

**ISTANZA VIA**  
**Presentata al**  
**Ministero della Transizione Ecologica**  
**e al Ministero della Cultura**  
**(Art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. li**  
**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)**

**RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI IMPIANTO FV**

21-00008-IT-BONDENO\_PI-R03


**PROPONENTE:**

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

**PROGETTISTA:**

**ING. MATTEO BERTONERI**  
**Iscritto all' Ordine degli Ing. della Provincia di Massa Carrara al n. 669 sez. A**

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

	<b>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)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	<b>Pag.</b>	<b>2 di 15</b>

## INDICE


<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>SINTESI METODOLOGICA .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....</b>	<b>9</b>
<b>B1.1</b>	<b>CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>CALCOLO DELLE DPA.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1</b>	<b>CALCOLO DELLE DPA DELLE POWER STATION.....</b>	<b>12</b>
<b>6.2</b>	<b>CALCOLO DELLE DPA PER GLI ELETTRODOTTI DI CONNESSIONE IN ALTA TENSIONE .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>15</b>

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1 - Localizzazione dell'area di intervento .....	5
Figura 3.1 – Sezione tipica di posa della linea AT interrata .....	6
Tabella 5.1 – <i>Dati di progetto</i> .....	10
Figura 5.2 – <i>Stato di progetto dell'area di impianto</i> .....	11

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4:1 – Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003.....	8
Tabella 4:2 – 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 .....	8
Tabella 4:3 – Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate .....	8

	<b>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)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	<b>Pag.</b>	<b>3 di 15</b>

## 1 PREMESSA

TEP Renewables (Bondeno PV) S.r.l. è una società italiana del Gruppo TEP Renewables. Il gruppo, con sede legale in Gran Bretagna, ha uffici operativi in Italia, Cipro e USA. Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili in Europa e nelle Americhe, operando in proprio e su mandato di investitori istituzionali.


Il progetto in questione prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico di potenza nominale (DC) pari a 13,79 MWp da realizzare in **regime agrivoltaico**, nel rispetto delle *“Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici”* (giugno 2022) predisposte su iniziativa del MiTE per le finalità di cui al D.Lgs. n.199/2021.

Il progetto nel suo complesso ha contenuti economico-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati sottoposti a mitigazione.

Nel caso di studio, le strutture sono posizionate in modo tale da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 10 m in modo da permettere la coltivazione tra le interfila e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento, così da assicurare una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto e la massimizzazione dell'uso agronomico del suolo coinvolto.

L'impianto fotovoltaico sarà tecnicamente connesso mediante un cavidotto interrato AT che si estenderà per un percorso di circa 2.5 km, massimamente lungo la viabilità pubblica ad una nuova SE. L'allaccio alla Stazione Elettrica avverrà in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) a 132 kV a cui verranno ricollegate le linee RTN a 132 kV “Finale Emilia – Bondeno”, “Bondeno – Ferrara Cassana” e “Bondeno – Pilastresi All.”, oggi afferenti alla Cabina Primaria Bondeno, previo:

- potenziamento/rifacimento della linea RTN a 132 kV “Bondeno – Finale Emilia”;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 132 kV tra la nuova SE suddetta e la futura sezione a 132 kV dell'esistente SE RTN a 380 kV denominata “Ferrara Nord”, prevista dall'intervento 318-P del Piano di Sviluppo Terna;
- realizzazione dei nuovi elettrodotti a 132 kV “Ferrara Cassana – Ferrara Nord” e “Ferrara Nord – Ferrara ZI”, previsti dall'intervento 318-P del Piano di Sviluppo Terna.

	<b>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)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	<b>Pag.</b>	4 di 15

## 2 INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO

installato il campo FV, la nuova SE 132/36 kV e una parte del cavo interrato, e nei territori comunali di Vigarano Mainarda e Ferrara, all'interno dei quali si estenderà la restante porzione del cavo di connessione e in quest'ultimo anche la SET Ferrara nord 380.

Il campo fotovoltaico si colloca a ca.4 km a Sud dalla città di Bondeno, a oltre 10 km a ovest da Ferrara e a ca.65 km dalla costa adriatica.

