

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 29 MWp DC E POTENZA IN IMMISSIONE 25,8 MW AC
Località Monte Cheia - Comune di Bessude (SS)**

PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (BESSUDE PV) S.R.L.
Viale SHAKESPEARE, 71 – 00144 Roma
P. IVA e C.F. 16376261000 – REA RM - 1653248

PROGETTISTI:

ING. MATTEO BERTONERI
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Massa Carrara al n. 669

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

(art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii)

Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
21-00013-IT- BESSUDE_PI_R06_Rev0_Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	03/2022	Prima emissione	AB	MB	F. Battafarano

INDICE

1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO.....	5
3. SINTESI METODOLOGICA	7
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
5. CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	11
6. CALCOLO DELLE DPA.....	15
6.1 CALCOLO DELLE DPA DELLE POWER STATION.....	15
6.2 CALCOLO DELLE DPA PER GLI ELETTRODOTTI DI CONNESSIONE IN MEDIA TENSIONE	16
7. CONCLUSIONI	18

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 2.1: Localizzazione dell'area di intervento</i>	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 3-1: Sezione tipica di posa della linea in cavo su strade sterrate	7
Figura 3-2: Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale	7
Figura 5-1: Configurazione cabine di conversione "Power Station"	13

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4-1: Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003	9
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	10
Tabella 4-3: Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto	10
Tabella 5-2: Dimensionamento impianto	14

1. PREMESSA

TEP Renewables (Foggia 6 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 presente documento costituisce la valutazione dell'impatto elettromagnetico connessa alla realizzazione di un impianto fotovoltaico in **regime agrovoltaico** nel comune di Bessude.

L'area catastale sede dell'impianto fotovoltaico, L'area catastale di progetto, di potenza nominale di 29 MWp e potenza di immissione di 25,8 MW AC, risulta essere pari a 56,4 ha di cui oltre 35 ha, tutti recintati, verranno utilizzati per l'installazione dei moduli fotovoltaici, ove saranno installate altresì le Power Station (o cabine di campo) che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa (BT) a media (MT).

Mediante la cabina di interfaccia, collocata anch'essa all'interno dell'area di impianto, avverrà la trasformazione da media ad alta tensione (AT); il cavo di connessione a 36kV, lungo ca. 5,2 km, raggiungerà, quindi la nuova SE di Terna "Ittiri", per il primo tratto in area aperta e per il secondo lungo la viabilità pubblica (SS n.131bis). Tutti i cavi di connessione saranno, comunque, interrati.

Il progetto rientra nelle azioni relative alla produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili nell'ottica di una progressiva sostituzione dei combustibili fossili e della riduzione dei gas climalteranti, secondo quanto previsto dagli accordi internazionali in materia, le leggi italiane e i dispositivi di incentivazioni nazionali.

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO

L'area in cui verrà installato l'impianto fotovoltaico è ubicata quasi interamente nel territorio comunale di Bessude (SS), a ca. 8 km a ovest dalla stessa cittadina, mentre la porzione di cavo di connessione e la nuova SE ricadono all'interno del comune di Ittiri, a quasi 4 km di distanza dal centro abitato, in direzione sud-est, sempre nella provincia di Sassari.

Il sito di intervento, di altitudine media parti a 610 m s.l.m., si colloca a ca.15 km a sud-est dal centro abitato di Sassari e a ca. 25 km dalla costa occidentale della Sardegna.

L'area di studio si presenta come un paesaggio collinare con tavolati che raramente superano i 600m s.l.m. In specie, l'area sede dell'impianto fotovoltaico è ubicata sulla sommità del rilievo Monte Cheia, un altopiano vulcanico allungato secondo nord-sud che culmina nei 638 m di Monte Cheia, posto a dominare la vallata del Lago Bidighinzu prodotto dallo sbarramento dell'omonimo Rio.

L'uso del suolo è caratterizzato dal pascolo naturale non irriguo a servizio dell'allevamento estensivo di ovini. Gli unici fabbricati presenti sono costituiti da un capannone utilizzato come sala mungitura e una piccola casa appoggio.

