

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

PROGETTO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWp
POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW
Comune di Guspini e Pabillonis (SU)

RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE

21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03

PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (PABILLONIS PV) S.R.L.
Viale Shakespeare, 71 – 00144 Roma
P. IVA e C.F. 16462411006 – REA RM - 1658425

PROGETTISTI:

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

| Data | Tipo revisione | Redatto | Verificato | Approvato |
|---------|-----------------|---------|------------|----------------|
| 05/2022 | Prima emissione | AB | MB | F. Battafarano |

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 2 di 17 |

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 | 10 |
| 6. CALCOLO DELLE DPA | 14 |
| 6.1 CALCOLO DELLE DPA DELLE POWER STATION..... | 14 |
| 6.2 CALCOLO DELLE DPA PER GLI ELETTRODOTTI DI CONNESSIONE IN MEDIA TENSIONE..... | 15 |
| 7. CONCLUSIONI..... | 17 |

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 3 di 17 |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|---|----|
| Figura 2.1: Localizzazione dell'area di intervento..... | 6 |
| 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: Stato di progetto dell'area di impianto | 11 |

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 | 9 |
| Tabella 4-3: Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate | 9 |

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 4 di 17 |

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la valutazione dell'impatto elettromagnetico connesso alla realizzazione di un impianto fotovoltaico nel territorio Comunale di Pabillonis (SU).

L'area catastale di progetto di potenza nominale di 18,38 MWp e potenza di immissione di 16,8 MW, risulta essere pari a ca. 37,98 ha di cui 29,62 ha costituiscono l'Area lorda dell'impianto all'interno dei quali ca. 27,99 ha, tutti recintati (suddivisi in n. 4 porzioni: Area 1, Area 2, Area 3 e Area 4), 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 generale MT, collocata anch'essa all'interno dell'area di impianto, nella porzione più occidentale, uscirà un unico cavo MT a 20 kV che si estenderà prevalentemente lungo la Strada Statale 126 fino a raggiungere la stazione di utenza che eleverà la tensione da 20 kV a 36 kV per poi interconnettersi mediante cavo AT alla nuova sezione 36 kV della nuova SE. Tutti i cavi di connessione saranno interrati e l'insieme del cavo MT e AT avrà un'estensione totale di ca. 7,65 km.

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.

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 5 di 17 |

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO

L'area nella quale verrà realizzato il progetto in esame è ubicata nella provincia del Sud-Sardegna, nei territori comunali di Pabillonis e Guspini, precisamente nella porzione compresa tra i centri abitati dei due comuni. Il sito deputato all'installazione del campo FV si colloca a 1,7 km a Sud-Ovest dalla città di Pabillonis e a ca. 19 km dalla costa ovest della Sardegna.

L'intero intervento si colloca nella pianura del Campidano, in prossimità della confluenza di due corsi d'acqua denominati Flumini Mannu e Flumini Bellu; precisamente è ricompreso in un'area pianeggiante con quote massime di ca. 96 m s.l.m. nell'area in cui verrà realizzata la nuova SE che declinano dolcemente verso il sito deputato alla realizzazione del campo FV con quote minime di ca. 56 m s.l.m.

L'area di interesse risulta a vocazione agricola e, dunque, antropizzata; in dettaglio, si presenta interamente occupata da seminativi, pascolo e pascolo arborato.

L'area catastale di progetto di potenza nominale di 18,38 MWp e potenza di immissione di 16,8 MW, risulta essere pari a ca. 37,98 ha di cui 29,62 ha costituiscono l'Area lorda dell'impianto all'interno dei quali ca. 27,99 ha, tutti recintati (suddivisi in n. 4 porzioni: Area 1, Area 2, Area 3 e Area 4), 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 generale MT, collocata anch'essa all'interno dell'area di impianto, nella porzione più occidentale, uscirà un unico cavo MT a 20 kV che si estenderà prevalentemente lungo la Strada Statale 126 fino a raggiungere la stazione di utenza che eleverà la tensione da 20 kV a 36 kV per poi interconnettersi mediante cavo AT alla nuova sezione 36 kV della nuova SE. Tutti i cavi di connessione saranno interrati e l'insieme del cavo MT e AT avrà un'estensione totale di ca. 7,65 km.

Le coordinate del sito sede dell'impianto sono:

- 39°34'51.35"N
- 8°41'35.97"E
- Altitudine media 58 m s.l.m.

