



REGIONE SICILIANA
Città Metropolitana di Catania
COMUNI DI CASTEL DI IUDICA E RAMACCA

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
DELLA POTENZA DI PICCO DI 181,6 MWp E POTENZA DI IMMISSIONE 150 MW E
DELLE RELATIVE OPERE CONNESSE
NEI COMUNI DI CASTEL DI IUDICA E RAMACCA (CT)**

Proponente:

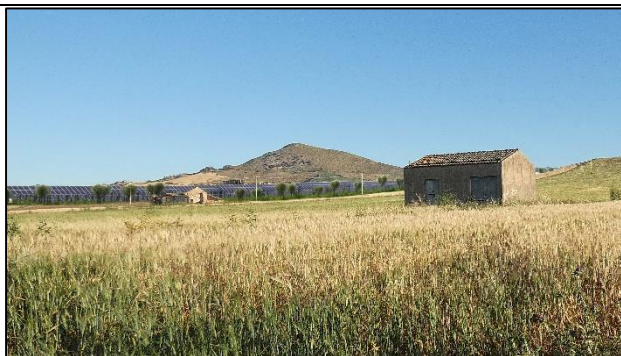


INNOVAZIONE AGRISOLARE SRL
CORSO GIACOMO MATTEOTTI, 1
20121 MILANO (MI)
CF/P.IVA 12275870967
PEC: innovazioneagrisolaresrl@pec.it

Progettazione:



Cesit Ingegneria S.r.l.
C.da Monte Cenere s.n
Belpasso (CT) CAP 95032
CF/P.IVA 03438580874
info@cesit.it



**RELAZIONE VALUTAZIONE DELL'IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

Pratica: CEE1458

DATA	FORMATO	SCALA	LIVELLO PROGETTAZIONE	REV.	VISTO	ELABORATO
Dicembre 2023	--	--		1° edizione		AVIURAM-VIA02-028

PROGETTAZIONE	Progettista Dott. Ing. Igor Giuffrida	Consulente Ambientale PhD Ing. Salvatore Cartarrasa



Cesit Ingegneria s.r.l.
www.cesit.net

T +39 095 7178544
F +39 095 7177165
info@cesit.net

Sede Operativa e Legale
C.da Monte Genere s.n.
95032
Belpasso (CT)

Sedi Distaccate
Via Fabio Mangone,1
20123
Milano

Cap. Soc. € 516.456,00 i.v.
P.IVA e C.F. 03438580874
R.E.A. Catania n° 236456

Via Giacomo Matteotti, 35
36075
Montecchio Maggiore (VI)

P.F.T.E. IMPIANTO ELETTRICO

IMPIANTO AGRIVOLTAICO RAMACCA – CASTEL DI IUDICA 150 MW

RELAZIONE VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO



1	Dicembre 2023	1° Edizione	Ing. D. Spampinato	Ing. I. Giuffrida	Ing. I. Giuffrida
N.	DATA	AGGIORNAMENTO	EMESSO	CONTROLLATO	APPROVATO

CODICE DOCUMENTO	CEE1458	DATA: Dicembre 2023
-------------------------	----------------	----------------------------



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
DELLA POTENZA DI PICCO DI 181,6 MWp E POTENZA DI IMMISSIONE
150 MW E DELLE RELATIVE OPERE CONNESSE
NEI COMUNI DI CASTEL DI IUDICA E RAMACCA (CT)**

VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

INDICE

Rif.	Argomento	Pag.
1.	PREMESSA	3
2.	AMBITO ED OBIETTIVO DI APPLICAZIONE.....	3
3.	NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
4.	DEFINIZIONI.....	5
5.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	8
5.1	GENERATORE FOTOVOLTAICO.....	8
5.2	DESCRIZIONE DELLA CONNESSIONE ALLA RETE TERNA RTN.....	9
5.3	SS/NE MT/AT.....	9
5.3.1.	SCARICATORE DI SOVRATENSIONE 150 KV.....	11
5.3.2.	TRASFORMATORE DI CORRENTE TA 150 KV.....	12
5.3.3.	TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO 150 KV.....	13
5.3.4.	INTERRUTTORE 150 KV.....	14
5.3.5.	SEZIONATORE A SEMIPANTOGRAFO VERTICALE 150 KV.....	15
5.3.6.	TRASFORMATORE MT/AT 30/150 KV.....	16
5.4	RETE MT.....	16
6.	METODOLOGIA DI CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO.....	17
6.1	CENNI TEORICI.....	17
6.2	DEFINIZIONI.....	18
6.3	METODO DI CALCOLO.....	18
7.	METODOLOGIA DI CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO.....	19
7.1	CENNI TEORICI.....	19
8.	SS.NE MT/AT 30/150 KV.....	19
9.	CONNESSIONE SS.NE MT/AT 30/150 KV PRODUTTORE ALLA SE RTN TERNA	21
9.1	CONDIZIONI PER LA CONNESSIONE ALLA RETE.....	26

10.	ELETTRODOTTI 30KV	27
10.1	GENERALITÀ	27
10.2	LINEA IN CAVO INTERRATO 30 kV	28
10.3	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA IN REGIME PERMANENTE	28
10.4	SIMULAZIONE DEI CAMPI MAGNETICI.....	29
10.5	DETERMINAZIONE DELLA DPA.....	31
10.6	VALUTAZIONE DELLA DPA	31
11.	POWER SKID	31
12.	LINEA B.T. DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	32
13.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	32



1. PREMESSA

La presente relazione redatta da CE.S.I.T. INGEGNERIA SRL a firma dell'Ing. Igor Giuffrida, iscritto all'ordine degli Ingegneri della provincia di Milano con il n° 23774, è finalizzata alla descrizione degli effetti che l'impianto agrivoltaico di "CASTEL DI JUDICA – RAMACCA 150 MW" indurrà in termini di inquinamento elettromagnetico rispetto alle prescrizioni delle vigenti normative in materia. Per quanto concerne ed attiene le caratteristiche tecniche e costruttive delle varie parti di cui si compone l'impianto fotovoltaico si rimanda alla relazione tecnica generale ed ai dati tecnici generali (Rif. Elaborati CEE14583_01, CEE1458_02).

Saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alle 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 succitate opere.

2. AMBITO ED OBIETTIVO DI APPLICAZIONE

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine (Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m);
- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati ricadenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

"La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), oggetto della citata Linea Guida. Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

In particolare, al fine di agevolare/semplificare:

- l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche);
- le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazione dei piani di gestione territoriale, inoltrate dalle amministrazioni locali;

Anche per casi complessi, (parallelismi, incroci tra linee, derivazioni o cambi di direzioni) è previsto un procedimento semplificato che permette di individuare aree di prima approssimazione, che hanno la medesima valenza delle DPA.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici.

3. **NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".
- DM 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i."
- CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV".
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".
- CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I".
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche".
- Rapporto CESI-ISMES A7034603 "Linee Guida per l'uso della piattaforma di calcolo - EMF Tools v. 3.0".
- Rapporto CESI-ISMES A8021317 "Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie".
- "La protezione dai campi elettromagnetici" - Edizione TNE.
- "Inquinamento elettromagnetico" - P. Bevitori et al. - Maggioli Editore.
- "La valutazione dell'inquinamento elettromagnetico" - Edizione Maggioli Editore.
- Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 elaborato da ENEL DISTRIBUZIONE S.p.A.
- Documento ENEL DC4390 e DC4385.
- Documento Enel "Linee in cavo sotterraneo".

4. DEFINIZIONI

Valgono le definizioni di seguito riportate, per la maggior parte contenute nella Legge 36/2001, nel DPCM 8 luglio 2003 e nel Decreto 29 maggio 2008.

- **Autorità competenti ai fini dei controlli:** sono le autorità di cui all'art. 14 della Legge 36/2001 (le amministrazioni provinciali e comunali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale, utilizzano le strutture delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente).
- **Autorità competenti ai fini delle autorizzazioni:** sono le autorità competenti al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione e/o l'esercizio di elettrodotti e/o insediamenti e/o aree di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 (aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore).
- **Campata:** elemento minimo di una linea elettrica sotteso tra due sostegni.
- **Distanza di Prima Approssimazione (DPA):** per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto (Figura 1). Per le cabine MT/bt è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.
- **Elettrodotto:** è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.
- **Fascia di rispetto:** è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$). Come prescritto dall'articolo 4, c. 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 e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore (Figura 1).