L'area catastale di progetto, di potenza nominale di 29 MWp e potenza di immissione di 25,8 MW AC, risulta essere pari a 56,4 ha di cui oltre 35 ha, tutti recintati, verranno utilizzati per l'installazione dei moduli fotovoltaici, ove saranno installate altresì le Power Station (o cabine di campo) che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa (BT) a media (MT).

Mediante la cabina di interfaccia, collocata anch'essa all'interno dell'area di impianto, avverrà la trasformazione da media ad alta tensione (AT); il cavo di connessione a 36kV, lungo ca. 5,2 km, raggiungerà, quindi la nuova SE di Terna "Ittiri", per il primo tratto in area aperta e per il secondo lungo la viabilità pubblica (SS n.131bis). Tutti i cavi di connessione saranno, comunque, interrati.

L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed una buona accessibilità, attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Le coordinate del sito sono:

- 40° 34' 35.64" N
- 8° 37' 22.51" E

La rete stradale che interessa l'area di impianto è costituita da:

- SS131bis "Carlo Felice" che si estende a ca 3 km dall'impianto, con direzione NO-SE, e lungo la quale verrà collocato una parte del cavo interrato;
- SP28bis che si estende a ca. 2 km ad ovest dell'impianto;
- Strade locali, spesso non asfaltate.

In Figura 2.1 si riporta la localizzazione dell'intervento di progetto in tutte le sue componenti.

