



REGIONE MOLISE



PROVINCIA DI CAMPOBASSO



COMUNE DI MONTENERO DI BISACCIA (CB)



COMUNE DI TAVENNA (CB)



COMUNE DI MONTECILFONE (CB)



COMUNE DI PALATA (CB)

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO "AGRIVOLTAICO" NELLE LOCALITA' "MASS. BOZZELLI" "MASS. BOZZELLI" "LOC. PETICONE" "LOC. GUARDIOLA" DEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA (CB) E TAVENNA (CB) DELLA POTENZA DI PICCO IN DC PARI A 54.500,74 KWp e MASSIMA IN IMMISIONE IN AC PARI A 45.000 KW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE UBICATE NEL COMUNE DI MONTECILFONE (CB) E PALATA (CB)

ELABORATO N. B04	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA	SCALA
-------------------------	--	-------

COMMITTENTE TAVENNA SOLAR PARK S.R.L. VIA FRANCESCO RESTELLI N.3/7 20124 MILANO P.IVA 06055410655	FIRMA E TIMBRO IL TECNICO 	PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO  M.E. Free Srl Via Athena,29 Cap 84047 Capaccio Paestum P.Iva 04596750655 Ing. Giovanni Marsicano
	SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI	

Aggiornamenti	N°	Data	Cod. Stmg	Nome File	Eseguito da	Approvato da
		Rev 0	OTTOBRE 2022	202101387	MMIT_MTM_B04	Ing.Giovanni Marsicano

**COMUNI DI:
TAVENNA (CB), MONTENERO DI BISACCIA (CB) E MONTECILFONE (CB)
Località “MASSERIA BOZZELLI ” E “COLLE PETICONE”**

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO VOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO IN DC PARI A 54.500,74 KWp e MASSIMA IN IMMISSIONE IN AC DI 45.000 KW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NELLE LOCALITA’ “MASSERIA BOZZELLI E COLLE PETICONE” NEI COMUNI DI TAVENNA (CB), MONTENERO DI BISACCIA (CB) ,MONTECILFONE (CB) E PALATA(CB)

**ELABORATO:
RELAZIONE DI VERIFICA DI COMPATIBILITA’ ELETTROMAGNETICA DEGLI IMPIANTI**

Elaborato: MMIT_MTM_B04

Committente :

TAVENNA SOLAR PARK SRL

Via FRANCESCO RESTELLI nr. 3/7
20124 Milano (MI)
P.IVA 06055410655

Progettazione:



Sede Legale e operativa:

Via Athena nr .29
84047 Capaccio Paestum (Sa)
P.IVA 04596750655

Indice

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO	5
4. DESCRIZIONE TECNICA DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO	9
5 CARRATERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLAICO	11
5.1 CARATTERISTICHE DEL GRUPPO DI CONVERSIONE E TRASFORMAZIONE	12
Inverter (Convertitori CC/CA)	15
Trasformatori BT/MT	16
Quadri corrente alternata (QCA)	16
5.2 CARATTERISTICHE DELLE CABINE DI RACCOLTA IN MT	17
5.4 CAVI ELETTRICI	18
5.4.2 Caratteristiche generali cavo interrato in MT	18
Caratteristiche tecniche generali	23
CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE	29
CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	38
Campi elettromagnetici impianto fotovoltaico	38
ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI	60
CONCLUSIONI	61

1. PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico in oggetto e connesse ad esso, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi. L'impianto fotovoltaico sorgerà in località "Masseria Bozzelli e Colle Peticone" nei Comuni di Montenero di Bisaccia, Tavenna, Montecilfone con relative opere di connessione ricadenti nei Comuni di Montecilfone e Palata in località La Guradiola. L'impianto fotovoltaico di progetto avrà una potenza nominale di picco in DC pari a 54.500,74 kWp con una corrispondente potenza in immissione in AC di 45.000 kW. Il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico è stato valutato in considerazione della disponibilità di superficie sulla quale installare i moduli fotovoltaici e della distanza dal punto di connessione. In particolare per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alla cabine elettriche, ai cavidotti ed alla stazione utente per la trasformazione. Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette. Nel presente studio sono state prese in considerazione le condizioni maggiormente significative al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti. Verrà riportata l'intensità del campo elettromagnetico sulla verticale dei cavidotti e nelle immediate vicinanze, fino ad una distanza massima di 20 m dall'asse del cavidotto; la rilevazione del campo magnetico è stata fatta alle quote di 0m, +1,5m, +2m, +2,5m e +3m dal livello del suolo.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003. Nel DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

"Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];

"A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio." [art. 3, comma 2];

“Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l’infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell’esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l’obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ 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 di qualità da perseguire nella realizzazione dell’impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai $3\mu\text{T}$ 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 potenza elettrica (circa 55.000 kW).

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 300.000MHz. Tale legge delinea un quadro dettagliato di controlli amministrativi volti a limitare l’esposizione umana ai CEM e l’art. 4 di tale legge demanda allo Stato le funzioni di stabilire, tramite Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri: i livelli di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento.

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: “Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”. L’art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabelle 1 e 2:

Tabella 1 Limiti di esposizione di cui all’art. 3 del DPCM 8 luglio 2003.

Intervallo di frequenza	Intensità del Campo elettrico E (V/m)	Intensità di Campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m ²)
$0,1 < f <= 3$ MHz	60	0,2	-
$3 < f <= 3000$ MHz	20	0,05	1
$3 < f <= 3000$ GHz	40	0,01	4

Tabella 2 Valori di attenzione di cui all’art. 3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all’interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.

Intervallo di frequenza	Valore efficace di intensità di Campo elettrico E (V/m)	Valore efficace di intensità d di Campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza dell'Onda piana equivalente (W/m ²)
0,1 $f \leq 3000 \text{ GHz}$	6	0,016	0,10 (3MHz-300GHz)

L'art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella 3:

Tabella 3 Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate.

Intervallo di frequenza	Valore efficace di intensità di Campo elettrico E (V/m)	Valore efficace di intensità d di Campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza dell'Onda piana equivalente (W/m ²)
0,1 $f \leq 3000 \text{ GHz}$	6	0,016	0,10 (3MHz-300GHz)

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.

3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il progetto prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico della potenza complessiva in DC di **54.500,74 kWp** a cui corrisponde un potenza di connessione in AC di **45.000 kW**. L'impianto fotovoltaico è stato configurato con un sistema ad inseguitore solare mono-assiale. L'inseguitore mono-assiale utilizza una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione. L'inseguitore solare orienta i pannelli fotovoltaici posizionandoli sempre nella direzione migliore per assorbire più radiazione luminosa possibile. L'impianto nel suo complesso prevede l'installazione di 81.956 pannelli fotovoltaici monocristallino, per una potenza di picco complessiva di 54.500,74 kWp, raggruppati in stringhe del singolo inseguitore e collegate direttamente sull'ingresso dedicato dell'inverter. Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (inseguitore) saranno fissate al terreno attraverso dei pali prefabbricati in acciaio dotati di una o più eliche, disponibili in varie geometrie e configurazioni che verranno avvitate nel terreno. Complessivamente saranno installati nr. 2927 inseguitori da 28 moduli in configurazione verticale a una distanza di pitch uno dall'altro in direzione est-ovest di 9 metri. Il modello di modulo fotovoltaico previsto è "**CS7N-665MS (1500V) bifacciale**" della **CANADIAN SOLAR** da **665 Wp** bifacciale in silicio monocristallino. L'impianto fotovoltaico interesserà complessivamente una superficie contrattualizzata di 69,4 Ha di cui soltanto 30,85 Ha saranno occupati dagli inseguitori, dalle cabine di trasformazione e consegna mettendo così a disposizione ampi spazi per le compensazioni ambientali e di mitigazione degli impatti visivi dello stesso impianto. L'impianto fotovoltaico sarà realizzato in agro dei Comuni di Tavenna, Montenero di Bisaccia e Montecilfone sui seguenti suoli individuati al NCT di tali Comuni così individuati :

Campo 1 – Comune di Montenero di Bisaccia –

**F.73-P.21,41,109,138,99 ,17,16,111,15,71,72,7,8,231,234,22 ,
80,81,82,83,129,130,12,9,10,124,123,20,40,42,298,147,152,153,154,149,151,150,269,274,27,299
,308,294,54,11,114,**

F.77-P.119

F.78 -P.51,102,46,52,108,118,91,47

Campo 2- Comune di Tavenna –

F.11 P 161-163-85

Campo 3 – Comune di Tavenna –

F 8 P 486,480,484,474,477,481,482,490,491,473,476,485,487,488,489,483,479,492,493

F 7 P 108

Sottostazione Utente – Comune di Montecilfone

F. 8 p. 35

Stazione Condivisione Barra 150 kV con altri produttori – Comune di Montecilfone

–

F.8 p. 43-39

Sottostazione Terna 380/150 kV – Comune di Montecilfone –

F. 8 p. 61,218,216,94,219,97,133,137,141,179,180,181,183,210,96,98,99,91,100,170,101,102

Raccordi sottostazione Terna –

F.8 p. 179,146,180,182,147,183,184

**F.3 p.108,242,110,243,119,243,118,116,115,129,68,69,66,236,67,64,65,52,268,53,304,55,437,
38,105,42,257,64**

L'impianto fotovoltaico è essenzialmente suddiviso in 3 CAMPI aventi le seguenti estensioni, ubicazioni catastali e coordinate geografiche di riferimento :

Comune	Campo	Foglio	Particelle	Ha Tot. Particelle	Ha interessati dal progetto fotovoltaico	Ha occupati dalle strutture	Coordinata E (UTM WGS84)	Coordinata N (UTM WGS84)
MONTENERO DI BISACCIA	1	73	21,41,109,138,99, 17,16,111,15,71,7 2,7,8,231,234,22,8 0,81,82,83,129,13 0,12,9,10,124,123, 20,40,42,298,147, 152,153,154,149,1 51,150,269,274,27 ,299,308,294,54,1 1,114,	30,1	34,21	13,40	483029	4642389
MONTENERO DI BISACCIA	1	77	119	0,59				
MONTENERO DI BISACCIA	1	78	51,102,46,52,108, 118,91,47	8,86				
TAVENNA	2	11	161-163-85	18,04	15,56	5,22	482966	4640557
TAVENNA	3	8	486,480,484,474,4 77,481,482,490,49 1,473,476,485,487 ,488,489,483,479, 492,493	18,52	19,63	7,05	480274	4641515
TAVENNA	3	7	108	1,11				
MONTECILFONE	Sottostazio ne di UTENZA	8	35	0,569	0,13		483053	4640336

MONTECILFONE	Sottostazione di CONDIVISIONE	8	43-39	0,20	0,20		483987	4640241
MONTECILFONE	Sottostazione TERNA 380/150 KV	8	61,218,216,94,219,97,133,137,141,179,180,181,183,210,96,98,99,91,100,170,101,102,61	0,47	0,47		483987	4640241
MONTECILFONE	Raccordi linea 380 kV	8	179,146,180,182,147,183,184					
PALATA	Raccordi linea 380 kV	3	108,242,110,243,119,243,118,116,115,129,68,69,66,236,67,64,65,52,268,53,304,55,38,42,257,64					
PALATA	Raccordi linea 380 kV	6	437					
PALATA	Raccordi linea 380 kV	2	105					
			Totale	77,79	70,2	25,67		

Le aree impegnate dalle opere sono costituite da terrazzamenti sub-pianeggianti e da aree con versanti a quote tra 450 e i 250 m.s.l.m. con pendenza non superiore all'11% in direzione sud tali da avere un'esposizione ottimale e una conformazione morfologica ideale per il posizionamento delle strutture di tracker ad inseguimento est-ovest. Le aree di impianto fotovoltaico sono servite da una buona rete di viabilità esistente costituita dalla SP 13 che costeggia i CAMPI 1 E 2 ,dalla strada comunale Colle Peticone asfaltata che costeggia i CAMPI 2 e 3. La connessione dell'impianto alla RTN è prevista in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV della futura stazione elettrica di trasformazione SE 380/150 kV di Montecilfone come previsto nel preventivo di connessione rilasciato da terna e regolarmente accettato – STMG cod. id. 202101387-. L'impianto fotovoltaico sarà collegato tramite un cavidotto interrato di circa 9,7 km in media tensione che abbraccia tutte le cabine di consegna dei Campi fotovoltaici e giunge sino alla sottostazione di trasformazione 30/150 kV (anche detta SE di Utenza nel prosieguo), prevista in adiacenza della futura SE 380/150 kV di Terna e precisamente al F. 8 p. 35 del Comune di Montecilfone (Cb). L'accesso alla SE di Utenza avviene dalla strada Comunale La Guardiola nel Comune di Montecilfone. Il collegamento in antenna a 150 kV sarà effettuato tramite un cavidotto interrato a 150 kV di lunghezza totale pari a circa 330 metri che sarà posato lungo le strade interpoderali che costeggiano la SE di Utenza e la futura SE RTN 380/150 kV di Montecilfone sino ad arrivare allo stallo di connessione assegnato da Terna Spa all'interno della stessa SE RTN 380/150 kV attraverso un'area comune a più produttori ubicata sempre AL F. 8 P. 43 del Comune di Montecilfone ove sarà prevista la realizzazione del sistema elettromeccanico di condivisione dello stallo di partenza a 150 kV e di arrivo al su detto stallo di connessione a 150 kV. Tale area di condivisione si rende necessaria in quanto Terna Spa ha comunicato a mezzo **pec prot. P20220037723 in data 04/05/2022 (Allegata alla presente relazione)**

alla società Tavenna Solar Park Srl oltre alla planimetria della futura Stazione Elettrica (SE) RTN a 380/150 kV dalla quale si evince l'ubicazione dello stallo assegnato e l'intero progetto della stessa benestariato da Terna Spa , che:” **Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle infrastrutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con l'impianto codice pratica 202100225 della società Green Venture Montenero S.r.l., con l'impianto codice pratica 202001412 della società Voltalia Italia S.r.l., con l'impianto codice pratica 202101387 della società Tavenna Solar Park S.r.l. e con ulteriori utenti della RTN** “.L'intero impianto fotovoltaico occupa un'area contenuta e ricadente completamente nei territori comunali di Montenero di Bisaccia e Tavenna mentre nel **Comune di Montecilfone (Cb) e Palata(Cb)** ricadranno le sole opere di rete per il collegamento alla RTN e della SE di Utenza oltre che della stazione di condivisione a 150 kV . Il cavidotto interrato di collegamento dell'impianto alla SE di Utenza è costituito da 4 terne di cavi da 630mmq in un unico scavo che percorrono a partire dai **CAMPI 1** la SP 13, la strada comunale Colle Peticone, la strada Comunale la Guardiola e brevi tratti di strade interpoderali. Si tratta della maggior parte di strade asfaltate escluse le strade interpoderali che risultano imbrecciate. Esso interesserà i territori comunali di Montenero di Bisaccia, Palata, Montecilfone e Palata .

4. DESCRIZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da N° 81.956 moduli da 665 Wp cad. ed avrà una potenza complessiva in DC di 54.500,74 kWp mentre in AC di 45.000 kW.

Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in n° 3 campi che presentano le seguenti caratteristiche tecniche:

Campo	Potenza DNC LIMIT- kW	Potenza DC kW	DC/AC	Nr. Stringhe	Nr. inverter	Potenza in kVA singolo inverter
1	28.451,36	28.451,36	1.138	1.528	10	Nr. 10 da 2.500
2	11.078,9	11.078,9	1.477	595	3	Nr.3 da 2.500
3	14.970,48	14.970,48	1.197	804	5	Nr.5 da 2.500
TOTALE	54.500,74	54.500,74		2.927	18	

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di un sistema denominato **INAccess Power Plant Controller** che è un sistema intelligente indipendente dal fornitore per il controllo dinamico e accurato dell'impianto fotovoltaico e la conformità del codice di rete, personalizzabile per soddisfare qualsiasi esigenza di rete garantendo l'interoperabilità con i sistemi SCADA dell'impianto. Inaccess PPC controlla l'uscita dell'impianto fotovoltaico nel punto di accoppiamento comune, utilizzando gli inverter, i misuratori, i statcom, i condensatori e i controller periferici dell'impianto, fornendo funzionalità quasi in tempo reale per la disconnessione dell'impianto o l'arresto della generazione, il controllo della potenza attiva e reattiva , nonché il controllo della velocità della rampa di potenza. Inaccess PPC offre funzionalità di controllo e monitoraggio alla rete e all'operatore dell'impianto, controllo intelligente ad anello chiuso della potenza attiva e reattiva, controllo degli interruttori di circuito, nonché monitoraggio di

quantità elettriche, meteorologiche, interruttori e modalità e stati di controllo dell'alimentazione. L'interoperabilità è garantita per un'ampia gamma di inverter e misuratori. In tal modo sarà garantito che la potenza nominale AC in immissione alla rete sia pari 45.000 kW così come previsto nella STMG rilasciata al Committente.

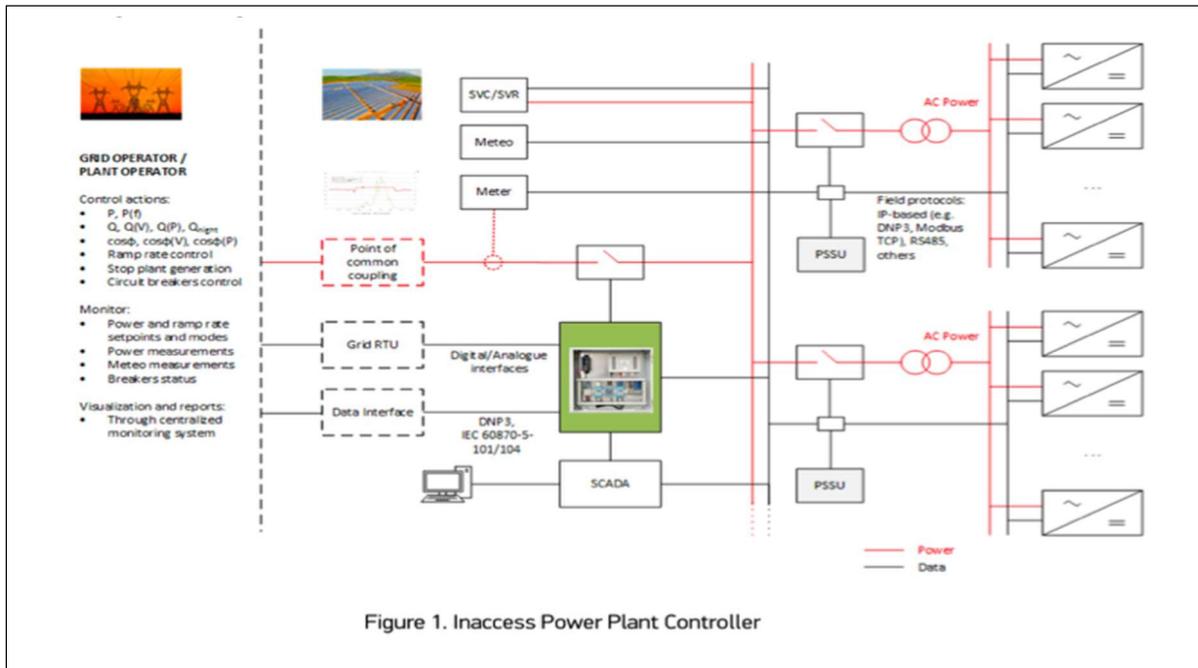


Figura 0-1 Sistema InAccess Power Plant Controller

I moduli, riuniti a gruppi di 28, saranno collegati elettricamente in serie tra di loro e costituiranno una stringa della potenza unitaria di 18,62 kWp. Ai capi della stringa sarà presente una tensione a circuito aperto di circa 1.282 Vcc . L'insieme di N° 153 stringhe per un totale di N° 4280-4300 moduli saranno collegate in parallelo tra di loro attraverso N° 8/9 quadri di parallelo stringhe che convoglieranno l'energia verso ciascuno inverter, situato nelle cabina di conversione. Ogni stringa sarà provvista di fusibile e diodo di blocco e sarà protetta (in parallelo con le altre) contro le sovratensioni, per mezzo di scaricatori (uno per ogni polo) collegati a terra. Fusibili, diodi di blocco e scaricatori sono dimensionati per le relative correnti e tensioni. Il generatore FV (lato CC) è gestito come sistema IT, ovvero nessun polo è connesso a terra. Per razionalizzare il montaggio e per minimizzare il percorso dei cavi elettrici di collegamento, i moduli saranno montati, con l'asse disposto in orizzontale, su telai metallici (pannelli) che potranno contenere 1, 2 e 3 stringhe. (I pannelli saranno posizionati sul terreno con un angolo di Azimut di 0° SUD e con un'inclinazione max di +- 55° sul piano orizzontale sia verso est che ovest essendo ad inseguimento; essi saranno disposti su file parallele, in base agli spazi disponibili. Per evitare l'ombreggiamento dei moduli nei periodi dell'anno in cui il sole è basso l'interasse dei moduli sarà di circa 9 m e la distanza tra le file dei moduli misurata tra le verticali della fine della prima fila e l'inizio della successiva sarà di 5 m. Con tale distanza anche il 21 dicembre (solstizio d'inverno) non vi sarà ombra nelle ore centrali del giorno (dalle 10.30 alle

13,30) mentre nel periodo degli equinozio (21 marzo -22 settembre) l'ombra sarà assente dalle ore 7,50 fino alle 17,40. La superficie netta del totale dei moduli è di ca 25,67 Ha ed essa è l'occupazione al suolo maggiore quando i moduli sono disposti orizzontalmente al suolo.

5 CARRATERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con moduli provvisti di diodi di by-pass e ciascuna stringa di moduli sarà selezionabile e dotata di diodo di blocco. Esso sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. I moduli saranno da 665 Wp in silicio monocristallino bifacciali modello "CS7N-665MS (1500V)" della casa produttrice **CANADIAN SOLAR** . Qualora dovesse essere scelta una delle tecnologie diversa da quella prevista in questa fase progettuale, il layout generale dell'impianto, le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici ed i fabbricati delle cabine elettriche manterranno la stessa configurazione.

Il decadimento delle prestazioni è lineare nei 30 anni e non superiore allo 0,45% per ciascun anno .