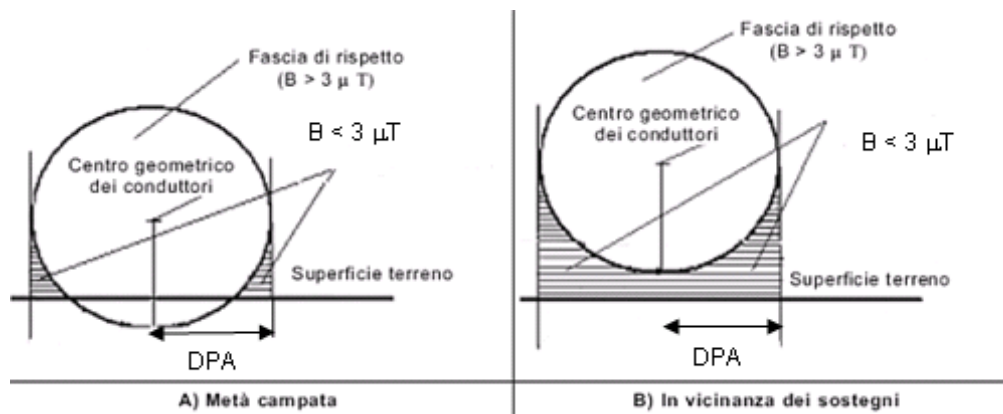


Figura 1 - Schema Fasce di rispetto e DPA in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni. (N.B. La dimensione della DPA delle linee elettriche viene fornita approssimata per eccesso al metro superiore (interpretazione prevalente delle ARPA).

- **Impianto:** officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di Primarie e Secondarie e Cabine Utente.
- **Limiti di esposizione** (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1): nel caso di esposizione, della popolazione, a campi elettrici e magnetici, alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di $100 \mu\text{T}$ per l'induzione magnetica e 5

kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1-3	60	0.2	-
3-3000	20	0.05	1
3000-300000	40	0.01	4

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

- **Linea:** collegamento con conduttori elettrici, delimitato da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti.
- **Luoghi tutelati** (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h): aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.
- **Obiettivo di qualità** (DPCM 8 luglio 2003 art. 4): 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 giornaliere 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 della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 µT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1 - 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz - 300 GHz)

Tabella 2 Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate.

- **Portata in corrente in servizio normale:** è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 § 2.6.
- La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata":
- per le linee con tensione >100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60;
 - per gli elettrodotti aerei con tensione <100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;
 - per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 § 3.5 e § 4.2.1 come **portata in regime permanente** (massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato).
- **Sostegno:** elemento di supporto meccanico della linea aerea.
- **Tratta:** porzione di tronco (campate contigue) avente **caratteristiche** omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico (tipologia del conduttore, configurazione spaziale dei conduttori

sui tralicci, ecc.) e relative alla proprietà.

- **Tronco:** collegamento metallico che permette di unire fra loro due impianti (corrisponde alla linea a due estremi).
- **Valore di attenzione** (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2): a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione 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.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Tabella 3

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.

5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto agrivoltaico, oggetto della presente relazione, sarà realizzato all'interno dei territori comunali di Castel di Judica e di Ramacca, in provincia di Catania.

L'impianto sarà costituito da moduli fotovoltaici da 670 Wp. Sarà suddiviso in 9 sottocampi da 20 MWp e da un sottocampo da 5 MWp. Ogni sottocampo da 20 MWp sarà costituito da 4 Power Skid, mentre quello da 5 MWp sarà costituito da un unico Power Skid contenenti ognuno un Trafo BT/MT e un inverter di potenza 5,00 MW. Complessivamente, sono previsti 37 Power Skid, per una potenza complessiva di 185 MW DC e 150 MW AC.

I dati generali del Progetto sono indicati nella seguente tabella.

DATI GENERALI DEL PROGETTO	
Proprietario o Soggetto responsabile dell'impianto	INNOVAZIONE AGRISOLARE S.R.L.
Indirizzo	Territorio ricadente nei comuni di Ramacca – Castel Di Judica
Latitudine	37°28'.528' N
Longitudine	14°43.175' E
Altitudine s.l.m.	circa 154 m
Potenza impianto	150 MW (alla connessione)
Tipologia impianto	Su inseguitori (Trackers)

5.1 Generatore fotovoltaico

L'impianto agrivoltaico "CASTEL DI JUDICA – RAMACCA 150 MW" è costituito da pannelli fotovoltaici con moduli di tipo monocristallino da 670 Wp, aventi dimensioni 1303 x 2384 x 35 mm.

Le stringhe saranno costituite ciascuna da n° 28 moduli.

Dette stringhe saranno raggruppate in unità base con 131 stringhe. Ogni due unità base costituiranno un'unità aggregata, che sarà collegata ad un Power Skid contenente l'inverter. Per cui, ad ogni inverter arriverà energia da n° 262 stringhe, per un totale di circa 5000 kWp.

L'impianto sarà realizzato con 9 sottocampi da 20 MWp con quattro inverter ciascuno e da un sottocampo da 5 MWp con un unico inverter. La superficie captante occupata da una stringa è di circa 87 mq.

Ogni unità aggregata occuperà una superficie di circa 22.788 mq.

Un sottocampo da 20 MW impegnerà, per i pannelli fotovoltaici, una superficie di circa 91.151 mq.

Il sottocampo da 5 MW impegnerà una superficie di circa 21.657 mq.

5.2 Descrizione della connessione alla rete TERNA RTN

Le linee MT 30 kV, in cavo di alluminio di sezione 3 (1 × 400) mmq, tipo AREX4(59)E AIR-BAG COMPACT, collegheranno i sottocampi al quadro MT della SS/ne MT/AT 30/150 kV, che sarà equipaggiata con n° 3 trasformatori di potenza 50MVA cadauno.

La SS/ne MT/AT sarà collegata, come da STMG del 25-07-2022 codice pratica 202201203, in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV di una futura stazione di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV da inserire in entra-esce alla futura linea RTN 380 kV “Chiamonte Gulfi – Ciminna” di cui al Piano di Sviluppo Terna.

La SS/ne MT/AT sarà costituita da:

- n° 4 Interruttori 150 kV
- n° 4 terne di TV 150 kV
- n° 2 Sezionatore tripolare orizzontale di sbarra con lame di terra
- n° 4 terna di TA
- n° 1 Sezionatore tripolare orizzontale di linea con lame di terra
- n° 6 terna TV di sbarra
- n° 3 terna di scaricatori 150 kV

Il collegamento con la SE della RTN sarà realizzato con cavi AT interrati, ubicati su fondo di scavi a sezione obbligata alla profondità di 160cm.

5.3 SS/ne MT/AT

La SS/ne MT/AT 30/150 kV sarà costituita da una Sezione AT all’aperto e da tre fabbricati.

La Sezione AT 150 kV all’aperto sarà costituita da un sistema di sbarre a 150 kV, un montante linea
150 kV per la connessione alla rete TERNA a 150 kV attraverso un collegamento in cavo verso la SS.ne Terna. Saranno altresì presenti tre trasformatori di potenza 50 MVA 30/150 kV ciascuno.

I trasformatori saranno dotati di tutte le protezioni necessarie ad eliminare i guasti esterni ed i guasti interni, come indicato nello schema unifilare della SS/ne (CEE1143_08). I trasformatori saranno collegati alle sbarre AT 150 kV mediante tre montanti trasformatori AT, comprendenti sezionatori, interruttori, TA, TV e scaricatori 150 kV.

Sul lato MT, mediante cavi in rame di sezione 630 mmq, ed in numero di 5 per fase, saranno collegati alle sezioni MT dei quadri MT 30 kV posti all’interno dei fabbricati.

I quadri MT 30 kV saranno costituiti da n° tre scomparti linee MT 30 kV provenienti dall’impianto fotovoltaico, da scomparti arrivo Trafo MT 30 kV, da tre scomparti TV e da tre scomparti S.A. come meglio specificato nell’apposita relazione tecnica generale

(CEE1143_02).

Per i servizi di emergenza, sono previsti n° 3 gruppi elettrogeni.


I fabbricati saranno dotati di sale per quadri MT, sale per Trafo S.A., sale per gruppi elettrogeni, sale per i quadri MT dei S.A. in c.a. ed in c.c., nonché dei quadri per le protezioni, il controllo ed il monitoraggio, nonché, ancora, per il telecontrollo.

La SS/ne sarà dotata di impianti luce, FM e tecnologici. In particolare, si prevede di installare impianti di rilevazione incendi, di antintrusione, antiratto e videosorveglianza.

Per il piazzale esterno, si prevede di installare opportuno impianto luce, con torri faro e impianti di luci di emergenza su opportune paline.



