



ALTA CAPITAL 15

Alta Capital 15 S.r.l.
 Galleria San Federico, 16
 10121 Torino (TO)
 P.Iva 12662180012
 PEC altacapital15.pec@maildoc.it

Progettista



Industrial Designers and Architects S.r.l.
 via Cadore, 45
 20038 Seregno (MB)
 p.iva 07242770969
 PEC ideaplan@pec.it mail info@ideaplan.biz



Progetto per la realizzazione dell'Impianto agrivoltaico integrato ecocompatibile "Barriera Noce" da 50 MWp a Caltanissetta 93100 (CL).

Elaborati del Progetto Definitivo

Disciplinare tecnico degli impianti

Revisione

n.	data	aggiornamenti
1		
2		
3		

Elenco Elab.

RS 06 REL

0005 A0

nome file

testata alta capital 15.dwg

	data	nome	firma
redatto	15.05.2023	Ferraro	
verificato	15.05.2023	Falzone	
approvato	15.05.2023	Speciale	

DATA 15.05.2023

Sommario

1	DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO E CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E STRUTTURALI	3
1.1	Generalità.....	3
1.2	Layout d’impianto.....	3
2	CARATTERISTICHE TECNICHE	4
2.1	Moduli Fotovoltaici	4
2.2	Convertitori di Potenza.....	6
2.3	Trasformatori	9
2.4	Strutture di supporto.....	14
2.5	Cavi e quadri di campo	18
2.5.a	Cavi	18
2.5.b	Quadro di parallelo stringa	19
2.5.c	Quadro di parallelo BT.....	21
2.6	Quadro MT	22
2.7	Correnti circolanti nell’impianto	22
2.8	Sistemi ausiliari.....	22
2.8.a	Sorveglianza.....	22
2.8.b	Illuminazione	23
3	SICUREZZA ELETTRICA	25
3.1	Protezione dalle sovracorrenti.....	25
3.2	Protezione contro i contatti diretti.....	25
3.3	Protezione contro i contatti indiretti.....	25
4	COLLEGAMENTO ALLA RETE TRASMISSIONE NAZIONALE	27
4.1	Dispositivo Generale.....	27
4.2	Dispositivi di Interfaccia e Collegamento alla Rete	27
4.3	Dispositivo del Generatore.....	28
4.4	Gruppi di Misura.....	28
5	SCHEMA DI COLLEGAMENTO.....	30
6	OPERE CIVILI.....	31
6.1	Strutture di supporto dei moduli.....	31
6.2	Cabine elettriche.....	31
7	GESTIONE IMPIANTO	33
8	CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI MT.....	34
8.1	Cavi MT.....	34
8.2	Normativa di riferimento	34
8.3	GIUNZIONI, TERMINAZIONI ED ATTESTAZIONI	34
8.3.a	Giunzione cavi MT	34
8.3.b	Terminazione ed attestazione cavi MT	35
8.4	MODALITA’ DI POSA.....	36
8.4.a	Generalità.....	36
8.4.b	Modalità di posa dei cavi MT	37
9	PROFILI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	38
9.1	CAMPI ELETTROMAGNETICI DELLE OPERE CONNESSE	38
9.1.a	Linee elettriche in corrente alternata in media tensione	38
9.1.b	Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione	44

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

9.2.c. Connessione in alta tensione	44
9.2.d Analisi dei risultati ottenuti	46

1 DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO E CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E STRUTTURALI

1.1 Generalità

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico da 50 MWp nel territorio del Comune di Caltanissetta (CL) c.da Milicia, per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica e opere di connessione e di infrastrutture annesse da cedere alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) secondo quanto previsto dalla Legge 9/91 “Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale” e s.m.i.

L’impianto è di tipo ad installazione a terra e non integrato, connesso alla rete (*grid-connected*) in modalità trifase in Alta Tensione (AT) alla tensione utente di 36 kV.

Si tratta di un impianto a terra, per una potenza complessiva installata di circa 50 MWac, a cui occupanti una superficie di circa 239.558 m² mentre catastalmente una superficie 1.050.302 m².

1.2 Layout d’impianto

L’impianto agrivoltaico prevede i seguenti elementi:

- 85.700 moduli fotovoltaici montati sia su strutture ad inseguimento (tracker) in configurazione bifilare con diverse configurazioni ;
- moduli in silicio monocristallino della JINKO SOLAR Tiger Neo – N Type 78HL4 serie JKM615N-78HL4-V da 615 Wp;
- n.14 cabine di trasformazione da ubicare all’interno della proprietà secondo le posizioni indicate nell’elaborato planimetria impianto;
- n.12 trasformatori da 4.000 kVA 0,8/36 kV e n.2 trasformatori da 1.000 kVA 0,8/36 kV alloggiati in ognuna delle 14 cabine di campo (quadro BT di parallelo, 1 trasformatore per ciascuna cabina e un quadro AT);
- n.1 cabina di consegna distributore per servizi ausiliari;
- n. 1 cabina per i servizi ausiliari ciascuna con n.1 trasformatore da 500 kVA 30/0,4 kV ;
- n. 286 inverter della Fimer ABB PVS175-TL 1500V dc- 800V ac - 175kW;
- viabilità interna al parco per le operazioni di costruzione e manutenzione dell’impianto e per il passaggio dei cavidotti interrati in MT;
- aree di stoccaggio materiali posizionate in diversi punti del parco, le cui caratteristiche (dimensioni, localizzazione, accessi, etc) verranno precisate in fase di progettazione esecutiva;
- cavidotto interrato in AT (36 kV) di collegamento tra le cabine di campo relativamente a ciascun

lotto in modalità entra-esce e la cabina di raccolta AT;

- cavidotto in AT a 36 kV di connessione in antenna a 36 kV con la sezione 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaramonte Gulfi – Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo Terna, cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Caltanissetta;
- rete telematica di monitoraggio interna per il controllo dell'impianto mediante trasmissione dati via modem, modulatore gsm o linea telefonica.

2 CARATTERISTICHE TECNICHE

2.1 Moduli Fotovoltaici

Il dimensionamento di massima sarà realizzato con un modulo agrivoltaico composto da 156 celle fotovoltaiche in silicio monocristallino ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di 615 Wp.