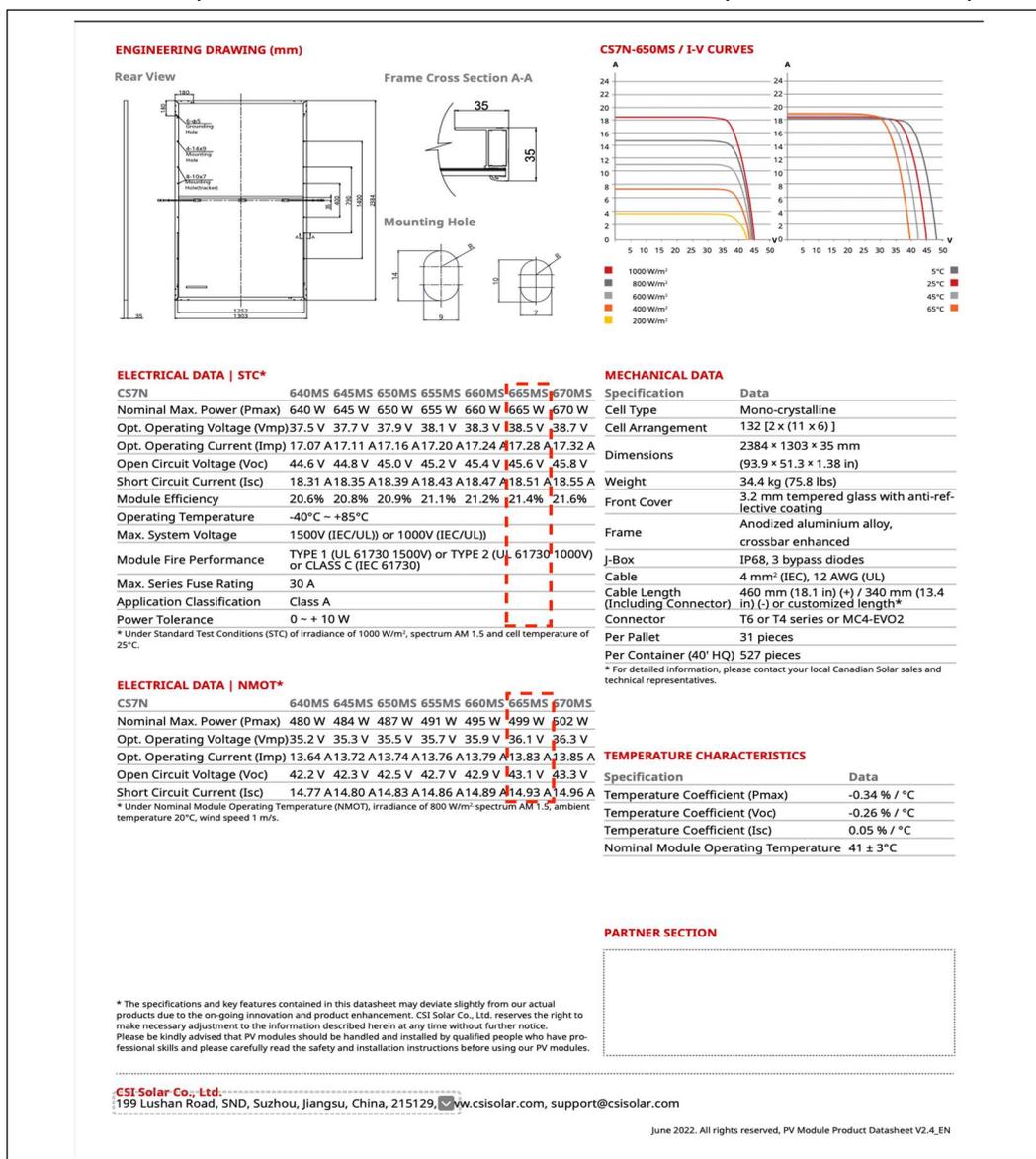


Figura 2 Datasheet modulo fotovoltaico Canadian Solar BIHIKU 7-Bifacial mono 665 Watt. .

I Dati tecnici caratteristici dei moduli fotovoltaici sono i seguenti:

- 132 celle in silicio monocristallino collegate in serie;
- Tensione alla massima potenza, $V_m = 38.5$ V
- Tensione massima di circuito aperto, $V_{oc} = 45.6$ V
- Corrente alla massima potenza, $I_m = 13.83$ A
- Corrente massima di Corto circuito, $I_{sc} = 14.93$ A
- Superficie anteriore: vetro temperato in grado di resistere alla grandine (Norma CEI/EN 161215);
- Incapsulamento delle celle: EVA
- Cornice di alluminio anodizzato-Terminali di uscita: cavi pre-cablati a connessione rapida impermeabile resistenti ai raggi UV da 4 mmq, 1200 mm-Presenza di diodi di bypass per minimizzare la perdita di potenza dovuta ad eventuali danneggiamenti di qualche modulo fotovoltaico.

5.1 CARATTERISTICHE DEL GRUPPO DI CONVERSIONE E TRASFORMAZIONE

Il gruppo di conversione e trasformazione è formato da cabine di tipo prefabbricato che ospitano l'inverter, il trasformatore BT/MT e il trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari. L'inverter effettua la trasformazione dell'energia proveniente dal generatore fotovoltaico da corrente continua a corrente alternata; il gruppo di trasformazione è costituito da un quadro generale BT che alimenta il secondario del trasformatore MT/BT e il trasformatore dei servizi ausiliari BT/BT; le celle MT si collegano al primario del trasformatore di potenza e sono composte da sezionatori, relè di protezione e gruppi di misura; infine il quadro BT a valle del relativo trasformatore alimenta i servizi ausiliari di cabina. All'interno della cabina verrà inoltre installato l'interruttore generale dell'impianto con le relative protezioni di interfaccia come da norme CEI 0-16, CEI 11-20, dette protezioni saranno corredate di una certificazione di conformità emessa da un organismo accreditato. I valori della tensione e della corrente di ingresso agli inverter sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli dei gruppi di trasformazione ai quali viene connesso l'impianto. Tale tipologia di impianto è basata sul concetto della modularizzazione, o di architettura distribuita: collegando un insieme di stringhe al corrispondente inverter si ottiene un impianto fotovoltaico indipendente, impedendo che eventuali interazioni o sbilanciamenti fra le stringhe stesse diminuiscano l'efficienza complessiva dell'impianto. Dal lato del generatore CC le stringhe sono collegate ad ingressi dedicati gestiti da MPPT indipendenti dal lato dell'immissione in rete sono presenti i relè di protezione e il filtro per le interferenze elettromagnetiche.

L'impianto fotovoltaico sarà essenzialmente costituito da:

N° 3 Campi di generazione fotovoltaica a loro volta suddivisi in un totale di 18 sottocampi

N° 18 cabine inverter e trasformazione o di sottocampo

Ogni cabina conterrà:

Un Inverter + Trasformatore modello SG2500HV-20 della casa costruttrice SUNGROW avente le seguenti caratteristiche tecniche:

Ingresso inverter cabine SG2500HV-20

- Intervallo di tensione MPPT: 800-1300 V
- Numeri di ingressi DC: 18 -24
- Corrente massima DC per MPPT: 4800 A

Dati in uscita trasformatore cabina SG2500HV-20

- Potenza AC nominale: 2750 kW A
- Potenza AC massima: 2886 kW A
- Tensione AC a valle dell'inverter: 550 V
- Corrente massima AC: 2886 A
- Intervallo di funzionamento frequenza di rete (fAC) : 50 Hz / 60 Hz
- Distorsione della corrente di rete: < 3 % con potenza nominale
- Fattore di potenza (cosφ): $\cong 1$

Grado di rendimento cabine SG32500HV-20

- Grado di rendimento massimo PCA, max (η) : 99.00 %
- Euro (η) : 98,70 %

Dati generali cabine SG32500HV-20

- Larghezza/altezza/profondità in mm (L / A / P) : 2991 / 2591 / 2438
- Peso approssimativo (T) : 17
- Comunicazione: RS485, Ethernet

Conformità agli standard cabine SG32500HV-20

- IEC 61727 : Photovoltaic (PV) systems – Characteristics of utility interface
- IEC 62116: Utility-interconnected photovoltaic inverters – Test procedure of islanding prevention measures
- CE IEC 62109: Safety of power converters for use in photovoltaic power systems

In totale saranno utilizzate nr. 18 cabine SG2500HV-20

SG3400/3125/2500HV-MV-20

SUNGROW
Clean power for all

MV Turnkey Station for 1500 Vdc System - MV Separate Transformer + RMU



HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. inverter efficiency 99 %

SAVED INVESTMENT

- Low transportation and installation cost due to 20-foot container design
- DC 1500 V system, low system cost
- Integrated MV transformer and switchgear
- Q at night function optional

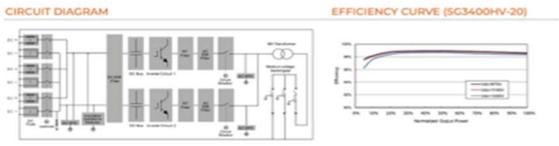
EASY O&M

- Integrated current, voltage and MV parameters monitoring function for online analysis and fast trouble shooting
- Modular design, easy for maintenance
- Convenient external touch screen

GRID SUPPORT

- Compliance with standards: IEC 61727, IEC 62116
- Low/High voltage ride through (L/HVRT)
- Active & reactive power control and power ramp rate control

CIRCUIT DIAGRAM **EFFICIENCY CURVE (SG3400HV-20)**



SG3400/3125/2500HV-MV-20

Type designation	SG3400HV-MV-20	SG320HV-MV-20	SG2500HV-MV-20
Input (DC)			
Max. PV input voltage	1500 V	1500 V	1500 V
Max. PV input voltage / Startup input voltage	875 V / 950 V	875 V / 950 V	800 V / 840 V
MPP voltage range for nominal power	875 - 1300 V	875 - 1300 V	800 - 1300 V
No. of independent MPP inputs	1	1	1
No. of DC inputs	Optional: 23, 24 negative grounding or floating; 28 negative grounding		18 - 24
Max. PV input current	4778 A	4778 A	3508 A
Output (AC)			
AC output power	3125 kVA@ 25 °C / 3427 kVA@ 45 °C	3125 kVA@ 25 °C / 3427 kVA@ 45 °C	2750 kVA@ 45 °C
Max. AC output current	3458 A	3458 A	2886 A
AC voltage range	10 - 30 kV	10 - 30 kV	10 - 30 kV
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 - 55 Hz	50 Hz / 45 - 55 Hz	50 Hz / 45 - 55 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)		
DC current injection	< 0.5 % In		
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	+ 0.99 / 0.8 leading - 0.8 lagging		
Feed-in phases / Connection phases	3 / 3		
Efficiency			
Inverter Max. efficiency	99.0 %		
Inverter Euro efficiency	98.5 %		
Transformer			
Transformer rated power	3427 kVA	3125 kVA	2500 kVA
Transformer max. power	3893 kVA	3593 kVA	2750 kVA
U/V MV voltage	0.6 kV / 10 - 35 kV	0.6 kV / 10 - 35 kV	0.55 kV / 10 - 35 kV
Transformer vector	Dyn11 (D3 Natural Air Natural)		
Transformer cooling type	Oil type		
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request		
Protection and Function			
DC input protection	Load break switch + fuse		
Inverter output protection	Circuit breaker		
AC MV output protection	Circuit breaker		
Overvoltage protection	DC Type I + I / AC Type II		
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes		
Insulation monitoring	Yes		
Overheat protection	Yes		
Q at night function	Optional		
Dimensions			
Dimensions (W*H*D)	6058 * 2094 * 2438 mm		
Weight	17T		
Degree of protection	IP54 (Inverter: IP55) / IP54 (Inverter: IP55)		
Operating ambient temperature range	-35 to 40 °C / -35 to 40 °C / -35 to 40 °C		
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 - 95 % / 0 - 95 % / 0 - 95 %		
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling		
Max. operating altitude	1000 m (standard) / > 1000 m (optional)		
Display	Touch screen		
Communication	Standard RS485, Ethernet, Optional optical fiber		
Compliance	CE, IEC 61000, IEC 61215, IEC 61727		
Grid support	Q at night function (optional), L / HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control		

Locale ubicazione cabine inverter e di trasformazione

Gli inverters saranno ubicati in cabinati prefabbricati dalle dimensioni in pianta di 6057x 2438 mm, pari a 14,76 mq in grado di garantire condizioni ambientali ottimali ed adeguato potere di scambio termico grazie all'impiego di condizionatori ad avviamento automatico nei periodi estivi. Le cabine di conversione saranno installate nei pressi dei moduli per ridurre le perdite di potenza dovute al trasporto dell'energia. Le fondazioni su cui vengono sistemate le cabine sono del tipo a vasca in modo da consentire il passaggio dei cavi elettrici sotto il pavimento. Le cabine così composte poggiano su una platea di calcestruzzo dello spessore di 10-15 cm, gettata a circa 60 cm di profondità, previo scavo. In ogni cabina di conversione saranno sistemati N° 1 inverter trifase composto da 1 trasformatore da 2750 kVA cadauno, i quali vengono poi collegati in parallelo su di un unico condotto sbarre trifase. Dal condotto sbarre verrà alimentato il trasformatore BT/MT. E' stata scelta la taglia dell'inverter di 2750 kVA modulare in quanto si tratta di standard, disponibile sul mercato e con buone prestazioni. Ogni "inverter" sarà costituito da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento, protezione e controllo che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili. La potenza max in uscita di ogni inverter AC sarà di 2750 kVA. Gli inverters sono progettati per inseguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico, sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT), costruendo l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, che permette di contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori accettabili. Nella cabina di conversione sono contenuti gli interruttori di manovra e le apparecchiature di protezione. Dalle cabine di conversione, che in totale saranno N° 18, l'energia verrà trasportata, attraverso n°3 cabine di parallelo MT, con cavi interrati a 30 kV, verso la stazione elettrica dell'utente.

Inverter (Convertitori CC/CA)

Le caratteristiche generali degli inverter sono riassunte di seguito:

- Inverter a commutazione forzata dalla rete con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo nominale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)

- Sezione di arrivo dal campo fotovoltaico con organo di sezionamento e misura;
- Ingresso cc da generatore fotovoltaico con poli non connessi a terra, ovvero sistema IT
- Inverter dotato di ponte a IGBT a commutazione forzata
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto, in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Ogni inverter è dotato di un proprio dispositivo di interfaccia.
- Progetto e costruzione conformi ai requisiti della «Direttiva Bassa Tensione» e della «Direttiva EMC».
- Conversione cc/ac realizzata con tecnica PWM e ponte a IGBT ad elevata efficienza (rendimento >96÷97%).
- Filtri per la soppressione dei disturbi indotti e/o emessi
- Controllo della corrente fornita in uscita (grid connected) tramite microprocessore a 16 bit che ne garantisce la forma sinusoidale con distorsione estremamente bassa.
- Funzionamento in parallelo alla rete a $\cos\phi=1$ (regolabile nel campo 0.9 induttivo ÷ 0.9 capacitivo)
- Programmazione e monitoraggio tramite tastiera alfanumerica.
- Monitoraggio a distanza.
- Dispositivo per la verifica della resistenza di isolamento tra l'ingresso e la terra.
- Datalogger per l'acquisizione delle principali grandezze e stati di funzionamento dell'impianto.
- Interruttore automatico magnetotermico in uscita
- Protezione IP24
- Conformità marchio CE.
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Le caratteristiche specifiche degli inverter sono riportate nel documento n° 3746-FV-013 specifiche dei componenti (Allegato 20).

Trasformatori BT/MT

Il trasformatore BT/MT sarà unico per ogni cabina ed avrà la potenza di 2750 kVA con rapporto di trasformazione di 550/30.000V. Il trasformatore di uscita sarà ad elevato rendimento, capace di garantire un totale isolamento tra la rete e la centrale fotovoltaica, lato cc dell'inverter. Il trasformatore sarà del tipo a secco con isolamento in resina 35 KV.

Quadri corrente alternata (QCA)

I quadri elettrici QCA provvedono al parallelo degli inverter lato AC ed alla connessione con i trasformatori BT/MT Il quadro costituito da un armadio metallico di dimensioni circa 600 x 2270 x 600 mm, dotato di pannelli posteriore e laterali, vani porta interruttori, vani porta sbarre, morsettiere.

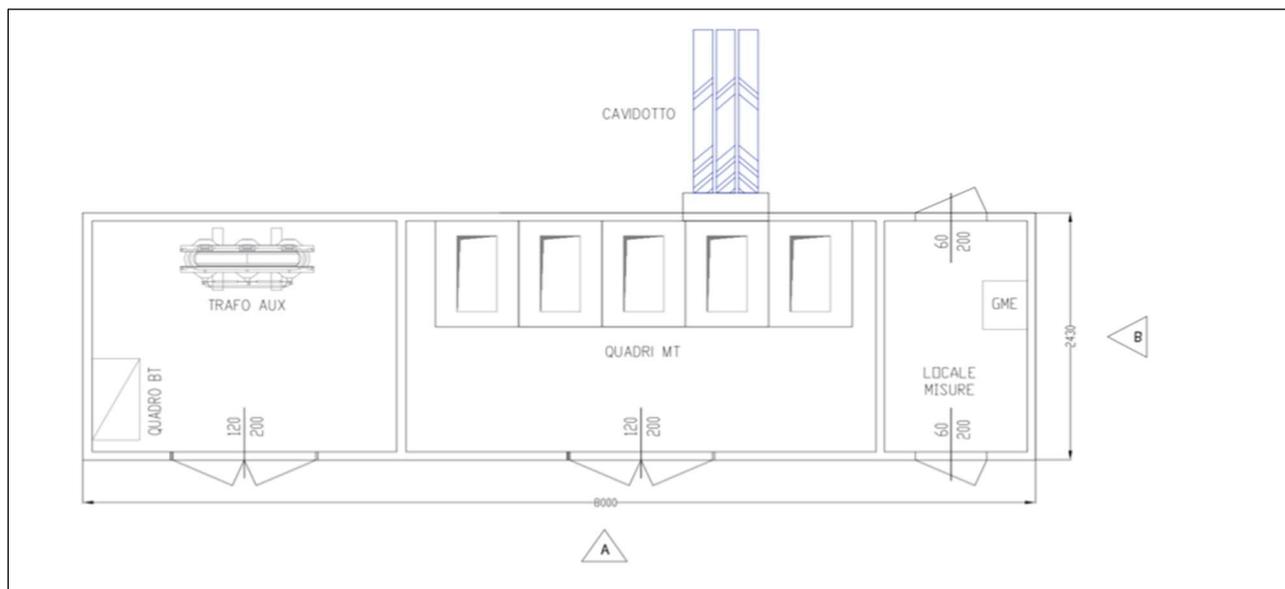
Il quadro sarà equipaggiato con i seguenti dispositivi:

- n° 1 interruttore magnetotermico per l'inverter CCA1
- n° 1 interruttore magnetotermico per l'inverter CCA2
- n° 1 interfaccia di rete tipo Thytronic o similare (certificato DK5940)
- n° 1 dispositivo di interfaccia di rete, contattore tetrapolare da 3125 kW, riduttori di tensione e corrente bobina di sgancio tipo ABB o similare.

- n° 1 interruttore magnetotermico per il sezionamento del parallelo
 - n° 1 interruttore magnetotermico per il sezionamento del trasformatore BT/MT
 - n° 1 interruttore magnetotermico/differenziale per il sezionamento del lato utenze BT
- Il quadro è completo di accessori quali: morsetti passanti, guide DIN, cavi di collegamento, capicorda, numeri segna-cavo, cartelli monitori. .
- I Quadri QCA saranno ubicati nella cabine di conversione.

5.2 CARATTERISTICHE DELLE CABINE DI RACCOLTA IN MT

Le cabine di parallelo avranno la funzione di ricevere attraverso un quadro sbarre l'energia elettrica MT (30 kV) proveniente da un gruppo di N°2,3 fino a 6 cabine di conversione di ciascun campo e di smistarla con unico cavo verso la Stazione Utente. Le cabine di parallelo, in cabinati prefabbricati dalle dimensioni 8000x3000x2400 mm, saranno ubicate nei pressi dei cavidotti MT; la loro funzione è di ridurre la lunghezza complessiva dei cavi ed il numero degli stessi in entrata alla Stazione Utente (totale linee entranti N° 4), con conseguente riduzione della superficie d'ingombro della Stazione utente. In totale sono previste 3 cabine di parallelo MT, ognuna posizionata all'ingresso di ciascun campo fotovoltaico.



Locale cabina di Parallelo MT- Prospetto

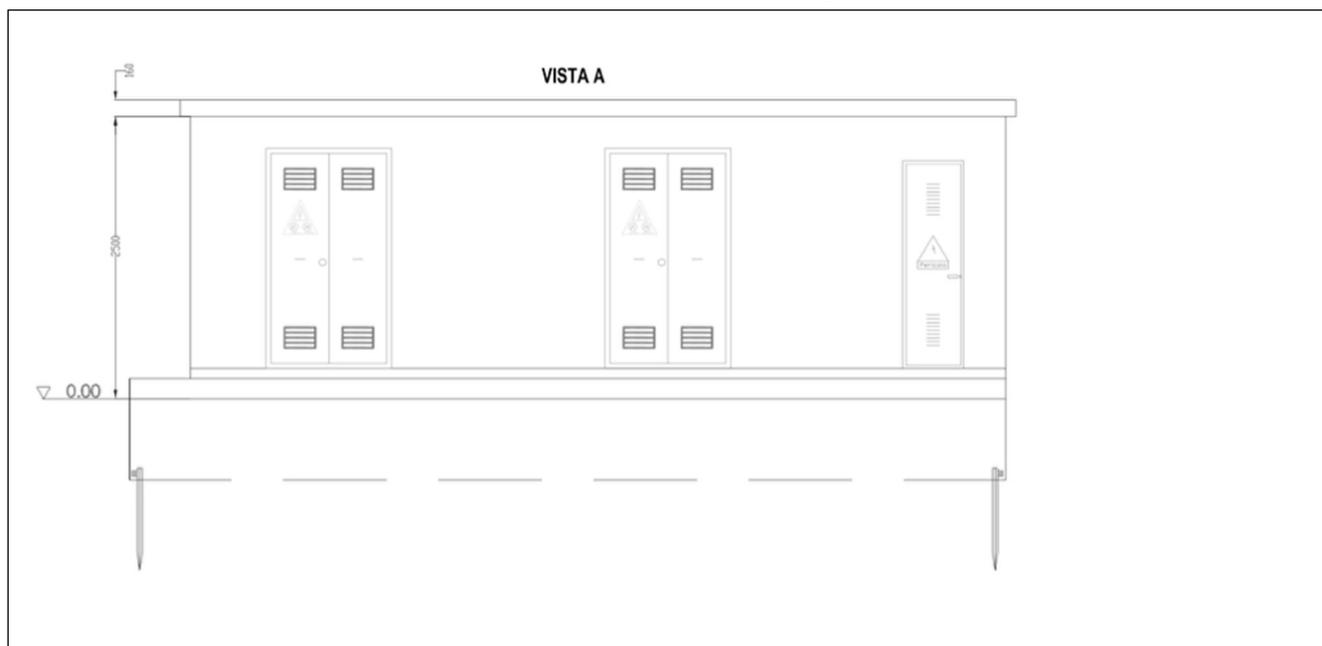


Figura 4-3 Locale cabina di Parallelo MT-Prospetto

5.4 CAVI ELETTRICI

5.4. 1 Criteri di progettazione e soluzioni di calcolo

La struttura generale dell'impianto elettrico è sistemicamente definita dalla sottostazione MT/AT da cui partono 4 linee di cavo MT **L1 ,L2, L3,L3,L4** che arrivano rispettivamente alla cabina di parallelo CB//5 e **da questa partono i cavidotti MT verso le altre cabine di parallelo**. All'interno di ciascun dei CAMPI fotovoltaici le cabine inverter e di trasformazione sono collegate mediante cavidotti in MT alle rispettive cabine di parallelo.