Il progetto di intervento si inserisce nel paesaggio pianeggiante della Pianura Padana, in riva destra del fiume Po. Tale area, come ben si sa, risulta interamente a vocazione agricola con presenza di aree urbanizzate sparse la principale delle quali è il centro abitato di Ferrara; il sito di intervento si colloca, dunque, in area antropizzata. L'area di interesse risulta solcata da una moltitudine di elementi idrici tra i quali il Cavo Napoleonico (o Scolmatore del Reno) che è un canale artificiale multifunzione della pianura emiliana che collega i fiumi Reno e Po e si estende a ca. 500 m dall'area deputata dall'installazione del campo FV e verrà interessato dai cavi di connessione.

Le coordinate del sito sede dell'impianto sono:

- 44°50'55.66"N
- 11°25'30.60"E
- Altitudine media 10 m s.l.m.

Nella figura successiva si riporta la localizzazione dell'intervento di progetto in tutte le sue componenti.


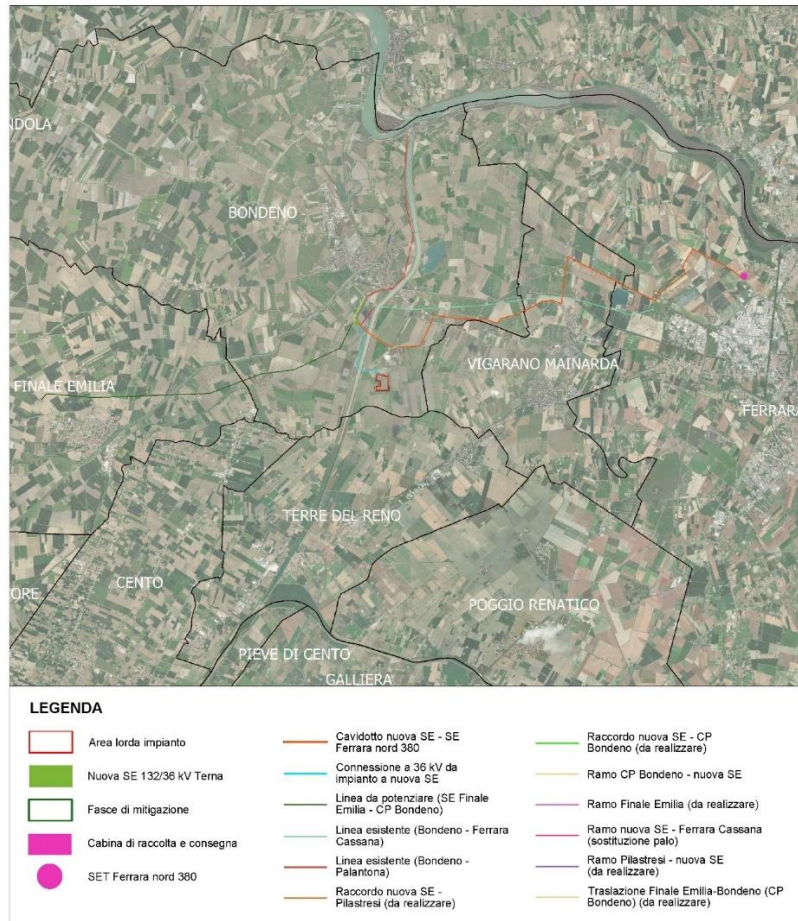

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	<b>Pag.</b>	5 di 15

Figura 2.1 - Localizzazione dell'area di intervento



Il sito risulta idoneo alla realizzazione dell'impianto avendo una buona esposizione ed essendo ben raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti. La rete stradale che interessa l'area di intervento è costituita da:

- A13 "Autostrada Bologna-Padova" che corre in direzione nord-sud e interseca Via delle Bonifiche venendo interessata, dunque, dalla posa del cavo;
- SS468 "Via Ferrarese" che si estende a sud del campo FV, a ca. 570 m dallo stesso;
- SP69 "Via Virgiliana" sotto la quale verrà posato per la maggior porzione il cavo di connessione;
- SP49 "Via Rondona" che si estende a est del campo FV e a sud del cavo a 132 kV e mette in comunicazione la SP69 con la SP66;
- SP9 "Via Provinciale Centese" che si estende a ca. 466 m dalla SE 36 kV/132kV;
- SP19 "Strada Provinciale 19" sotto la quale per una minima porzione verrà posato il cavo di connessione;
- Via Diamantina, Via Canal Bianco, Via Santa Lucia e Via delle Bonifiche sotto le quali verrà posato il cavo di connessione;
- Altre strade secondarie e locali.

