

Proponente

Progettista

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

PROGETTO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWp
POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW
Comune di Nulvi (SS)

RELAZIONE CAMPI ELETTRICI IMPIANTO FV

21-00018-IT-SAMURA_PI-R03_0

PROPONENTE:

LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 9 S.R.L.
Via Giacomo Leopardi, 7 – CAP 20123 Milano (MI)
P. IVA e C.F. 11015620963 – REA MI - 2573025

PROGETTISTI:

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

Data	Rev.	Stato del Documento	Redatto	Verificato	Approvato
11/2022	0	Prima Emissione	NA	MB	G. Mascari

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)	Rev.	0
	21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTRMAGNETICI IMPIANTO FV	Pag.	2 di 16

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	Presentazione dell'intervento	3
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO.....	4
2.1	Accessibilità dell'area	5
3	SINTESI METODOLOGICA	6
4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
5	CONFIGURAZIONE IMPIANTO	9
B1.1	Configurazione dell'impianto	10
6	CALCOLO DELLE DPA	13
6.1	Calcolo Delle DPA Delle POWER Station.....	13
6.2	Calcolo Delle Dpa Per Gli Elettrodotti Di Connessione In Alta Tensione	14
6.3	Considerazioni generali	15
7	CONCLUSIONI	16

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1 - Localizzazione dell'area di intervento.....	4
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>	10

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 luglio2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate	8

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWp POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)	Rev.	0
	21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV	Pag.	3 di 16

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta la valutazione di impatto elettromagnetico delle sorgenti presenti all'interno dell'impianto fotovoltaico a terra, con una potenza pari a 26,6 MW in immissione (AC), sito nel comune di Nulvi (SS) in territorio agricolo, con interessamento anche del comune di Tergu (SS) per le opere di connessione.

Si specifica che le valutazioni riportate nel seguito si riferiscono esclusivamente alle opere in progetto e non tengono conto di eventuali effetti cumulativi con altri impianti in fase di autorizzazione e/o impianti e linee elettriche esistenti.

1.1 Presentazione dell'intervento

Il progetto in questione prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico di potenza nominale (DC) pari a 24,02 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 7 m in modo da permettere il mantenimento e il miglioramento dell'attuale destinazione agricola prevalentemente di tipo zootecnico, opportunamente integrata con la coltivazione di specie foraggere da pascolo. Di fatti, il posizionamento dei moduli fotovoltaici e la giusta alternanza tra strutture fisse e tracker, nel rispetto della geomorfologia dei luoghi coinvolti, garantisce 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 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 massimamente lungo la viabilità pubblica ad una nuova SE: l'allaccio avverrà in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV della nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 150/36 kV, da inserire in entra – esce alle linee 150 kV “Sennori –Tergu” e “Ploghe Stazione – Tergu”.

 	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</p>	<p align="center">Rev. 0</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">4 di 16</p>

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO

L'area di intervento è ubicata in provincia di Sassari, precisamente l'area deputata all'installazione del campo FV e la maggior parte del cavo di connessione si collocano nel comune di Nulvi, mentre la restante porzione di cavo di connessione e l'area deputata alla realizzazione della nuova SE nel comune di Tergu. L'area deputata all'installazione del campo FV si colloca a ca. 11,5 km dalla costa nord che si affaccia sul Golfo dell'Asinara e a ca. 3,5 km dal centro abitato di Nulvi.

L'area di studio si inserisce nella regione storica della Sardegna chiamata Anglona, caratterizzata da una morfologia prevalentemente collinare, composta da piccoli altipiani di natura vulcanica o calcarea, adagiati su una base tufacea. Il territorio si presenta poco antropizzato, caratterizzato da vegetazione arbustiva.