5.3.1. SCARICATORE DI SOVRATENSIONE 150 KV

H-Pos: 300; 3EL2 138-2PM31-4GZ2-Z H1E D92 D92		Cage design 	
System Information			
Nominal System Voltage (Un)	150	kV	
Highest Voltage of Equipment (Um)	170	kV	
Basic Insulation Level (BIL)	750	kV	
Maximum altitude of installation (a.s.l.)	1000	m	
Neutral system earthing	solid		
Power Frequency	50	Hz	
Electrical data			
Applied Standard	IEC 60099-4		
Arrester classification			
Designation	SM		
Nominal discharge current (In, 8/20 µs)	10	kA	
Qrs	2	C	
Wth	7	kJ/kV	
Rated voltage (Ur)	138	kV	
Maximum continuous operating voltage (Uc / MCOV)	110	kV	
Line discharge class	3		
Long duration impulse current withstand (2 ms)	1 100	A	
High current impulse withstand (4/10 µs)	100	kA	
Rated short circuit current (0,2 s)	65,0	kA	
Maximum residual voltage at :			
5 kA 8/20 µs	311	kV	
10 kA 8/20 µs	331	kV	
20 kA 8/20 µs	368	kV	
40 kA 8/20 µs	417	kV	
500 A 30/60 µs	265	kV	
1 kA 30/60 µs	272	kV	
2 kA 30/60 µs	285	kV	
Temporary overvoltage for 1 s	159	kV	
Temporary overvoltage for 10 s	148	kV	
Energy discharge capability - thermal	8,00	kJ/kV _r	
Energy discharge capability - impulse	5,00	kJ/kV _r	
Power Frequency withstand voltage (1min, wet)	315	kV	
Lightning Impulse withstand voltage (1,2/50 µs)	676	kV	
Mechanical data			
Height (H)	1 240	mm	
Minimum creepage distance	4 495	mm	
Number of units	1		
Weight (G)	41,9	kg	
Color of housing	grey		
Specified long-term load SLL (F _{stat})	2250	N	
Specified short-term load SSL (F _{dyn})	3220	N	
Drawing number	GP TP SW / 27042459.0300		
Accessories			
Line terminal	Bolzen D40x80, A2		
Ground terminal	Insulated, 4 hole, 200x200 mm, A2		
Accessory 1	Eyebolt Earth-Terminal A2		
Accessory 2	Eyebolt Earth-Terminal A2		
Accessory 7	Fixing for name plate		
AL: N	ECCN: N		

5.3.2. TRASFORMATORE DI CORRENTE TA 150 kV

TA – Trasformatori di Corrente isolati in olio		170 kV					
	Posizione	1					
	Quantità	3					
Tipo di prodotto	IOSK 170						
Norme	IEC 61869-1 & 61869-2						
Altitudine	≤ 1000 m						
Temperatura ambiente	-25° C ÷ +40° C						
Tensione nominale di servizio (fase-fase)	150 kV						
Tensione max di rifer. per l'isol. (fase-fase)	170 kV						
Frequenza nominale	50 Hz						
Tensione nom. di tenuta a freq. ind. (a secco)	325 kV						
Tens. nom. di ten. a freq. ind. (sotto pioggia)	325 kV						
Tens.nom. di ten. ad imp. atmosferico (BIL)	750 kV						
Tens.nom. di ten. ad imp. di manovra (SIL)	NA kV						
Corrente primaria nominale	1.000 A						
Corrente termica nominale permanente	1.2 I _{pn} / 1.2 I _{sn}						
Corrente termica nominale di corto circuito	31,5 kA rms / 1 s.						
Corrente dinamica nominale di corto circuito	80 kA picco						
Sistema di cambio rapporto tramite : SEZIONI PRIMARIE							
		I _{pn} [A]	I _{sn} [A]	[VA]	Classe	FS/ALF	
Nucleo 1	1S1-1S2	1.000	5	10	0,2	≤10	(event.cert.UTF)
Nucleo 2	2S1-2S2	1.000	5	10	0,2	≤10	
Nucleo 3	3S1-3S2	1.000	5	20	5P	30	
Nucleo 4	4S1-4S2	1.000	5	20	5P	30	
Tipo di isolatore	Polimerico Grigio						
Linea di fuga	≥ 31 mm/kV (≥ 5270 mm)						
Terminali primari	Alluminio – tipo piatto 4 fori 50x50 mm						
Morsettiera secondaria (grado prot. IP54)	Terminali per conn. in corda ≤10 mm ²						
Terminale esterno di messa a terra	N° 1 Vite M12						
Parti metalliche	Alluminio , acciaio inox						
Verniciatura parti metalliche	No , non necessario						

5.3.3. TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO 150 kV

TV – Trasformatori di Tensione Induttivi isolati in olio		170 kV
Posizione	3	
Quantità	3	
Tipo di prodotto	VEOT 170	
Norme	IEC 61869-1 & 61869-3	
Altitudine	≤ 1000 m	
Temperatura ambiente	-25° C ÷ +40° C	
Tensione nominale di servizio (fase-fase)	150 kV	
Tensione max di rifer. per l'isol. (fase-fase)	170 kV	
Frequenza nominale	50 Hz	
Tensione nom. di tenuta a freq. ind.(a secco)	325 kV	
Tens. nom. di ten. a freq. ind. (sotto pioggia)	325 kV	
Tens.nom. di ten. ad imp. atmosferico (BIL)	750 kV	
Tens.nom. di ten. ad imp. di manovra (SIL)	N.A. kV	
Fattore di tensione nominale	1.2 continuo	/ 1.5 – 30 s.
Rapporto di trasf. nom.	150000/√3 : 100/√3	100/√3 100/√3 100/√3
1° avv.s. (1a-1n)	10 VA cl.	0,2 (event.cert.UTF)
2° avv.s. (2a-2n)	10 VA cl.	0,2
3° avv.s. (3a-3n)	10 VA cl.	3P
4° avv.s. (4a-4n)	20 VA cl.	3P
Prestazione max. simultanea :	50VA cl.0,2-cl.3P	
Potenza termica max. ammissibile :	1000 VA (totale)	
Tipo di isolatore	Polimerico Grigio	
Linea di fuga	≥ 31 mm/kV (≥ 5270 mm)	
Terminale primario	Alluminio – tipo cilindrico Ø 40x80 mm	
Morsettiera secondaria (grado prot. IP54)	Terminali per connessioni in corda ≤10 mm²	
Terminale esterno di messa a terra	N° 1 Vite M12	
Protezioni sugli avv. secondari (Fusibili/MCB)	No, non richiesto	
Parti metalliche	Alluminio , acciaio inox	
Verniciatura parti metalliche	No, non necessario	

5.3.4. INTERRUTTORE 150 kV

Circuit breaker Type: 3AP1FG-170kV

Technical data according to	IEC-62271-100
Ambient temperature range	-20/+50 °C
Auto-reclosing, suitable for number of phases	3
Insulator material	Composite
Insulation capacity	
Max. erection altitude	1,000 m
Rated voltage	170,0 kV
Service voltage	170,0 kV
Rated power frequency withstand voltage	
- to earth	325 kV
- across the open breaker	325 kV
- between phases	325 kV
Rated lightning impulse withstand voltage	
- to earth	750 kV
- across the open breaker	750 kV
- between phases	750 kV
Breaking capacity	
Arcing time (max.)	20 ms
Rated normal current	3150,00 A
Rated short-circuit breaking current	40,0 kA
Rated duration of short-circuit	1 s
Rated frequency	50 Hz
Rated operating sequence	O-0,3s-CO-1min-CO
Rated short-circuit making current	100,00 kA
First-pole-to-clear factor	1,5 p.u.
Rated Out-of-phase breaking current	10,0 kA
Out-of-phase factor PH	2,50 p.u.
———— Breaking of capacitive currents ————	
Unloaded overhead lines - breaking current	63,00 A
at a voltage factor of	1,40 p.u.
Unloaded cable - breaking current	160,00 A
at a voltage factor of	1,40 p.u.
Operating times	
Make time (min.)	68±7 ms
Closing time (rated)	68±7 ms
Rated break time	Max, 60 ms
Opening time (rated)	< 35 ms
Dead time	300 ms
Simultaneity difference between poles (ON/OFF)	max.3/ max.2 ms

5.3.5. SEZIONATORE A SEMIPANTOGRAFO VERTICALE 150 kV

1 Caratteristiche nominali

1.1 Grandezze nominali

Tipo	Y22/3 (*)	Y22/4 (*)
Salinità di tenuta a 98Kv (Kg/m ²)	20	56
Tensione nominale (KV)		170
Corrente nominale (A)		2000
Frequenza nominale (Hz)		50
Corrente nominale di breve durata:		
- valore efficace (KA)		40
- valore di cresta (KA)		100
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)		1600
Tensione nominale commutazione di sbarra (V)		100
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)		1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:		
- verso massa (KV)		650
- sul sezionamento (KV)		750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:		
- verso massa (KV)		275
- sul sezionamento (KV)		315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:		
- orizzontale longitudinale (N)		1250
- orizzontale trasversale (N)		400
- verticale (N)		1000
Tensione nominale di alimentazione:		
- motore (Vcc)		110
- circuiti di comando ed ausiliari (Vcc)		110
- resistenza di riscaldamento (Vca)		230
Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando di ciascun sezionatore (KW)		2
Tempo di apertura/chiusura (s)		≤ 15

(*) NOTA: I tipi TERNA Y22/3 e Y22/4 hanno caratteristiche superiori rispetto ai tipi Y22/1 e Y22/2. COELME fornirà per entrambe le correnti di breve durata solamente il sezionatore con le caratteristiche superiori, ovvero con corrente nominale di breve durata 40/100 kA.