	<b>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)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	<b>Pag.</b>	<b>6 di 15</b>

### 3 SINTESI METODOLOGICA

Tale documento è stato redatto dall' Ing. Matteo Bertoneri, con il gruppo di lavoro per l'esecuzione del presente documento è stato inoltre composto dall'Ing. Claudio Fiaschi; Ing. Andrea Battistini; Arch. Fabrizio Brozzi; Geom. Nicola Ambrosini e dal Geom. Michele Squillaci.


Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori. Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrato, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

All'interno della presente verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico. Per il calcolo dei campi magnetici dei collegamenti AT sono state esaminate le configurazioni più significative, rappresentate nella figura sottostante.

*Figura 3.1 – Sezione tipica di posa della linea AT interrata*




Tutte le analisi sono state condotte nel rispetto delle principali norme in materia di campi elettromagnetici e riportate nel capitolo seguente.

	<b>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)</b>	Rev.	0
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	Pag.	7 di 15

#### 4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- 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”;
- DL 9 aprile 2008 n° 81 “Testo unico sulla sicurezza sul lavoro”;
- Norma CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”;
- Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- 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 aree e in cavo.”;
- DM del MATTM del 29.05.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.

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  $\mu$ 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  $\mu$ 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  $\mu$ 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] 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 $\mu$ 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.

	<b>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)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	<b>Pag.</b>	8 di 15

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. Nella pagina successiva vengono riportati Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2000, edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore, Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate. 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 seguenti:

*Tabella 4:1 – 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 <sup>2</sup> )
0.1-3	60	0.2	-
3 – 3000	20	0.05	1
3000 – 300000	40	0.01	4

*Tabella 4:2 – 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 <sup>2</sup> )
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)


L'art. 4 riporta i valori limite di immissione in aree intensamente frequentate:

*Tabella 4:3 – Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate*

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 <sup>2</sup> )
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.



	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp -</b> <b>POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW</b> <b>Comune di Bondeno (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03</b> <b>RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO</b> <b>FV</b>	<b>Pag.</b>	9 di 15

## 5 CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza in DC di 13,79 kW (in condizioni standard 1000W/m<sup>2</sup>).

L'impianto è così costituito:


- n. **1 cabina di raccolta e di consegna AT** posizionata all'interno dell'area impianto (vedi planimetria). All'interno della cabina saranno presenti, oltre al trasformatore di servizio da 160kVA 30.000/400V, le apparecchiature di protezione dei rami radiali verso tutte le PS, e gli apparati SCADA e telecontrollo, ed il Controllore Centrale dell'Impianto, così come previsto nella variante 2 della norma CEI 0-16 (V2 del 06/2021) allegato T. (cabina "0" nelle tavole grafiche);
- n. **4 Power Station (PS) o cabine di campo**, collegate in modo radiale, aventi la funzione principale di elevare la tensione da bassa (BT) 600 V ad alta tensione (AT) 36.000 V e convogliare l'energia raccolta dall'impianto fotovoltaico alla cabina di consegna;
- n. **3 inverter centralizzati da 3000kW** (SG3000HV-MV della SMA) con 12 +12 ingressi in parallelo su 2 MPPT separati. La tensione di uscita a 600Vac ed un isolamento a 1.500Vdc consente di far lavorare l'impianto con tensioni più alte e di conseguenza con correnti AC più basse e, quindi, ridurre le cadute di tensione ma, soprattutto, la dispersione di energia sui cavi dovuta all'effetto joule. Il numero dei pannelli con la loro suddivisione in STRING-BOX e 24 ingressi negli inverter consentono la gestione ed il monitoraggio delle 2712 stringhe (ognuna con 24 moduli fotovoltaici) in modo assolutamente puntuale e dettagliato.
- n. **1 inverter centralizzato da 4000kW** (SG4000HV-MV della SMA) con 12 +12 ingressi in parallelo su 2 MPPT separati. La tensione di uscita a 600Vac ed un isolamento a 1.500Vdc consente di far lavorare l'impianto con tensioni più alte e di conseguenza con correnti AC più basse e, quindi, ridurre le cadute di tensione ma, soprattutto, la dispersione di energia sui cavi dovuta all'effetto joule. Il numero dei pannelli con la loro suddivisione in STRING-BOX e 24 ingressi negli inverter consentono la gestione ed il monitoraggio delle 942 stringhe (ognuna con 24 moduli fotovoltaici) in modo assolutamente puntuale e dettagliato.
- n. **22608 moduli fotovoltaici** installati su apposite strutture metalliche munite di tracker con il sostegno fondato su pali infissi nel terreno;
- n. **457 tracker monoassiali +- 55°** in grado di orientare 24+24 pannelli fotovoltaici
- n. **28 tracker monoassiali +-55°** in grado di orientare stringhe da 12+12 pannelli