5.4.2 Caratteristiche generali cavo interrato in MT

I cavi di energia in corrente alternata MT (30 kV) saranno trifasi del tipo unipolare con conduttore a corda rotonda compatta in alluminio da 18/30 kV del tipo ARE4H5E idonei per tale tipo di applicazione. I cavi di energia saranno posati nel terreno protetti da appositi copri cavi con pozzetti di ispezione nei punti più cruciali ed in corrispondenza di ogni cambio di direzione. All'interno delle cabine i cavi saranno posati in cunicoli e/o su canaline. I cavi in MT all'interno di ciascun campo che escono dalle cabine inverter/trasformazione e giungono alle cabine di parallelo saranno in alluminio del tipo ARE4H5E 18/30 kV e avranno sezioni 1x(3x1)x95 mmq. I cavi che dalle 5 cabine di parallelo MT andranno verso la SE di Utenza saranno del tipo ARE4H5E 18/30 kV e avranno sezioni variabili da 1x(3x1)x120 mmq a 1x(3x1)x185 mmq e 1x(3x1)x240 mmq . I cavi che dalla cabina di parallelo CB//5 saranno raggruppati in 4 terne di cavi da 1x3x630 mmq. I cavi MT avranno le seguenti caratteristiche:

Tipo di Cavo	ARE4H5E 18/30 kV EPR
Conduttore	Alluminio
Isolante	Mescola di Polietilene (qualità DIX 8)
Tensione Nominale	18/30 kV
Tensione Isolamento	36 kV
Circuito	RST
Cos ϕ	0.9
Temperatura Funzionamento	90 °C
Temperatura Corto Circuito	250 °C
Categoria	A
Profondità di Posa	1.2 m
Distanza Circuiti Adiacenti	15 cm
Tipo di Posa	Direttamente interrato in terra umida

Protezione Meccanica	Elementi rettangolari in materiale composito a matrice di resina
Codice Posa	63
Temperatura Ambiente	20 °C

In seguito vengono descritte le caratteristiche principali delle linee dell'impianto elettrico.

CAMPO	COLLEGAMENTO CAVIDOTTO	LUNGHEZZA (m)	PORTATA NOMINALE Iz (A)	Corrente Nominale In (A) per cavo	POTENZA APPARENTE (kVA)	CADUTA DI TENSIONE (%)	SEZIONE CAVO (mmq)
1	da PS1 a Cab//1	620	256	67,60	3161.11	0.13	3x(1x95)
1	da PS2 a Cab//1	244	256	67,60	3161.11	0.05	3x(1x95)
1	da PS3 a Cab//1	10	256	67,60	3161.11	0.01	3x(1x95)
1	da PS4 a Cab//3	96	426	67,60	3161.11	0.01	3x(1x95)
1	da PS5 a Cab//3	62	426	67,60	3161.11	0.01	3x(1x95)
1	da PS6 a Cab//3	413	426	67,60	3161.11	0.09	3x(1x95)
1	da PS7 a Cab//3	627	256	67,60	3161.11	0.13	3x(1x95)
1	da PS8 a Cab//2	5	256	67,60	3161.11	0.01	3x(1x95)
1	da PS9 a Cab//4	566	256	67,60	3161.11	0.09	3x(1x95)
1	da PS10 a Cab//4	5	256	67,60	3161.11	0.08	3x(1x95)
2	da PS11 a Cab//5	614	256	67,60	3161.11	0.14	3x(1x95)
2	da PS12 a Cab//5	496	256	67,60	3161.11	0.12	3x(1x95)
2	da PS13 a Cab//5	5	256	67,60	3161.11	0.01	3x(1x95)
3	da PS14 a Cab//6	551	256	67,60	3161.11	0.13	3x(1x95)
3	da PS15 a CAB//6	891	256	67,60	3161.11	0.21	3x(1x95)
3	da PS16 a CAB//5	5	256	67,60	3161.11	0.01	3x(1x95)
3	da PS17 a CAB//6	167	256	67,60	3161.11	0.04	3x(1x95)
3	da PS18 a CAB//6	505	256	67,60	3161.11	0.12	3x(1x95)
1-1	Da Cb//1 a CB//2	276	291	164,26	8535	0,12	1x3x120
1-1	Da CB//2 a CB//4	486	368	219,01	11380	0,19	1x3x185
1-2	Da CAB//4 a CAB//5	2408	426	320,75	16666.67	0,1	1x(3x1)x240
1-2	Da CAB//3 a CAB//5	2849	426	143,34	12.644,44	1,01	1x(3x1)x240
3-2	Da Cab //6 a CB//5	3516	426	143,34	12.644,44	1,25	1X(3X1)x240
2-SE UTENZA	Da Cab //5 a SE di UTENZA	2796	709	1165,41	60556,38	0,5	4X(3X1)x630

5.4.3 CAVIDOTTO INTERRATO IN AT 150 kV

Al fine di connettere l'impianto fotovoltaico di progetto alla Rete Elettrica Nazionale RTN come da preventivo di connessione rilasciato da **Terna SPA – STMG cod. id. 202101387**– regolarmente accettata dal proponente dell'iniziativa, sarà necessario realizzare un cavidotto in AT a 150 kV , singola terna che colleghi Stazione di condivisione/trasformazione 30/150 kV alla sezione 150kV della futura stazione di trasformazione di Terna "Montecilfone" è stato previsto un collegamento in cavo 150kV che segue prevalentemente la strada interpodereale esistente in località La Guardiola per una lunghezza totale di circa 325 metri.

Il cavidotto in AT a 150 kV in singola terna sarà ubicato nel Comune di Montecilfone (Cb). Esso è suddiviso in due tratti. Un primo tratto di lunghezza pari a 138 metri si dipartirà dalla barra 150 kV della stazione di trasformazione 30/150 di Utenza ubicata al F. 8 p. 35 del Comune di Montecilfone e giungerà sino alla barra a 150 kV di condivisione con altri produttori della SE a 150 kV ubicata al F.8 p.43 del Comune di Montecilfone. Un secondo tratto di lunghezza pari a 185 metri si dipartirà dalla stazione di condivisione a 150 kV ubicata al Foglio 8 p. 43 del Comune di Montecilfone e giungerà sino allo stallo assegnato da terna all'interno della futura stazione SE 150/380 kV di Montecilfone posta nelle vicine della SE a 150 kV di condivisione. Entrambi i percorsi dei cavidotti in AT si svolgeranno sulle strade interpodereali di accesso ai fondi dove sorgeranno le Stazioni Elettriche. Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente locale, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia. Non vengono attraversati canali e corsi d'acqua.

5.4.4 Caratteristiche generali cavo interrato in AT

Le caratteristiche elettriche principali del sistema elettrico in alta tensione sono:

- sistema elettrico 3 fasi
- frequenza c.a. 50 Hz
- tensione nominale 150 kV
- tensione massima 170 kV
- categoria sistema A

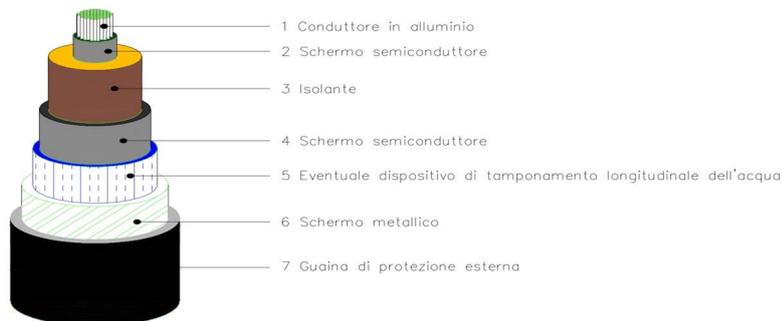
Tensione di isolamento del cavo

Dalla tab.2.1.06 della norma CEI 11-17 in base a tensione nominale e massima del sistema la tensione di isolamento U_0 corrispondente è 87 kV. Temperature massime di esercizio e di cortocircuito massima temperatura di esercizio è di 90°C mentre quella di cortocircuito è di 250°C.

Caratteristiche funzionali e costruttive

I cavi in progetto, con isolamento in XLPE e conduttore in alluminio di sezione pari a 1600 mm², sono formati secondo il seguente schema costruttivo (tabella tecnica TERNA UX LK101):

- Conduttore a corda rigida rotonda, compatta e tamponata di alluminio;
- Schermo semiconduttore;
- Isolante costituito da uno strato di polietilene reticolato estruso insieme ai due strati semiconduttivi;
- Schermo semiconduttore;
- Dispositivo di tamponamento longitudinale dell'acqua;
- Schermo metallico, in piombo o alluminio, o a fili di rame ricotto o a fili di alluminio non stagnati opportunamente tamponati, o in una loro combinazione e deve contribuire ad assicurare la protezione meccanica del cavo, assicurare la tenuta ermetica radiale, consentire il passaggio delle correnti corto circuito;
- Rivestimento protettivo esterno costituito da una guaina di PE nera e grafitata.



1	CONDUTTORE IN RAME O ALLUMINIO	5	BARRIERA CONTRO LA PENETRAZIONE DI ACQUA
2	SCHERMO SUL CONDUTTORE	6	GUAINA METALLICA
3	ISOLANTE	7	GUAINA ESTERNA
4	SCHERMO SEMICONDOTTORE		

La tipologia di posa standard prevede la posa in trincea, con disposizione dei cavi a “Trifoglio” o in “Piano” (per l’elettrodotto in cavo interrato in esame è prevista la posa a “trifoglio”),

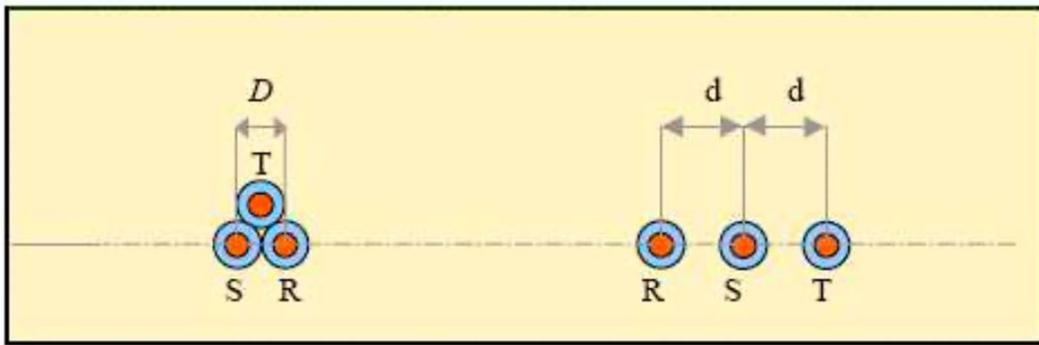


Figura 3 Modalità di posa cavo AT

secondo le modalità riportate nel tipico di posa contenuto nell'elaborato Particolari costruttivi di cui sintetizziamo gli aspetti caratteristici. I cavi saranno posati mediante uno scavo in trincea della larghezza di 0,7 m ad una profondità standard di -1,6 m (quota piano di posa), su di un letto di sabbia o di cemento magro dallo spessore di cm. 10 ca. cavi saranno ricoperti sempre con il medesimo tipo di sabbia o cemento, per uno strato di cm.40, sopra il quale la quale sarà posata una lastra di protezione in C.A. Ulteriori lastre saranno collocate sui lati dello scavo, allo scopo di creare una protezione meccanica supplementare. La restante parte della trincea sarà riempita con materiale di risulta e/o di riporto, di idonee caratteristiche.

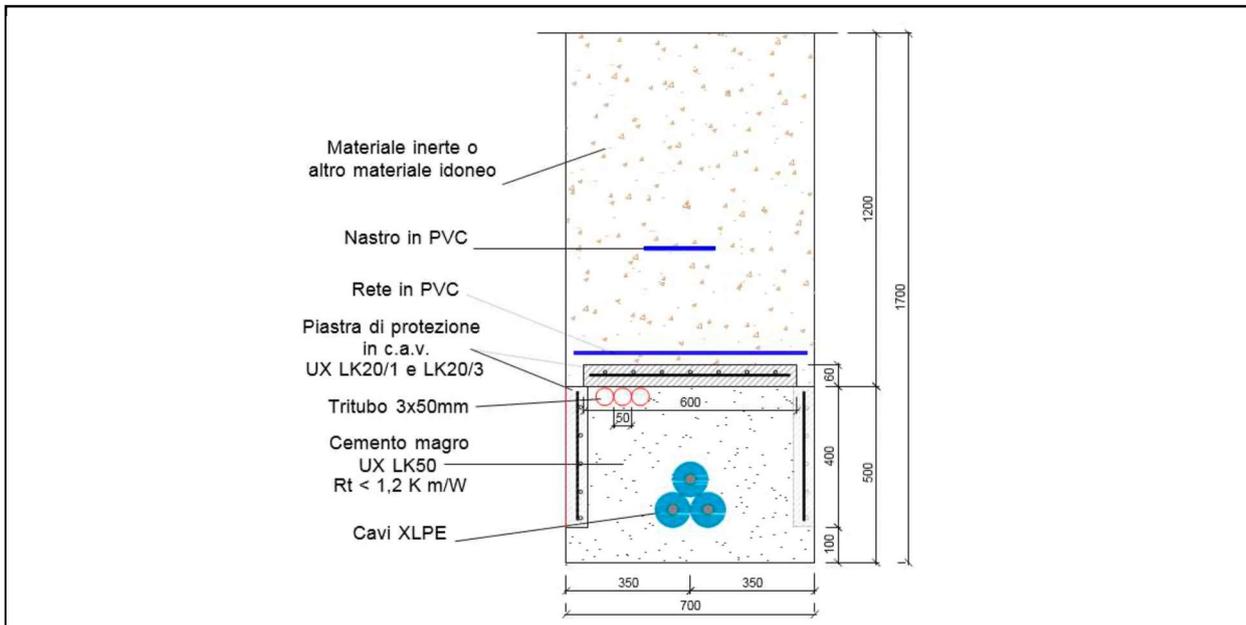


Figura 4 Particolare/Posa Cavidotto AT

5.4.5 Sottostazione MT/AT di Utenza

La stazione sarà del tipo all'aperto. La stazione elettrica (SE) di utenza 30/150 kV sarà ubicata nel Comune di Montecilfone (Cb) al Foglio 8 p. 35. La configurazione della singola stazione di trasformazione prevede un montante trasformatore di potenza 30/150 kV con n.1 trasformatore da 45/50 MVA. All'interno della stazione è previsto un edificio, suddiviso in vari locali: controllo e protezioni, quadri MT, misure (con accesso anche dall'esterno), servizi igienici, servizi ausiliari e gruppo elettrogeno.

La stazione elettrica avrà le seguenti caratteristiche tecniche principali:

Caratteristiche tecniche generali

Trasformatore trifase di potenza 30/150 kV, 45/50 MVA, ONAN/ONAF, gruppo vettoriale YNd11, provvisto di commutatore sotto carico lato AT (150 ±10x1,25%/30 kV) e cassetto di contenimento cavi MT. Con scaricatori incorporati dimensionato per alloggiare n.3 terne di cavi MT da 400mm² Cu.

• Tipo	immerso in olio
• Tipo di servizio	continuo
• Temperatura ambiente	40°C
• Classe di isolamento	A
• Metodo di raffreddamento	ONAN/ONOF
• Tipo d'olio:	minerale conforme CEI-EN 60296
• Altezza d'installazione	≤100 m
• Frequenza nominale	50 Hz
• Potenza nominale: ONAN/ONAF	80/100 MVA
• Tensioni nominali (a vuoto):	
- AT	150 kV
- MT	30 kV
• Regolazione tensione AT:	± 10x1,25 %
• Tipo di commutatore (CSC):	sotto carico (CEI EN 60214- 1)

• Collegamento fasi:	
- avvolgimento AT	Y stella (con neutro accessibile)
- avvolgimento MT	Δ triangolo
• Gruppo di collegamento	YNd11
• Classe d'isolamento:	
-Lato AT	
-Lato MT	
Tensione di Tenuta a Frequenza Industriale	
-Lato AT	
-Lato MT	
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico:	
-Lato AT	
-Lato MT	
Sovratemperature ammesse:	
- massima temperatura ambiente	40°C
- media avvolgimenti	65°C
- nucleo magnetico	75°C
PERDITE DI GARANZIE IEC	
PERDITE A VUOTO A Un	≤ 30 kV
CORRENTE A VUOTO A Un	0,2%
Perdite Cu a 75°C	≤ 165 kV
Tensione di corto circuito Vcc:	13%
Massimo livello presione sonora:	70 dB a 0,3 m

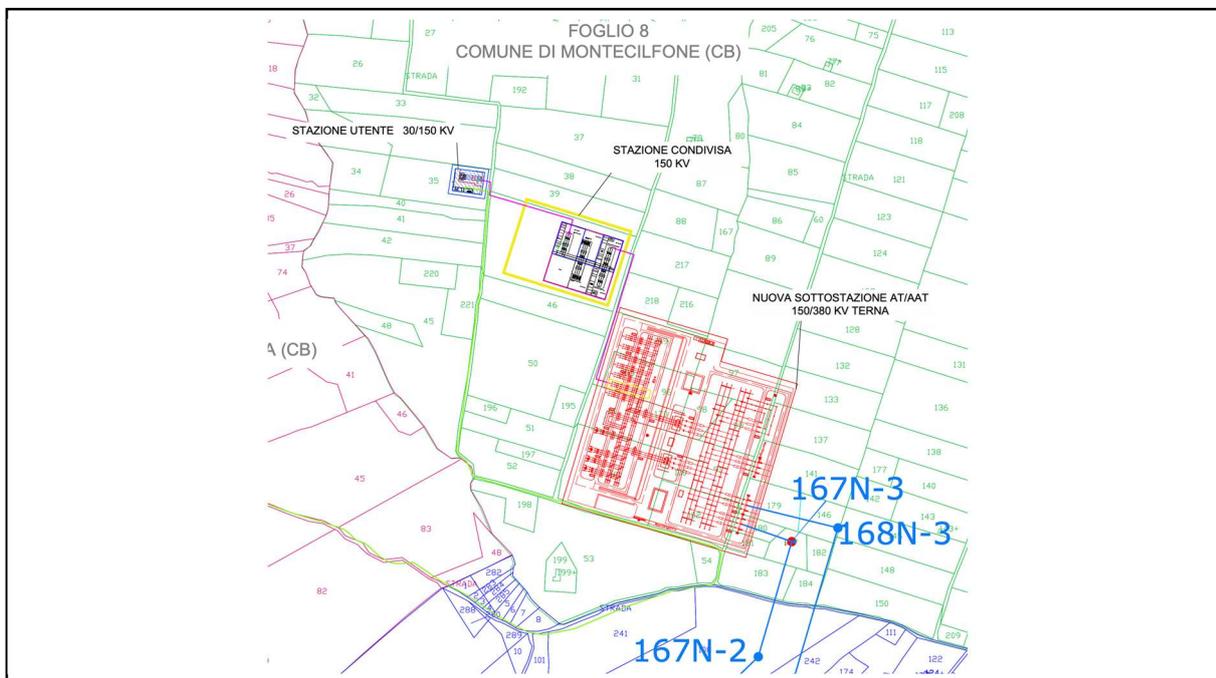
Sezionatore di linea, per la derivazione dalle sbarre condivise 150 kV, tripolare rotativo orizzontale a tre colonne/fase, con terna di lame di messa a terra, completo di comando motorizzato per le lame principali e manuale per le lame di terra:

Norme di riferimento:	CEI EN 62271
Tensione nominale:	170 kV
Corrente nominale:	1250 A
Corrente nominale di breve durata:	
○ - valore efficace	31,5 kVA
○ - valore di cresta	80,0 kA
Durata ammissibile della corrente di breve durata	1s
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
Verso massa	750 kV
Sulla distanza disezionamento	860 kV
Tensione di tenuta a frequenza di esercizio (1m)	
Contatti ausiliari disponibili	
- verso terra	325 kV
- sulla distanza di sezionamento	375 kV 4NA+4NC
Alimentazione circuiti ausiliari:	325 kV
- motore:	110 Vcc +10% -15%
- circuiti di comando:	110 Vcc +10% -15%
- resistenza di riscaldamento:	230 Vca
Isolatori tipo:	C6-750
linea di fuga:	25 mm/kV

Per ulteriori dettagli sui parametri tecnici della SE di Utenza si può far riferimento all'elaborato **MMIT MTM B12 Relazione tecnica illustrativa impianti elettrici.**

STAZIONE CONDIVISIONE 150 KV

La nuova stazione di Condivisione è progettata per consentire la condivisione dello stallo 150 kV, che Terna ha indicato con la STMG, con gli altri proponenti. Pertanto, come si può rilevare dalla planimetria elettromeccanica allegata al progetto la configurazione della stazione di condivisione prevede una sezione per l'arrivo del cavo 150 kV di collegamento con la SE di Terna ed un sistema di sbarre con isolamento in aria a 150 kV alle quali si connetteranno le quattro/cinque stazioni di elevazione 30/150 kV. All'interno della stazione è previsto un edificio, suddiviso in vari locali, per controllo e protezioni, misure (con accesso anche dall'esterno), servizi igienici, servizi ausiliari e gruppo elettrogeno.