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.

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

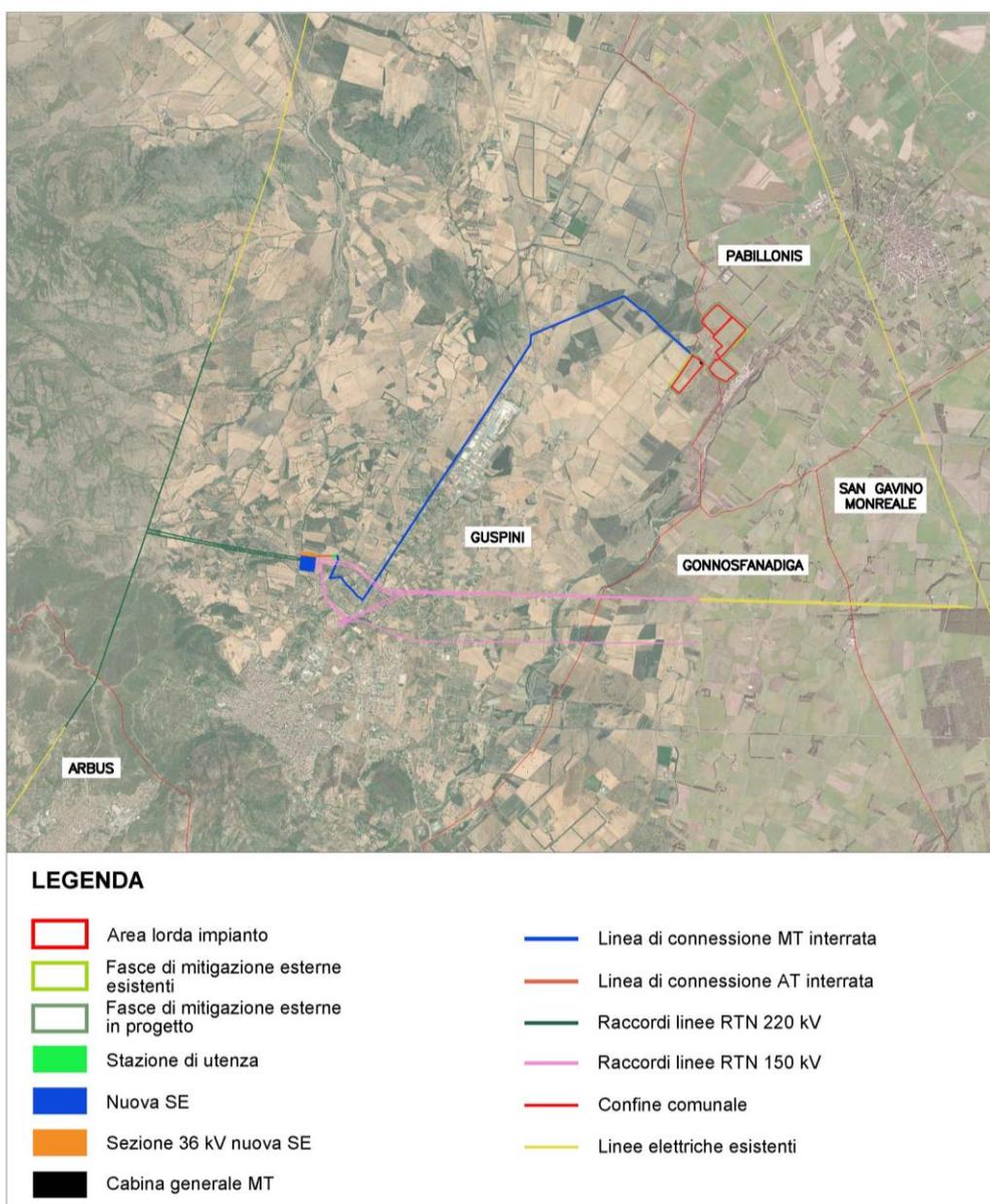
- SS126 "Strada Statale Sud Occidentale Sarda" che dista ca. 2,4 km dal sito deputato all'installazione del campo FV e lungo la quale verrà posata la maggior porzione del cavo interrato MT;
- SS197 "Strada Statale di San Gavino e del Flumini" e SS196 "Strada Statale di Villacidro", entrambe che in corrispondenza dell'abitato di Guspini si raccordano con SS126;

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 6 di 17 |

- SP 69 che dista ca. 1 km dal sito deputato all'installazione del campo FV, mette in comunicazione l'abitato di Pabillonis con la SS126 e lungo la quale verrà posata una porzione del cavo interrato MT;
- SP 72 che in corrispondenza dell'abitato di Pabillonis si raccorda con la SP 69 e mette in comunicazione l'abitato in parola con quello di Gonnos;
- Strade locali, spesso non asfaltate.