1.2 Condizioni normali di servizio

Temperatura ambiente:

- massima °C 40

- minima °C -25

Altitudine massima sul livello mare m 1000

Spessore massimo di ghiaccio mm 10

Pressione massima del vento N/m² 700

5.3.6. TRASFORMATORE MT/AT 30/150 kV

Technical characteristics		ITEM 1			
Applicable standard		IEC 60076			
Rated frequency	Hz	50			
Rated voltage ratio (no-load)	kV	150 ± 12 x 1,25% / 21			
Vector group		YNd11			
Cooling system		ONAN/ONAF			
Rated power	MVA	50			
No-load losses	kW	11,3	(IEC tol.)		
Load losses	kW	196	(IEC tol.)		
Short-circuit impedance	%	16	(IEC tol.)		
Max ambient temperature	°C	40			
Top oil temperature rise	K	60			
Average winding temperature rise	K	65			
Hot-spot winding temperature rise	K	78			

Insulation levels		HV	HV-N	LV	LV-N
Full wave lightning impulse LI	kV	650	650	125	N/A
Applied voltage AV	kV	275	275	50	N/A

Bushing		HV	HV-N	LV	LV-N
Type		Ceramic	Ceramic	Ceramic	N/A
Nominal Voltage (U _m)		170	170	36	N/A
Full wave lightning impulse LI	kV	≥ 650	≥ 650	170	N/A
Current	A	800	800	≥1000	N/A

N.B. Alcuni dati tecnici del Trafo AT/MT 150/30 kV sono indicativi. In fase di progettazione esecutiva e costruzione della macchina saranno definiti con precisione.

5.4 Rete MT

La rete MT 30 kV dell'impianto fotovoltaico sarà costituita da un complesso di cavi MT a 30 kV con conduttori in alluminio del tipo AREX4(59)E AIR-BAG COMPACT, ubicati su fondo di scavi a sezione obbligata alla profondità di un metro.

Detti cavi saranno collegati agli scomparti MT delle sbarre della SS/ne MT/AT 30/150 kV e, attraverso gli scomparti MT, in modalità entra-esci, saranno collegati ad un trasformatore BT/MT, di potenza 4500kVA, che riceveranno energia dagli inverter di potenza 4500 kW, collegati, a loro volta in c.c. alla rete BT c.c., proveniente dalle unità

aggregate costituite da stringhe, come precedentemente descritto in altro paragrafo.

Uno schema rappresentativo della rete MT è indicato nell'Elaborato Grafico CEE1458_18.

Nell'elaborato grafico Rete MT è rappresentato il percorso dei cavi e l'ubicazione dei quadri MT, dei trasformatori BT/MT e degli inverter che costituiscono i Power Skid dell'impianto fotovoltaico.

I dati tecnici dei cavi e degli accessori sono riportati nelle Specifiche Tecniche.

6. METODOLOGIA DI CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO

6.1 CENNI TEORICI

L'induzione magnetica B generata da NR conduttori filiformi, numerati da 0 a $(NR-1)$, può essere calcolata con l'espressione riportata di seguito; si fa notare che solo i conduttori reali contribuiscono al campo magnetico, perché si assume il suolo perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e non si considerano quindi i conduttori immagine.

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \int_{l_k} \frac{i_k \vec{r}_{kx}}{r^3} dl$$

dove μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto, NR è il numero dei conduttori (nel nostro caso pari a 3), i_k la corrente, l_k il conduttore generico, dl un suo tratto elementare, r la distanza tra questo tratto elementare ed il punto dove si vuole calcolare il campo. Il modello adottato (conduttori cilindrici rettilinei orizzontali indefiniti paralleli tra di loro) consente di eseguire facilmente l'integrazione e semplificare i calcoli. Indicato con Q il punto dove si vuole determinare il campo, definiamo sezione normale il piano verticale passante per Q e ortogonale ai conduttori; indichiamo quindi con P_k il punto dove il generico conduttore l_k interseca la sezione normale, e con l_k la corrente nel singolo conduttore (si è preso l'asse z nella direzione dei conduttori). Con queste posizioni, per l'induzione magnetica in Q si ottiene l'espressione

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \frac{i_k \vec{z} (Q - P_k)}{|Q - P_k|^2}$$

La formula indica che l'induzione magnetica è inversamente proporzionale al quadrato della distanza del punto di interesse dai conduttori; esiste inoltre una proporzionalità diretta tra l'induzione e la distanza tra i singoli conduttori di ogni terna.

In riferimento all'allegato del D.M. del 29 Maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto" si introducono le seguenti definizioni:

Corrente

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

Portata in corrente in servizio normale

Corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

Portata in regime permanente

Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

Fascia di rispetto

Spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Distanza di prima approssimazione (Dpa)

Distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

6.3 METODO DI CALCOLO

Lo studio del campo magnetico nel caso di linee elettriche aeree e non, si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basato sulle caratteristiche, geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11, che considera lo sviluppo della catenaria in condizioni di freccia massima, l'altezza dei conduttori sul livello del suolo e l'andamento del terreno.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco;

Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;

Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (Dpa).

Nel caso di sottostazioni AT (punto 5.2.2 dell'allegato del D.M. 29/05/2008), la Dpa e, quindi, la fascia di rispetto rientrano, generalmente, nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso il cui accesso è consentito dal solo personale autorizzato.

7. METODOLOGIA DI CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO

7.1 CENNI TEORICI

In generale, per il calcolo del campo elettrico si ricorre al principio delle immagini in base al quale il terreno, considerato come piano equipotenziale a potenziale nullo, può essere simulato con una configurazione di cariche immagini. In altre parole per ogni conduttore reale, sia attivo che di guardia, andrà considerato un analogo conduttore immagine la cui posizione è speculare, rispetto al piano di terra, a quella del conduttore reale e la cui carica è opposta rispetto a quella del medesimo conduttore reale.

In particolare il campo elettrico di un conduttore rettilineo di lunghezza infinita con densità lineare di carica costante può essere espresso come:

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 d} \vec{u}_r$$

Dove:

λ = densità lineare di carica sul conduttore

ϵ_0 = permittività del vuoto

d = distanza del conduttore rettilineo dal punto di calcolo

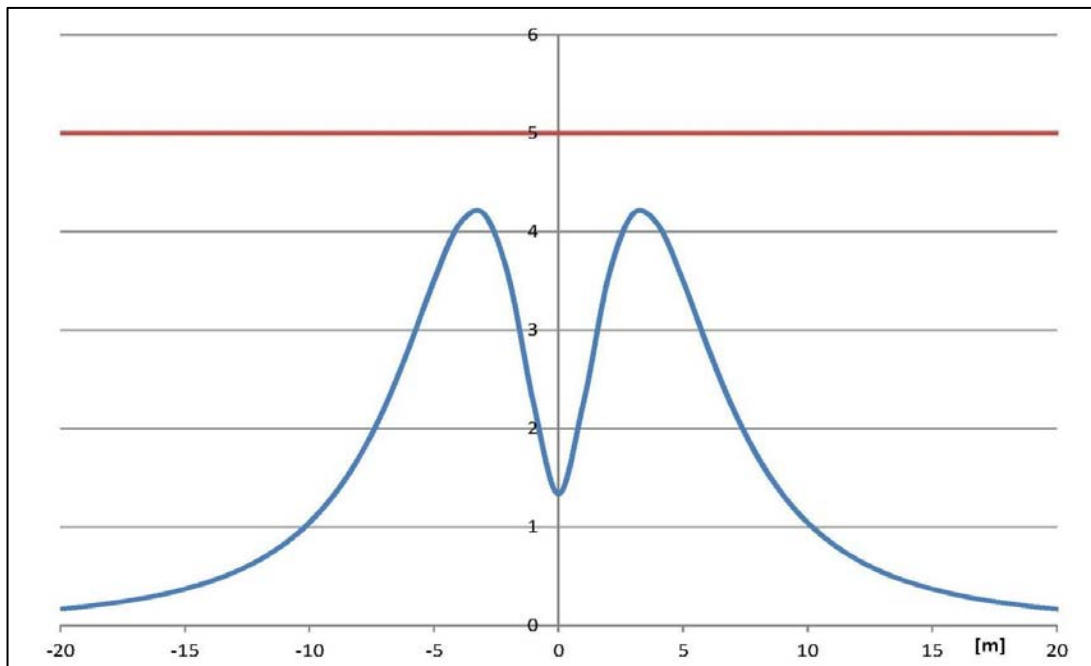
u_r = versore unitario con direzione radiale al conduttore

8. SS.ne MT/AT 30/150 kV

Per quanto riguarda la SS.ne MT/AT 30/150kV, come detto in precedenza, ai sensi dell'art. 5.2.2 del Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), la DPA rientra nel perimetro dell'impianto in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro. Inoltre i rilievi sperimentali eseguiti nelle stazioni elettriche della Rete di Trasmissione Nazionale per la misura dei campi elettrici e magnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio hanno portato alla considerazione finale che il contributo dei componenti di stazione (macchinari e apparecchiature), risulta trascurabile rispetto a quello delle linee entranti ed uscenti. Tale contributo diminuisce ulteriormente in prossimità della recinzione in corrispondenza della quale i campi elettrici e magnetici sono principalmente riconducibili a quelli dati dalle linee entranti per le quali risulta verificata la compatibilità con la normativa vigente.