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto sarà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione, rete di trasmissione dati, ecc.).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi elettrici indispensabili e privilegiati verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

	<b>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)</b>	Rev.	0
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	Pag.	10 di 15

I manufatti destinati a contenere le power station, la cabina di consegna AT, gli uffici e il magazzino saranno del tipo container prefabbricati o strutture prefabbricate in cemento precompresso.


Di seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per dati tecnici di maggior dettaglio si rimanda all'elaborato specifico.

### B1.1 CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto è collegato alla rete elettrica nazionale con connessione trifase in alta tensione; ha una potenza pari a 13,79MWp, suddivisa in 4 generatori, derivante da 22608 moduli. Tali moduli sono ricompresi all'interno di un'area di proprietà recintata avente una superficie di circa 16,14 ha. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa della configurazione di impianto.

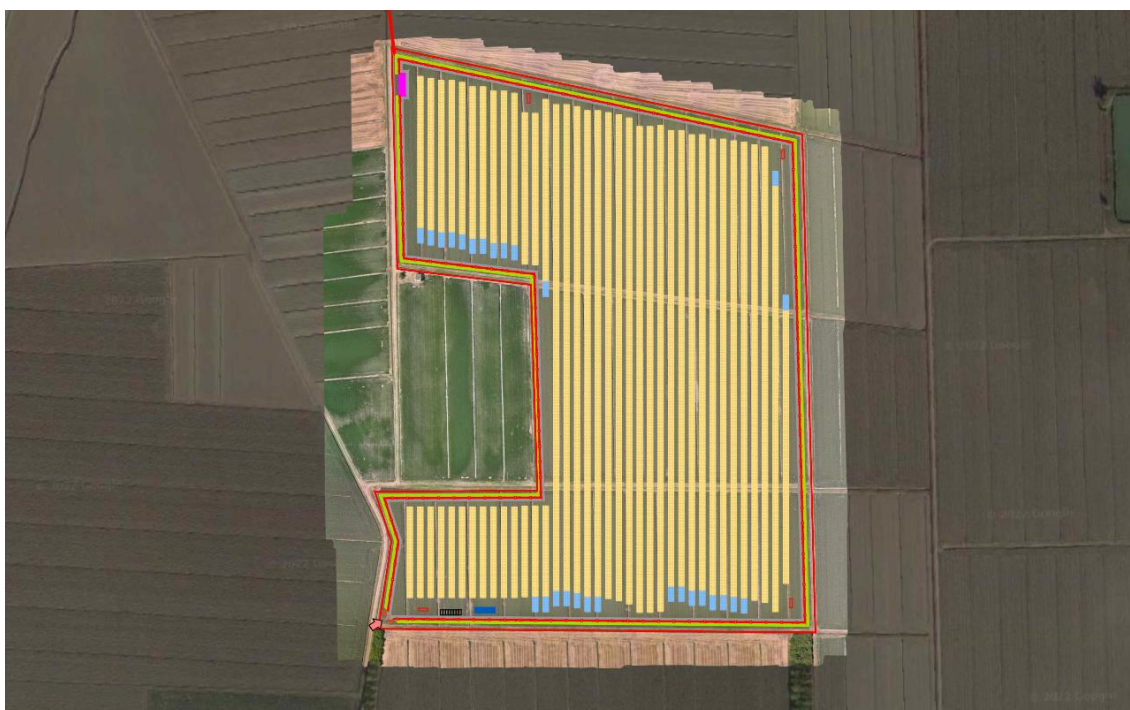
*Tabella 5.1 – Dati di progetto.*

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	TEP RENEWABLES (BONDENOPV) S.R.L.
Luogo di installazione:	Comune di Bondeno – Provincia di Ferrara
Denominazione impianto:	BONDENO PV
Dati catastali area impianto in progetto:	Foglio 186 (Particelle 14, 18, 19, 28, e 29)
Potenza di picco (MWp):	13,79 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Trackers monoassiali
Inclinazione piano dei moduli:	-55° +55°
Azimuth di installazione:	0°
Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	Il PRG del Comune di Bondeno colloca le opere di progetto in Zona E3 (Agricola)
Cabine PS:	n.4 distribuite nell'area del campo fotovoltaico
Posizione cabina elettrica di interfaccia:	n.1 nell'area del campo fotovoltaico
Storage	N/A
Coordinate:	44°50'55.66"N 11° 25'30.60"E Altitudine media 10 m s.l.m.

	<b>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)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	<b>Pag.</b>	11 di 15

Come riportato nello schema unifilare, la distribuzione elettrica prevede la realizzazione di un sistema radiale di connessione che collega tutte le 4 cabine di campo. In ciascun ramo le power station saranno alimentate in configurazione Entra-Esci.


*Figura 5.2 – Stato di progetto dell'area di impianto*