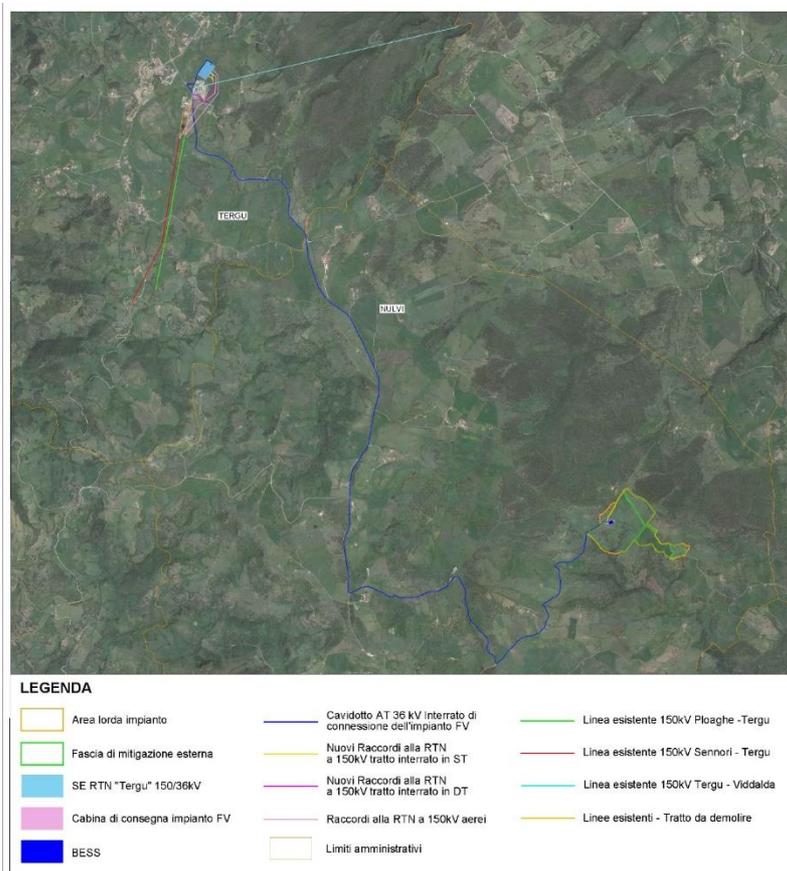
Tuttavia, l'area che sarà sede del futuro impianto FV, nonostante risulti lontana da centri abitati e immersa nel verde, risulta soggetta alle attività umane collocandosi in area caratterizzata in parte dal prato-pascolo non irriguo al servizio dell'allevamento estensivo di ovini e in parte dalle coltivazioni cerealicole. All'interno del sito deputato all'installazione del campo FV è presente la struttura di un caseificio recentemente dismesso, all'interno del quale si prevede l'installazione della BESS.

Le coordinate del sito sede dell'impianto sono:

- 40°48'45"N
- 8°47'03"E
- Altitudine media di ca.420 m s.l.m.

Nella figura seguente 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) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)	Rev.	0
	21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV	Pag.	5 di 16

2.1 Accessibilità dell'area

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:

- Strada Statale 127 Settentrionale Sarda (SS 127) che è la più antica via di collegamento del nord della Sardegna e si estende con direzione est-ovest a sud del futuro campo FV a ca. 2,2 km dallo stesso;
- Strada statale 134 di Castel Sardo (SS 134) che ha inizio nel territorio comunale di Laerru dalla SS 127 e, svolgendosi in direzione NO-SE, dista ca. 3,6 km dalla SE RTN "Tergu" e ca. 4,5 km dal futuro campo FV;
- Strada Statale 672 Sassari-Tempio (SS 672) che parte dalla Strada Statale 597 di Logudoro e si dirige verso nord-est, passando a ca. 6,6 km dal futuro campo FV;
- Strada Statale 132 di Ozieri (SS 132) che partendo da Ozieri dalla Strada Statale 128 bis Centrale Sarda si snoda verso nord fino ad immettersi sulla SS 127 e dista ca. 3,6 km dal campo FV;
- Strada Statale 200 dell'Anglona (SS 200) che partendo da Sassari si snoda in direzione nord-est terminando il suo tracciato immettendosi sulla SS 134 e dista ca. 5,1 km dalla SE RNT "Tergu";
- Strada provinciale 17 (SP 17) sotto la quale verrà posato un tratto del cavidotto AT;
- Strada provinciale 29 (SP 29) che mette in comunicazione la SS 200 con al SP 17 e dista ca. 3 km dal futuro campo FV e ca. 5,6 km dalla SE RNT "Tergu";
- Strada provinciale 90 (SP 90) che partendo dalla SS 200 si estende verso nord-est e dista ca. 2,8 km dalla SE RNT "Tergu";
- Altre strade secondarie e locali.