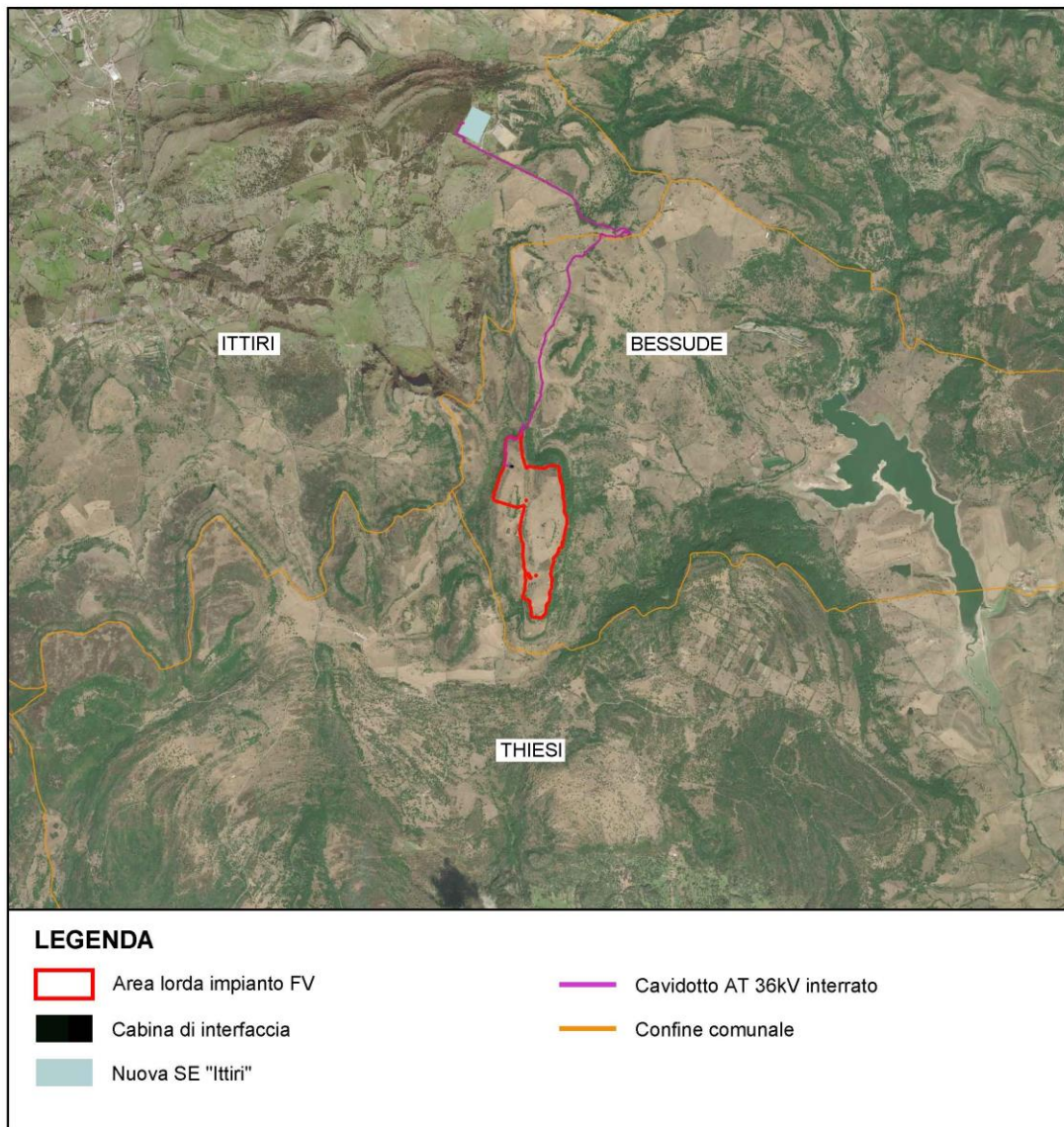


Figura 2.1: Localizzazione dell'area di intervento

3. SINTESI METODOLOGICA

Tale documento è stato redatto 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 interrate, 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 MT con la stazione di trasformazione di utenza sono state esaminate le configurazioni più significative, rappresentate nella figura sottostante.

SEZIONE TIPO "D"

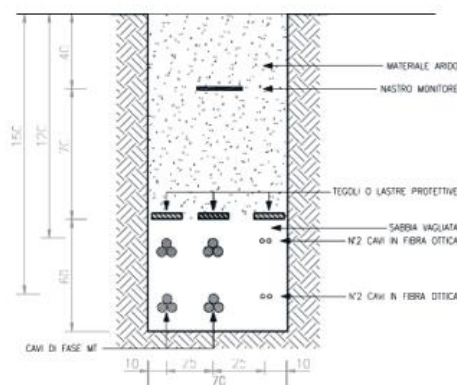


Figura 3-1: Sezione tipica di posa della linea in cavo su strade sterrate

SEZIONE TIPO "DA"

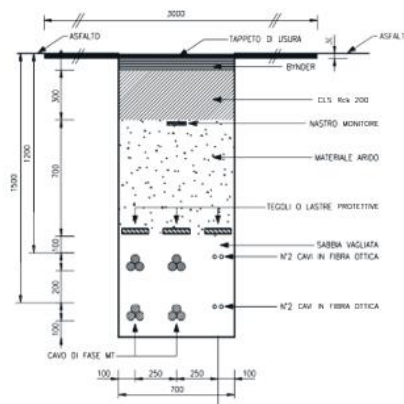


Figura 3-2: Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale

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

4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- a) 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”.
- b) DL 9 aprile 2008 n° 81 “Testo unico sulla sicurezza sul lavoro”
- c) Norma CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”
- d) Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”
- e) 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.”
- f) DM del MATTM del 29.05.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la
- g) 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 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]

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 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 ²)
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 ²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

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

Tabella 4-3: Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto

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)

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

5. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto è collegato alla rete elettrica nazionale con connessione trifase in alta tensione; ha una potenza pari a 29,0 MWp, suddivisa in 13 generatori, derivante da 53.228 moduli. Tali moduli sono ricompresi all'interno di un'area di proprietà recintata avente una superficie di circa 56,4 ha. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa della configurazione di impianto.

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	TEP RENEWABLES (BESSUDE PV) S.R.L.
Luogo di installazione:	Bessude (SS)
Denominazione impianto:	Bessude - Porqueddu
Dati catastali area impianto in progetto:	Foglio 19 - Particelle 61, 63
Potenza di picco (MWp):	29 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 fisse disposte in direzione Est-Ovest
Inclinazione piano dei moduli:	30°
Azimuth di installazione:	0°
Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	Secondo la cartografica del PUP-PTC (Mosaico degli strumenti urbanistici), l'area dell'impianto e del cavidotto interrato, nonché della nuova SE "Ittiri" risultano in zona E "agricola". I vincoli emergenti dal PAI (aree in pericolosità da frana) e dal PPR (fascia di rispetto da corsi d'acqua) rimangono escluse dell'area netta dell'impianto
Cabine PS:	n.11 distribuite nell'area del campo fotovoltaico
Posizione cabina elettrica di interfaccia:	n.1 in campo
Rete di collegamento:	Alta Tensione – 36 kV sino alla SE "Ittiri" di futuro ampliamento
Coordinate:	40° 34' 35.64" N 8° 37' 22.51" E Altitudine media 610 m s.l.m.