In sintesi, i campi elettrici e magnetici esternamente all'area di stazione sono riconducibili ai valori generati dalle linee entranti e quindi l'impatto determinato dalla stazione stessa è compatibile con i valori prescritti dalla vigente normativa, pertanto lo studio dell'impatto elettromagnetico dell'impianto sarà condotto esclusivamente sulle linee sia aeree che interrate in alta tensione (150 kV) e media tensione (30 kV).

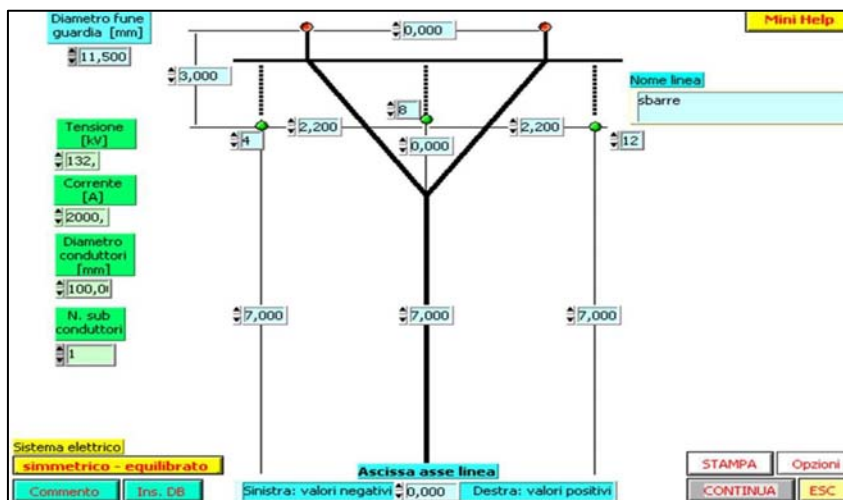
Si precisa comunque che i valori di campo elettrico al suolo risultano massimi in corrispondenza delle apparecchiature AT a 150 kV con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. 10 m di distanza da queste ultime.



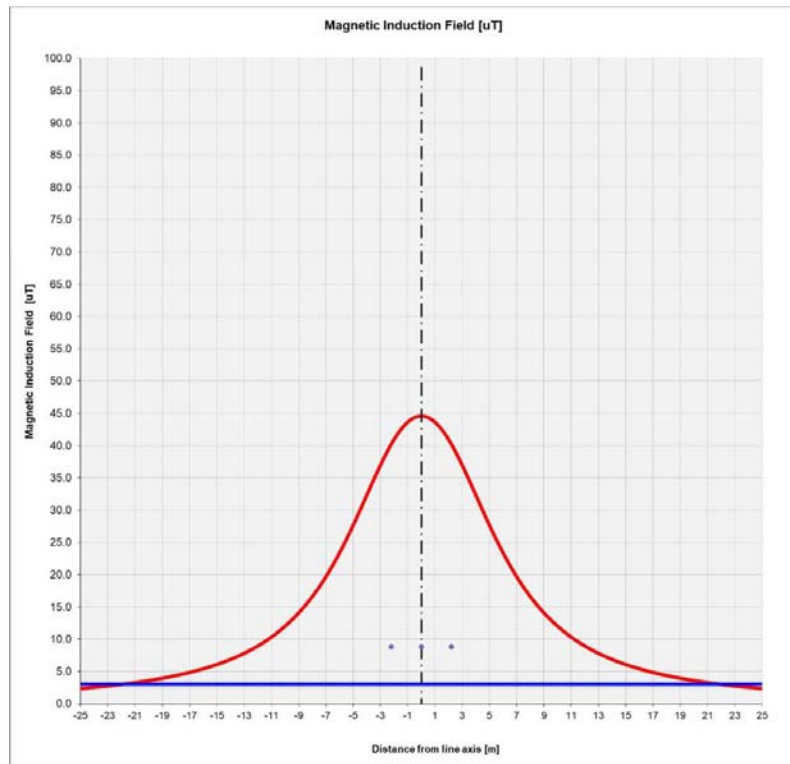
I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle zone cavi, ma variano al variare delle correnti circolanti: con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di 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.

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, ma con una corrente massima di 2000 A pari ovvero avente lo stesso valore per cui sono dimensionate le sbarre omnibus. Nella seguente figura è riportata la geometria di un sistema trifase con disposizione dei conduttori assimilabile a quella delle sbarre della stazione d'utenza.



Con conduttori percorsi da una terna trifase equilibrata di correnti pari a 2000 A, si ha un andamento di campo magnetico come riportato nella figura seguente:



Si può notare che ad una distanza di circa 22 m dall'asse del sistema di sbarre l'induzione magnetica è inferiore al valore di 3 μT .

Nell'impianto fotovoltaico "CASTEL DI JUDICA – RAMACCA 150 MW" non vi sono recettori sensibili a distanze inferiori a quella sopra calcolata.

9. CONNESSIONE SS.ne MT/AT 30/150 kV PRODUTTORE ALLA SE RTN TERNA

La connessione dell'impianto agrivoltaico "CASTEL DI JUDICA RAMACCA 150MW" sarà realizzata con un collegamento interrato in cavo a 150 kV di adeguata sezione.

Detto collegamento sarà eseguito tra il montante "Arrivo Linea 150 kV" della SS/ne MT/AT 30/150 kV dell'impianto fotovoltaico ed un montante 150 kV Linea disponibile della futura SE della RTN TERNA.

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 800 mm² tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.

DATI TECNICI DEL CAVO

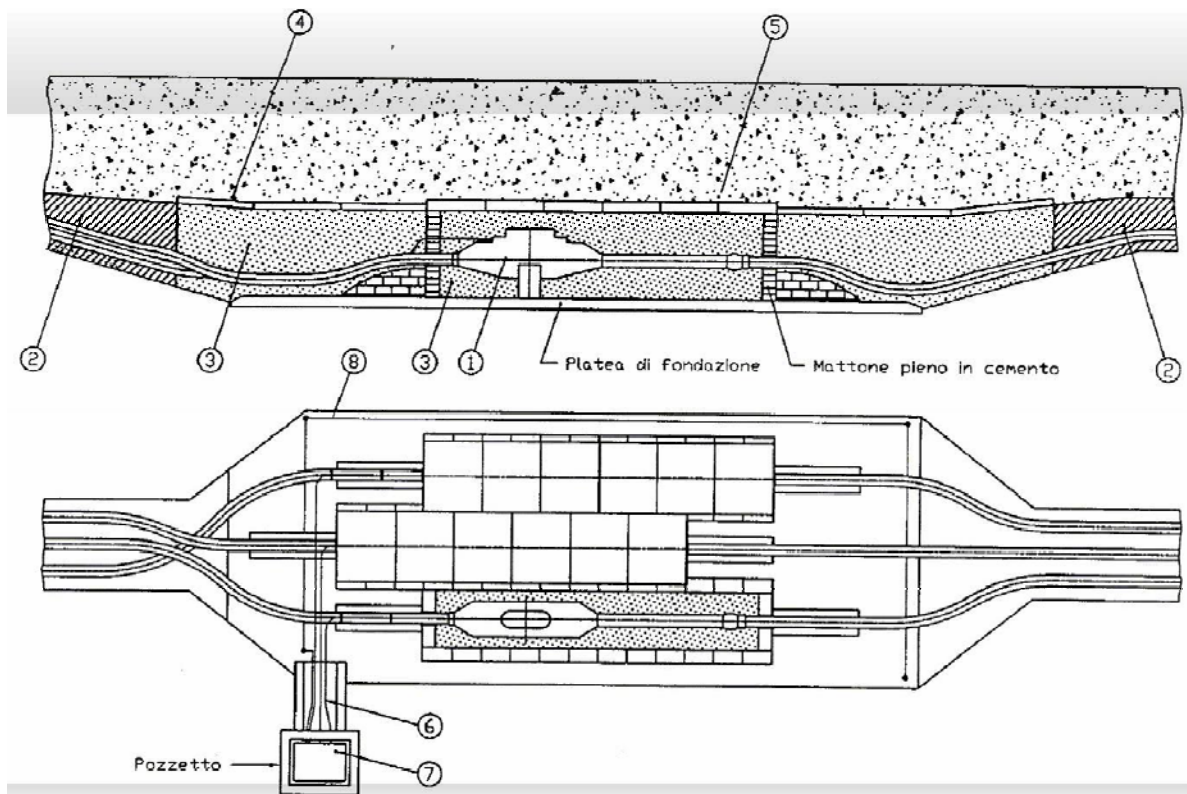
Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	800 mm ²
Materiale del conduttore	Corde di alluminio compatta
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato
Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina	Polietilene, con grafite refrigerante
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	170 kV

I dati di cui alla tabella sopra riportata potranno subire modifiche comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione.

DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

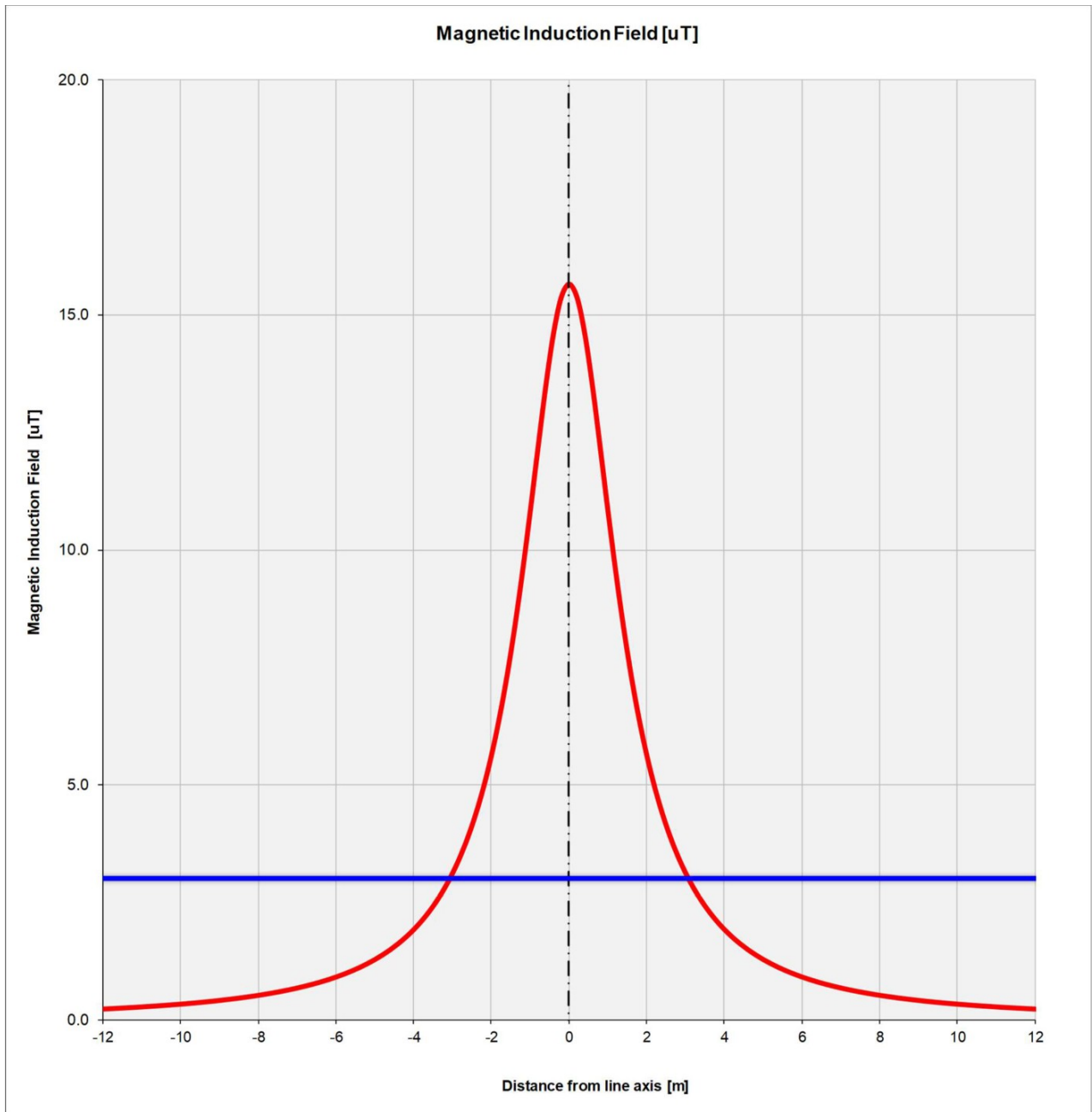
Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	“cross bonding” o “single point-bonding”
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,60 m
Formazione	Una terna a Trifoglio o in Piano
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0.50 m
Profondità del riempimento	Minimo 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Posa di Nastro Monitor in PVC – profondità	1,00 m circa

Data la lunghezza del collegamento, si prevede l'installazione di giunti ogni 500 metri per sarà necessario realizzare le relative buche-giunti.



RIF.	DESCRIZIONE DEI MATERIALI
1	Giunti unipolari sezionati GMS 1170/1245
2	Cemento magro
3	Sabbia a bassa resistività termica
4	Lastra protezione cavi
5	Lastra protezione giunti
6	Cavo concentrico
7	Cassetta sezionamento guaine
8	Colleg. di nesso a terra guaine metalliche

Dimensioni standard della buca giunti sezionati		
Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Profondità (m)
8	2,5	2



Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,6 m, con un valore di corrente pari a 1190 A, dove la configurazione dell'elettrodotto è quella in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

Il limite di 3 μT si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 3,4 m.

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

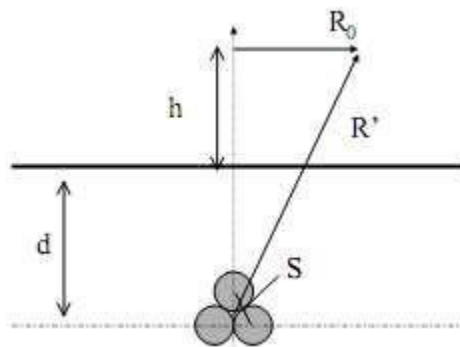
Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

In conformità al D.M. del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$.

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

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



$$S = 0.12 \text{ m}$$

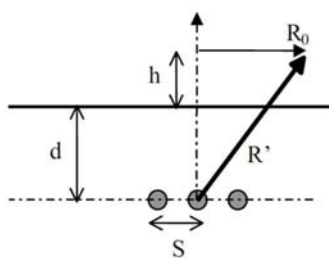
$$I = 1190 \text{ A}$$

Si ottiene: $R' = 3.4 \text{ m}$, che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 4 m per parte, rispetto all'asse del cavidotto.

Non vi sono ricettori all'interno della suddetta fascia.

Analogamente è calcolabile la fascia di rispetto relative alle buche giunti per i cavi AT, riconducibile alla condizione di cavi posati in piano, come da figura seguente:

$$B = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{S \cdot I}{R'^2} \quad [\mu\text{T}] \quad R' = 0,34 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [\text{m}]$$



Con

$S = 0.7 \text{ m l} = 1190 \text{ A}$

$R' = 9,81 \text{ m}$

La fascia di rispetto, arrotondando per eccesso, è pari a 10 m per parte, rispetto all'asse del giunto. La collocazione dei giunti sarà effettuata con riguardo alla presenza delle abitazioni o recettori sensibili nelle aree circostanti.

9.1 Condizioni per la connessione alla rete

L'impianto agrivoltaico "CASTEL DI JUDICA – RAMACCA 150 MW" osserva le prescrizioni generali di cui al punto 6.1 del già citato Allegato A.68 di TERNA, e più precisamente:

- 1) L'impianto fotovoltaico è dotato di un interruttore generale a 150 kV, che realizza la separazione funzionale tra le attività di competenza del Gestore e quelle di competenza del Titolare dell'impianto fotovoltaico
- 2) L'interruttore AT sarà dotato del comando UNI-Tripolare
- 3) Gli avvolgimenti AT 150 kV dei tre trasformatori sono ad isolamento uniforme e collegati a stella con terminali di neutro accessibili, predisposti per eventuali connessioni a terra
- 4) Gli avvolgimenti MT sono collegati a triangolo
- 5) Gli avvolgimenti AT sono dotati di VSC di tensione con regolatore automatico a gradini, capace di eseguire variazioni della tensione a vuoto del $\pm 12\%$ della tensione nominale
- 6) La potenza apparente dei trasformatori è dimensionata per un valore superiore al 120% della potenza nominale dell'impianto, ovvero di 50 MW cadauno, al fine di poter consentire il transito della potenza attiva e reattiva massima
- 7) I trasformatori BT/MT all'interno dell'impianto sono dimensionati in modo tale da far transitare contemporaneamente la massima potenza attiva e reattiva.
- 8) A richiesta di TERNA, nel caso di eventuali necessità della rete locale di TERNA, il Produttore si impegna ad installare sistemi di bilanciamento della perdita induttiva dei trasformatori a carichi elevati, eventualmente non coperte dalla *capability* degli inverter richiesta al punto 8.31 dell'Allegato A.68 di TERNA.