Componenti Principali della Stazione di Condivisione

SEZIONE AT			
<p>➤ Sezionatore di linea arrivo cavo 150 kV tripolare rotativo, orizzontale a tre colonne/fase, con terna di lame di messa a terra, completo di comando motorizzato per le lame principali e manuale per le lame di terra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Norme di riferimento: CEI EN 62271 • Tensione nominale: 170 kV • Corrente nominale: 1250 A • Corrente nominale di breve durata: <ul style="list-style-type: none"> - valore efficace 31,5 kA - valore di cresta 80,0 kA • Durata ammissibile della corrente di breve durata 1s • Tensione di prova ad impulso atmosferico: <ul style="list-style-type: none"> - verso massa 750 kV - sulla distanza di sezionamento 860 kV • Tensione di tenuta a frequenza di esercizio (1 min.): <ul style="list-style-type: none"> - verso terra 325 kV - sulla distanza di sezionamento 375 kV • Contatti ausiliari disponibili 4NA+4NC • Alimentazione circuiti ausiliari: <ul style="list-style-type: none"> - motore: 110 Vcc +10% -15% - circuiti di comando: 110 Vcc +10% -15% - resistenza di riscaldamento: 230 Vca • Isolatori tipo: C6-750 • linea di fuga: 25mm/kV 		<ul style="list-style-type: none"> • Durata ammissibile della corrente di breve durata 1 s • Tensione di prova ad impulso atmosferico: <ul style="list-style-type: none"> - verso massa 750 kV - sulla distanza di sezionamento 860 kV • Tensione di tenuta a frequenza di esercizio (1 min.): <ul style="list-style-type: none"> - verso terra 325 kV - sulla distanza di sezionamento 375 kV • Contatti ausiliari disponibili 4NA+ 4NC • Alimentazione circuiti ausiliari: <ul style="list-style-type: none"> - motore: 110 Vcc +10% -15% - circuiti di comando: 110 Vcc +10% -15% - resistenza di riscaldamento: 230 Vca • Isolatori tipo: C6-750 • linea di fuga: 25mm/kV 	
<p>➤ Sezionatore tripolare verticale a tre colonne/fase, completo di comando motorizzato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Norme di riferimento: CEI EN 62271 • Tensione nominale: 170 kV • Corrente nominale: 1250 A • Corrente nominale di breve durata: <ul style="list-style-type: none"> - valore efficace 31,5 kA - valore di cresta 80,0 kA 		<p>➤ Interruttore tripolare per esterno in SF6 170 kV - 1250 A - 31,5 kA equipaggiato con un comando tripolare a molla. I circuiti di apertura saranno n. 3 di cui uno a mancanza;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Norme applicabili: CEI EN 62271-100 • Numero dei poli: 3 • Mezzo di estinzione dell'arco: SF6 • Tensione nominale: 150 kV • Livello di isolamento nominale: 170 kV • Tensione di tenuta a freq. industriale per 1 min: 325 kV • Tensione di tenuta ad impulso con onda 1/50 microsec: 750 kV • Corrente nominale: 1250 A • Corrente di breve durata ammissibile per 1 s: 31.5 kA • Corrente limite dinamica: 80 kA • Durata di corto circuito nominale: 1" • Tipo di comando: meccanico a molla • Comando manovra: tripolare <ul style="list-style-type: none"> - n° circuiti di apertura a lancio di tensione: 2 - n° circuiti di apertura a mancanza di tensione: 1 	
<ul style="list-style-type: none"> - n° circuiti di chiusura: 1 • Tensioni di alimentazione ausiliaria: • motore: 110 Vcc +10% -15% • bobine di apertura / chiusura: 110 Vcc +10% -15% • relè ausiliari: 110 Vcc +10% -15% • resistenza di riscaldamento/anticondensa 230V Vca • Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV <p>➤ Trasformatori di corrente, isolati in gas SF6 200-400-800/5-5-5A 10VA cl.02 - 15VA cl. 5P20 - 15VA cl. 5P30 - 10VA cl.02</p> <ul style="list-style-type: none"> • Norme di riferimento CEI EN 60044-1 • Isolamento SF6 • Montaggio esterno • Norme applicabili CEI EN 60044-1 • Tensione nominale 150 kV • Tensione massima di riferimento per l'isolamento 170 kV • Tensione di tenuta a impulso atmosferico 325 kV • Tensione di tenuta ad impulso 750 kV • Corrente nominale primaria 200-400-800 A • Corrente nominale secondaria 5 A • Numero nuclei 4 • Prestazioni e classi di precisione: <ul style="list-style-type: none"> - N° 1 Nuclei misure 10 VA cl. 0.2 cert. UTF - N° 1 Nuclei misure 10 VA cl. 0.2 - N° 2 Nuclei protezioni 15VA-5P20 • Corrente termica di corto circuito 31.5 kA • Corrente limite dinamica 80 kA • Corrente massima permanente 1,2 In • Tensione di tenuta per 1 min a 50 Hz avv.ti secondari 2 kV • Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV <p>➤ Trasformatori di tensione induttivi per esterno, per misure fiscali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Norme di riferimento CEI EN 60044-2 		<ul style="list-style-type: none"> • Tensione nominale 150 kV • Tensione massima di riferimento per l'isolamento: 170 kV • Isolamento SF6 • Fattore di tensione nominale (funzionamento x 30 s) 1.5 • Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV • Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV • Rapporto: 150.000-v3/100-v3 • Prestazioni e classi di precisione: <ul style="list-style-type: none"> • N° 1 Nucleo misure 10 VA cl. 0.2 cert. UTF • Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV <p>➤ Trasformatori di tensione capacitivi per misure e protezione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Norme di riferimento CEI EN 60044-2 • Tensione nominale 150 kV • Tensione massima di riferimento per l'isolamento: 170 kV • Isolamento carta-olio • Capacità 4000 µF • Fattore di tensione nominale (funzionamento x 30 s): 1.5 • Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV • Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV • Rapporto: 150000-v3/100-v3 100-v3-100:3 • Prestazioni e classi di precisione: <ul style="list-style-type: none"> - N° 1 Nucleo misura 20 VA cl. 0.2 - N° 2 Nuclei per protezioni 30 VA cl. 3 P • Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV <p>➤ Scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco completi di contascariche 170kV 10KA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Norme di riferimento: CEI EN 60099 • Tensione nominale: 150 kV • Tensione di riferimento per l'isolamento: 170 kV • Tensione residua con onda 8/20 IIs a corrente di scarica di: <ul style="list-style-type: none"> 5 kA 322 kV 10 kA 339 kV 	

- | | | |
|--|---------------|--------|
| | 20 kA | 373 kV |
| • Tensione residua con onda 30/60 μ s a corrente di scarica di: | 0,5 kA | 277 kV |
| | 1 kA | 286 kV |
| | 2 kA | 297 kV |
| • Classe di scarica secondo IEC: | 2 | |
| • Corrente nominale di scarica: | 10 kA | |
| • Valore di cresta della corrente per la prova di tenuta a impulso di forte corrente: | 100 kA | |
| • Valore efficace della corrente elevata per la prova di sicurezza contro le esplosioni: | 65 kA | |
| • Capacità d'assorbimento dell'energia: | 7.8 kJ/kV | |
| • Linea di fuga isolatori: | 25 mm/kV | |
| • Accessori: | Contascariche | |

SEZIONE BT

Per l'alimentazione in corrente alternata e in corrente continua dei servizi ausiliari della stazione di trasformazione 30/150 kV è previsto un sistema di distribuzione in corrente alternata e continua.

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IN CORRENTE ALTERNATA

- Il sistema di distribuzione in corrente alternata sarà costituito da:
 - o n. 1 gruppo elettrogeno 15 kW, 0,4 kV
 - o n. 1 quadro di distribuzione 400 / 230 V.c.a.
- I carichi alimentati in corrente alternata saranno i seguenti:
 - o impianti tecnologici di edificio (illuminazione e prese F.M., climatizzazione, rilevazione incendio, antintrusione)
 - o impianto di illuminazione e prese F.M. area esterna
 - o resistenze anticondensa quadri e cassette manovre di comando
 - o Raddrizzatore e carica batteria
 - o Motoriduttore C.S.C. TR AT/MT
 - o Motori delle ventole di raffreddamento TR AT/MT.

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IN CORRENTE CONTINUA

- Il sistema di distribuzione in corrente continua è costituito da:
Una stazione di energia composta da:

- o n. 1 raddrizzatore carica batteria a due rami 110 V cc
- o n. 1 inverter con by pass completo di interruttori di distribuzione 230 V ac
- o n. 1 batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, 110 V cc
- Un quadro di distribuzione in corrente continua i cui carichi alimentati saranno i seguenti:
 - o motori sezionatori AT, 110 V cc
 - o motori interruttori AT e MT, 110 V cc
 - o bobine apertura e chiusura, 110 V cc
 - o segnalazione, comandi, allarmi dei quadri protezione, comando e controllo, 110 V cc.
 - o i carichi in corrente alternata 230 V ac che non sopportano buchi di tensione, quali Scada e modem.

2.2 SISTEMA PROTEZIONE, CONTROLLO, MISURE E TELECONTROLLO

Quadro comando, protezioni e controllo costituito come di seguito descritti.

SEZIONE PROTEZIONI AT

Protezione a microprocessore avente le seguenti funzioni:

- 50 protezione di massima corrente ad azione rapida;
- 51 protezione di massima corrente ad azione ritardata;
- 51N protezione di massima corrente omopolare ritardata
- 27 protezione di minima tensione;
- 59 protezione di massima tensione;
- 59V0 protezione di massima tensione omopolare;
- 81 > protezione di massima frequenza;
- 81 < protezione di minima frequenza;
- 87C protezione differenziale Cavo
- 21 protezione ad impedenza con telescatto

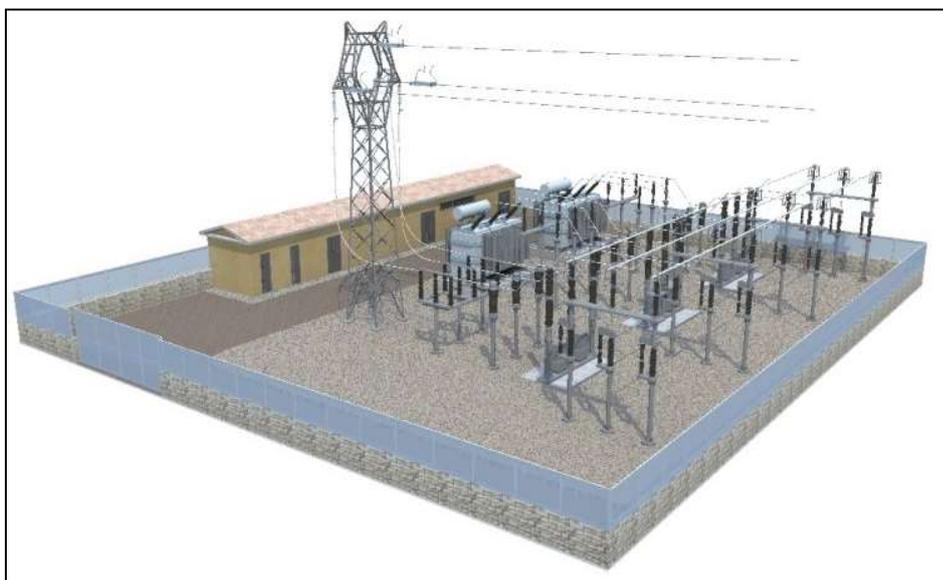


Figura 0-3 Sottostazione tipo con apparecchiatura ad alta tensione, trasformatore, quadri di media tensione e armadio di comando

CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE

L’Autorità per l’energia elettrica, il gas e rete idrica con la delibera ARG/elt99/08 (TICA) e s.m.i. stabilisce le condizioni per l’erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi per gli impianti di produzione di energia elettrica.

Il campo di applicazione è relativo anche ad impianti di produzione e si prefigge di individuare il punto di inserimento e la relativa connessione, dove per inserimento s’intende l’attività d’individuazione del punto nel quale l’impianto può essere collegato, e per connessione s’intende l’attività di determinazione dei circuiti e dell’impiantistica necessaria al collegamento.

L’impianto fotovoltaico della società **Tavenna Solar Park s.r.l.** avrà una potenza installata in AC di 45 MW, ed il proponente ha ricevuto nella comunicazione Terna **TERNA/0076385** un preventivo di connessione (Codice Pratica **202101387**) per una potenza complessiva di 54,5 MW, da Terna S.p.A, che stabilisce come soluzione di connessione il collegamento in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV della futura stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Montecilfone. Si precisa che, la comunicazione citata è in capo alla società M.E. FREE srl e che è stata eseguita una voltura della pratica della connessione, in base alla quale la società **TAVENNA SOLAR PARK SRL** ha ricevuto la titolarità della pratica. Terna Spa ha comunicato a mezzo **pec prot. P20220037723 in data 04/05/2022 (Allegata alla presente relazione) alla società Tavenna Solar Park Srl** oltre alla planimetria della futura Stazione Elettrica (SE) RTN a 380/150 kV dalla quale si evince l’ubicazione dello stallo assegnato e l’intero progetto della stessa benestariato da Terna Spa.

Descrizione delle Opere RTN

La società Terna S.p.a. ha ricevuto la richiesta di connessione sulla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per l'energia elettrica prodotta da impianti di produzione di energia elettrica di tipo rinnovabile da ubicare nei Comuni di Guglionesi, Montecilfone, Montenero di Bisaccia, Palata, Tavenna, Acquaviva Colle Croce dalle società **Green Venture Montenero S.r.l.**, **codice pratica 202100225**, **Volitalia codice pratica 202001412 della società Volitalia Italia S.r.l.**, **con l'impianto codice pratica 202101387 della società Tavenna Solar Park S.r.l.**, **con l'impianto codice pratica 202101594 della società FRI-EL Srl e con ulteriori utenti della RTN.**

Terna ha indicato per le STMG la stessa modalità di connessione che prevede la immissione dell'energia prodotta dagli impianti sulla sezione a 150 kV della futura stazione di trasformazione 380/150 kV di "Montecilfone" di Terna.

Pertanto, pur trattandosi di procedimenti autorizzativi distinti, Terna ha richiesto la condivisione di un unico collegamento a 150 kV da realizzare su uno degli stalli della futura stazione di trasformazione 380/150kV "Rotello", da condividere con le iniziative in fase di sviluppo delle società. Inoltre, Terna ha trasmesso ai suddetti proponenti in formato digitale copia della documentazione progettuale, riferita alle STMG rilasciate, da inserire all'interno dell'iter autorizzativo degli impianti di produzione ai sensi del D.lgs 387/03; nonché ha indicato gli ulteriori documenti da produrre per il rilascio del bene di sua competenza.

In particolare, la produzione di energia elettrica dai singoli impianti di produzione sarà trasportata, mediante cavi interrati a 30 kV, nelle stazioni di trasformazione 30/150 kV di ciascun produttore ed immessa su un sistema di sbarre a 150 kV condiviso da tutti i produttori sopraindicati.

Detto sistema di sbarre condiviso sarà collegato alle sbarre 150 kV della stazione di trasformazione di Terna di Montecilfone 380/150 kV mediante un cavo interrato 150 kV.

Il progetto prevede la realizzazione di sei stazioni elettriche indipendenti che sono:

- Stazione di condivisione costituito da un sistema di sbarre a 150 kV con isolamento in aria e da un montante per l'arrivo del cavo interrato a 150 kV Terna; alle sbarre 150 kV si connetteranno le stazioni di trasformazione dei singoli produttori di cui in premessa.
- N.4 stazioni di trasformazione 30/150 kV + Nr.2 Stazioni di arrivo alla Barra 150 kV (n.1 per IBE Guglionesi, n.1 per Green Venture Montenero Srl, N.1 per Volitalia Srl); n.1 Stazione di arrivo per Tavenna Solar Park Srl, N. 1 Stazione di Arrivo per Fri-El Srl).

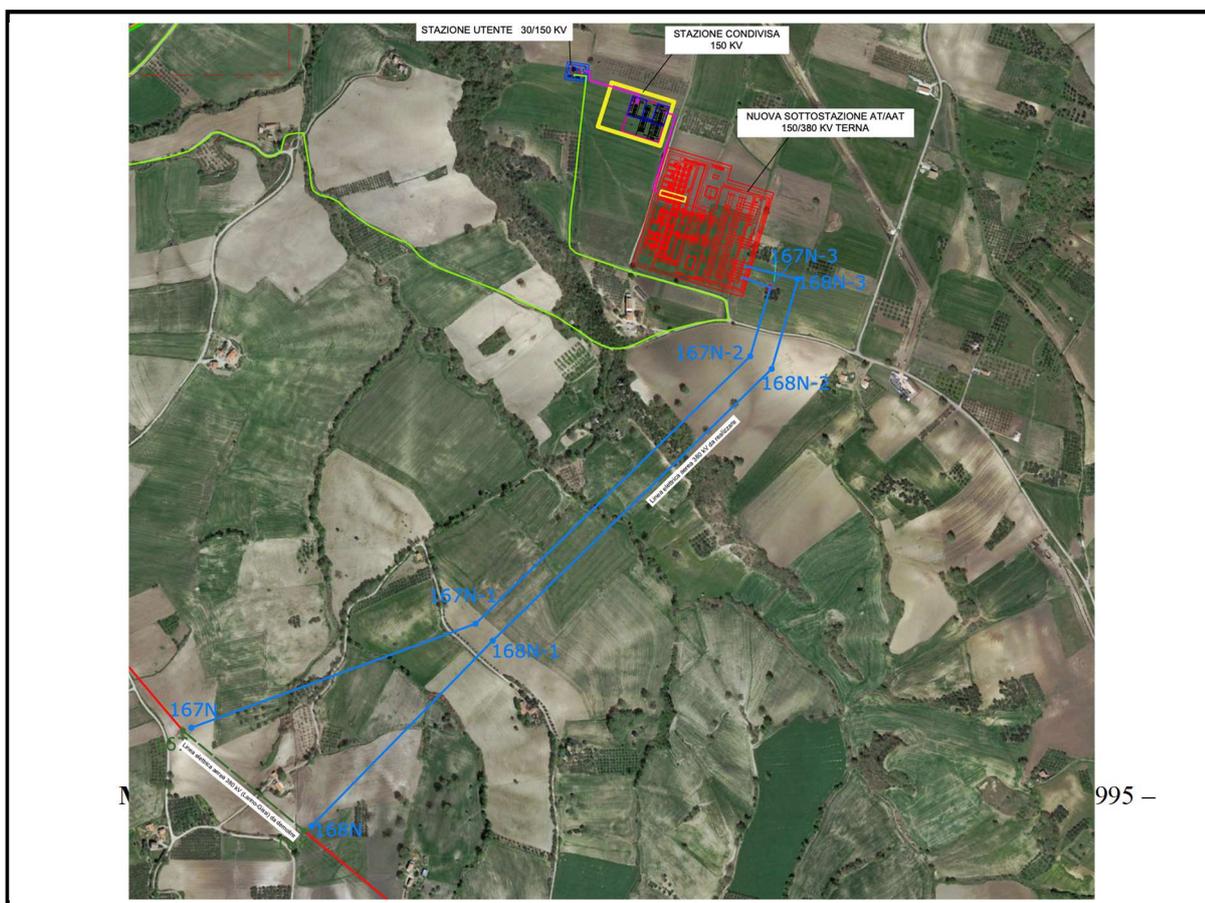
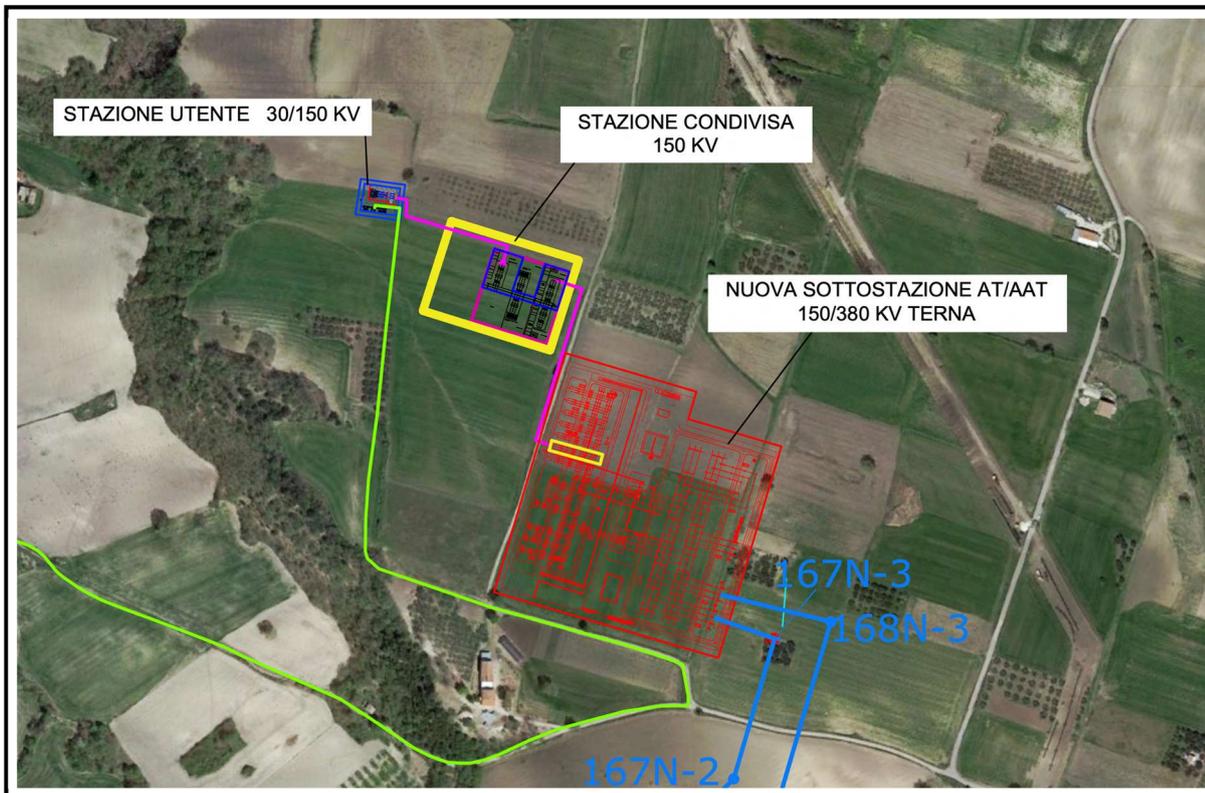
Le suddette stazioni sono indipendenti funzionalmente e, se pur confinanti, sono divise fisicamente mediante recinzioni. Il progetto del collegamento elettrico dei suddetti impianti di produzione alla RTN prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- a) Rete in cavo interrato in MT dagli impianti di produzione alle stazioni di trasformazione MT/150 KV;
- b) Stazioni elettriche di trasformazione/condivisione MT/150 kV dei produttori sopra indicati;
- c) n. 1 cavo interrato a 150 kV dalla stazione di trasformazione/condivisione alla stazione di trasformazione 380/150 kV "Montecilfone" di Terna;
- d) n.1 stallo di arrivo della linea RTN 150kV da realizzarsi all'interno della futura SE 380/150kV Montecilfone;
- e) Stazione 380/150 kV "Montecilfone" di Terna + relativi raccordi a 380 kV in entrata sulla esistente linea 380 kV "Larino -Gissi"