 	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</p>	<p align="center">Rev. 0</p>	
	<p align="center">21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">6 di 16</p>

3 SINTESI METODOLOGICA

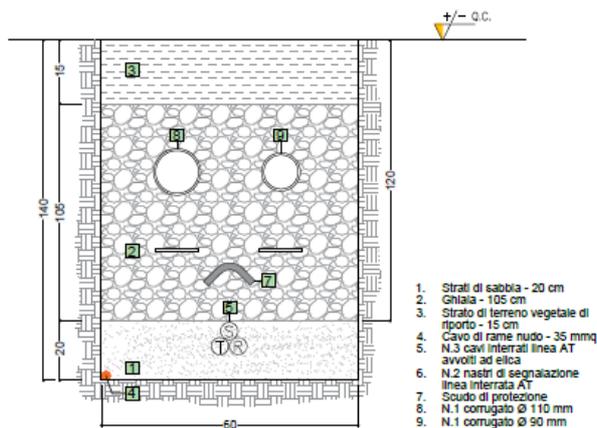
Tale documento è stato redatto dall' Ing. Matteo Bertoneri, con il gruppo di lavoro per l'esecuzione del presente documento è stato inoltre composto dall'Ing. Claudio Fiaschi; Ing. Andrea Battistini; Arch. Fabrizio Brozzi; Geom. Nicola Ambrosini e dal Geom. Michele Squillaci.

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 interrata, 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

TIPOLOGICO SEZIONE DI SCAVO
POSA CAVI AT INTERRATI



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

 	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</p>	<p align="center">Rev.</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">7 di 16</p>

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 aeree 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 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

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)	Rev.	0
	21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV	Pag.	8 di 16

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) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)	Rev.	0
	21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTRICI IMPIANTO FV	Pag.	9 di 16

5 CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza in DC di 24,02 MW (in condizioni standard 1000W/m²).

L'impianto è così costituito:

- n.1 **cabina di raccolta e di consegna AT** posizionata all'interno dell'area. All'interno della cabina saranno presenti, oltre al trasformatore di servizio da 160kVA 36.000/400V, 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. **9 Power Station (PS)** o cabine di campo, collegate in modo radiale, aventi la funzione principale di elevare la tensione da bassa (BT) 800 V ad alta tensione (AT) 36.000 V e convogliare l'energia raccolta dall'impianto fotovoltaico alla cabina di consegna;
- n. **119 inverter di campo da 200kW** (SUN2000-215KTL-HO della HUAWEI) con 9 +9 ingressi in parallelo su 9 MPPT separati. La tensione di uscita a 800Vac 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 18 ingressi negli inverter consentono la gestione ed il monitoraggio delle 1597 stringhe (ognuna con 24 moduli fotovoltaici) in modo assolutamente puntuale e dettagliato.
- n. **38328 moduli fotovoltaici** installati su apposite strutture metalliche fisse o munite di tracker con il sostegno fondato su pali infissi nel terreno;
- n. **525 tracker monoassiali +- 55°** in grado di orientare 24+24 pannelli fotovoltaici
- n. **102 tracker monoassiali +-55°** in grado di orientare stringhe da 12+12 pannelli
- n. **445 strutture fisse +25°** in grado di gestire stringe da 24 pannelli
- n.1 **sistema BESS** costituito da: due gruppi di batterie da 2,6MWh installati in rack modulari, due gruppi di conversione (PCS) da 3,1 MW, due sistemi di gestione (BMS), due sistemi di controllo dello stato di carica (SOC), due sistemi di controllo dello stato di salute (SOH), 1 sistema di controllo e gestione della immissione in rete (SCI), 1 quadro di parallelo di potenza, 2 trasformatori BT/AT in olio da 3 MVA, 1 quadro BT di gestione delle sicurezze del locale (ricambio d'aria, rivelazione incendi, illuminazione, ecc.).(rif. 21-00018-IT-SAMURA_PC_T34).

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 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.

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)	Rev.	0
	21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTRICI IMPIANTO FV	Pag.	10 di 16

B1.1 Configurazione dell'impianto

L'impianto è collegato alla rete elettrica nazionale con connessione trifase in alta tensione; ha una potenza pari a 24,02 MWp, suddivisa in 9 generatori, derivante da 38.328 moduli. Tali moduli sono ricompresi all'interno di un'area di proprietà recintata avente una superficie di circa 37,36 ha. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa della configurazione di impianto.

