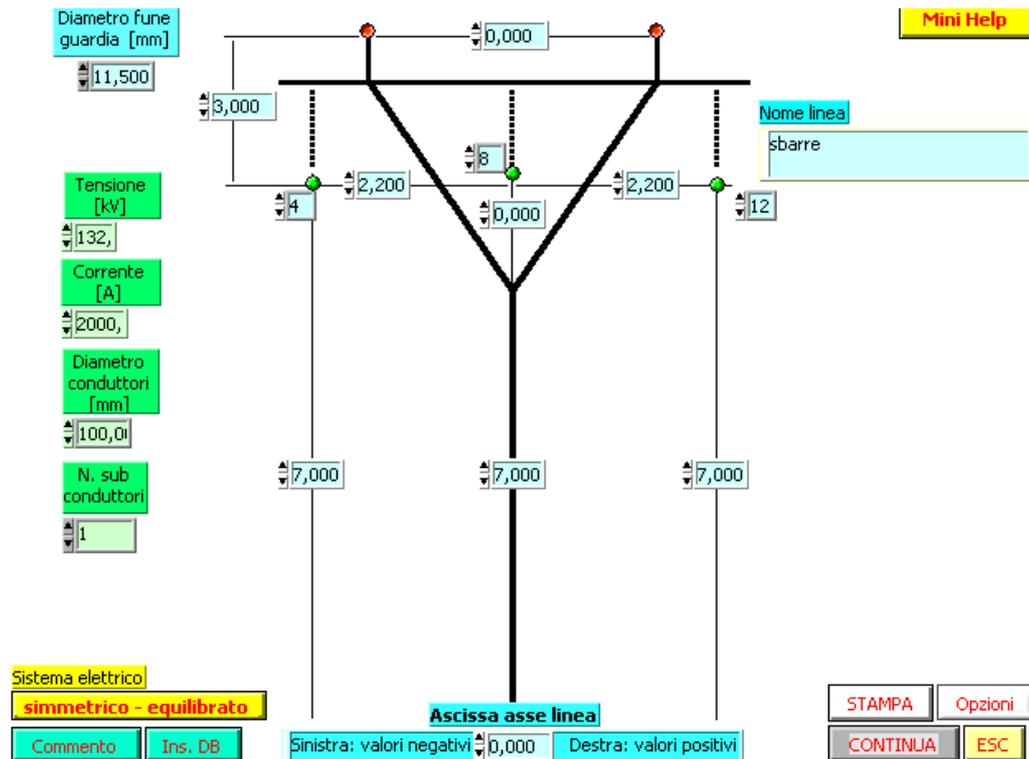


Figura 71: **Linea AT con disposizione conduttori in piano assimilabile ad un sistema semplice sbarra a 132/150 kV**

Con conduttori percorsi da una terna trifase equilibrata di correnti di 2000 A (corrente max sopportabile dalle sbarre), estremamente cautelativa rispetto alla max corrente reale, si ha un andamento di campo magnetico come riportato nella figura seguente.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTRICI ELETTRICITÀ AT	Pag.	17 di 19