Come riportato nello schema unifilare, la distribuzione elettrica prevede la realizzazione di un sistema radiale di connessione che collega tutte le 13 cabine di campo. In ciascun ramo le power station saranno alimentate in configurazione Entra-Esci. Di seguito di riporta una tabella riepilogativa delle power station e relativo ramo di connessione.

L'impianto fotovoltaico sarà così costituito:

- n.1 **cabina di interfaccia di consegna AT 36kV** posizionata nell'area a Nord del sito di installazione dell'impianto (vedi planimetria). Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro QMT contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI 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.1 **punto di consegna** in prossimità della stazione TERNA ITTIRI contenente le apparecchiature dell'Ente Distributore e il punto di misura fiscale; questa parte progettuale sarà evidenziata in apposite tavole dettagliate.
- n. **13 Power Station (PS)** o cabine di campo, collegate su due anelli, aventi la funzione principale di elevare la tensione da bassa (BT) 800 V a media tensione (MT) 20.000 V e convogliare l'energia raccolta dall'impianto fotovoltaico alla cabina di consegna;
- n. **106 inverter di campo da 215kW** con 9 ingressi dotati di MPPT separati e due ingressi per ogni MPPT, in parallelo. La tensione di uscita a 800Vac ed un isolamento a 1.500Vdc consentono di far lavorare l'impianto con tensioni più alte e di conseguenza con correnti AC più basse (la metà degli impianti classici a 400V) e, quindi, ridurre le cadute di tensione ma, soprattutto, la dispersione di energia sui cavi dovuta all'effetto joule. Il numero degli apparecchi e la loro suddivisione in 18 ingressi consentono la gestione ed il monitoraggio delle 1.901 stringhe (ognuna con 28 moduli fotovoltaici) in modo assolutamente puntuale e dettagliato.
- n. **53.228 moduli fotovoltaici** installati su apposite strutture metalliche di sostegno fondate su pali infissi nel terreno;

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.

I manufatti destinati a contenere le power station, la cabina di consegna MT, 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.