Il progetto prevede complessivamente 85.700 moduli occupanti una superficie massima di circa 239.558m², per una potenza complessiva installata di circa 52,170 MWp lato DC, di moduli fotovoltaici, collegati a 286 inverter DC/AC da 175 kW cadauno per una potenza nominale di picco complessiva del campo lato AC di 50 MWac.

Le caratteristiche principali della tipologia di modulo scelta sono la seguenti:



www.jinkosolar.com

Tiger Neo N-type 78HL4-(V) 595-615 Watt MONO-FACIAL MODULE

N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

IEC 61215(2016), IEC 61730(2016)
 ISO 9001:2015: Quality Management System
 ISO 14001:2015: Environment Management System
 ISO 45001:2018
 Occupational health and safety management systems

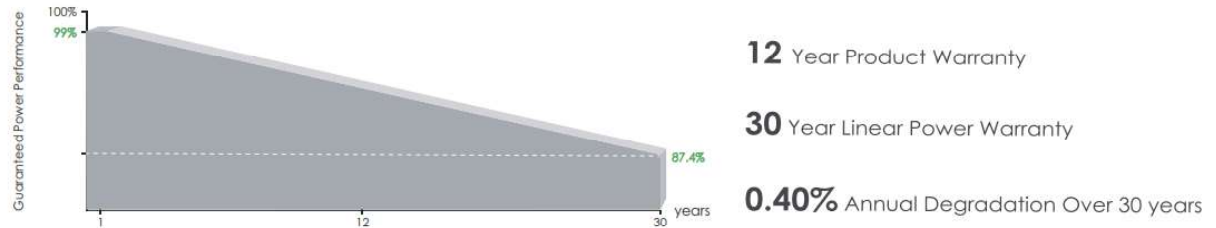



SPECIFICATIONS

Module Type	JKM595N-78HL4 JKM595N-78HL4-V		JKM600N-78HL4 JKM600N-78HL4-V		JKM605N-78HL4 JKM605N-78HL4-V		JKM610N-78HL4 JKM610N-78HL4-V		JKM615N-78HL4 JKM615N-78HL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	595Wp	447Wp	600Wp	451Wp	605Wp	455Wp	610Wp	459Wp	615Wp	462Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	45.29V	41.93V	45.39V	42.05V	45.49V	42.16V	45.59V	42.28V	45.69V	42.39V
Maximum Power Current (Imp)	13.14A	10.67A	13.22A	10.73A	13.30A	10.79A	13.38A	10.85A	13.46A	10.91A
Open-circuit Voltage (Voc)	54.80V	52.05V	54.95V	52.20V	55.10V	52.34V	55.25V	52.48V	55.40V	52.62V
Short-circuit Current (Isc)	13.90A	11.22A	13.97A	11.28A	14.04A	11.34A	14.11A	11.39A	14.18A	11.45A
Module Efficiency STC (%)	21.29%		21.46%		21.64%		21.82%		22.00%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



Caratteristiche elettriche modulo JINKO serie JKM615N-78HL4-V

2.2 Convertitori di Potenza

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante 286 convertitori statici trifase (inverter) della FIMER ABB PVS175-TL 1500V dc- 800V ac – 175 kW, ubicati all'esterno ed alloggiati sotto le strutture dei pannelli fotovoltaici.

La ripartizione dei vari moduli su ognuno degli inverter utilizzati sarà effettuata sulla base dei principali dati tecnici sotto riportati:



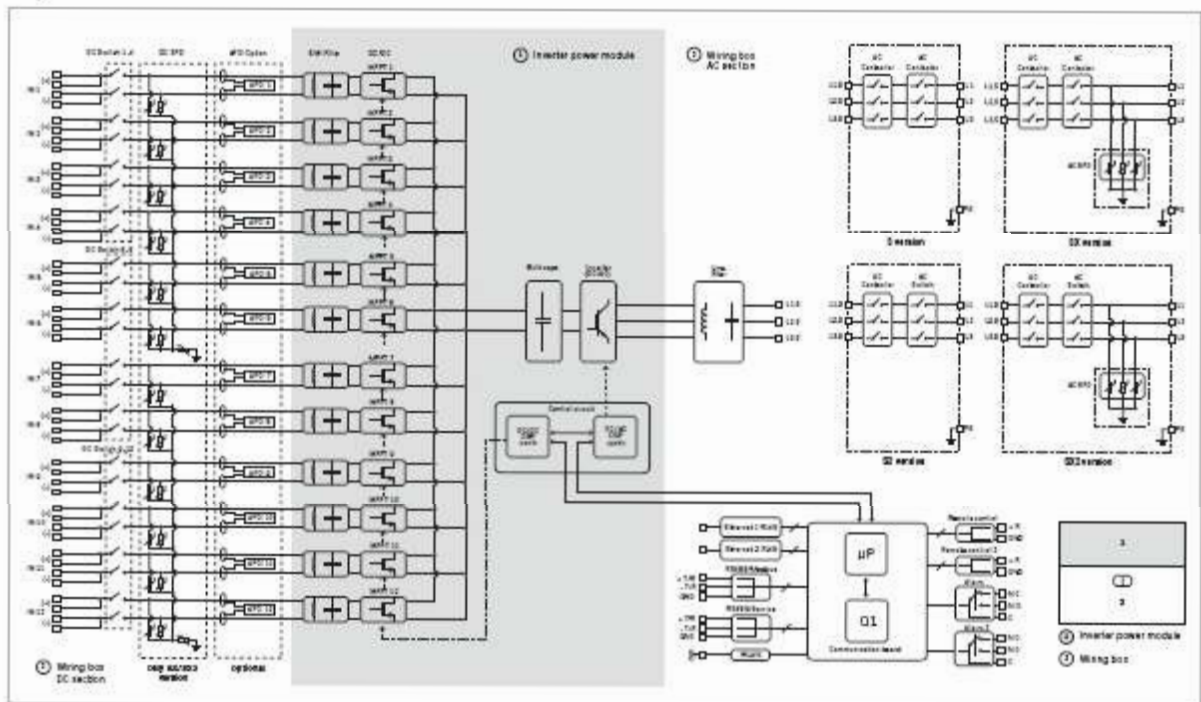
Inverter solari PVS-175-TL

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

Caratteristiche principali

- Fino a 185 kW di potenza
- Design all-in-one, senza fusibili
- Modulo di potenza e scatola di cablaggio separati per una facile rimozione e ricambio
- Facile accesso ai componenti interni
- 12 MPPT e alta tensione di ingresso
- Interfaccia Wi-Fi per commissioning e configurazione
- Monitoraggio e aggiornamento firmware da remoto tramite Aurora Vision cloud
- Accesso standard gratuito ad Aurora Vision cloud