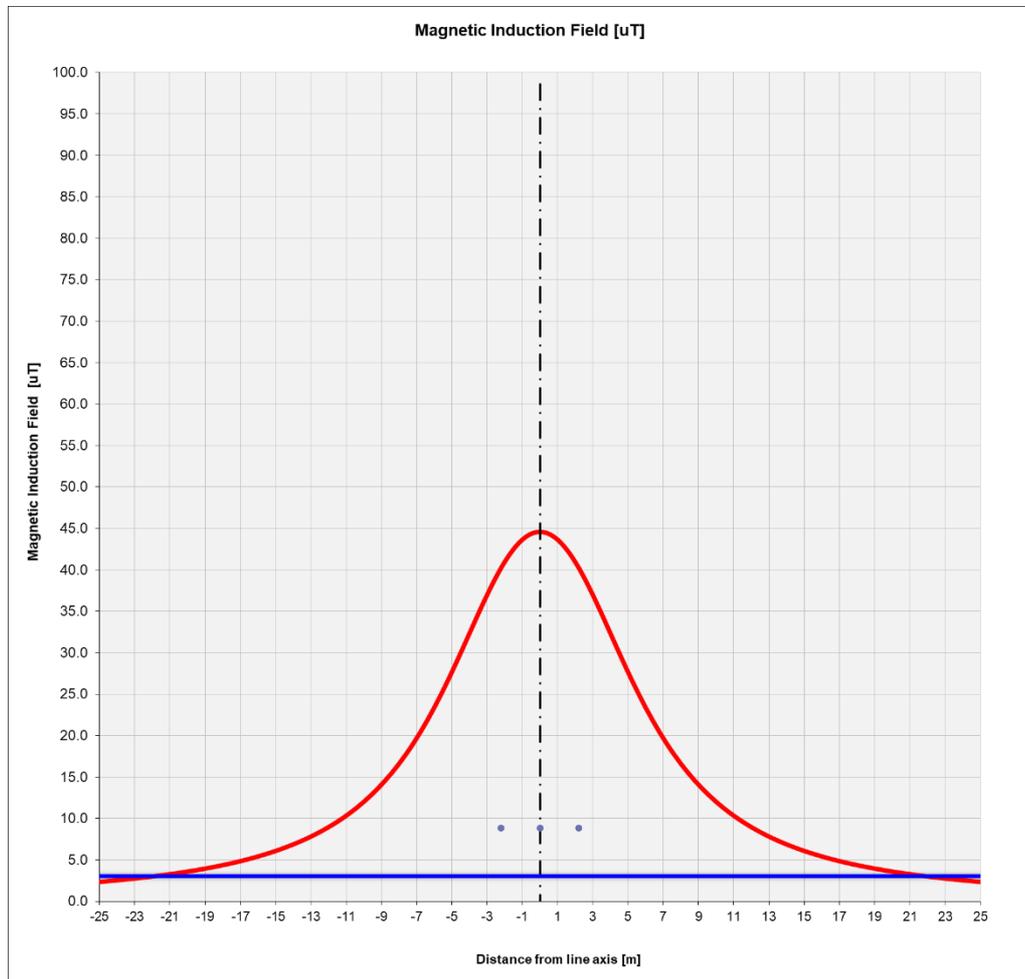


Figura 8: Andamento del campo di induzione magnetica per $I = 2000 A$

Si può notare che ad una distanza di circa 22 m dall'asse del sistema di sbarre l'induzione magnetica è inferiore al valore di 3 microT.

Data la localizzazione della stazione, che si trova in un'area totalmente deserta, non si rilevano recettori sensibili a distanze inferiori a quella sopra calcolata.

I valori massimi di campo elettrico e magnetico si riscontrano in prossimità degli ingressi linea.

In tutti i casi i valori del campo elettrico e di quello magnetico riscontrati al suolo all'interno delle aree di stazione sono risultati compatibili con i limiti di legge.

La condizione in esame nella presente relazione tecnica descrittiva, si colloca in una condizione di esposizione intermedia sia per i campi elettrici che magnetici, per cui si può affermare che sono soddisfatti i limiti di esposizione dettati dalla normativa vigente.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRDOTTO AT	Pag.	18 di 19

Tali valori, comunque, durante l'esercizio dell'impianto saranno monitorati, in modo da assicurare la continua osservanza dei limiti imposti dalla legge.

5.4 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, in corrispondenza del cavidotto esterno; 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 3 m dalla mezzeria del cavidotto.

La stessa considerazione può ritenersi certamente valida per le aree attorno alla Stazione di Rete.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_PC-R11 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	Pag.	19 di 19

6 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.

Per quanto concerne i cavidotti AT, è stata calcolata un'ampiezza della semi-fascia di rispetto pari a 3 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 Stazione 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 Stazione stessa. Comunque, considerando che nelle Stazioni 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 impedirà l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere pericolo per la salute umana.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.