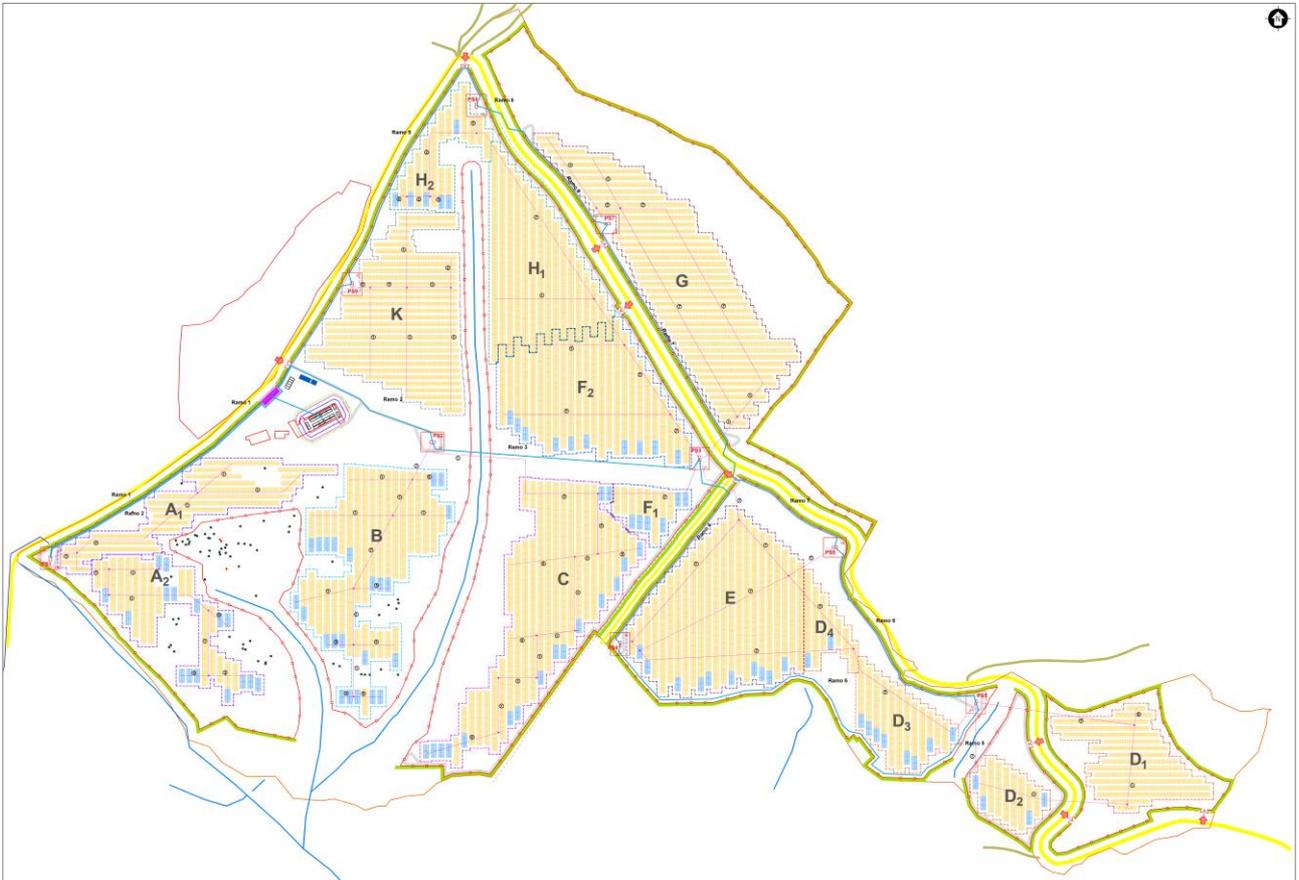
Tabella 5.1 – Dati di progetto.

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	TEP RENEWABLES (SAMURA PV) S.R.L.
Luogo di installazione:	Comune di Nulvi – Provincia di Sassari
Denominazione impianto:	SAMURA PV
Dati catastali area impianto in progetto:	Foglio 12 (Particella 9) Foglio 13 (Particelle 4, 5, 34,163, 193,194, 195, 196,197, 198, 199)
Potenza di picco (MWp):	24,02 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 Strutture fisse disposte in direzione Est-Ovest
Inclinazione piano dei moduli:	-55° +55° tipo Trackers 25° tipo Strutture fisse
Azimuth di installazione:	0°
Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	Il PUC del Comune di Nulvi colloca le opere di progetto in Zona E, Sottozona E2 e E5 (Agricola)
Cabine PS:	n.9 distribuite nell'area del campo fotovoltaico
Posizione cabina elettrica di interfaccia:	n.1 nell'area del campo fotovoltaico
Storage	BESS – 5,2 MWh
Rete di collegamento:	Alta Tensione – 36 kV da campo fotovoltaico a nuova SE 150/36 kV
Coordinate:	40°48'45"N 8°47'03"E Altitudine media di ca.420 m s.l.m.

In ciascun ramo le power station saranno alimentate in configurazione Entra-Esci.

Figura 5.2 – Stato di progetto dell'area di impianto

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)	Rev. 0	0
	21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV	Pag.	11 di 16



Si rimanda alle tavole di dettaglio (“21-00018-IT-SAMURA_PI-T01_0” e “21-00018-IT-SAMURA_PI-T07_0”) 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 alta tensione saranno connessi alla CABINA PRINCIPALE “0” AT (LATO FV) tramite linee interrato 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.