Il Produttore si impegna a sottoscrivere gli opportuni regolamenti di esercizio.

L'impianto fotovoltaico sarà progettato e sarà costruito e gestito per restare in parallelo alla rete MT, con

valori di tensione $85\% V_n \leq V \leq 115\% V_n$, con valori in frequenza compresi tra 47,5 e 51,5 Hz.

Gli inverter hanno caratteristiche di insensibilità alle variazioni di tensione che rispettano quanto previsto al punto 6.3 dell'Allegato A.68.

Il Produttore si impegna a fornire tutti i dati di progetto relativi alle emissioni di armoniche.

10. ELETTRODOTTI 30kV

10.1 Generalità

Gli elettrodotti saranno realizzati tutti con cavi interrati del tipo ARE4H5(AR)E in alluminio da 400 mmq. Si riportano nel seguito le caratteristiche dei cavi che saranno impiegati.

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

ARE4H5(AR)E AIR BAG™ COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV



Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima
Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
Semiconduttivo interno
Mescola estrusa
Isolante
Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)
Semiconduttivo esterno
Mescola estrusa
Rivestimento protettivo
Nastro semiconduttore igrospendente
Schermatura
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)
Protezione meccanica
Materiale Polimerico (Air Bag)
Guaina
Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)
Marcatura
PRYSMIAN (**) ARE4H5(AR)E <tensione>
<sezione> <fase 1/2/3> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro
Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Accessori idonei

Terminali

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140)

Standard

HD 620/IEC 60502-2

Cable design

Core
Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

Insulation

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

Protective layer

Semiconductive watertight tape

Screen

Aluminium tape longitudinally applied

(Rmax 3Ω/Km)

Mechanical protection

Polymeric material (Air Bag)

Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Marking

PRYSMIAN (**) ARE4H5(AR)E <rated voltage>

<cross-section> <phase 1/2/3> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter

Ink-jet meter marking

Applications

According to the HD 620 standard for insulation, and the

IEC 60502-2 for the other characteristics.

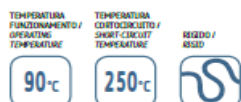
Suitable accessories

Terminations

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140)



Condizioni di posa / Laying conditions



ARE4H5(AR)E AIR BAG™ COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5(AR)E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation trefoil	underground installation trefoil p=1 °C m/W	underground installation trefoil p=2 °C m/W
(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	19,9	34,5	810	460
70	9,7	20,8	35,5	890	480
95	11,4	22,1	37,0	1000	490
120	12,9	23,2	38,2	1100	510
150	14,0	24,3	39,5	1210	520
185	15,8	26,1	41,3	1370	530
240	18,2	28,5	44,0	1620	590
300	20,8	31,7	47,6	1900	630
400	23,8	34,9	51,3	2300	690
500	26,7	37,8	54,5	2710	730
630	30,5	42,4	59,5	3310	800

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	184	166	129
70	227	203	157
95	275	243	187
120	317	276	212
150	358	309	236
185	411	350	267
240	486	407	309
300	561	461	349
400	655	526	398
500	759	599	452
630	881	682	513

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	40,7	1110	550
70	9,7	25,6	40,8	1150	550
95	11,4	26,5	41,8	1240	560
120	12,9	27,4	42,9	1350	580
150	14,0	28,1	43,6	1440	580
185	15,8	29,5	45,1	1580	600
240	18,2	31,5	47,4	1810	630
300	20,8	34,7	50,9	2120	670
400	23,8	37,9	54,6	2520	730
500	26,7	41,0	58,1	2970	770
630	30,5	45,6	63,0	3590	840

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	187	167	131
70	231	204	159
95	279	244	189
120	321	277	214
150	361	310	238
185	415	351	269
240	489	408	311
300	563	459	350
400	657	526	399
500	761	600	453
630	883	682	515

10.2 Linea in cavo interrato 30 kV

Per la realizzazione delle linee in cavo interrato MT sono stati considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettromagnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in MT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno.

10.3 Determinazione della portata in regime permanente

I cavidotti in media tensione sono costituiti da cavi unipolari ad elica con conduttori in alluminio aventi isolamento estruso (HEPR o XLPE) con schermo in rame avvolto a nastro sulle singole fasi.

Sezione conduttore	Diametro conduttore	Diametro est. cavo	Tipologia	Por tata
[mm ²]	[mm]	[mm]	Unipolare	[A]
400	23,6	54,6		657

10.4 Simulazione dei campi magnetici

Sebbene il D.M. 29 Maggio 2008 non preveda il calcolo della distanza di prima approssimazione per linee interrate in MT, si procederà ugualmente alla sua determinazione a favore di una maggiore sicurezza.

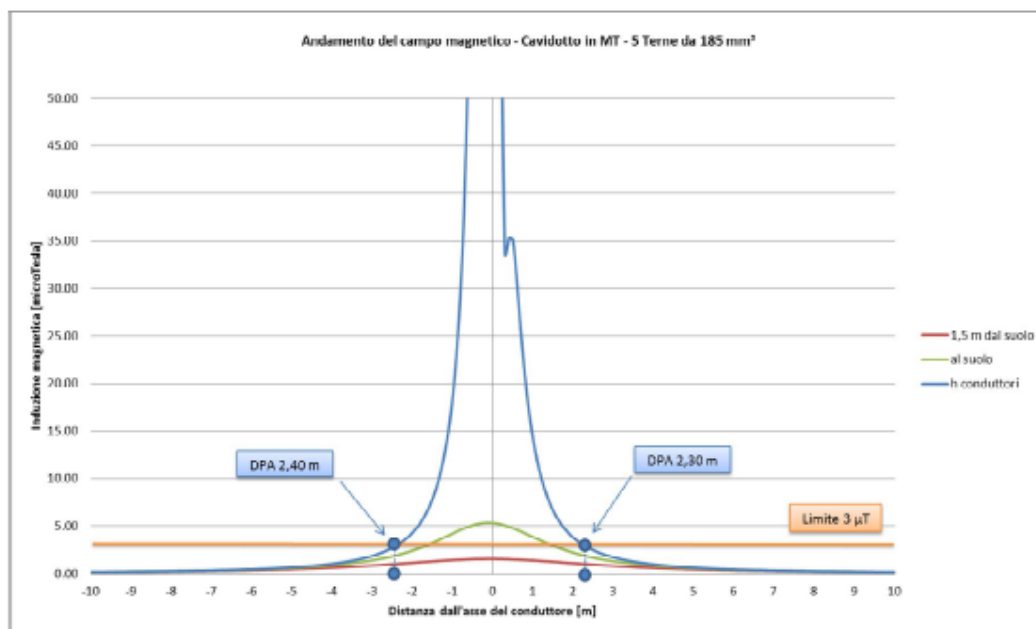
La studio del campo magnetico è stato effettuato, alla tensione nominale di 30 kV, su due tratti di cavidotto così costituiti:

S1: due terne di conduttori di sezione 400 mm² interrate ad una profondità di 1.2 m, disposte su due file ed a trifoglio e percorse ciascuna da corrente massima pari a 657 A.

S2: quattro terne di conduttori di sezione 400 mm² interrate ad una profondità di 1.2 m, disposte su due file ed a trifoglio e percorse ciascuna da corrente massima pari a 657 A.

I valori del campo magnetico sono stati simulati ad altezza conduttori, al suolo e ad 1.5 m dal suolo. Più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano 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.

Cavidotto in MT a cinque terne di sezione 400 mm² interrate a 1,2 m dal piano di campagna.