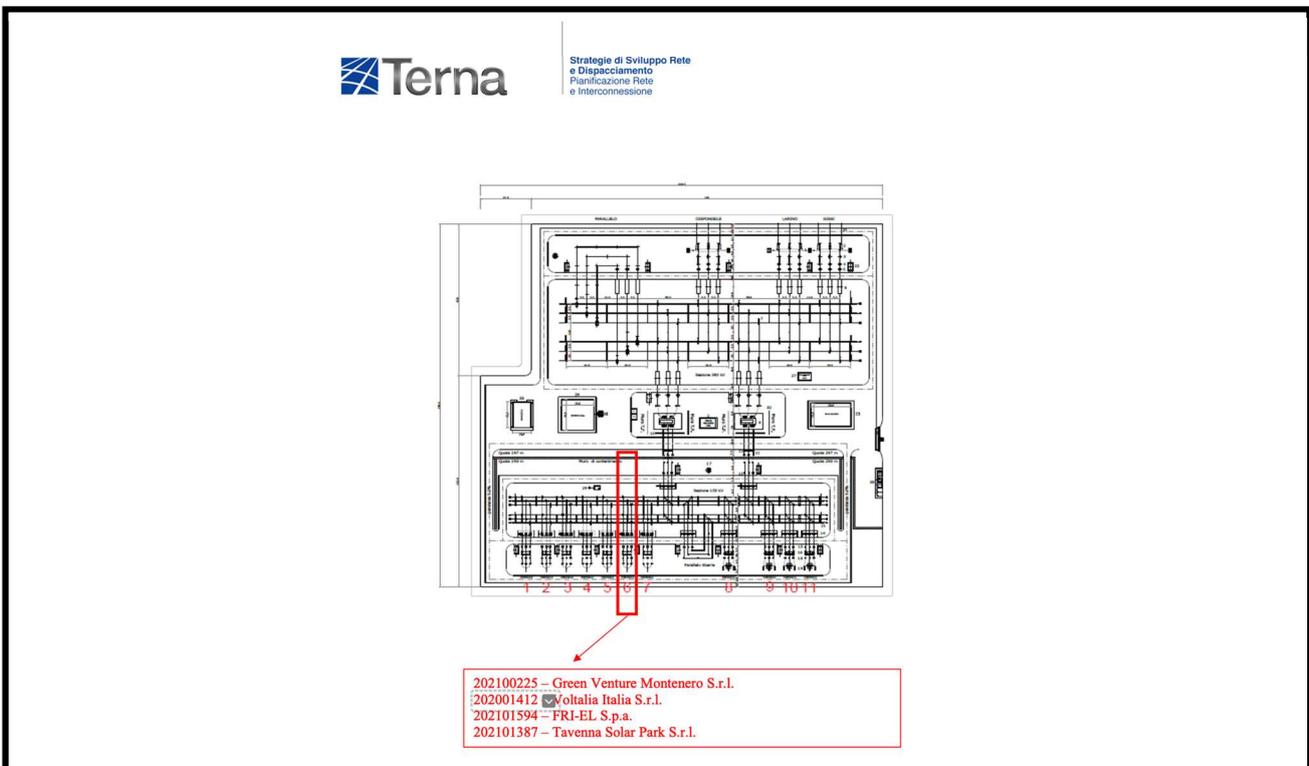
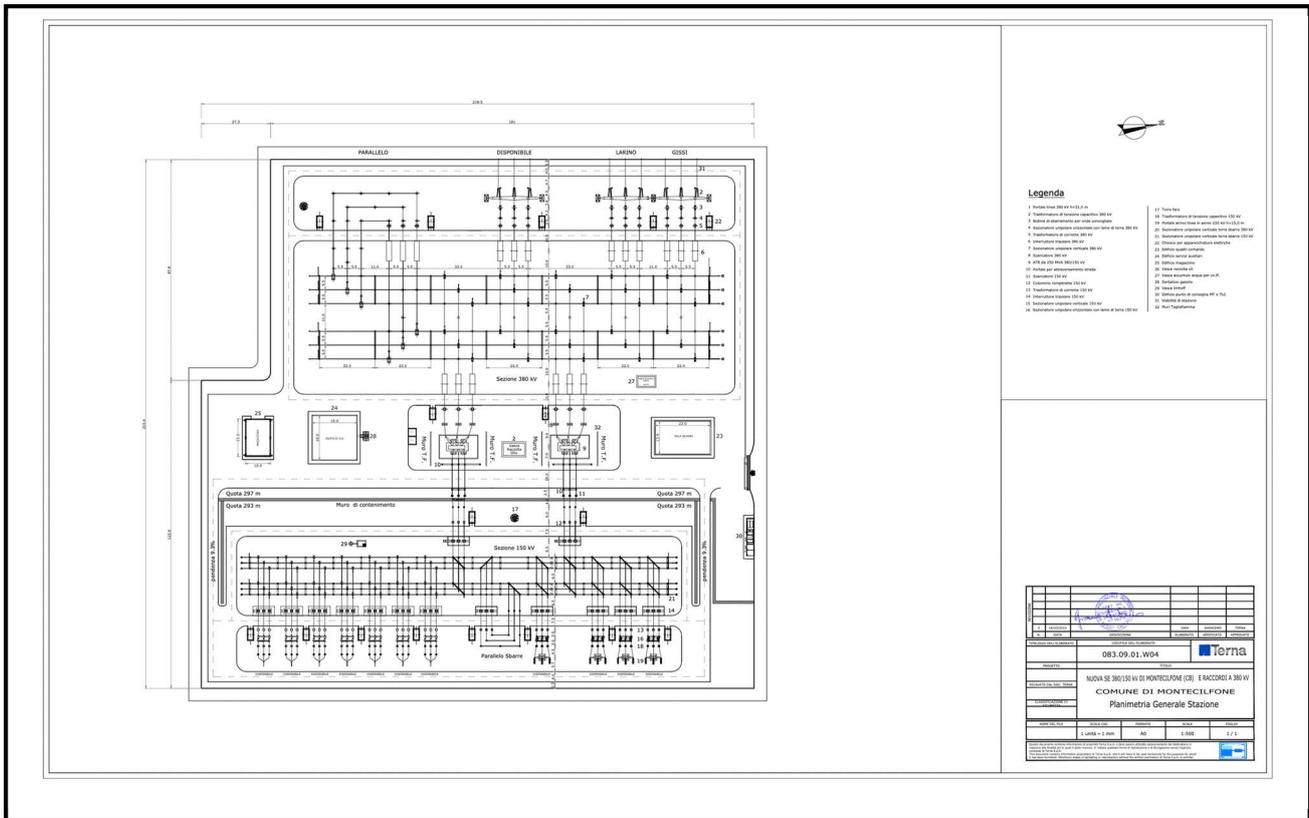
Dette opere dovranno essere progettate ed inserite nel Piano Tecnico delle Opere (PTO) da presentare alle amministrazioni competenti per le necessarie autorizzazioni alla realizzazione ed all'esercizio.

Le opere di cui ai punti a), b), c) costituiscono opere di utenza dei proponenti, mentre le opere di cui ai punti d) e) costituiscono opere di rete (RTN), le cui autorizzazioni, che saranno rilasciate ai proponenti con Autorizzazione Unica (AU) ai sensi delle L.387, saranno in seguito volturate a Terna S.p.a.

Tutto quanto sinteticamente sopra indicato risulta dettagliatamente descritto negli elaborati facenti parte del progetto definitivo inviato per il benessere di Terna.



Nella figura disopra riportata è rappresentata l'area della stazione di condivisione a 150 kV e il suo collegamento alla futura SE 150/380 kV di Montecilfone in cui è evidenziato lo stallo assegnato da Terna



STALLO LINEA IN CAVO 150 kV – STATO DI PROGETTO

L'allacciamento della nuova stazione "condivisa" 150 kV di Montecilfone alla futura stazione elettrica 380/150 kV di Montecilfone di TERNA sarà realizzato, come già esposto in premessa, con un nuovo tratto di linea in cavo interrato a 150 kV. Lo schema di tali collegamenti è riportato sull'elaborato **MMIT MTM C14**. Mentre nell'elaborato **MMIT_MTM_C19 "Pianta e sezioni stallo arrivo cavo 150 kV"** è rappresentata la disposizione delle apparecchiature, le cui caratteristiche sono le seguenti:

il "montante linea" (o "stallo linea") sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure; i cavi afferenti si attesteranno su terminali per cavi in XLPE.

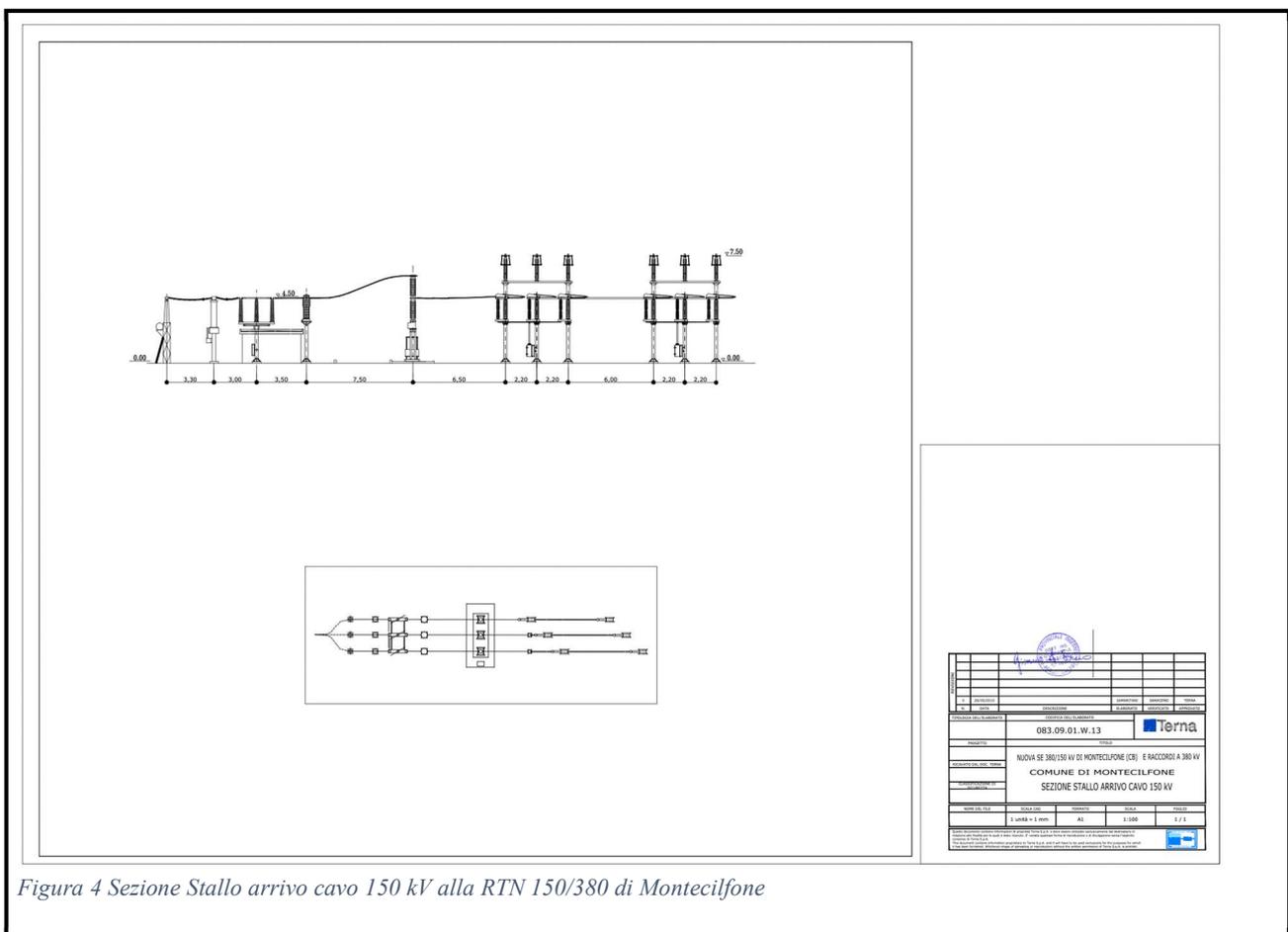


Figura 4 Sezione Stallo arrivo cavo 150 kV alla RTN 150/380 di Montecilfone

STAZIONE ELETTRICA 150/380 KV di Montecilfone

La nuova stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV di Montecilfone sarà, come anticipato, collegata in entra-esce mediante raccordi in semplice terna a 380 kV sull'esistente elettrodotto "Larino - Gissi". Al fine di contenere al minimo le opere da realizzare e il loro impatto sul territorio, la stazione elettrica è stata prevista in un'area contraddistinta da adeguate caratteristiche orografiche e prossima all'esistente elettrodotto. I raccordi tra la nuova stazione e l'esistente elettrodotto avranno una lunghezza complessiva pari a circa 3000 m e saranno realizzati in semplice terna. Detti raccordi sono descritti in Appendice al presente documento.

Disposizione Elettromeccanica

La nuova stazione di Montecilfone sarà composta da una sezione a 380 kV e da una sezione a 150 kV. La sezione a 380 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà costituita da:

- n° 1 sistema a doppia sbarra;
- n° 2 stalli linea (Larino e Gissi);
- n° 2 stalli primario trasformatore (ATR);
- n° 1 stallo linea futuro;
- n° 1 parallelo sbarre;

La sezione a 150 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà costituita da:

- n° 1 sistema a doppia sbarra;
- n° 2 stalli secondario trasformatore (ATR);
- n° 11 stalli linea;
- n° 1 parallelo sbarre

I macchinari previsti consistono in:

- n° 2 ATR 400/155 kV con potenza di 250 MVA (1 futuro).

Ogni montante (stallo) "linea" sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure.

Ogni montante (stallo) "autotrasformatore" sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6, scaricatori di sovratensione ad ossido di zinco e TA per protezioni e misure.

I montanti "parallelo sbarre" saranno equipaggiati con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6 e TA per protezione e misure.

Le linee afferenti si attesteranno su sostegni portale di altezza massima pari a 23 m mentre l'altezza massima delle altre parti d'impianto (sbarre di smistamento a 380 kV) sarà di 12 m.

RACCORDI ALLA RTN

Con riferimento alla corografia 1:5.000 allegata, il tracciato dei raccordi prevede la demolizione dei sostegni n° 166 e n° 167 (e del tratto della semplice terna compreso tra il sostegno 166 e 168) e la costruzione di due nuovi sostegni indicati nella corografia allegata come 166 N e 168N da cui si staccheranno i due tratti, indicati come “Raccordi alla RTN”, verso la nuova stazione.

I due nuovi sostegni avranno capacità tale da sostenere forti angoli (tipo EP, per angoli di slineamento fino a 90°), e avranno la funzione di indirizzare i raccordi verso la futura stazione di Montecilfone, ubicata a nord-est a circa 1500 m dall'elettrodotto da intercettare.

Lo sviluppo complessivo del tracciato dei raccordi è complessivamente pari a circa 2916 m ed ha una lunghezza di circa 1491 metri per il raccordo nord e circa 1425 m per il raccordo sud, come rappresentato nell'allegata corografia. I tracciati dei due raccordi coinvolgono, come detto, prevalentemente il comune di Palata (CB) e solo per i tratti finali d'ingresso nella stazione, quello di Montecilfone (CB) dove la stazione stessa è ubicata, interessando esclusivamente zone agricole.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	380 kV
Corrente nominale	1500 A
Potenza nominale	1000 MVA

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 380 kV in zona A e in zona B.

DISTANZA TRA I SOSTEGNI

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, per il livello di tensione in oggetto, può essere mediamente considerata pari a 400 m.

CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, ciascuna fase elettrica sarà costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato) collegati fra loro da distanziatori. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mmq composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro

complessivo di 31,50 mm. Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16852 daN. Per zone ad alto inquinamento salino può essere impiegato in alternativa il conduttore con l'anima a "zincatura maggiorata" ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio. Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nella tavola RQUT0000C2 rev. 01 allegata. Nelle campate comprese tra i sostegni capolinea ed i portali della stazione elettrica ciascuna fase sarà costituita da un fascio di 2 conduttori collegati fra loro da distanziatori (fascio binato). I conduttori di energia saranno in corda di alluminio di sezione complessiva di 999.70 mmq, composti da n. 91 fili di alluminio del diametro di 3.74 mm, con un diametro complessivo di 41.1 mm. Il carico di rottura teorico di tale conduttore sarà di 14486 daN. I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 11,50, arrotondamento per accesso di quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991. L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con due corde di guardia destinate, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. Ciascuna corda di guardia, in acciaio zincato del diametro di 11,50 mm e sezione di 78,94 mmq, sarà costituita da n. 19 fili del diametro di 2,30 mm (tavola LC 23). Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 10645 daN. In alternativa è possibile l'impiego di una o di due corde di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche, del diametro di 17,9 mm (tavola LC 50), da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

SOSTEGNI

I sostegni saranno del tipo a delta rovesciato a semplice terna, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B". Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita. Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia. I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi. L'elettrodotto a 380 kV semplice terna è realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate 'altezze utili (di norma vanno da 15 a 42 m). L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 420 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 160 e 210 kN nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 19 elementi negli amarrati e 21 nelle sospensioni, come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo 9.7.2. Le

catene di sospensione saranno del tipo a V o ad L (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro saranno tre in parallelo. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

Per ogni ulteriore dettaglio rispetto al progetto delle opere di rete Terna si faccia riferimento all'elaborato : MMIT_MTM_C14 Stazione di rete e raccordi di rete RTN- Relazione tecnico descrittiva

CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Campi elettromagnetici impianto fotovoltaico

Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata; per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.

Inverter

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi pertanto sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. D'altro canto il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo). A questo scopo gli inverter prescelti possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (EMC) (CEI EN 50273 (CEI 95-9), CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65), CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10), CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31), CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28), CEI EN 55022 (CEI 110-5), CEI EN 55011 (CEI 110-6)). Tra gli altri aspetti queste norme riguardano:

- i livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all'8% citato nella norma CEI 110-10). Gli inverter presentano un THD globale contenuto entro il 3%.
- Disturbi alle trasmissioni di segnale operate dal gestore di rete in super imposizione alla trasmissione di energia sulle sue linee;
- Variazioni di tensione e frequenza. La propagazione in rete di queste ultime è limitata dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Le fluttuazioni di tensione e frequenze sono però causate per lo più dalla rete stessa. Si rendono quindi necessarie finestre abbastanza ampie, per evitare una continua inserzione e disinserione dell'impianto fotovoltaico.

6.1.3 Cabine elettriche di trasformazione

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto sono da considerare le cabine elettriche di trasformazione, all'interno delle quali, la principale sorgente di emissione è il trasformatore BT/MT. In questo caso si valutano le emissioni dovute ai trasformatori di potenza 3593 kVA collocati nelle cabine di trasformazione. La presenza del trasformatore BT/MT viene usualmente presa in considerazione limitatamente alla generazione di un campo magnetico nei locali vicini a quelli di cabina. In base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA si determina come di seguito descritto. Tale determinazione si basa sulla corrente di bassa tensione del trasformatore e considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore. Per determinare le DPA si applica quanto esposto nel cap.5.2.1 e cioè:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5242}$$

Dove:

DPA=distanza di prima approssimazione in metri (m)

I= corrente nominale

x=distanza tra le fasi pari al diametro complessivo dei cavi unipolari (conduttore + isolante)

Nel caso delle cabine di trasformazione di progetto ubicate all'interno di ciascun Campo Fotovoltaico per il calcolo della DPA si fa riferimento al valore massimo di corrente erogata sul secondario del trasformatore di potenza (massima potenza erogabile dal trasformatore 3.593 kVA) e sul primario del trasformatore dei servi ausiliari.

In tal caso si ha :

Utenza	Formazione	I[A]	X[m]	DPA [m]
Avvolgimento secondario	3x(1x240)	3458	0,0786	6,34
Servizi Ausiliari	3x10	27,10	0,0109	0,199

Distanza prima approssimazione da cabine di trasformazione MT/BT

D'altra parte, nel caso in questione le cabine sono posizionata all'aperto e normalmente non sono permanentemente presidiate.

6.1. 4 Linee MT in corrente alternata

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da N° 81.956 moduli da 665 Wp cad. ed avrà una potenza complessiva in DC di 54.500,74 kWp mentre in AC di 45.000 kW.

Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in n° 3 campi che presentano le seguenti caratteristiche tecniche:

Campo	Potenza DNC LIMIT- kW	Potenza DC kW	DC/AC	Nr. Stringhe	Nr. inverter	Potenza in kVA singolo inverter
1	28.451,36	28.451,36	1.138	1.528	10	Nr. 10 da 2.500
2	11.078,9	11.078,9	1.477	595	3	Nr.3 da 2.500
3	14.970,48	14.970,48	1.197	804	5	Nr.5 da 2.500
TOTALE	54.500,74	54.500,74		2.927	18	

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di un sistema denominato **INAccess Power Plant Controller** che è un sistema intelligente indipendente dal fornitore per il controllo dinamico e accurato dell'impianto fotovoltaico e la conformità del codice di rete, personalizzabile per soddisfare qualsiasi esigenza di rete garantendo l'interoperabilità con i sistemi SCADA dell'impianto. Inaccess PPC controlla l'uscita dell'impianto fotovoltaico nel punto di accoppiamento comune, utilizzando gli inverter, i misuratori, i statcom, i condensatori e i controller periferici dell'impianto, fornendo funzionalità quasi in tempo reale per la disconnessione dell'impianto o l'arresto della generazione, il controllo della potenza attiva e reattiva, nonché il controllo della velocità della rampa di potenza. Inaccess PPC offre funzionalità di controllo e monitoraggio alla rete e all'operatore dell'impianto, controllo intelligente ad anello chiuso della potenza attiva e reattiva, controllo degli interruttori di circuito, nonché monitoraggio di quantità elettriche, meteorologiche, interruttori e modalità e stati di controllo dell'alimentazione. L'interoperabilità è garantita per un'ampia gamma di inverter e misuratori. In tal modo sarà garantito che la potenza nominale AC in immissione alla rete sia pari 45.000 kW così come previsto nella STMG rilasciata al Committente.