Si rimanda alle tavole di dettaglio per un'ulteriore comprensione ed inquadramento planimetrico delle aree d'impianto. Dalla lettura dello schema unifilare del presente progetto, è possibile riscontrare le informazioni e le caratteristiche impiantistiche dell'impianto fotovoltaico nonché dei suoi elementi.

Tutti i sottocampi e relative cabine saranno connessi alle cabine CABINA PRINCIPALE "0" AT (LATO FV) tramite linee interrate costituite da cavi in AT 36kV in alluminio tipo ARG7H1RNR 26/45 kV

In tali cabine avverrà il parallelo elettrico di queste singole produzioni ed il successivo convogliamento verso le linee di connessione utente a 36kV.

	<b>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)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	<b>Pag.</b>	<b>12 di 15</b>

## 6 CALCOLO DELLE DPA

Si è proceduto al calcolo della Distanze di Prima Approssimazione (DPA) dalle linee elettriche di impianto e dai cabineti di trasformazione e connessione, quali la cabina AT principale, la cabina secondaria AT di smistamento e le cabine di campo "Power Station". Gli elementi sopra descritti sono tutti caratterizzati da una tensione massima nominale di 36kV. Tale valutazione si riferisce esclusivamente alla fase di esercizio dell'impianto in quanto durante la realizzazione e dismissione i campi daranno nulli data l'assenza di tensione nei circuiti.

### 6.1 CALCOLO DELLE DPA DELLE POWER STATION

In merito alla valutazione delle distanze di prima approssimazione nei cabineti power station e nelle cabine AT si è considerata la distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina stessa in quanto le stesse al loro interno non sono considerate luogo di lavoro stabile ma occupato dal personale tecnico in modo saltuario durante la manutenzione che perlopiù avverranno in assenza di tensione.

Tali DPA sono state valutate impiegando la formula semplificata indicata nell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti". La DPA va quindi calcolata simulando una linea trifase, con cavi a trifoglio, percorsa dalla corrente nominale in bassa tensione in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) mediante la seguente formula di calcolo:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

Per le cabine secondarie di sola consegna in alta tensione, come nel caso in esame della cabina di consegna di impianto (sezione Nord-Ovest di impianto la DPA da considerare è quella relativa alla linea AT entrante/uscente dalla stessa.


Nel caso in esame data la diversa tipologia di cabineti si è preso come riferimento il cabineto con la maggior corrente in AT. In particolare, nel caso di Cabine AT si è preso come riferimento il diametro equivalente reale del cavo in uscita dal trasformatore (x) di 95 mmq e la corrente massima in AT, di circa 215 A.