Diagramma a blocchi PVS-175-TL



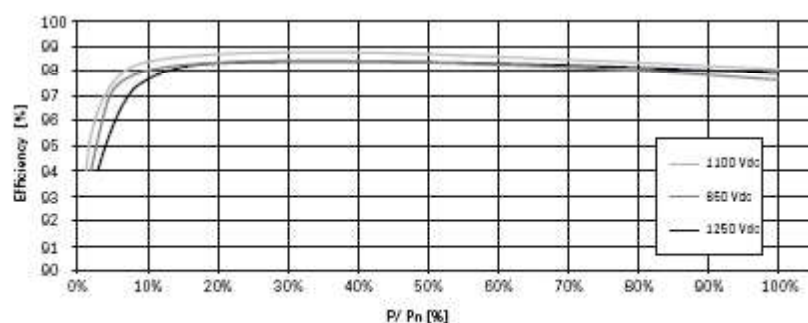
da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

Dati tecnici e modelli	
Modello	PVS-175-TL
Ingresso	
Massima tensione assoluta DC in ingresso ($V_{max,DC}$)	1500 V
Tensione di attivazione DC di ingresso ($V_{act,DC}$)	750 V (850...1000 V)
Intervallo operativo di tensione DC in ingresso ($V_{min,DC} \dots V_{max,DC}$)	0.7 x V_{start} - 1500 V (min 800 V)
Tensione nominale DC in ingresso (V_{nom})	1100 Vdc
Tensione nominale DC in ingresso (P_{nom})	188 000 W @ 30°C - 177 000 kW @ 40°C
Numero di MPPT indipendenti	12
Intervallo MPPT di tensione DC ($V_{min,MPPT} \dots V_{max,MPPT}$) a P_{act}	850, 1350 V
Corrente massima DC di ingresso per ogni MPPT ($I_{max,MPPT}$)	22 A
Massima corrente DC in ingresso (I_{max}) per ogni MPPT	30 A
Numero di coppie di collegamento DC in ingresso per ogni MPPT	2 ingressi DC per MPPT
Tipo di connessione DC	Connettore PV ad innesto rapido ²⁾
Protezioni di ingresso	
Opzione Arc Fault Detection ²⁾	Tipo 1 in accordo alla normativa UL 1680E con capacità di rilevamento per singolo MPPT
Protezione da inversione di polarità	Sì, da sorgente limitata in corrente
Protezione da sovratensione di ingresso per ogni MPPT - varistor	Tipo 2 con monitoraggio (solo per versioni S/S2)
Protezione da sovratensione di ingresso per ogni MPPT - Scaricatore di sovratensione sostituibile	Tipo 2 con monitoraggio (solo per versioni SX/SX2)
Controllo di isolamento campo fotovoltaico (resistenza di isolamento)	In accordo alla normativa IEC 62109-2
Unità di monitoraggio correnti residue (protezione dispersione corrente)	In accordo alla normativa IEC 62109-2
Caratteristiche sezionatore DC per ogni MPPT	20 A/1500 V - 35 A/1250 V - 50 A/1000 V
Portata fusibili	Non applicabile
Monitoraggio della corrente di stringa	A livello MPPT
Uscita	
Tipo di connessione AC alla rete	Trifase 3W+PE
Potenza nominale AC di uscita ($P_{nom,AC}$)	175 000 W @ 40°C
Potenza massima AC di uscita ($P_{max,AC}$)	195 000 W @ 30°C
Potenza apparente massima (S_{max})	195 000 VA
Tensione nominale AC di uscita (V_{nom})	600 V
Intervallo di tensione AC di uscita	(552...960) ³⁾
Massima corrente AC di uscita ($I_{max,AC}$)	134 A
Frequenza nominale di uscita (f)	50 Hz/60 Hz
Intervallo di frequenza di uscita ($f_{min} \dots f_{max}$)	45...55 Hz/55...65 Hz ³⁾
Fattore di potenza nominale e intervallo di regolabilità	> 0.995, 0...1 induttivo/capacitivo con massima S_{max}
Distorsione armonica totale di corrente	< 3%
Massima iniezione di corrente DC (% di In)	< 0.5% In
Diametro esterno massimo cavo AC/polo multiplo	1 x 53 mm (1 x pressacavo M63)
Diametro esterno massimo cavo AC/polo singolo	3 x 32 mm (3 x pressacavo M40)
Tipo di connessioni AC ⁴⁾	Barra prevista per la connessione di portelli con dadi M10
Protezione di uscita	
Protezione anti-islanding	In accordo alla normativa locale
Massima protezione da sovracorrente AC	200 A
Protezione da sovratensione di uscita - dispositivo per protezione da sovratensione sostituibile	Tipo 2 con monitoraggio
Prestazioni operative	
Efficienza massima (η_{max})	98.7%
Efficienza pesata (EURO/CEC)	98.4%
Comunicazione	
Interfaccia di comunicazione integrate	Due porte Ethernet, WLAN ⁵⁾ , RS-485
Interfaccia utente	4 LEDs, interfaccia utente web, Mobile APP
Protocollo di comunicazione	Modbus RTU/TCP (conforme a Sunspec)
Massa in servizio	Interfaccia utente web, Mobile app/APP a livello impianto
Monitoraggio	Plant Portfolio Manager, Plant Wower
Aggiornamento FW	Aggiornamento FW inverter da remoto (tutti i componenti) tramite Ethernet/ Interfaccia WLAN da locale e da remoto
Aggiornamento parametri	Aggiornamento dei parametri dell'inverter (tutti i componenti) tramite Ethernet/interfaccia WLAN da locale e da remoto
Ambientali	
Temperatura ambiente	-25...+60°C/-19...140°F con derating oltre 40°C/133°F
Umidità relativa	4%...100% condensa
Pressione di emissione acustica, tipica	85dB(A) @ 1m
Massima altitudine operativa senza derating	2000 m/6560 ft