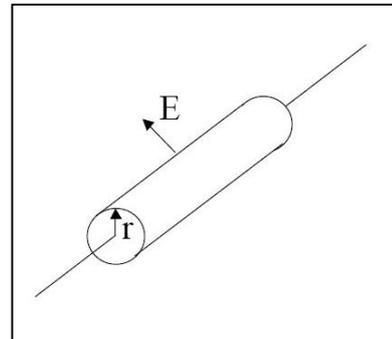
Il campo elettrico di un conduttore rettilineo e lunghezza indefinita percorso da corrente si ottiene dalla equazione di Maxwell:

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \rho / \epsilon_0$$

nel caso di rettilineo e lunghezza indefinita percorso da corrente si ha:

$$\mathbf{E} = \frac{\rho}{2\pi\epsilon_0 r}$$

(equazione di Biot–Savart)



Campo elettrico generato da un conduttore percorso da corrente

dove:

\mathbf{E} = intensità del campo elettrico

ρ = densità di carica lineare

ϵ_0 = costante dielettrica o permittività nel vuoto $[(8,85418 \pm 0,00002)10^{-12} \text{ F/m}]$

r = raggio del conduttore

quindi, l'algorithmo utilizza la legge di Biot-Savart per il calcolo del campo elettrico.

L'induzione magnetica in un generico punto dello spazio si ottiene integrando l'equazione di Maxwell:

$$\nabla \times \bar{\mathbf{H}} = \bar{\mathbf{J}} + \frac{\partial \bar{\mathbf{D}}}{\partial t}$$

ritenendo trascurabile il termine:

$$\frac{\partial \bar{\mathbf{D}}}{\partial t}$$

si ha:

$$\nabla \times \bar{\mathbf{H}} = \bar{\mathbf{J}}$$

quindi nel caso di conduttore rettilineo percorso da corrente:

$$H = \frac{I_{\Sigma}}{2\pi r}$$

da cui:

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \mathbf{u}_I \mathbf{u}_r$$

dove:

\mathbf{B} = intensità campo magnetico

I = intensità di corrente

d = distanza del punto di calcolo dal conduttore

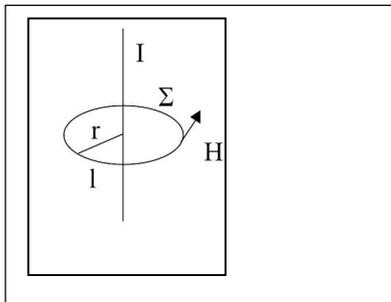
\mathbf{u}_i = versore della corrente

\mathbf{u}_r = versore ortogonale a quello della corrente

μ_0 = permeabilità magnetica nel vuoto ($4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m)

Se abbiamo un numero n di conduttori rettilinei, orizzontali e paralleli tra loro, dette (x_i, y_i) le coordinate del conduttore i -esimo, le componenti B_x e B_y totali dell'induzione magnetica generata nel punto dello spazio (x, y) da tutti i conduttori, è data dalle relazioni seguenti:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right] ; \quad B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$



Campo magnetico generato da un conduttore percorso da corrente

Per il calcolo si è preso in considerazione la posa del cavo MT in configurazione a trifoglio a 1,2 metri di profondità secondo tale particolare costruttivo :

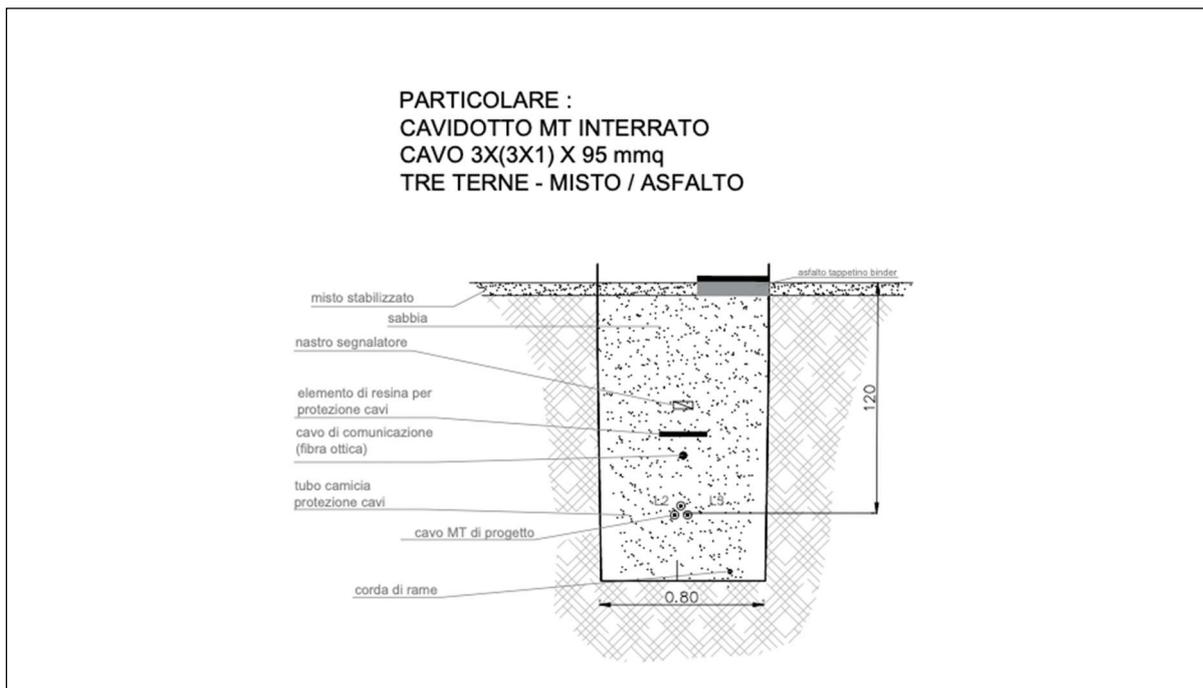


Tabella 4 – Elenco tratte cavidotti e valore campo induzione magnetica a piano campagna

CAMPO	COLLEGAMENTO CAVIDOTTO	LUNGHEZZA (m)	PORTATA NOMINALE Iz (A)	Corrente Nominale In (A) per cavo	POTENZA APPARENTE (kVA)	CADUTA DI TENSIONE (%)	SEZIONE CAVO (mmq)
1	da PS1 a Cab//1	620	256	67,60	3161.11	0.13	3x(1x95)
1	da PS2 a Cab//1	244	256	67,60	3161.11	0.05	3x(1x95)
1	da PS3 a Cab//1	10	256	67,60	3161.11	0.01	3x(1x95)
1	da PS4 a Cab//3	96	426	67,60	3161.11	0.01	3x(1x95)
1	da PS5 a Cab//3	62	426	67,60	3161.11	0.01	3x(1x95)
1	da PS6 a Cab//3	413	426	67,60	3161.11	0.09	3x(1x95)
1	da PS7 a Cab//3	627	256	67,60	3161.11	0.13	3x(1x95)
1	da PS8 a Cab//2	5	256	67,60	3161.11	0.01	3x(1x95)
1	da PS9 a Cab//4	566	256	67,60	3161.11	0.09	3x(1x95)
1	da PS10 a Cab//4	5	256	67,60	3161.11	0,08	3x(1x95)
2	da PS11 a Cab//5	614	256	67,60	3161.11	0,14	3x(1x95)
2	da PS12 a Cab//5	496	256	67,60	3161.11	0,12	3x(1x95)
2	da PS13 a Cab//5	5	256	67,60	3161.11	0,01	3x(1x95)
3	da PS14 a Cab//6	551	256	67,60	3161.11	0,13	3x(1x95)
3	da PS15 a CAB//6	891	256	67,60	3161.11	0,21	3x(1x95)
3	da PS16 a CAB//5	5	256	67,60	3161.11	0,01	3x(1x95)
3	da PS17 a CAB//6	167	256	67,60	3161.11	0,04	3x(1x95)
3	da PS18 a CAB//6	505	256	67,60	3161.11	0,12	3x(1x95)
1-1	Da Cb//1 a CB//2	276	291	164,26	8535	0,12	1x3x120
1-1	Da CB//2 a CB//4	486	368	219,01	11380	0,19	1x3x185
1-2	Da CAB//4 a CAB//5	2408	426	320,75	16666.67	0,1	1x(3x1)x240
1-2	Da CAB//3 a CAB//5	2849	426	143,34	12.644,44	1,01	1x(3x1)x240
3-2	Da Cab //6 a CB//5	3516	426	143,34	12.644,44	1,25	1X(3X1)x240
2-SE UTENZA	Da Cab //5 a SE di UTENZA	2796	709	1165,41	60556,38	0,5	4X(3X1)x630

Il calcolo del campo di induzione magnetica generato dai cavidotti di collegamento interni ai campi fotovoltaici tra le cabine inverter e le cabine di parallelo è riportato di seguito :

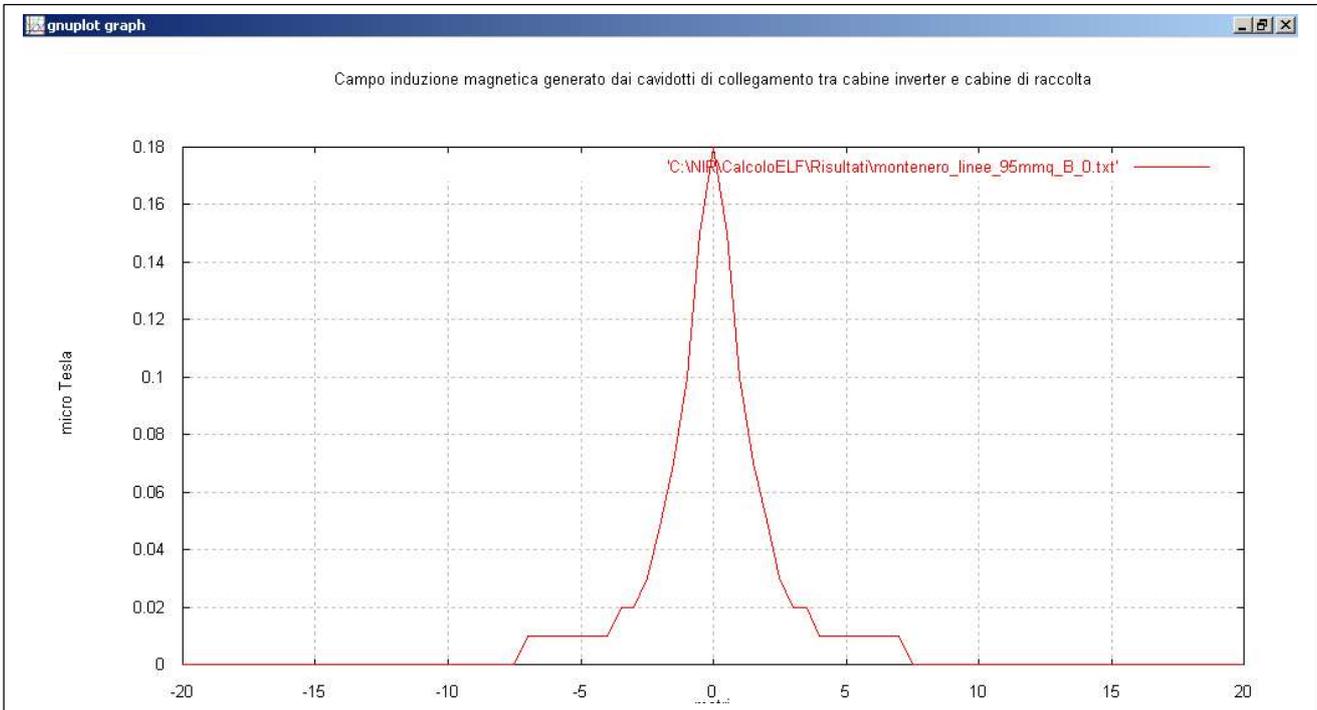


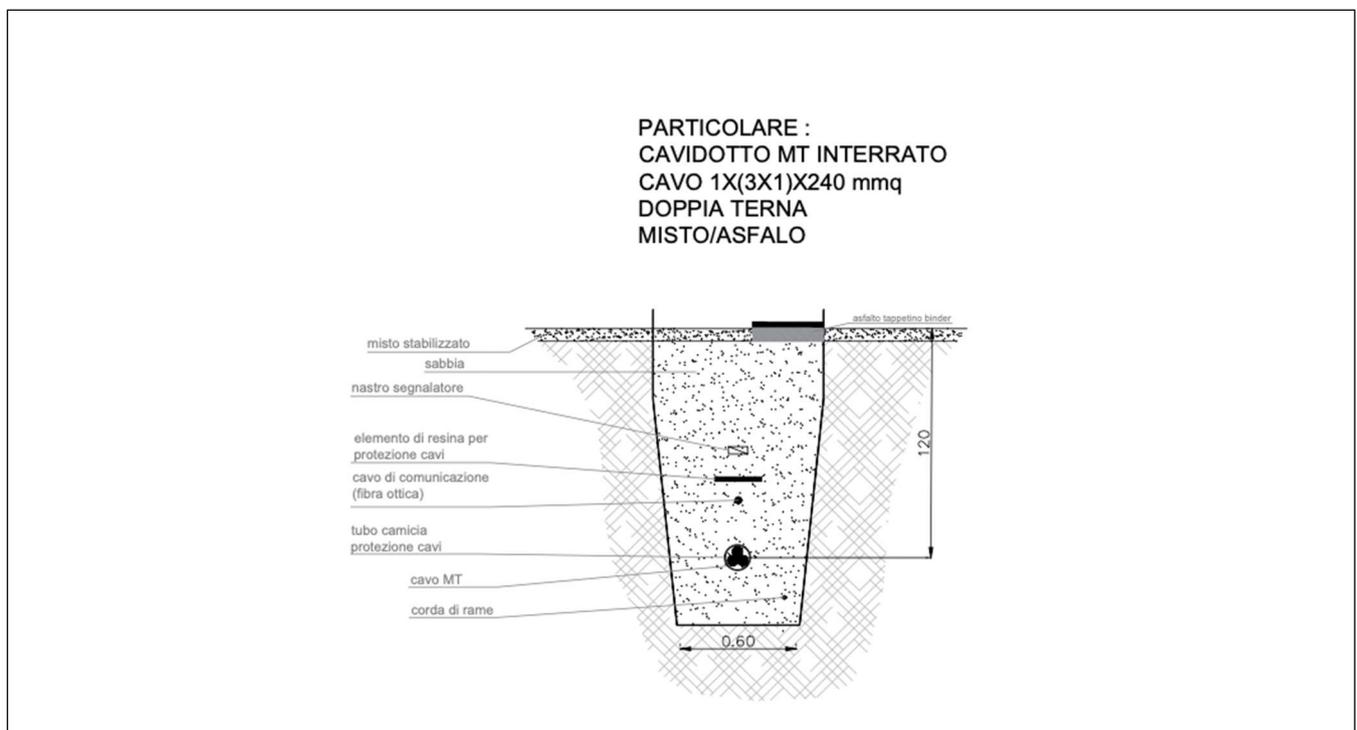
Grafico rappresentativo campo di induzione magnetica generati dai cavidotti MT a 30KV interni ai campi Fotovoltaici.

Distanza dall'asse del cavidotto	μT	Distanza dall'asse del cavidotto	μT
-20	0	0	.18
-19.5	0	.5	.15
-19	0	1	.1
-18.5	0	1.5	.07
-18	0	2	.05
-17.5	0	2.5	.03
-17	0	3	.02
-16.5	0	3.5	.02
-16	0	4	.01
-15.5	0	4.5	.01
-15	0	5	.01
-14.5	0	5.5	.01
-14	0	6	.01
-13.5	0	6.5	.01
-13	0	7	.01
-12.5	0	7.5	0
-12	0	8	0
-11.5	0	8.5	0
-11	0	9	0
-10.5	0	9.5	0
-10	0	10	0
-9.5	0	10.5	0
-9	0	11	0
-8.5	0	11.5	0
-8	0	12	0
-7.5	0	12.5	0
-7	.01	13	0
-6.5	.01	13.5	0
-6	.01	14	0
-5.5	.01	14.5	0
-5	.01	15	0
-4.5	.01	15.5	0
-4	.01	16	0
-3.5	.02	16.5	0
-3	.02	17	0
-2.5	.03	17.5	0
-2	.05	18	0
-1.5	.07	18.5	0
-1	.1	19	0
-.5	.15	19.5	0
0	.18	20	0

Valori numerici del campo di induzione magnetica ad altezza del piano di campagna e a diverse distanze dall'asse del cavidotto

Dai risultati ottenuti dalla simulazione con il software NIR si osserva che tutte le linee MT di collegamento tra le cabine di trasformazione all'interno dei campi fino alle cabine di parallelo rispettano l'obiettivo di qualità di $3 \mu T$ in corrispondenza del piano di campagna. Le fasce di rispetto sono da definirsi in conformità alla metodologia di calcolo emanata dal decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29 maggio 2008 e pubblicato sulla G.U. n. 156 del 05.07.08 nel supplemento ordinario della G.U. n° 160. Il decreto suddetto definisce "fascia di rispetto" lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità come prescritto dall'art. 4, comma 1 lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore. L'art. 4 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003 fissa "**l'obiettivo di qualità**" in $3 \mu T$ per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. Per la determinazione della fascia di rispetto relativa al cavidotto MT interrato si individua la distanza dall'asse del cavo in corrispondenza della quale si raggiunge il valore $3 \mu T$.

Il calcolo dei valori di induzione magnetica dei cavidotti che partono dalle cabine di parallelo **CB// 1**, e vanno verso la cabina di parallelo **CB//2** è riportato di seguito. Si è considerata la configurazione di posa a trifoglio del cavidotto posato a 1,2 metri di profondità.



Dalla simulazione con il software NIR del campo di induzione magnetica generato dalla terna di cavi assumendo per esse i seguenti dati di ingresso :

Linea L 5 = cavo tripolare in configurazione a trifoglio 1x3x120 mm² – Collegamento da CAB//1 a CAB//2

Corrente per cavo massima =164,26 A

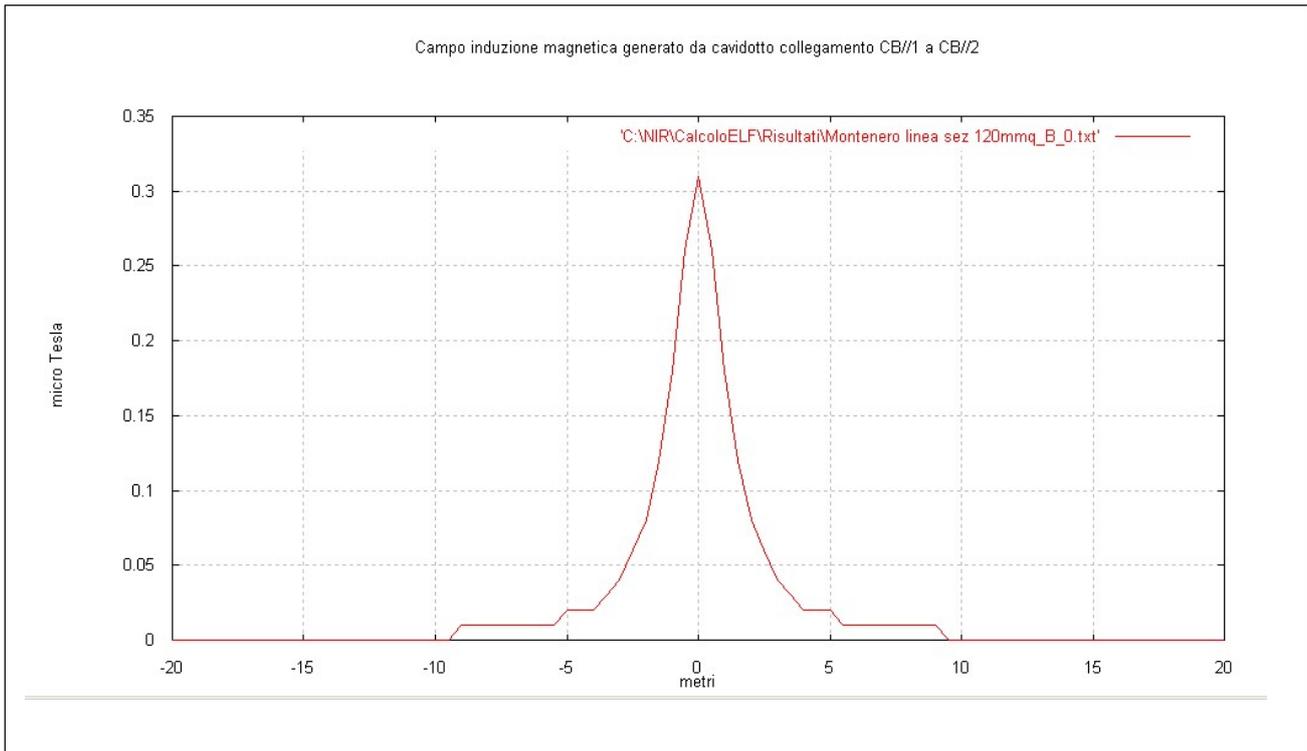


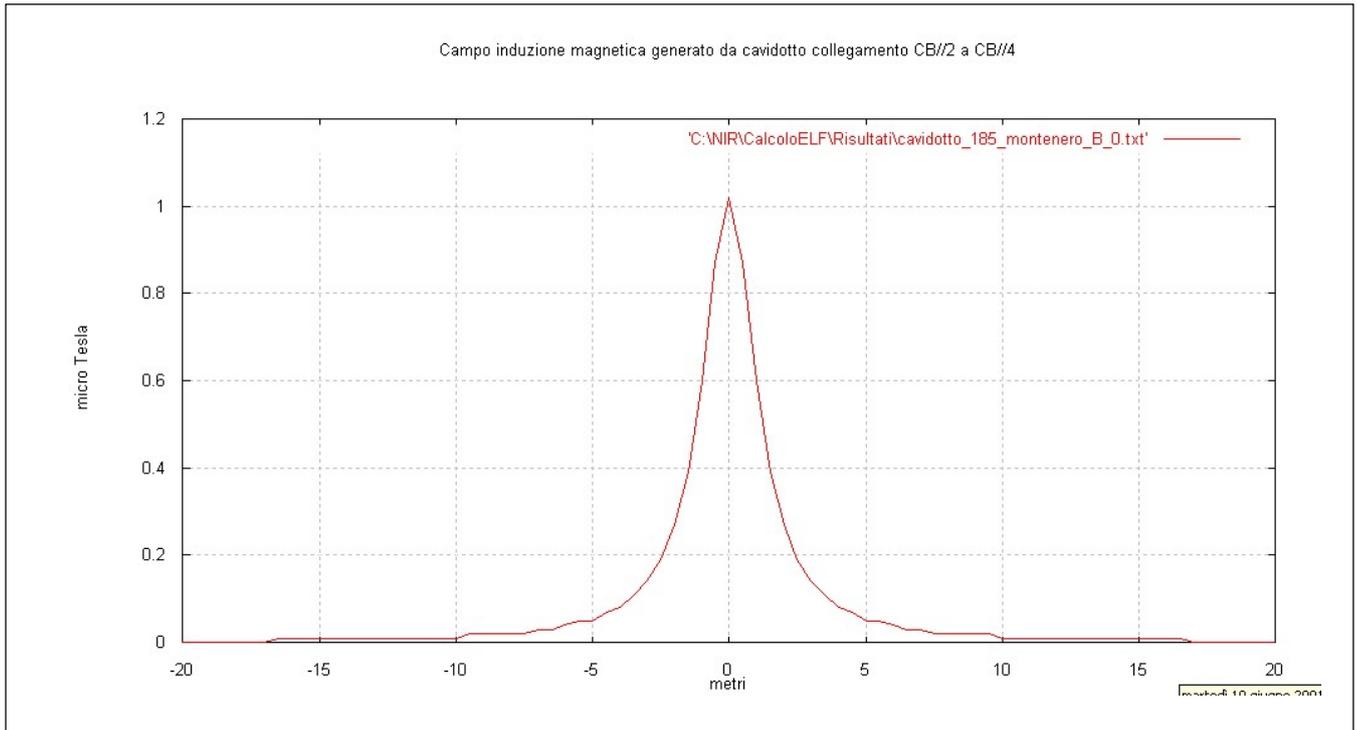
Grafico campo induzione magnetica generato dalle Linea L5

Distanza dall'asse del cavidotto	μT	Distanza dall'asse del cavidotto	μT
-20	0	0	.31
-19.5	0	.5	.26
-19	0	1	.18
-18.5	0	1.5	.12
-18	0	2	.08
-17.5	0	2.5	.06
-17	0	3	.04
-16.5	0	3.5	.03
-16	0	4	.02
-15.5	0	4.5	.02
-15	0	5	.02
-14.5	0	5.5	.01
-14	0	6	.01
-13.5	0	6.5	.01
-13	0	7	.01
-12.5	0	7.5	.01
-12	0	8	.01
-11.5	0	8.5	.01
-11	0	9	.01
-10.5	0	9.5	0
-10	0	10	0
-9.5	0	10.5	0
-9	.01	11	0
-8.5	.01	11.5	0
-8	.01	12	0
-7.5	.01	12.5	0
-7	.01	13	0
-6.5	.01	13.5	0
-6	.01	14	0
-5.5	.01	14.5	0
-5	.02	15	0
-4.5	.02	15.5	0
-4	.02	16	0
-3.5	.03	16.5	0
-3	.04	17	0
-2.5	.06	17.5	0
-2	.08	18	0
-1.5	.12	18.5	0
-1	.18	19	0
-.5	.26	19.5	0
0	.31	20	0

Il calcolo dei valori di induzione magnetica dei cavidotti che partono dalle cabine di parallelo **CB// 2** e vanno verso la **cbina di parallelo CB//4** è riportato di seguito Si è considerata la configurazione di posa a trifoglio del cavidotto posato a 1,2 metri di profondità .