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

Figura 2.1: Localizzazione dell'area di intervento



| | | | |
|---|--|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 7 di 17 |

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 MT con la stazione di trasformazione di utenza sono state esaminate le configurazioni più significative, rappresentate nella figura sottostante.

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

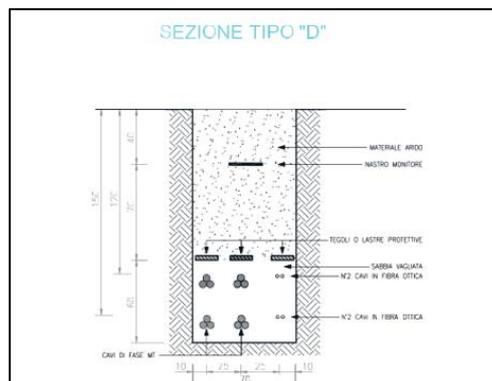


Figura 3-2: Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale



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

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 8 di 17 |

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

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 9 di 17 |

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. 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 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 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 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) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 10 di 17 |

5. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza in DC di 18.388.300 W (in condizioni standard 1000W/m²).

L'impianto è così costituito:

- **n.1 cabina generale MT a 20kV** 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 (Stazione di utenza)**, in prossimità della nuova SE Guspini, contenente le apparecchiature dell'Ente Distributore e il punto di misura fiscale; questa parte progettuale sarà evidenziata in apposite tavole dettagliate.
- **n. 10 Power Station (PS)** o cabine di campo, collegate su tre rami radiali, 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 generale MT;
- **n. 84 inverter di campo da 200 kW** dotati di nove 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 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 1.205 stringhe (ognuna con 28 moduli fotovoltaici) in modo assolutamente puntuale e dettagliato.
- **n.33.740 moduli fotovoltaici** installati su apposite strutture metalliche di sostegno dei tracker, a loro volta 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.