Dalla applicazione della equazione sopra riportata si desume una DPA è di circa 0,5 m, all'esterno della quale il campo di induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità di 3 µT riferendoci alla cabina 0 di 18000 kVA (Inverter+trasformatore).

### 6.2 CALCOLO DELLE DPA PER GLI ELETTRODOTTI DI CONNESSIONE IN ALTA TENSIONE

In merito al calcolo delle DPA delle linee in alta tensione è stato preso come riferimento il tratto di linea interno all'impianto dalla maggior intensità di corrente; nel caso di specie si tratta del ramo 1 di collegamento tra la PS0 e la PS1, caratterizzato da una corrente di circa 215 A.

La stima delle DPA per le linee in AT è stata valutata secondo il DM 29 maggio 2008 preliminarmente attraverso l'utilizzo del metodo semplificato della norma CEI 106-11 e successivamente attraverso l'utilizzo del metodo bidimensionale (che applica la legge di

	<b>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)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	<b>Pag.</b>	13 di 15

Biot e Savart). Quest'ultimo tiene conto in modo cautelativo anche della sovrapposizione dei campi in caso di parallelismi.

La premessa al calcolo è:

- Ramo 1;
- distanza tra le fasi di 11 mm;
- Profondità del cavo di 1.5 cm;
- Intensità di corrente di 215 A.

Il metodo semplificato per il calcolo dell'induzione magnetica per linee in cavo interrato a semplice terna prevede l'utilizzo della seguente relazione (specificata per cavi interrati a trifoglio):

$$B = \frac{P \cdot I}{R^2} \cdot 0,1 \cdot \sqrt{6} \quad [\mu T]$$

dove P [m] è la distanza fra i conduttori disposti ai vertici di un triangolo (in caso di distanze differenti, P diventa la media delle distanze fra i tre conduttori), I [A] è la corrente, simmetrica ed equilibrata, che attraversa i conduttori, R [m] è la distanza dal baricentro dei conduttori alla quale calcolare l'induzione magnetica B (la formula è valida per R >> P). Rovesciando la logica, è anche possibile calcolare la distanza R' dal baricentro dei conduttori, alla quale l'induzione magnetica si riduce al valore dell'obiettivo di qualità di 3 μT:

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

Invece della distanza dal baricentro può essere interessante conoscere la distanza dall'asse della linea a livello del suolo (h=0) R0 (figura), oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto dell'obiettivo di qualità di 3 μT (d è la profondità di posa):

$$R_0 = \sqrt{0,082 \cdot P \cdot I - d^2} \quad [m]$$


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.

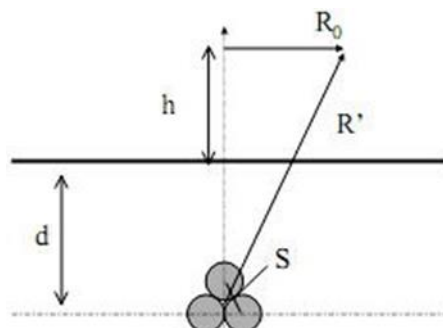
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

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.

La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

Con il significato dei simboli di figura seguente:

	<b>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)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	<b>Pag.</b>	14 di 15



Pertanto, ponendo:


$$S = 0,011 \text{ m}$$

$$I = 215 \text{ A}$$

Si ottiene:

$$R' = 0,5 \text{ m}$$

Che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto paria a 1 m per parte, rispetto all'asse del cavidotto. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

	<b>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)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00008-IT-BONDENO_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</b>	<b>Pag.</b>	15 di 15

## 7 CONCLUSIONI

Il calcolo nelle varie porzioni di impianto 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 trascurabile nei casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

Infatti, per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente ai cavidotti AT esterni, si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1m, rispetto dell'asse del cavidotto.

Per ciò che riguarda la stazione di trasformazione i valori di campo magnetico al di fuori della recinzione sono sicuramente inferiori ai valori limite di legge. Comunque, considerando che nella cabina di trasformazione non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno e che l'intera area sarà racchiusa all'interno di una recinzione non metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere pericolo per la salute umana.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.