Linea L6 = cavo tripolare in configurazione a trifoglio 1x3x240 mm2 – Collegamento da CAB//2 a CAB//4

Corrente per cavo massima = 219,01 A



Distanza dall'asse del cavidotto	μT	Distanza dall'asse del cavidotto	μT
-20	0	0	1.02
-19.5	0	.5	.87
-19	0	1	.6
-18.5	0	1.5	.39
-18	0	2	.27
-17.5	0	2.5	.19
-17	0	3	.14
-16.5	.01	3.5	.11
-16	.01	4	.08
-15.5	.01	4.5	.07
-15	.01	5	.05
-14.5	.01	5.5	.05
-14	.01	6	.04
-13.5	.01	6.5	.03
-13	.01	7	.03
-12.5	.01	7.5	.02
-12	.01	8	.02
-11.5	.01	8.5	.02
-11	.01	9	.02
-10.5	.01	9.5	.02
-10	.01	10	.01
-9.5	.02	10.5	.01
-9	.02	11	.01
-8.5	.02	11.5	.01
-8	.02	12	.01
-7.5	.02	12.5	.01
-7	.03	13	.01
-6.5	.03	13.5	.01
-6	.04	14	.01
-5.5	.05	14.5	.01
-5	.05	15	.01
-4.5	.07	15.5	.01
-4	.08	16	.01
-3.5	.11	16.5	.01
-3	.14	17	0
-2.5	.19	17.5	0
-2	.27	18	0
-1.5	.39	18.5	0
-1	.6	19	0
-.5	.87	19.5	0
0	1.02	20	0

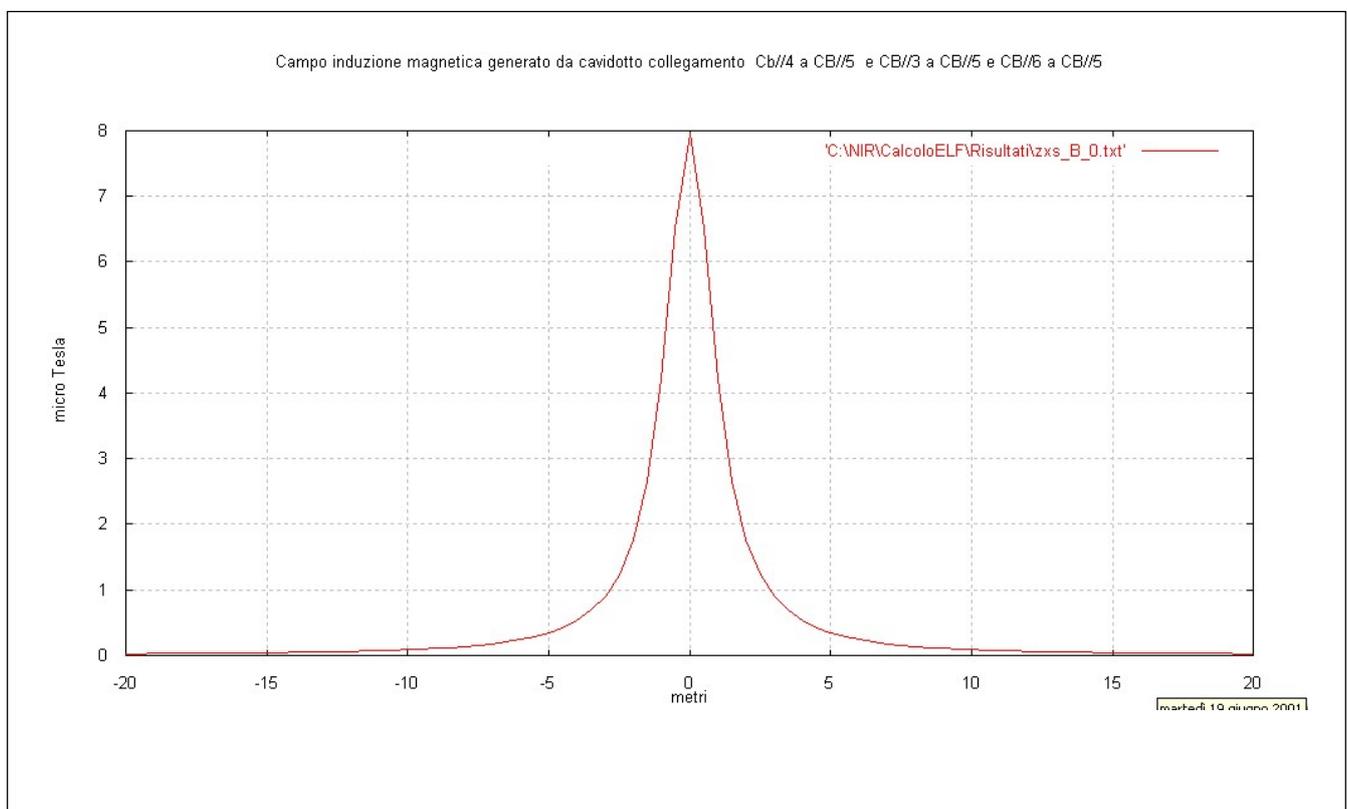
Il calcolo dei valori di induzione magnetica dei cavidotti che partono dalle cabine di parallelo **CB//4, CB//3 e CB//6** e vanno verso la cabina di parallelo **CB//5** è riportato di seguito. Si è considerata la configurazione di posa a trifoglio del cavidotto posato a 1,2 metri di profondità.

Linea L7,L8,L9 = cavo tripolare in configurazione a trifoglio 1x3x240 mm² –

Collegamenti :

da CAB//4 a CAB//5 – da CB//3 a CB//5 – da CB//6 a CB//5

Corrente per cavo massima = 320,75 A



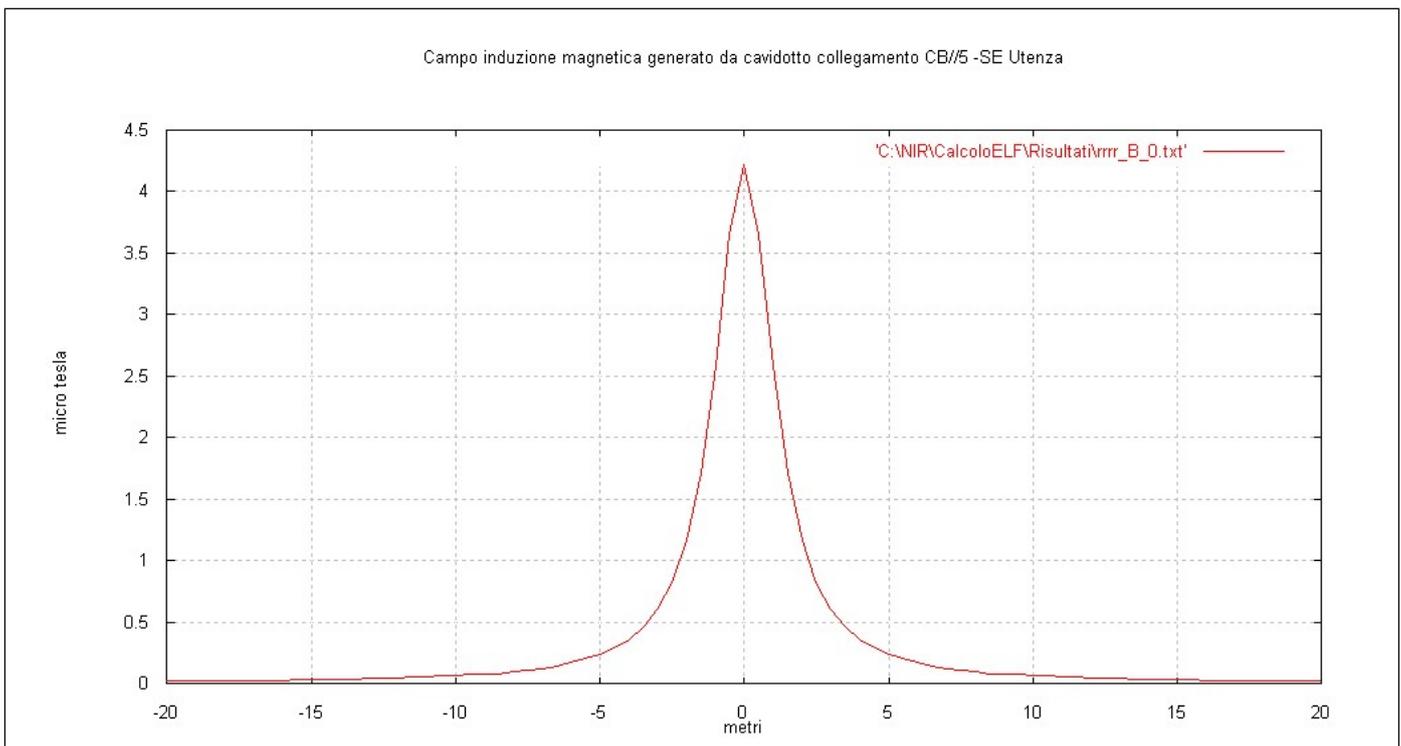
Distanza dall'asse del cavidotto	μT
-20	.02
-19.5	.02
-19	.03
-18.5	.03
-18	.03
-17.5	.03
-17	.03
-16.5	.03
-16	.04
-15.5	.04
-15	.04
-14.5	.04
-14	.05
-13.5	.05
-13	.05
-12.5	.06
-12	.06
-11.5	.07
-11	.07
-10.5	.08
-10	.09
-9.5	.1
-9	.11
-8.5	.12
-8	.14
-7.5	.16
-7	.18
-6.5	.21
-6	.24
-5.5	.29
-5	.35
-4.5	.42
-4	.53
-3.5	.68
-3	.89
-2.5	1.23
-2	1.76
-1.5	2.66
-1	4.21
-.5	6.5
0	7.96

Distanza dall'asse del cavidotto	μT
0	7.96
.5	6.5
1	4.21
1.5	2.66
2	1.76
2.5	1.23
3	.89
3.5	.68
4	.53
4.5	.42
5	.35
5.5	.29
6	.24
6.5	.21
7	.18
7.5	.16
8	.14
8.5	.12
9	.11
9.5	.1
10	.09
10.5	.08
11	.07
11.5	.07
12	.06
12.5	.06
13	.05
13.5	.05
14	.05
14.5	.04
15	.04
15.5	.04
16	.04
16.5	.03
17	.03
17.5	.03
18	.03
18.5	.03
19	.03
19.5	.02
20	.02

Il calcolo dei valori di induzione magnetica dei cavidotti che partono dalla cabina di parallelo **CB// 5, alla SE di Utenza** è riportato di seguito .Si è considerata la configurazione di posa a trifoglio del cavidotto posato a 1,2 metri di profondità .

Linea L1,L2,L3,L4 = cavo tripolare in configurazione a trifoglio 1x3x2630 mm² –

Corrente massima per cavo = 291 A



Distanza dall'asse del cavidotto	μT
-20	.02
-19.5	.02
-19	.02
-18.5	.02
-18	.02
-17.5	.02
-17	.02
-16.5	.02
-16	.02
-15.5	.03
-15	.03
-14.5	.03
-14	.03
-13.5	.03
-13	.04
-12.5	.04
-12	.04
-11.5	.05
-11	.05
-10.5	.06
-10	.06
-9.5	.07
-9	.08
-8.5	.08
-8	.1
-7.5	.11
-7	.12
-6.5	.14
-6	.17
-5.5	.2
-5	.24
-4.5	.29
-4	.36
-3.5	.46
-3	.6
-2.5	.82
-2	1.16
-1.5	1.71
-1	2.58
-.5	3.65
0	4.22

Distanza dall'asse del cavidotto	μT
0	4.22
.5	3.65
1	2.58
1.5	1.71
2	1.16
2.5	.82
3	.6
3.5	.46
4	.36
4.5	.29
5	.24
5.5	.2
6	.17
6.5	.14
7	.12
7.5	.11
8	.1
8.5	.08
9	.08
9.5	.07
10	.06
10.5	.06
11	.05
11.5	.05
12	.04
12.5	.04
13	.04
13.5	.03
14	.03
14.5	.03
15	.03
15.5	.03
16	.02
16.5	.02
17	.02
17.5	.02
18	.02
18.5	.02
19	.02
19.5	.02
20	.02

SEZIONE SCAVI CAVIDOTTI UTILIZZATE NEL PROGETTO

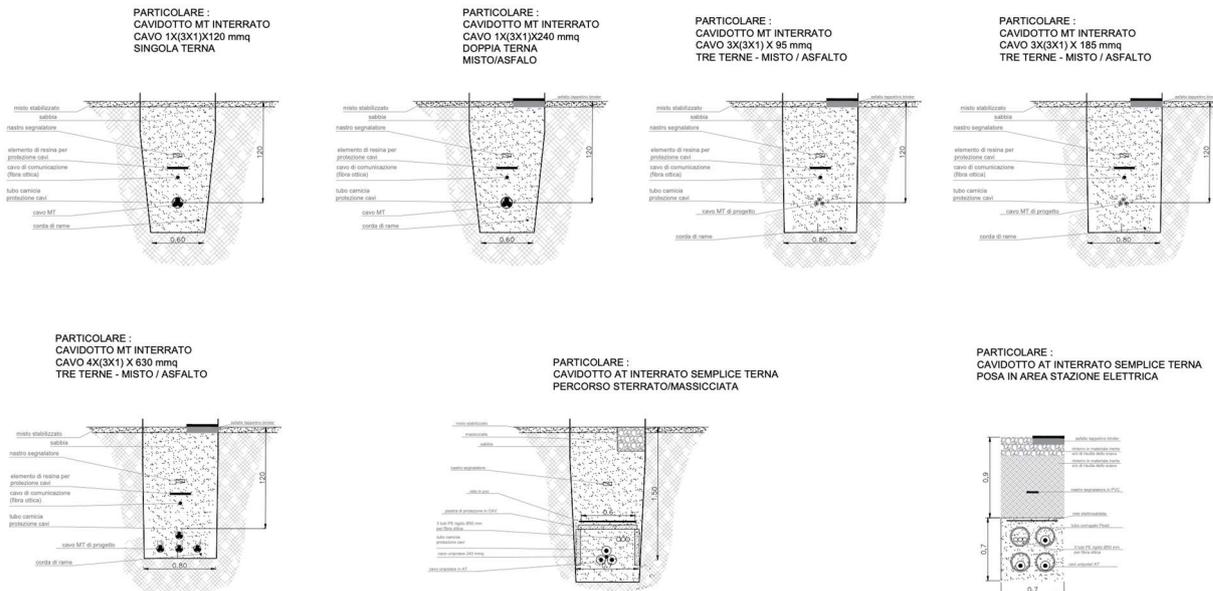


Figura 5 Particolari costruttivi posa cavidotti linee L1,L2,L3,L4,L5,L6,L7,L8,L9

Dall'analisi dei risultati ottenuti dai colcoli dei campi di induzione magnetica generati dalle linee MT a 30 kV dell'impianto fotovoltaico risulta che i campi generati dai cavidotti MT interni ai campi fotovoltaici si attestano sotto i $3\mu\text{T}$ già ad altezza zero metri dal piano di campagna, lo stesso vale per i campi elettromagnetici generati dai cavidotti di collegamento tra le cabine di consegna CB//1 a CB//2 e da CB//2 a CB//4. I campi generati dai cavidotti delle linee L7,L8,L9 che si dipartono rispettivamente dalla cabina CB//3, CB//4 e CB// 6 e portano sino alla Cabina CB//6 superano il valore di $3\mu\text{T}$ lungo l'asse del cavidotto ad altezza zero metri dal piano di campagna e scendono sotto il valore di $3\mu\text{T}$ a una distanza dall'asse dei cavidotti di 1,5 metri. I cavidotti delle linee MT denominate L1,L2 e L3 che partono dalla Cabina CB//5 e vanno verso la SE di Utenza 30/150 kV superano il valore di $3\mu\text{T}$ lungo l'asse del cavidotto a una distanza di zero metri dal piano di campagna. Tale valore del campo di induzione magnetica scende sotto i $3\mu\text{T}$ a una distanza di 1 metro dall'asse del cavidotto.

In sintesi dai calcoli effettuati risulta che il campo di induzione magnetica di ciascuna linea a livello del piano di campagna e la relativa DPA assumono i seguenti valori :

NOME LINEA	COLLEGAMENTO	CONFIGURAZIONE CAVIDOTTO	VALORE MAX CAMPO INDUZIONE MAGNETICA (μ T)	DISTANZA X IN METRI DALL'ASSE DEI CAVIDOTTI A CUI IL CAMPO INDUZIONE MAGNETICA è = $\leq 3\mu$ T	VALORE DPA ASSUNTO
Cavidotti interni ai campi Fotovoltaici di collegamento tra le cabine di trasformazione e le cabine di consegna		1x3x95 mmq	0,18	0	0
L5	DA CB//1 A CB//2	3x1x3x120 mmq	0,31	0	0
L6	DA CB//2 a CB//4	1x3x185mmq	1,02	0	0
L7,L8,L9	DA CB//3 A CB//5-DA CB//4 A CB//5 -DA CB//6 A CB//5	1x3x240 mmq	7,96	1,5	2
L1,L2,L3,L4	DA CB//5 A SE UTENZA	4X1X3X630 mmq	4,92	1	2

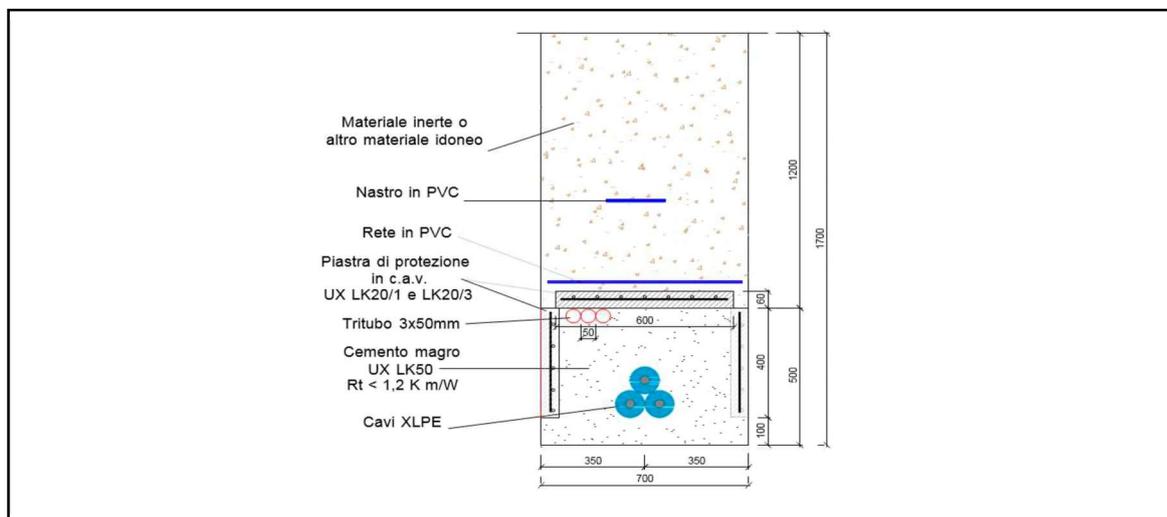
Come si evince dai risultati numerici e dal grafico su riportato, il campo di induzione magnetica sul piano di campagna dato dalle terne di cavo delle linee **L1,L2,L3,L4**, di collegamento tra la cabina di parallelo **CB//5 e la SE Utenza** sono superiori a 3μ T e scendono sotto tale valore a 1 metro di distanza dell'asse del cavidotto. Per essi si è assunto un valore di DPA pari a 2 metri. I cavidotti che dalle cabine CB//3,CB//4 e CB//6 vanno verso la cabina CB//5 di progetto superano il valore di 3μ T lungo l'asse dei cavidotti escendono sotto di esso a 1,5 metri di distanza dall'asse delcavidotto.Per essi si è assunto un valore di DPA pari a 2 metri.I tracciati di posa dei cavi sono stato studiati in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a 3μ T in corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata), pertanto è esclusa la presenza di tali recettori all'interno della fascia calcolata. Anche per i cavidotti in MT interni ai campi fotovoltaici dove in ogni caso i valori dei campi di induzione magnetica sono inferiori a 3μ T si troveranno collocati in zone dove la presenza umana sarà molto scarsa, solo periodicamente durante le ispezioni di manutenzione. Infine poiché i cavi MT utilizzati sono schermati il **campo elettrico** esterno allo schermo è nullo, non e rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in oggetto.