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 11 di 17 |

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

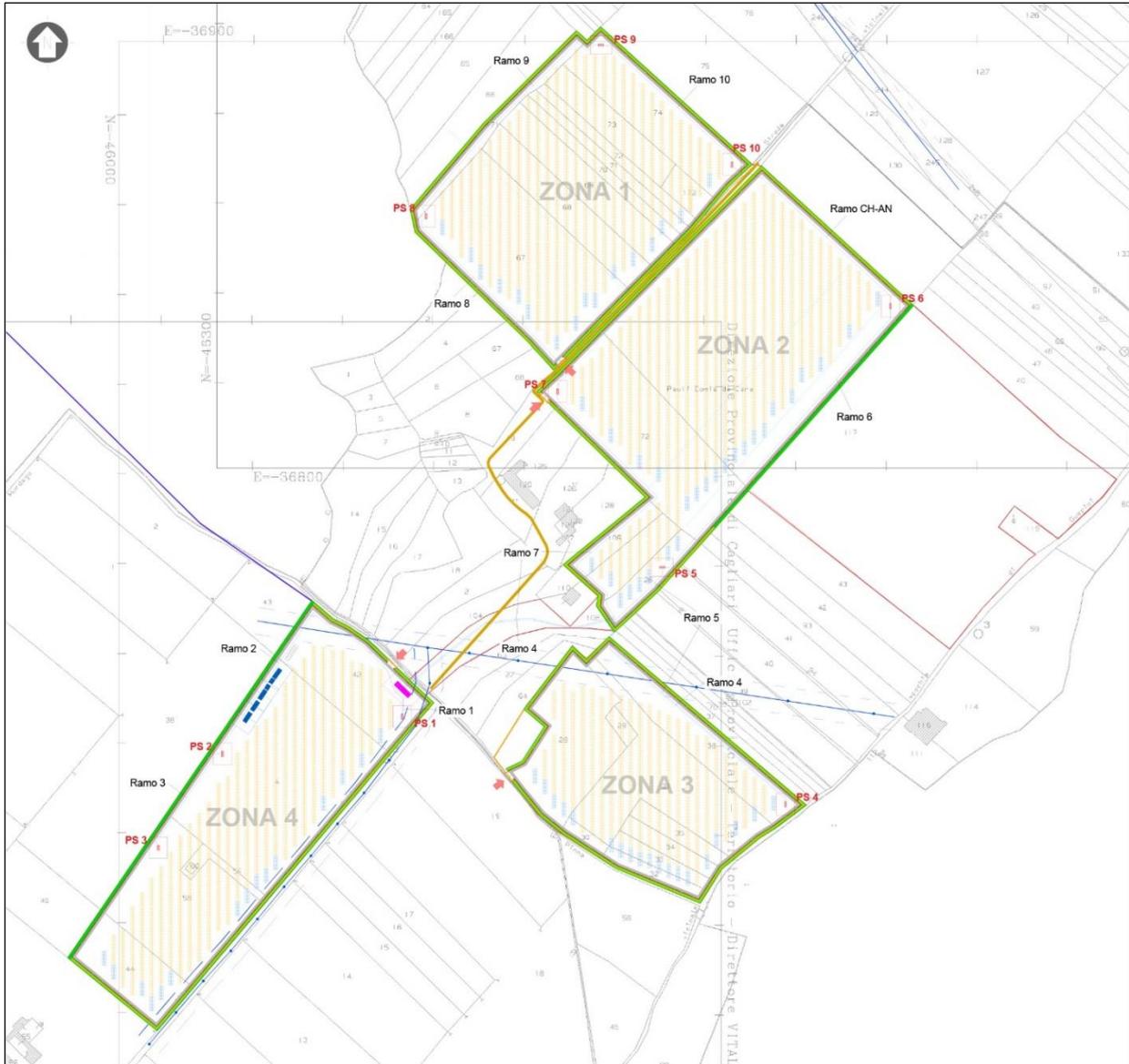
L'impianto è collegato alla rete elettrica nazionale con connessione trifase in alta tensione; ha una potenza pari a 18,388 MWp, suddivisa in 10 generatori, derivante da 33.740 moduli. Tali moduli sono ricompresi all'interno di un'area di proprietà recintata avente una superficie di circa 37,98 ha. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa della configurazione di impianto.

Tabella 3.1 – Dati di progetto

| ITEM | DESCRIZIONE |
|--|---|
| Richiedente | TEP RENEWABLES (PABILLONIS PV) S.R.L. |
| Luogo di installazione | Comune di Pabillonis e Guspini (SU) |
| Denominazione impianto | PABILLONIS |
| Dati catastali area di progetto | Comune di Pabillonis Foglio 21, particella: 67, 68, 69, 70, 71, 72,73, 74, 171, 172. Foglio 25, particella: 26, 29, 30, 31, 32,33, 34, 35, 36, 72, 106, 108, 117, 130. Comune di Guspini Foglio 329, particella: 4, 42, 44, 58, 59, 60. |
| Potenza di picco (MWp) | 18,38 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 | I PUC dei Comuni di Pabillonis e Guspini collocano le aree interessate dall'impianto fotovoltaico e dalle opere di progetto in zone "E" con vocazione d'uso agricolo |
| Cabine PS | n. 10 distribuite nell'area del campo fotovoltaico |
| Posizione cabina elettrica di interfaccia | n.1 in prossimità della NUOVA SE 36 KV |
| Storage | N/A |
| Rete di collegamento | Media Tensione – 20 kV sino a Stazione di Utenza in prossimità della SE Alta Tensione – 36 kV da Stazione di Utenza a SE |
| Coordinate | 39° 34' 51.35" N 8° 41' 35.97" E Altitudine media 58 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 10 cabine di campo. In ciascun ramo, le power station saranno alimentate in configurazione Entra-Esci. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle power station e relativo ramo di connessione.