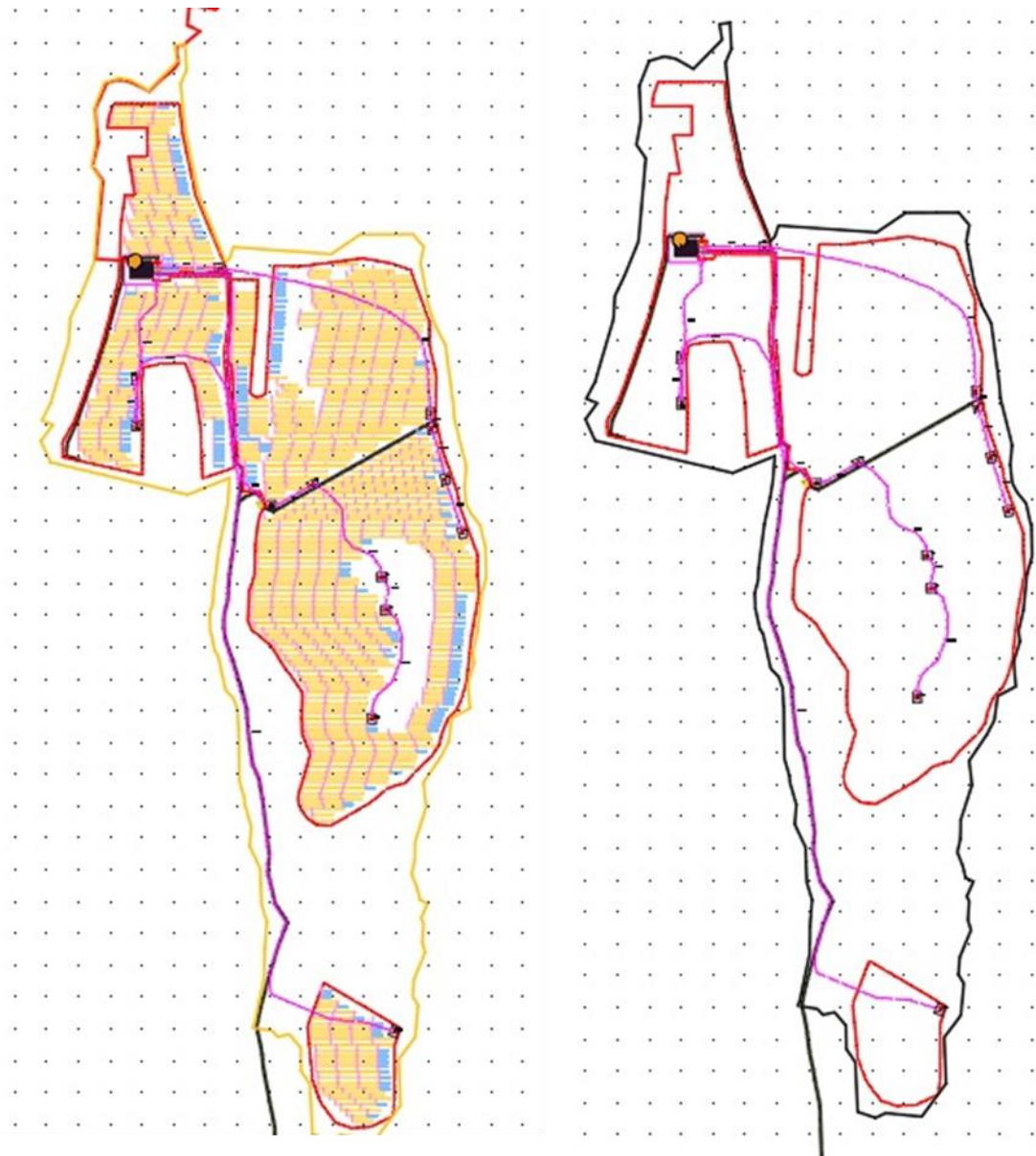


Figura 5-1: Configurazione cabine di conversione "Power Station"

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 di media tensione saranno connessi alle cabine CABINA PRINCIPALE "0" MT (LATO FV) tramite linee interrato costituite da cavi in MT 20kV in alluminio tipo ARG7H1RNR 18/30 kV

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

Di seguito si riporta l'elenco delle linee in MT presenti in impianto e i relativi dati di impiego, quali correnti di esercizio, tensione e formazione nelle massime condizioni di esercizio.

Tabella 5-1: Dimensionamento impianto

	corrente in arrivo	corrente in partenza	trasformatore	inverter allacciati
	A	A	kVA	numero
cabina 0	788	415	32MVA	106
PS1	232	324	3150	10
PS2	174	232	2000	8
PS3	116	174	2000	8
PS4	58	116	2000	8
PS5		58	2000	8
PS6	232	290	2000	8
PS7	174	232	2000	8
PS8	116	174	2000	8
PS9	58	116	2000	8
PS10	174	232	2000	8
PS11	116	174	2000	8
PS12	58	116	2000	8
PS13		58	2000	8

ramo	corrente in transito	sezione cavo	portata	impedenza	lunghezza	caduta di tensione del ramo	caduta di tensione della tratta	caduta di tensione percentuale della tratta
	A	mmq	A	Ohm/m	m	%		
1	324	190	690	0,258	103	0,2266%	19954,68	0,23%
2	232	95	345	0,258	462	1,4554%	19664,25	1,68%
3	174	95	345	0,258	24	0,0567%	19653,10	1,73%
4	116	95	345	0,258	84	0,1323%	19627,10	1,86%
5	58	95	345	0,258	28	0,0221%	19622,77	1,89%
6	290	190	690	0,258	510	1,0042%	19799,17	1,00%
7	232	95	345	0,258	75	0,2363%	19752,39	1,24%
8	174	190	690	0,258	198	0,2339%	19706,18	1,47%
9	116	95	345	0,258	57	0,0898%	19688,49	1,56%
10	232	190	690	0,258	197	0,3103%	19627,40	1,86%
11	174	95	345	0,258	174	0,4111%	19917,78	0,41%
12	116	95	345	0,258	73	0,1150%	19894,87	0,53%
13	58	95	345	0,258	1438	1,1325%	19669,56	1,65%

nota: si è prefissata una caduta di tensione non superiore al 2% per non avere eccessiva energia dispersa, per cui in alcuni rami delle tratte dovrà essere aumentata la sezione posizionando due terne di cavi MT in parallelo (190 = 95+95mmq).