6.1.5 Linea AT in corrente alternata

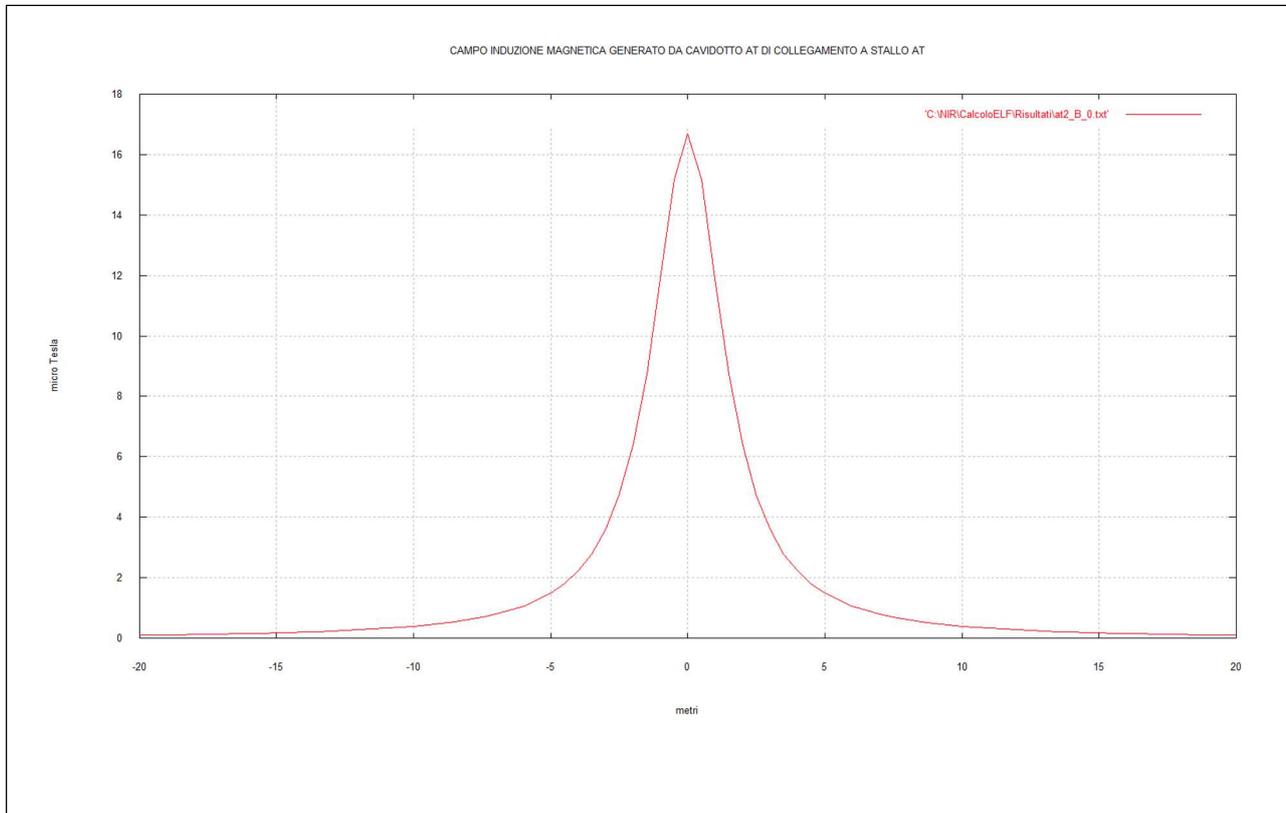
Per la realizzazione del cavidotto di collegamento in AT tra la stazione elettrica di utenza e la stazione di condivisione in AT e tra questa e la stazione satellite di Terna a 150 kV , sono stati considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettrici e magnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in AT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno. Nel caso in questione, lo studio del campo magnetico è stato effettuato, alla tensione nominale di 150 kV, sul seguente tratto di cavidotto così costituito:

LINEA AT - una terna di conduttori di sezione 1600 mm² percorsa da corrente massima pari a 1333A considerando che tale linea AT dovrà trasportare anche l'energia prodotta da tutti gli altri impianti che sottoscriveranno l'accordo di condivisione dello stallo per una potenza complessiva di circa 200 MW . Pertanto nella valutazione del campo elettromagnetico si è considerato il caso di massima immissione di potenza in rete generata da tutti gli impianti di produzione che utilizzano tale cavidotto in AT .

I valori del campo magnetico sono stati misurati a livello del piano di campagna. Più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano, per ognuna delle situazioni richiamate, l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori e l'andamento del campo magnetico su di un asse ortogonale all'asse dei conduttori.



LINEA AT - Cavidotto AT ad una terna di sezione 1600 mm² interrata a 1.7 m dal piano di campagna

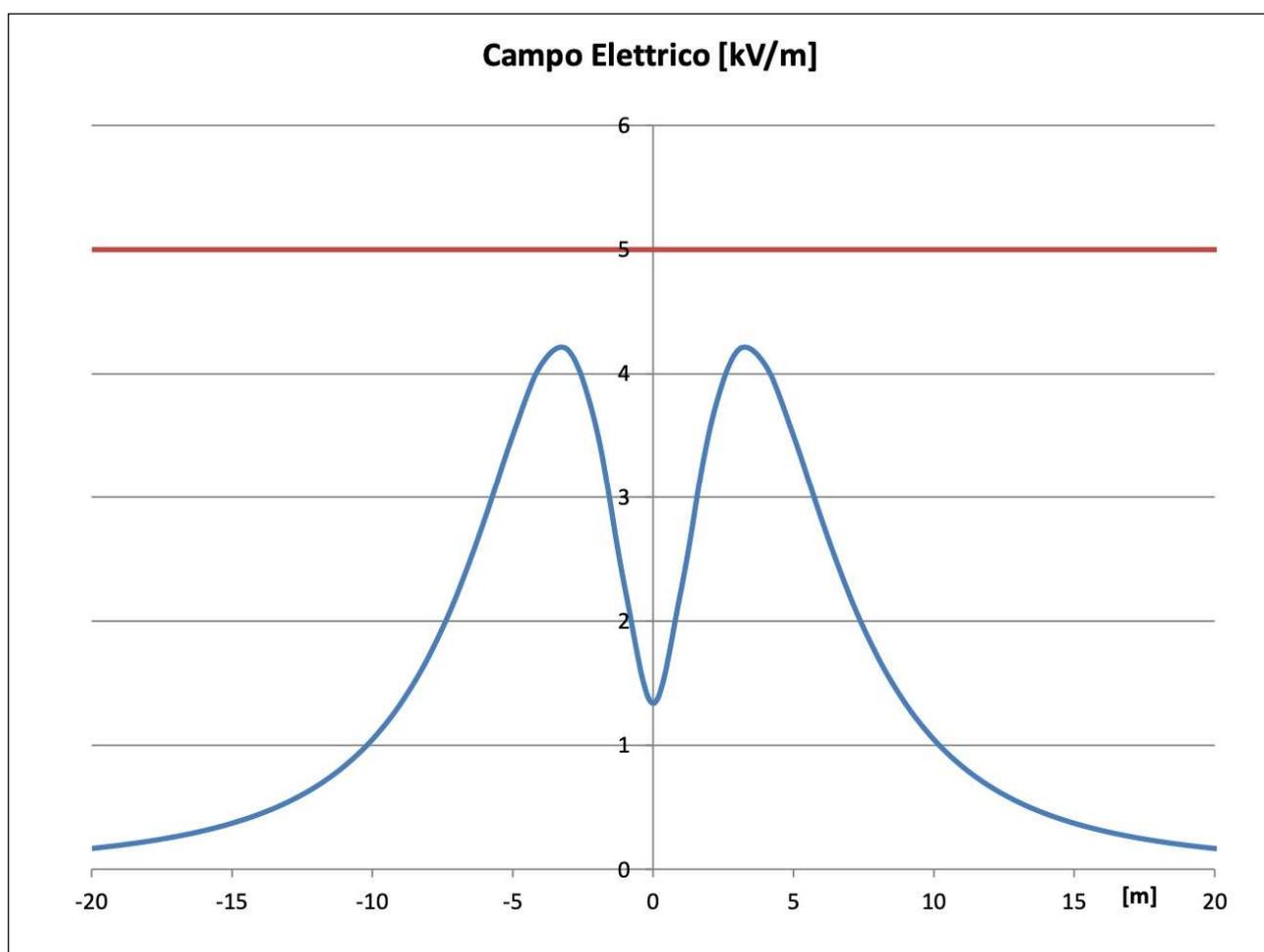


metri	μTestla	metri	μTestla
-20	.1	0	16.69
-19.5	.11	.5	15.16
-19	.11	1	11.88
-18.5	.12	1.5	8.73
-18	.13	2	6.36
-17.5	.13	2.5	4.72
-17	.14	3	3.59
-16.5	.15	3.5	2.79
-16	.16	4	2.23
-15.5	.17	4.5	1.81
-15	.18	5	1.5
-14.5	.19	5.5	1.26
-14	.21	6	1.07
-13.5	.22	6.5	.92
-13	.24	7	.8
-12.5	.26	7.5	.7
-12	.28	8	.62
-11.5	.31	8.5	.55
-11	.33	9	.49
-10.5	.36	9.5	.44
-10	.4	10	.4
-9.5	.44	10.5	.36
-9	.49	11	.33
-8.5	.55	11.5	.31
-8	.62	12	.28
-7.5	.7	12.5	.26
-7	.8	13	.24
-6.5	.92	13.5	.22
-6	1.07	14	.21
-5.5	1.26	14.5	.19
-5	1.5	15	.18
-4.5	1.81	15.5	.17
-4	2.23	16	.16
-3.5	2.79	16.5	.15
-3	3.59	17	.14
-2.5	4.72	17.5	.13
-2	6.36	18	.13
-1.5	8.73	18.5	.12
-1	11.88	19	.11
-.5	15.16	19.5	.11
0	16.69	20	.1

Dal calcolo effettuato si evince come il valore del campo di induzione magnetica pari a $3\mu\text{T}$ viene raggiunto a una distanza dall'asse del cavidotto di poco più di 3,5 metri per cui si può considerare come valore della DPA la distanza di ± 4 metri dall'asse del cavidotto.

6.1.6 STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA

Le apparecchiature previste e le geometrie dell'impianto di AT sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne e fabbricati). I valori di campo elettrico al suolo risultano massimi in corrispondenza delle apparecchiature AT a 150 kV con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. 10 m di distanza da queste ultime.

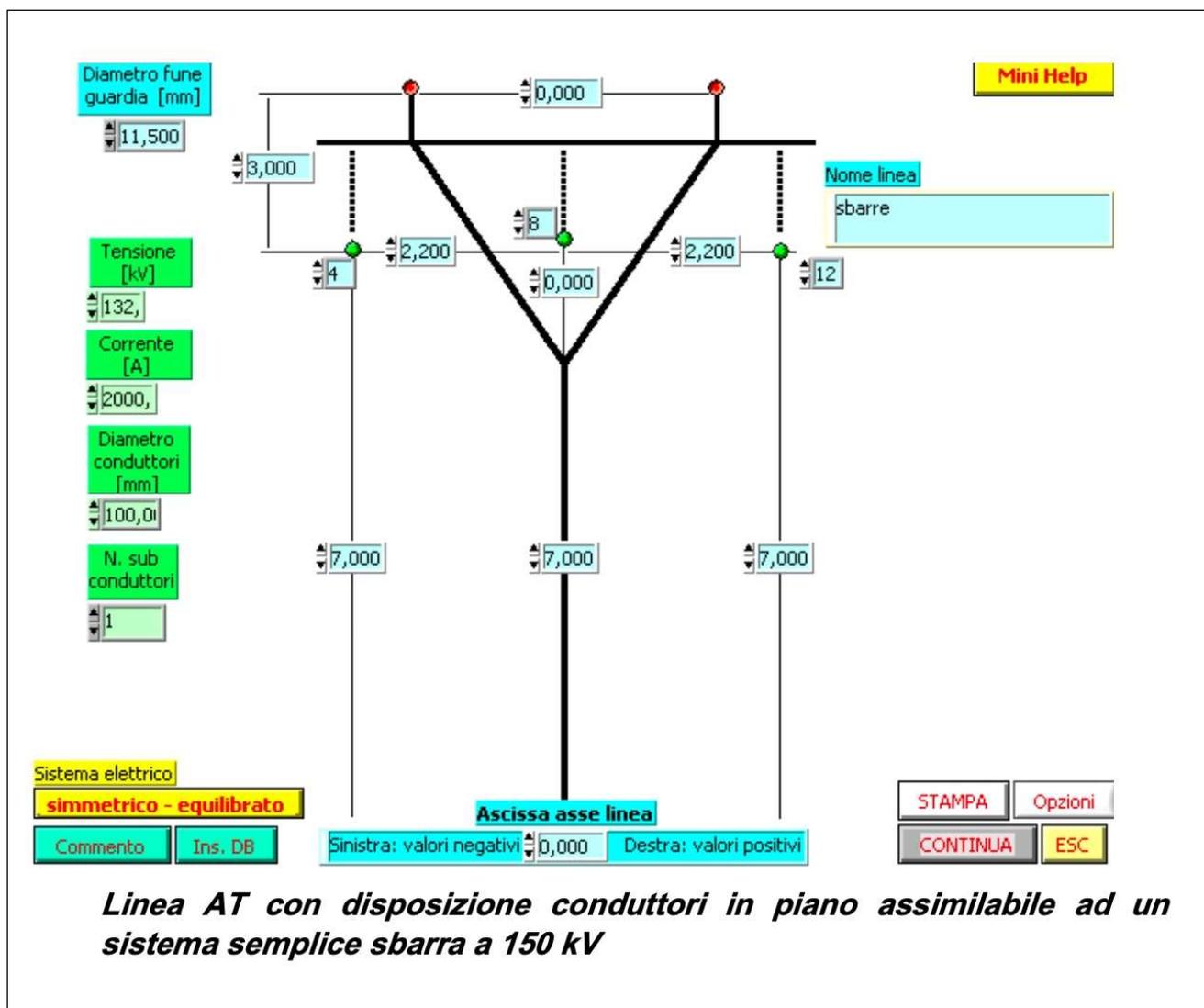


Campo elettrico al suolo generato dal sistema di sbarre a 150 kV

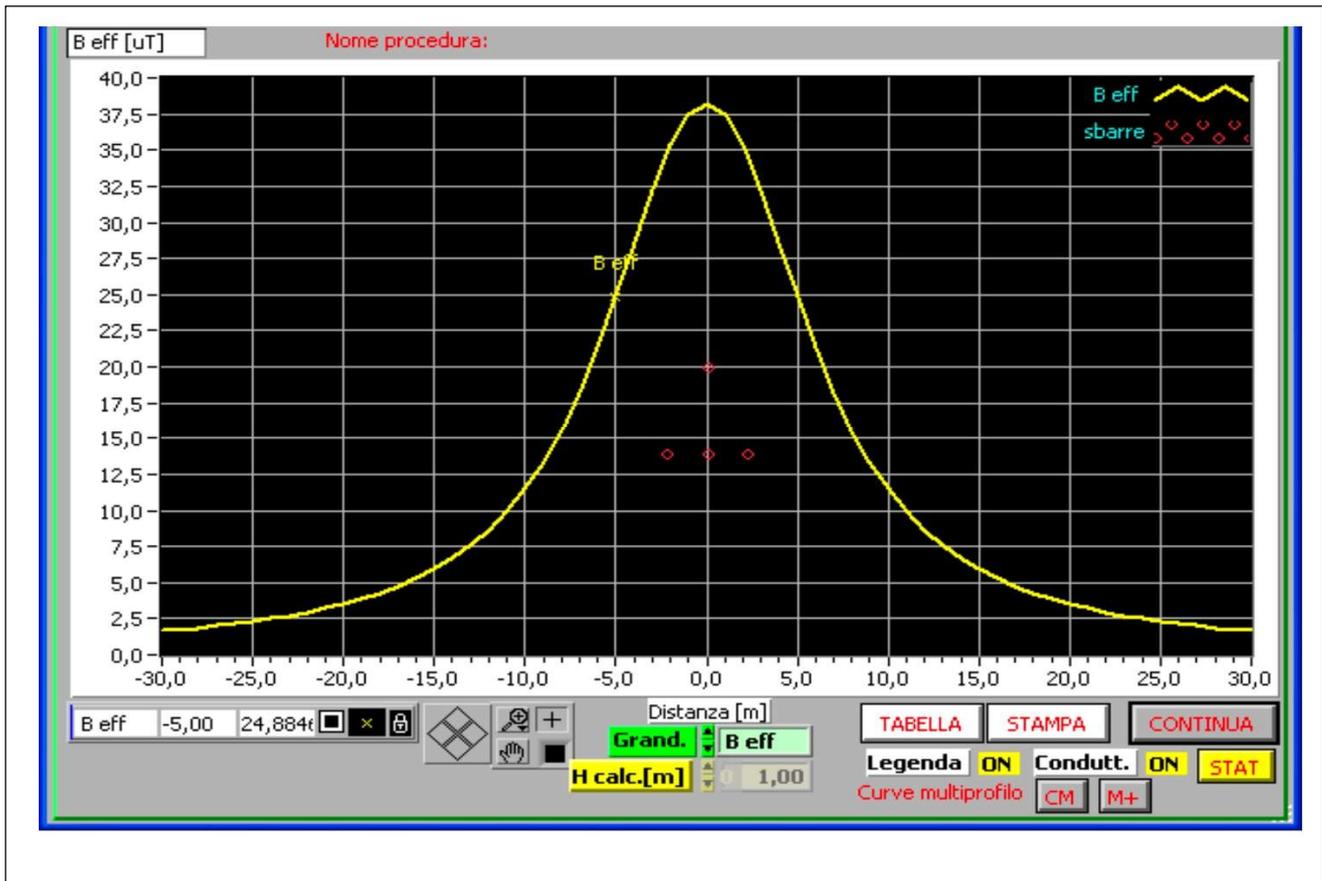
I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle via cavi, ma variano in funzione delle correnti in gioco: con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di microtesla, che si riducono a meno di 3 μ T a 4 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.

I valori in corrispondenza della recinzione della stazione sono notevolmente ridotti ed ampiamente sotto i limiti di legge.

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



Schematizzazione sistema sbarre della sottostazione AT/MT a 150 kV



Valore del campo di induzione magnetica generato per $I = 2000 \text{ A}$

Si può notare che ad una distanza di circa **22 m** dall'asse del sistema di sbarre l'induzione magnetico è inferiore al valore di $3 \mu\text{T}$.

In merito alle opere RTN e al valore dei campi di induzione magnetica generati da esse si può fare riferimento all'elaborato "..... **Stazione di rete e raccordi alla RTN- relazione tecnico descrittiva** " allegata al SIA in cui sono riportati i valori dei campi di induzione magnetica e elettrici generati dalla futura stazione 380/150 kV di Montecilfone e dai relativi raccordi in AT a 380 kV con la esistente linea 380 kV "Larino – Gissi".

ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI

Come mostrato nelle tabelle e figure dei paragrafi precedenti le azioni di progetto fanno sì che sia possibile riscontrare intensità del campo di induzione magnetica superiore al valore obiettivo di $3 \mu\text{T}$, sia in corrispondenza delle cabine di trasformazione che in corrispondenza del cavidotto MT lungo la tratta del cavidotto di collegamento tra le cabine di consegna e tra questa e la SE di Utenza 30/150 kV ubicata nel Comune di Montecilfone al F.8 p. 35. .D'altra parte è stato dimostrato come la fascia entro cui tale limite viene superato è circoscritto intorno alle opere suddette e, in particolare, ha una semi-ampiezza complessiva di 1,5 m a cavallo della mezzeria del cavidotto MT e 3,5 metri lungo il cavidotto AT . D'altra parte trattandosi di cavidotti che si sviluppano sulla viabilità stradale esistente o in territori scarsissimamente antropizzati, si può certamente escludere

la presenza di recettori sensibili entro le predette fasce, venendo quindi soddisfatto l'obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti fissato dal DPCM 8 Luglio 2003. La stessa considerazione può ritenersi certamente valida per una fascia di circa 6,34 m attorno alle cabine di trasformazione ed alla cabina di impianto, oltre che nelle immediate vicinanze della stazione di utenza AT/MT e del breve cavidotto AT. Infatti, anche per la stazione d'utenza, ad eccezione che in corrispondenza degli ingressi e delle uscite linea, al di fuori della recinzione della stazione, i valori di campo magnetico sono inferiori ai limiti di legge.

CONCLUSIONI

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete di 50 Hz degli elettrodotti". In generale, per quanto riguarda il campo elettrico in media tensione esso è notevolmente inferiore a 5kV/m (valore imposto dalla normativa) e per il livello 150 kV esso diventa inferiore a 5 kV/m già a pochi metri dalle parti in tensione. Mentre per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni 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 atteso non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione. Per quanto riguarda i cavidotti MT sia interni ai Campi fotovoltaici che esterni di collegamento alla SE di Utenza è stato riscontrato come il valore del Campo di induzione magnetica di ciascuno di essi si tenga sotto il valore di $3\mu\text{T}$ rispettando gli obiettivi di qualità fissati per legge nella fascia di DPA considerata pari a 2 metro per i cavidotti MT e 4 metri per il cavidotto AT. Si esclude inoltre la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno. Per ciò che riguarda le cabine di trasformazione l'unica sorgente di emissione è rappresentata dal trasformatore BT/MT, quindi in riferimento al DPCM 8 luglio 2003 e al DM del MATTM del 29.05.2008, l'obiettivo di qualità si raggiunge, nel caso peggiore (trasformatore da 3593 kVA), già a circa 6,34 m (DPA) dalla cabina stessa. Per quanto riguarda la cabina d'impianto, vista la presenza del solo trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari in BT e l'entità delle correnti circolanti nei quadri MT l'obiettivo di qualità si raggiunge a circa 3 m (DPA) dalla cabina stessa. Comunque considerando che nelle cabine di trasformazione e nella cabina d'impianto non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno e che

l'intera area dell'impianto fotovoltaico sarà racchiusa all'interno di una recinzione 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.

ALLEGATI : MMIT_MTM_B04.1_TAVOLA DPA SU ORTOFOTO SCALA 1:10.000

Capaccio Paestum , LI 20 ottobre 2022

IL TECNICO

Ing. Marsicano Giovanni