Figura 5.1: Stato di progetto dell'area di impianto



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.

| | | | |
|---|---|------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 13 di 17 |

| | corrente in arrivo | corrente in partenza | trasformatore | inverter allacciati |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|---------------|------------------------|
| | A | A | kVA | numero |
| cabina 0 | 547 | 547 | 24000 | 84 |
| PS1 | 78,9 | 118,5 | 1600 | 6 |
| PS2 | 35,7 | 78,9 | 1600 | 7 |
| PS3 | 0 | 35,7 | 1600 | 6 |
| PS4 | 110,7 | 170,2 | 2000 | 9 |
| PS5 | 51,6 | 110,7 | 2000 | 9 |
| PS6 | 0 | 51,6 | 2000 | 9 |
| PS7 | 217 | 272,5 | 2000 | 9 |
| PS8 | 153,5 | 217 | 2000 | 9 |
| PS9 | 58 | 153,5 | 2000 | 9 |
| PS10 | 0 | 60 | 2000 | 11 |

| ramo | corrente in transito | sezione cavo | portata | impedenza | lunghezza | caduta di tensione del ramo | caduta di tensione percentuale della tratta |
|-------|-------------------------|-----------------|---------|-----------|-----------|-----------------------------------|---|
| | A | mmq | A | Ohm/m | m | % | |
| 1 | 118,5 | 95 | 260 | 0,258 | 50 | 0,0805% | 0,53% |
| 2 | 78,9 | 95 | 260 | 0,258 | 360 | 0,3857% | 0,45% |
| 3 | 35,7 | 95 | 260 | 0,258 | 140 | 0,0679% | 0,07% |
| 4 | 170,2 | 240 | 594 | 0,102 | 570 | 0,2062% | 0,99% |
| 5 | 110,7 | 95 | 260 | 0,258 | 400 | 0,6013% | 0,78% |
| 6 | 51,6 | 95 | 260 | 0,258 | 260 | 0,1822% | 0,18% |
| 7 | 272,5 | 240 | 594 | 0,102 | 640 | 0,3706% | 1,99% |
| 8 | 217 | 95 | 260 | 0,258 | 275 | 0,8103% | 1,62% |
| 9 | 153,5 | 95 | 260 | 0,258 | 305 | 0,6357% | 0,81% |
| 10 | 60 | 95 | 260 | 0,258 | 215 | 0,1752% | 0,18% |
| ch-an | 0 | 95 | 260 | 0,258 | 255 | 0,0000% | 0,00% |

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 .

Il calcolo è stato fatto ad anello aperto (tratto 6-10 interrotto).

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 14 di 17 |

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". Gli elementi sopra descritti sono tutti caratterizzati da una tensione massima nominale di 20kV in AC e 1800 V in DC. 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 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 della cabina di consegna di impianto (sezione Nord di impianto), e della cabina di smistamento (sezione Sud di impianto) 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 e BT. 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 240 mm e la corrente massima in MTT, di circa 547 A.

Dalla applicazione della equazione sopra riportata si desume una DPA è di circa 4,53 m, all'esterno della quale il campo di induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità di 3 µT riferendoci alla corrente in bassa tensione del trasformatore della tipica Power Station prevista a progetto (24000 kVA).

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 15 di 17 |

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 dalla maggior intensità di corrente; nel caso di specie si tratta del ramo 7 di collegamento tra la PS1 e la PS2, caratterizzato da una corrente di circa 232 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 7;
- Tensione nominale di 16 KV;
- distanza tra le fasi di 240 mm;
- Profondità del cavo di 0,80 cm;
- Intensità di corrente di 272,5 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):

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

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:

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

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 16 di 17 |

Nel caso in esame, per quanto riguarda il RAMO 7 il raggio R_0 è pari a 2.29 m. Arrotondando tale valore per eccesso la distanza dall'asse verticale dell'elettrodotto per il quale è garantito l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ è pari a 3 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.

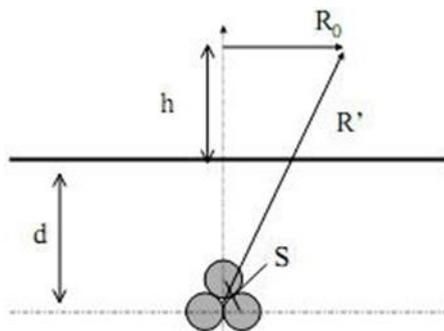
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

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 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:

$$S = 0.240 \text{ m}$$

$$I = 272,5 \text{ A}$$

Si ottiene:

$$R' = 2.31 \text{ m}$$

Che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto paria a 3 m per parte, rispetto all'asse del cavo. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
|  | IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 18,38 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 16,8 MW Comune di Guspini e Pabillonis (SU) | Rev. | 0 |
| | 21-00024-IT-PABILLONIS_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE | Pag. | 17 di 17 |

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 3m, 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.