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

Dati tecnici e modelli	
Modello	PVS-175-TL
Fieci	
Grado di protezione ambientale	IP 65 (IP64 per sezione di raffreddamento)
Sistema di raffreddamento	Aria forzata
Dimensioni (H x L x P)	867x1086x410 mm/34.2" x 42.8" x 16.5" per modelli -S, -SX 867x1086x450 mm / 34.2"x42.7"x18.0" per modelli -S2, SX2 ~76kg/187.6 lbs per modulo di potenza
Peso	~77kg/180.7 lbs per scatola di cablaggio 163 kg/337.2 lbs per peso totale
Sistema di montaggio	Staffe a parete (solo supporto verticale)
Sicurezza	
Livello di isolamento	Senza trasformatore
Certificazioni	CE
Sicurezza e norma EMC	IEC/EN 62100-1, IEC/EN 62100-2, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 301 490-1, EN 301 490-17, EN 300 328, EN 62311
Norme di connessione alla rete *	CEI 0-16, UTE C 15 712-1, JORDAN IRR-DCC-MV e IRR-TIC, BDEW, VDE-AR-N 4110, VDE-AR-N 4120, PO. 12.3, DRRG D.4
Modelli disponibili	
Modulo di potenza inverter	PVS-175-TL-POWER MODULE
24 canali di ingresso ad innesto rapido (2 per ciascun MPPT) + sezionatori DC + variatore lato DC	WB-S-PVS-175-TL
24 canali di ingresso ad innesto rapido (2 per ciascun MPPT) + sezionatori DC + variatore lato DC + sezionatore AC	WB-S2-PVS-175-TL
24 canali di ingresso ad innesto rapido (2 per ciascun MPPT) + sezionatori DC + SPD Tipo 2 con carbuocce estraibili (DC & AC)	WB-SX-PVS-175-TL
24 canali di ingresso ad innesto rapido (2 per ciascun MPPT) + sezionatori DC + sezionatore AC + SPD Tipo 2 con carbuocce estraibili (DC & AC)	WB-SX2-PVS-175-TL
Opzioni disponibili	
Opzione Arc Fault Detection	Tipo I in accordo alla normativa UL 1689B ® con capacità di rilevamento per singolo MPPT
Piastra AC, Cavi polo singolo	Piastra con 5 pressacavi AC individuali 4 x M40: Ø 10...28mm, 1 x M25: Ø 10...17mm
Piastra AC, Cavi polo multiplo	Piastra con 2 pressacavi AC individuali Opz.1: 1 x M63: Ø 34...45mm, 1 x M25: Ø 10...17mm Opz.2: 1 x M63: Ø 37...53mm, 1 x M25: Ø 10...17mm
Sistema di alimentazione notturna	Funzionamento notturno con capacità di riavvio
Anti-PID ®	In base alla polarizzazione notturna del generatore

Curve di efficienza PVS-175-TL



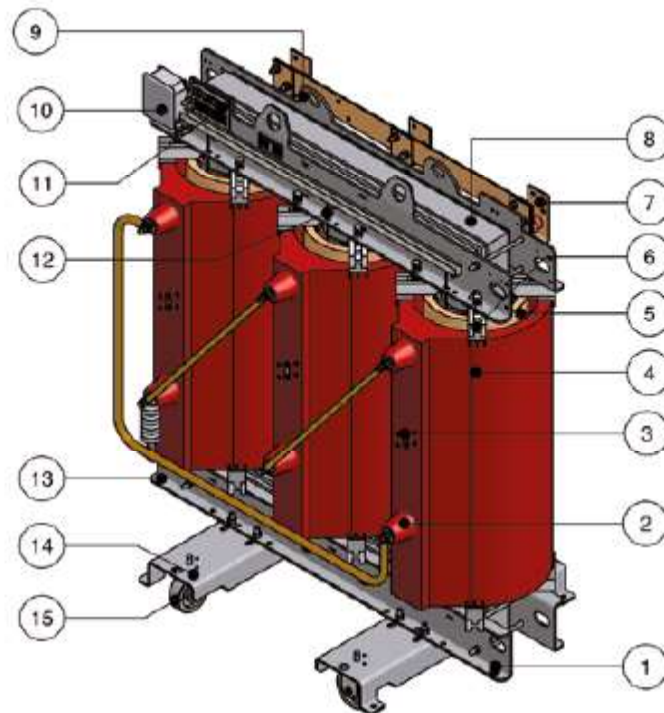
2.3 Trasformatori

I trasformatori di elevazione AT/BT 0,8/36 kV trifase saranno n. 12 della potenza di 4.000 kVA e n.2 AT/BT 0,8/36 kV trifase da 1000 kV.

Ognuno di essi sarà alloggiato all'interno di una cabina di trasformazione compresi i quadri di parallelo inverter BT e i quadri di sezionamento e protezione AT.

Caratteristiche dei trasformatori:

GBE S.p.A - Eco Design



Caratteristiche tecniche

ACCESSORI STANDARD:

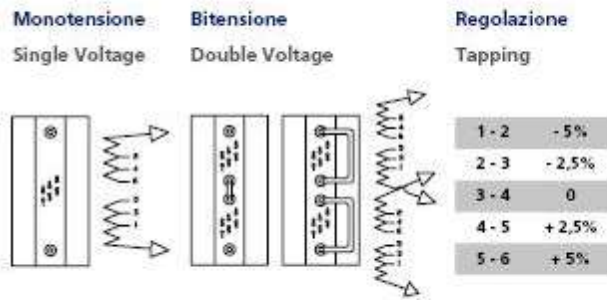
- 1 > Morsetti di terra
- 2 > Isolatori di media tensione
- 3 > Regolazione di media tensione
- 4 > Avvolgimento di media tensione
- 5 > Avvolgimento di bassa tensione
- 6 > Tappi di pressaggio
- 7 > Piatti di uscita bassa tensione
- 8 > Nucleo magnetico
- 9 > Golfari di sollevamento
- 10 > Cassetta di centralizzazione sonde
- 11 > Targa caratteristiche elettriche
- 12 > Termosonde controllo temperatura
- 13 > Serrapacchi
- 14 > Golfari di traslazione
- 15 > Ruote orientabili ortogonalmente

Technical Characteristics

TECHNICAL PARAMETERS:

- 1 > Earthing Terminal
- 2 > Medium Voltage Output Insulator
- 3 > Medium Voltage Regulating Tapping
- 4 > Medium Voltage Windings
- 5 > Low Voltage Windings
- 6 > Windings Pressure Plugs
- 7 > Low Voltage Output Bars
- 8 > Magnetic Core
- 9 > Lifting Eyebolts
- 10 > Centralization Auxiliary Box
- 11 > Data Plate
- 12 > Thermal Sensors
- 13 > Lamination Holder
- 14 > Eyebolts for Horizontal Movement
- 15 > Orthogonal Revolving Wheels

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl



CLASS 36 kV

Power kVA	U _k * %	P ₀ W	P _{cc} * W	I ₀ %	LwA dB(A)	LpA dB(A)	A mm	B mm	C mm	D mm	Wheel mm	Weight Kg
50	6	230	1870	1,4	54	41	1260	670	1525	520	125	850
100	6	320	2250	1	56	43	1290	670	1545	520	125	1020
160	6	460	3190	0,88	57	44	1425	670	1545	520	125	1300
200	6	520	3630	0,85	58	44	1500	820	1600	670	125	1490
250	6	590	4180	0,8	59	45	1500	670	1700	520	125	1670
315	6	710	4980	0,79	60	46	1590	820	1750	670	125	1910
400	6	860	6050	0,78	61	47	1590	820	1850	670	125	2010
500	6	1030	7050	0,76	62	48	1620	820	1880	670	125	2200
630	6	1260	8360	0,75	63	49	1680	820	1980	670	125	2470
800	6	1490	8800	0,71	64	49	1710	1050	2150	820	125	2960
1000	6	1780	9900	0,7	65	50	1830	1050	2300	820	125	3590
1250	6	2070	12100	0,69	67	52	1860	1000	2360	820	150	3890
1600	6	2530	14300	0,67	68	53	2010	1050	2500	820	150	4860
2000	6	2990	17600	0,65	72	56	2100	1300	2595	1070	200	5860
2500	6	3560	20900	0,62	73	57	2250	1300	2625	1070	200	7160
3150	6	4370	24200	0,6	76	60	2340	1300	2805	1070	200	8610
4000	7	6300	26900	0,61	84	68	2520	1300	2835	1070	200	9650
5000	8	6900	35000	0,61	86	70	2610	1300	2835	1070	200	10770

* Dati riferiti a 120°C a tensione nominale / Data referred to 120°C at rated voltage.

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

POTENZA DI RIFASAMENTO DEL TRASFORMATORE A VUOTO / REACTIVE POWER CORRECTION FACTOR:

CLASSE / CLASS:	12 kV		24 kV		36 kV	
Potenza (kVA) Power (kVA)	Potenza magnetizzante (kVAR) Reactive Power (kVAR)	Potenza di rifasamento (kVAR) Power Factor (kVAR)	Potenza magnetizzante (kVAR) Reactive Power (kVAR)	Potenza di rifasamento (kVAR) Power Factor (kVAR)	Potenza magnetizzante (kVAR) Reactive Power (kVAR)	Potenza di rifasamento (kVAR) Power Factor (kVAR)
50	0,5	1	0,6	1	0,7	1
100	0,8	1	0,9	1	1	1
160	1,1	2	1,2	2	1,4	2
200	1,3	2	1,4	2	1,7	2
250	1,5	2	1,7	2	2	2
315	1,9	2	2,1	3	2,5	3
400	2,4	3	2,6	3	3,1	4
500	2,9	3	3,2	4	3,8	4
630	3,6	4	4	4	4,7	5
800	4,4	5	4,8	5	5,7	6
1000	5,4	6	5,9	6	7	7
1250	6,6	7	7,3	8	8,6	9
1600	8,2	9	9	9	10,7	11
2000	9,9	10	10,9	11	12,9	13
2500	12	12	13,2	14	15,6	16
3150	14,6	15	16,1	17	19	19
4000	18,6	19	20,5	21	24,2	25
5000	23,3	24	25,6	26	30,3	31

Utilizzando batterie di condensatori standard (Qn = 10 kVAR x Un = 440 V) ricordiamo la seguente formula:

$$Q_u = Q_n \times \frac{U_u^2}{U_n^2}$$

Dove:

- Qu = potenza reattiva ottenuta
- Uu = tensione secondaria trasformatore
- Qn = potenza reattiva nominale del condensatore
- Un = tensione nominale del condensatore

Using standard condensers batteries (Qn = 10 kVAR; Vn = 440 V) We remind you the following formula:

$$Q_u = Q_n \times \frac{U_u^2}{U_n^2}$$

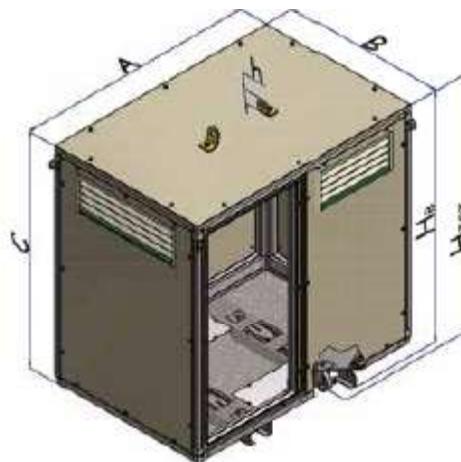
Where:

- Qu = reactive power obtained
- Uu = secondary power of the transformer
- Qn = reactive nominal power of the condenser
- Un = nominal voltage of the condenser

TIPO AL / TYPE AL:

Cassonetto con struttura portante in profili di alluminio anodizzato con pannelli e tetto rimovibili in lamiera verniciata di spessore 15/10.

Housing with anodised aluminium standards and removable lid and panels made of coated sheet steel 15/10 thick.



IP21 - IP31	POWER kVA	EXTERNAL DIMENSION							WEIGHT Kg
		A mm	B mm	C mm	HB mm	H TOT mm	h mm	I/D* mm	
B	315-630	1750	1200	1680	1770	1850	110	670/125	300
C	800-1000	1950	1400	1900	1980	2050	110	820/125	410
D	1250-1600	2270	1550	2330	2450	2500	150	820/150	580
E	2000-3150	2500	1700	2530	2650	2750	150	1070/200	730
F	4000-5000	2950	1750	2780	2900	3020	150	1070/200	840

* Distance between wheel / wheel.