6. CALCOLO DELLE DPA

Si è proceduto al calcolo della Distanze di Prima Approssimazione (DPA) dalle linee elettriche di impianto e dai cabinati di trasformazione e connessione, quali la cabina MT principale, la cabina secondaria MT di smistamento e le cabine di campo "Power Station". Tutti i sottocampi e relative cabine di media tensione saranno connessi alle cabine CABINA PRINCIPALE "0" MT (LATO FV) tramite linee interrate costituite da cavi in MT 20kV in alluminio tipo ARG7H1RNR 18/30 kV.

Tale valutazione si riferisce esclusivamente alla fase di esercizio dell'impianto in quanto durante la realizzazione e dismissione i campi saranno 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 cabinati power station e nelle cabine MT 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 paralleli, 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 media tensione, come nel caso in esame la DPA da considerare è quella relativa alla linea MT entrante/uscente dalla stessa.

Nel caso in esame data la diversa tipologia di cabinati si è preso come riferimento il cabinato con la maggior corrente in MT. In particolare, nel caso di Cabine MT/BT si è preso come riferimento il diametro equivalente reale del cavo in uscita dal trasformatore (x) pari a circa 190 mm e la corrente massima in MT, di circa 788 A.

Dalla applicazione della equazione sopra riportata si desume una DPA è di circa 5 m, all'esterno della quale il campo di induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità di 3 μ T riferendoci alla corrente del trasformatore della tipica Power Station prevista a progetto (32 MVA).

6.2 CALCOLO DELLE DPA PER GLI ELETTRODOTTI DI CONNESSIONE IN MEDIA TENSIONE

In merito al calcolo delle DPA delle linee in media tensione è stato preso come riferimento il tratto di linea interno all'impianto con maggiore vicinanza alle zone di permanenza superiori alle 4 ore; nel caso di specie si tratta della linea 13 interna al campo, caratterizzato da una corrente di circa 60,0 A.

La stima delle DPA per le linee in MT 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 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 13;
- Tensione nominale di 20 KV;
- distanza tra le fasi di 95 mm;
- Profondità del cavo di 0,80 cm;
- Intensità di corrente di 60 A.

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

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

Da tale formula si ricava il valore della distanza per la quale è garantita un'induzione magnetica inferiore ai 3 μT che coincide con l'obiettivo di qualità imposto dalla norma per gli effetti a lungo termine:

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

Per cavi interrati il valore del raggio a induzione magnetica costante pari a 3 μT calcolato al livello del suolo è pari a:

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

Nel caso in esame, per quanto riguarda il tratto di linea che collega la cabina generale MT alla cabina secondaria di smistamento il raggio R_0 è pari a 2,3 m. Arrotondando tale valore per eccesso la distanza dall'asse verticale dell'elettrodotto per il quale è garantito l'obiettivo di qualità di 3 μT è pari a 60cm.

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.

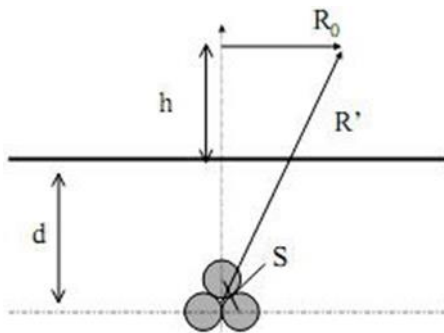
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

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.

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:

$$S = 0.08 \text{ m}$$

$$I = 60 \text{ A}$$

Si ottiene:

$$R' = 2.3 \text{ m}$$

Che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 60 cm per parte, rispetto all'asse del cavo. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

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 MT esterni, si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 60cm 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. 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.