Di seguito si riporta l’elenco delle linee in AT 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) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)	Rev.	0
	21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV	Pag.	12 di 16

	corrente in arrivo	corrente in partenza	trasformatore	inverter allacciati
	A	A	kVA	numero
cabina 0	385,24	385,24	24.020,88	119
PS1	176,84	209,74	2.051,04	10
PS2	137,63	176,84	2.444,88	12
PS3	91,14	137,63	2.898,72	15
PS4	42,07	91,14	3.059,76	15
PS5	0,00	42,07	2.623,44	13
PS6	0,00	49,78	3.103,68	15
PS7	49,78	96,19	2.894,40	14
PS8	96,19	139,40	2.693,76	14
PS9	139,40	175,50	2.251,20	11

Ramo numero	Corrente in transito A	Sezione cavo mmq	Portata A	Impedenza Ohm/km	Lunghezza m	Caduta di tensione del ramo %	Caduta di tensione percentuale della tratta %
1	209,74	95	260	0,258	292	0,0439%	0,0439%
2	176,84	95	260	0,258	515	0,0653%	0,1091%
3	137,63	95	260	0,258	292	0,0288%	0,1379%
4	91,14	95	260	0,258	260	0,0170%	0,1549%
5	42,07	95	260	0,258	522	0,0157%	0,1706%
6	0,00	95	260	0,258	252	0,0000%	0,1706%
7	49,78	95	260	0,258	454	0,0162%	0,1867%
8	96,19	95	260	0,258	196	0,0135%	0,2002%
9	139,40	95	260	0,258	308	0,0308%	0,2309%
10	175,50	95	260	0,258	150	0,0189%	0,2498%

Nota: si è prefissata una caduta di tensione non superiore al 2% per non avere eccessiva energia dispersa.
Il calcolo è stato fatto ad anello aperto (tratto 5-6 interrotto)

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)	Rev.	0
	21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV	Pag.	13 di 16

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 AT principale, la cabina secondaria AT di smistamento, le cabine di campo "Power Station" ed al BESS. 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 cabinati power station e nelle cabine AT oltre che al BESS, 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 cabina.

Nel caso in esame data la diversa tipologia di cabinati si è preso come riferimento il cabinato 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 386 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 160 kVA (Inverter+trasformatore).

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)	Rev.	0
	21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV	Pag.	14 di 16

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 260 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 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 1.2 cm;
- Intensità di corrente di 520 A (RAMO 1 + RAMO 2).

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):

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

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 $R \gg P$). 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.

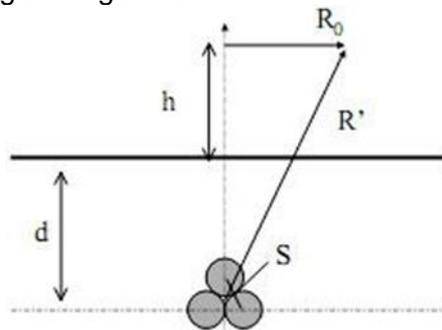
Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a 3 microT.

 	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)	Rev.	0
	21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTRICITÀ IMPIANTO FV	Pag.	15 di 16

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

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

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo:

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

$I = 520 \text{ A}$

Si ottiene:

$R' = 0,68 \text{ m}$

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

6.3 Considerazioni generali

Quanto calcolato può essere confrontato con le casistiche valutate all'interno delle Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 ovvero il documento denominato "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche".

Tale documento è stato elaborato da Enel Distribuzione S.p.A., a cura della funzione Qualità, Sicurezza ed Ambiente (QSA) in collaborazione con la funzione Ingegneria ed Unificazione (IUN) e riporta le schede sintetiche con le DPA per le tipologie ricorrenti di linee e cabine elettriche di proprietà Enel Distribuzione di nuova realizzazione e che possono essere prese a riferimento anche per gli elettrodotti in esercizio.

All'interno del documento la corrente massima valutata corrisponde a 870 A, a fini cautelativi verrà considerata la DPA del caso peggiore valutato da ENEL ovvero pari a 32 m.

Nel caso dell'impianto oggetto di valutazione la distanza minore dalla prima area di permanenza >alle 4 ore risulta essere di 70m, **si considera l'impatto elettromagnetico trascurabile.**

  	<p align="center">IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 24,02 MWP POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 26,6 MW Comune di Nulvi (SS)</p>	<p align="center">Rev.</p>	<p align="center">0</p>
	<p align="center">21-00018-IT-SAMURA_PI-R03 RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FV</p>	<p align="center">Pag.</p>	<p align="center">16 di 16</p>

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.