- Simbolo di collegamento ΔYn 11
- Collegamento primario stella + neutro

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

- Collegamento secondario triangolo
- Classe ambientale E2
- Classe climatica C2
- Comportamento al fuoco F1
- Classe di isolamento primarie e secondarie F/F
- Temperature ambiente max. 40°C
- Installazione interna
- Tipo raffreddamento aria naturale
- Altitudine sul livello del mare ≤ 1000 m
- Livello scariche parziali ≤ 5 pC

2.4 Strutture di supporto

Per quanto riguarda la sistemazione e l'ancoraggio dei moduli costituenti il generatore agrivoltaico, è previsto l'utilizzo di un sistema di supporto modulare, sviluppato al fine di ottenere un'alta integrazione estetica ad elevata facilità di impiego e di montaggio dei moduli fotovoltaici incorniciati, realizzati in profilati di alluminio e bulloneria in acciaio.

Le strutture di sostegno ipotizzate hanno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in CLS, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva; inoltre, le strutture, per come dimensionate nei calcoli effettuati, sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve (per il sito di Caltanissetta (CL)) e altri carichi accidentali.

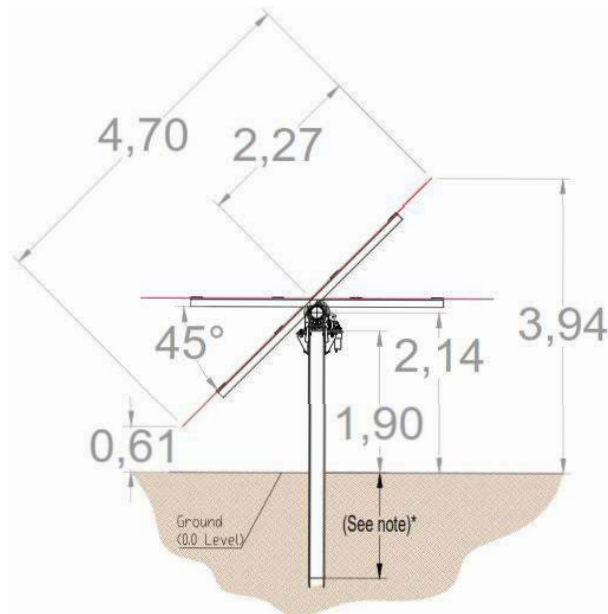
In particolare nel parco agrivoltaico verranno utilizzate due tipologie di strutture: fisse di tipo a “Vela” e strutture di tipo tracker

Trackers

Le strutture di sostegno ipotizzate hanno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in CLS, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva; inoltre, le strutture, per come dimensionate nei calcoli effettuati, sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve (per il sito di Caltanissetta (CL)) e altri carichi accidentali.

Il supporto del pannello, di cui viene riportato il prospetto laterale nella figura sottostante, è costituito da un unico piede alto 1,90 metri, inclinato verso sud di 1° , mentre l'asse orizzontale nord sud ruota durante l'arco del giorno da -45° a $+45^\circ$ in modo tale che il punto più basso del pannello disti 61 cm da terra e viceversa circa 394 cm nel punto più alto.

La lunghezza del tratto infisso dei pali è stata assunta pari a circa 1,80-2,00 metri. Opportune prove di estrazione e carico preventive potranno poi essere realizzate in sito ai fini della progettazione esecutiva dell'impianto e dell'ottimizzazione delle strutture di fondazione



Struttura di supporto Tracker dei pannelli fotovoltaici

Ciascuna delle file di moduli fotovoltaici risulterà sorretta da quattro profili trasversali in alluminio i quali, a loro volta, saranno vincolati al telaio sottostante per mezzo di opportuni ganci.

Le strutture che sostengono i moduli fotovoltaici verranno posizionate in file contigue, compatibilmente con le caratteristiche piano altimetriche puntuali del terreno; la distanza tra le file è stata valutata, al fine di evitare mutui ombreggiamenti tra i moduli, di circa 8,25 m agli assi.

Le strutture di supporto dei moduli rispettano le disposizioni prescritte dalle Norme CNR-UNI, circolari ministeriali, etc. riguardanti le azioni dei fenomeni atmosferici, e le Norme vigenti riguardanti le sollecitazioni sismiche.

Logistica

- Alto grado di prefabbricazione
- Montaggio facile e veloce
- Componenti del sistema perfettamente integrati

Materiali

- Materiale interamente metallico (alluminio/inox) con notevole aspettativa di durata
- Materiali altamente riciclabili
- Aspetto leggero dovuto alla forma dei profili ottimizzata

Costruzione

- Nessun tipo di fondazioni per la struttura;

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

- Facilità di installazione di moduli laminati o con cornice
- Possibilità di regolazione per terreni accidentati
- Facile e vantaggiosa integrazione con un sistema parafulmine

Calcoli statici

- Forza di impatto del vento calcolata sulla base delle più recenti e aggiornate conoscenze scientifiche e di innovazione tecnologiche
- Traverse rapportate alle forze di carico
- Ottimizzazione di collegamento fra i vari elementi

Nell’elaborato specifico vengono riportate pianta, prospetto e sezioni della struttura di supporto. Di seguito si riportano delle rappresentazioni della struttura di supporto.



da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl



Fotografie con la rappresentazione tipo della struttura di supporto



Fotografia tipo dell'impianto con la viabilità interna

2.5 Cavi e quadri di campo

2.5.a Cavi

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e i relativi inverter sono previsti conduttori di tipo SOLAR in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia.