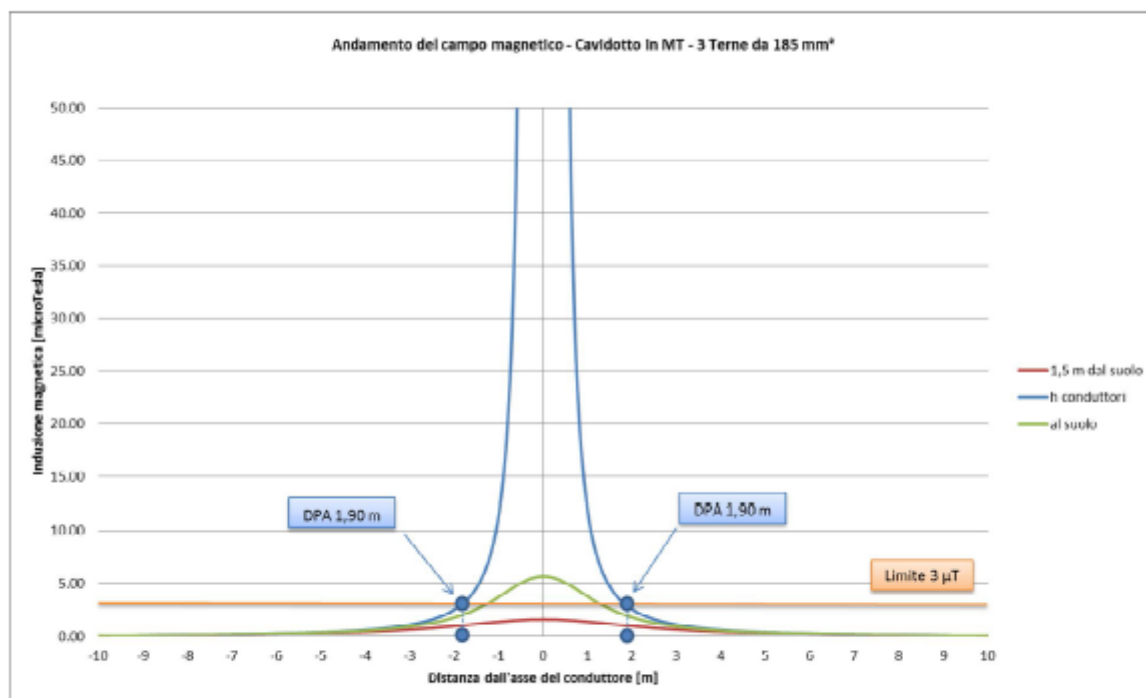


Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del cavidotto in forma grafica CASO S1 - Linea elettrica interrata in MT

Distanza dai cavi [m]	Valori di campo magnetico [μ T]		
	Altezza conduttori	Al suolo	Ad 1 m dal suolo
-10.00	0.16	0.16	0.15
-9.00	0.20	0.19	0.18
-8.00	0.25	0.24	0.22
-7.00	0.33	0.31	0.27
-6.00	0.45	0.42	0.35
-5.00	0.66	0.59	0.46
-4.00	1.03	0.87	0.62
-3.00	1.86	1.40	0.85
-2.40	2.95	1.92	1.02
-2.00	4.30	2.42	1.14
-1.00	18.59	4.22	1.43
0.00	5945.60	5.32	1.54
1.00	14.21	3.85	1.39
2.00	3.80	2.21	1.09
2.30	2.89	1.87	1.00
3.00	1.72	1.30	0.81
4.00	0.97	0.83	0.60
5.00	0.63	0.56	0.45
6.00	0.44	0.40	0.34
7.00	0.32	0.30	0.27
8.00	0.25	0.24	0.21
9.00	0.20	0.19	0.17
10.00	0.16	0.15	0.14

Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del cavidotto in forma tabellare - CASO S1

S3 -Cavidotto in MT a tre terne di sezione 400 mm² interrate a 1,2 m



Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del cavidotto in forma grafica

Distanza dai cavi [m]	Valori di campo magnetico [μ T]		
	Altezza conduttori	Al suolo	Ad 1 m dal suolo
-10.00	0.10	0.09	0.09
-9.00	0.12	0.12	0.11
-8.00	0.15	0.15	0.14
-7.00	0.20	0.19	0.18
-6.00	0.27	0.26	0.23
-5.00	0.39	0.36	0.31
-4.00	0.61	0.55	0.44
-3.00	1.09	0.93	0.65
-2.00	2.52	1.77	0.97
-1.90	2.80	1.90	1.00
-1.00	11.66	3.76	1.36
0.00	5789.99	5.65	1.58
1.00	11.66	3.76	1.36
1.90	2.80	1.90	1.00
2.00	2.52	1.77	0.97
3.00	1.09	0.93	0.65
4.00	0.61	0.55	0.44
5.00	0.39	0.36	0.31
6.00	0.27	0.26	0.23
7.00	0.20	0.19	0.18
8.00	0.15	0.15	0.14
9.00	0.12	0.12	0.11
10.00	0.10	0.09	0.09

Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse del cavidotto in forma tabellare. I valori del semiasse positivo sono simmetrici a quelli del semiasse negativo riportati in tabella - CASO S2

10.5 Determinazione della Dpa

Il calcolo della Dpa per le linee elettriche interrate in MT simulate si traduce graficamente nell'individuazione di una distanza che ha origine dal punto di proiezione dall'asse del cavidotto al suolo e ha termine in un punto individuato sul suolo il cui valore del campo magnetico risulta essere uguale o inferiore ai 3 μ T. Si riporta nella seguente tabella la distanza di prima approssimazione per il tratto di cavidotto preso in esame:

CASO DI STUDIO	N° TERNE	SEZIONE [mm ²]	TIPOLOGIA CAVO	TENSIONE [kV]	DPA [m]
S1	5	400	Unipolare ad elica	30	2.40
S2	3	400	Unipolare ad elica	30	1.90

Distanza di prima approssimazione linea elettrica interrata MT

10.6 Valutazione della Dpa

Dalle analisi dei risultati riassunti nei paragrafi precedenti e delle fasce di rispetto si può desumere che lungo tutti i percorsi della linea elettrica interrata in MT, non sono presenti abitazioni all'interno delle fasce di rispetto.

11. POWER SKID

Si riportano le specifiche tecniche dei Power Skid contenenti i dati tecnici e disegni delle apparecchiature sottoindicati:

- Quadro MT 36 kV tipo 8DJH36 Siemens

- Inverter GAMESA ELECTRIC PROTEUS PV 4500
- Trasformatore 4500 kVA BT/MT

12. LINEA B.T. DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

Le linee elettriche in b.t. che saranno impiegate nel campo fotovoltaico saranno prevalentemente in corrente continua ed in corrente alternata per i servizi ausiliari. Le caratteristiche sono quelle riportate nel seguito.

Si precisa che da prove eseguite nei campi fotovoltaici esistenti, aventi caratteristiche simili per quanto concerne le linee b.t., i valori di campo elettrico e magnetico risultano sempre ampiamente al di sotto dei limiti stabiliti dalle normative vigenti.

13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce di quanto sopra esposto, la determinazione della distanza di prima approssimazione è stata effettuata in accordo con il D.M. del 29/05/2008.

Dalle analisi dei risultati nei grafici e nelle tabelle riportate nei paragrafi precedenti e dalle fasce di rispetto individuate negli elaborati grafici di progetto si può desumere quanto segue:

- **SS.ne MT/AT 30/150 kV**

La SS.ne MT/AT 30/150 kV per la connessione alla rete Terna da 150 MVA è accessibile solamente al personale tecnico specializzato.

I campi magnetici ed elettrici all'interno della recinzione della SS.ne MT/AT 30/150 kV sono da ritenersi trascurabili rispetto al collegamento di connessione con la SS.ne TERNA in quanto tale collegamento è previsto in cavo AT interrato.

- **Connessione aerea tra la SS.ne TERNA 150/30 kV e la SS.ne Produttore MT/AT 30/150 kV**

Nella connessione aerea in Altissima Tensione a 150 kV tra la SS.ne TERNA e la SS.ne Produttore, all'interno della fascia, non si riscontra alcun tipo di edificazione.

- **Linee elettriche interrate 30 kV**

Per le linee elettriche interrate in media tensione a 30 kV la distanza di prima approssimazione non eccede il range di 1,90-2,40 rispetto all'asse dei cavidotti.

All'interno di tale fascia non si riscontrano alcun tipo di edificazione.

- **Power skid**

Per i trasformatori b.t./M.T., gli inverter e i quadri di media tensione a 30 Kv, che costituiscono i power skid, i valori di campi magnetico ed elettrico sono sempre ampiamente al di sotto dei valori indicati nelle normative vigenti.

- **Linee elettriche di bt**

Le linee di b.t. in corrente continua non producono campi magnetici. Per le linee di b.t. in corrente alternata i valori dei campi magnetici ed elettrici sono sempre ampiamente al di sotto dei valori indicati nella normativa vigente.

Dall'analisi e da un attento esame di quanto sopra riportato il sottoscritto può serenamente affermare che a seguito della realizzazione delle opere elettriche descritte, non esiste alcun pericolo per la salute della popolazione dovute ai campi elettrici e magnetici prodotti dall'impianto agrivoltaico "CASTEL DI JUDICA RAMACCA 150 MW".

IN FEDE

Ing. Igor Giuffrida

Belpasso 11/12/2023