Caratteristiche tecniche:

- Conduttore: alluminio, formazione flessibile cl. 5
- Isolante: miscela LSOH di gomma reticolata speciale di qualità G21
- Guaina esterna: miscela LSOH di gomma reticolata speciale di qualità M21
- Max. tensione di funzionamento 1,8 kV cc Tensione di prova 4kV, 50Hz, 5min.
- Intervallo di temperatura da - 40°C a +90°C
- Durata di vita attesa pari a 30 anni in condizioni di stress meccanico, esposizione a raggi UV, presenza di ozono, umidità, particolari temperature.
- Verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma IEC 60216
- Resistenza alla corrosione
- Ampio intervallo di temperatura di utilizzo
- Resistenza ad abrasione
- Ottimo comportamento del cavo in caso di incendio: bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi
- Resistenza ad agenti chimici
- Facilità di assemblaggio
- Compatibilità ambientale e facilità di smaltimento.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%. La portata dei cavi (I_z) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Cavo di collegamento dei moduli di stringa:

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

S=6 mm² Iz (60C°) = 56,00A

Cavi di collegamento delle stringhe alle porte DC Parallelo, quest'ultime meccanicamente connesse all'inverter:

S=10mm² Iz (60C°) = 78,40A

S=16 mm² Iz (60C°) = 105,6 A

S=25 mm² Iz (60C°) = 140,80A

S=35 mm² Iz(60C°) = 174,40A

S= 50 mm² Iz(60C°) = 220,80A

S=70 mm² Iz(60C°) = 277,60 A

S=95 mm² Iz(60C°) = 332,80 A

S=120 mm² Iz(60C°) = 390,40 A

Altri cavi

Cavi di media tensione: ARG7H1RNR - 18/30 kV

Cavi di potenza AC: FG16OH2R16/1,5 kV

Cavi di alimentazione AC: ARG16OR16

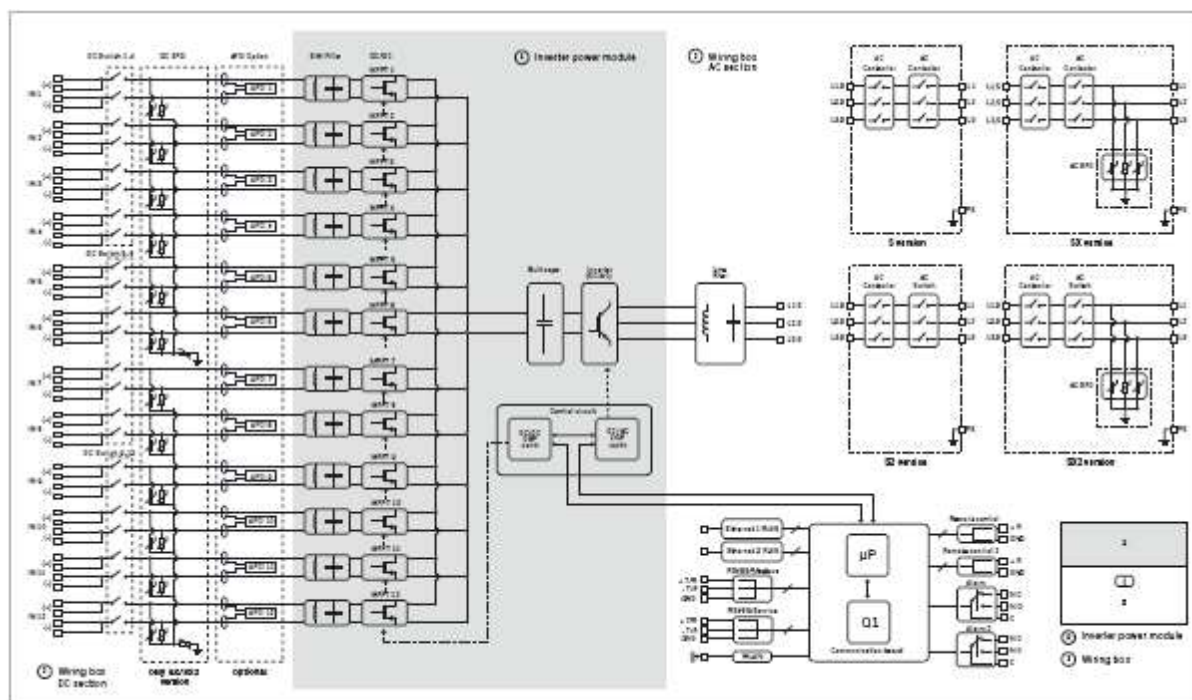
Cavi di comando: ARG16OR16

Cavi di segnale: FG16OH2R16

Cavi di bus: speciale MOD BUS / UTP CAT6 ethernet

2.5.b Quadro di parallelo stringa

I quadri necessari per la realizzazione del parallelo delle stringhe sono contenuti nello stesso inverter ed hanno anche la funzione di sezionare localmente le stringhe di moduli fotovoltaici costituenti il campo e attraverso sistema di monitoraggio delle correnti di stringa, di cui sono equipaggiati, di rilevare eventuali anomalie sulle stringhe:



Esse disporranno al loro interno dell’elettronica necessaria per il cablaggio nonché protezione contro scariche provocate da fulmini e rotture dei moduli stessi. Dagli inverters partiranno i cavi di collegamento (rivestiti in pvc o in gomma) fino alla cabina di trasformazione in cui sono contenuti gli interruttori che formeranno il quadro di parallelo degli inverters.

Le cassette di parallelo stringhe interne a ciascun inverter presentano le seguenti caratteristiche:

- sistema di comunicazione seriale completamente integrato con il sistema di telecontrollo, con segnalazione di allarme in caso di perdita di comunicazione;
- misura della corrente di ogni singola stringa;
- rilevazione del *mismatch* e perdita di performance;
- antifurto 24/24 h a misura di impedenza di stringa (opzionale);
- allarmi di apertura stringa e scarsa performance delle stringhe;
- due misure ambientali indipendenti (es. irraggiamento, temperatura, direzione velocità del vento);
- autodiagnostica avanzata;
- contatto di segnalazione stato dell’interruttore DC;
- cassetta di parallelo stringhe con grado di protezione IP65;
- connettori *multicontact* di serie;
- interruttore DC sottocarico;
- scatola in policarbonato ignifuga e resistente ai raggi UV;
- fusibili installabili anche sul polo negativo, utilizzando le cassette di espansione fusibili fuse box (opzionale).

Sempre sull'inverter sono presenti le Protezioni di Sovratensione costituite dalla connessione a Y di due SPD (*Surge Protective Device*) a vari store connessi tra i poli del campo agrivoltaico e una SPD (*Surge Protective Device*) spinterometrico tra punto comune a terra. L'SPD è un dispositivo di protezione da sovratensioni di classe II dotato di contatto di telesegnalazione. I dispositivi di protezione sono del tipo a innesto in modo da agevolare la sostituzione degli SPD a seguito di un guasto.

2.5.c Quadro di parallelo BT

Saranno impiegati quadri elettrici in BT realizzati in lamiera di acciaio verniciata e di dimensioni adeguate secondo la normativa Norme CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) e con grado di protezione adeguato al locale cabina in cui è prevista l'installazione. La parte anteriore dei quadri elettrici sarà accessibile, a mezzo sportello in metallo con chiave di sicurezza, con gli interruttori ben visibili in caso di emergenza. Gli accessori di fissaggio, le staffe di fissaggio dei profili ad Ω i profilati ad Ω per il fissaggio a scatto degli interruttori ed i telai interni saranno costruiti in acciaio zincato e passivato.

2.6 Quadro AT

Saranno impiegati scomparti normalizzati di tipo protetto *metal enclosed*, che possono essere affiancati per formare quadri di distribuzione e trasformazione fino a 36 kV. Le dimensioni contenute consentono di occupare spazi decisamente ridotti, la modularità permette di sfruttare al massimo gli spazi disponibili.

Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediscono errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Gli scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento dell'impianto di messa a terra.

2.7 Correnti circolanti nell'impianto

Di seguito si fornisce una tabella riassuntiva delle correnti massime circolanti nelle varie zone dell'impianto per le cabine da 4 MVA (fatta eccezione per quelle ritenute trascurabili).

Tipologia corrente	I[A]
Correnti all'impianto dati	trascurabili
Correnti ai sistemi di sicurezza	trascurabili
Corrente max illuminazione perimetrale	32
Corrente BT cc ingresso inverter	183,2
Corrente BT ac uscita inverter	126
Corrente BT ac totale ingresso trasformatore da 4000 MVA	2.908
Corrente AT in uscita da cabina di trasformazione di 4000kVA	64

2.8 Sistemi ausiliari

2.8.a Sorveglianza

L'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un sistema di Sistema integrato Anti-intrusione composto da:

- minimo n. 190 telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 40 m circa;
- Cavo alfa con anime magnetiche, collegato a sensori microfonic, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- Barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina e del cancello di ingresso;
- n. 1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alla cabina;
- n.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

Il cavo alfa sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di

scavalco o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina.

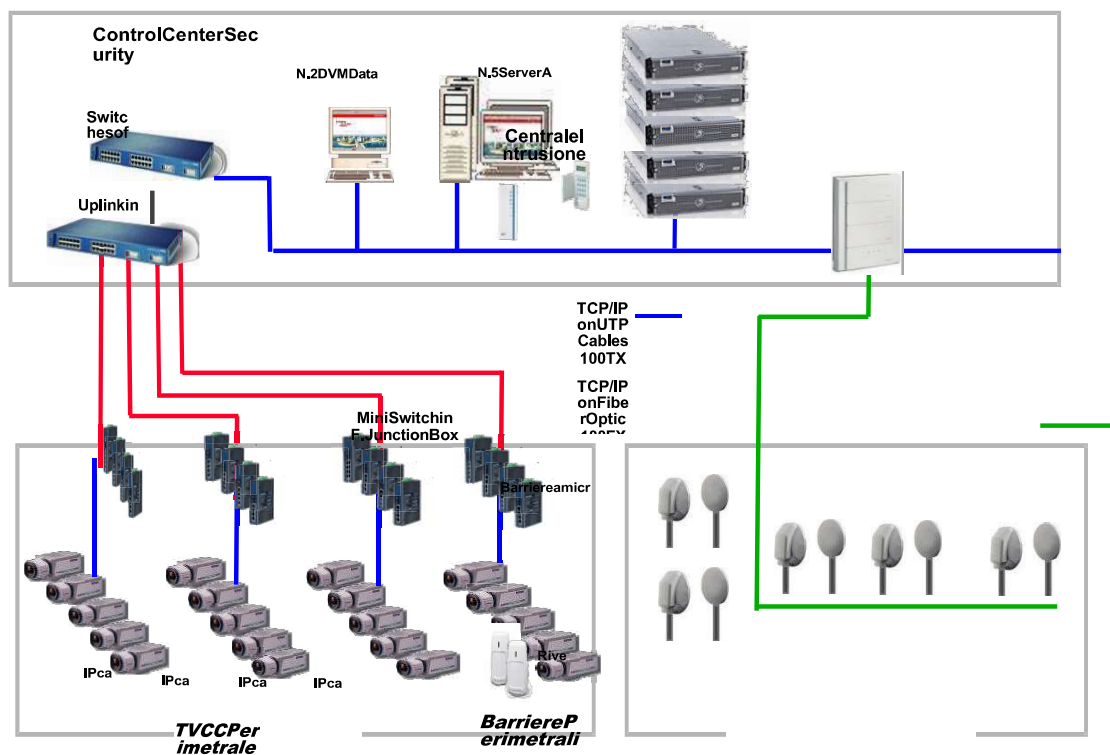
Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alla cabina elettrica e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione, da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna GSM.

Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.

Lo schema a blocchi dell'impianto è il seguente.



Schema del sistema di sorveglianza

2.8.b Illuminazione

L'impianto di illuminazione esterno sarà costituito da 2 sistemi:

- Illuminazione perimetrale

- Illuminazione esterno cabina

Tali sistemi sono di seguito brevemente descritti.

Illuminazione perimetrale

- Tipo lampada: a led, Pn= 115 W ;
- Tipo armatura: proiettore direzionabile;
- Numero lampade: 190;
- Numero pali: 190;
- Funzione: illuminazione stradale notturna e anti-intrusione ;
- Distanza media tra i pali: circa 40 m.

In fase di progetto esecutivo potranno essere apportati miglioramenti ai rapporti tra gli illuminamenti minimi e massimi e l'illuminamento medio.

Illuminazione esterno cabina

- Tipo lampade: Led 50W;
- Tipo armatura: corpo Al pressofuso, forma ogivale;
- Numero lampade: 4;
- Modalità di posa: sostegno su tubolare ricurvo aggraffato alla parete;
- Posizione agli angoli di cabina;
- Funzione: illuminazione piazzole per manovre e sosta.

3 SICUREZZA ELETTRICA

3.1 Protezione dalle sovracorrenti

La protezione contro le sovracorrenti sarà assicurata secondo le prescrizioni della Norma CEI 64-8. In particolare sarà assicurato il coordinamento tra i cavi e i dispositivi di massima corrente installati, secondo le seguenti regole:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_{cc}^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

I_b = corrente di impiego del cavo

I_n = corrente nominale dell'interruttore

I_z = portata del cavo

I_{cc} = corrente di cortocircuito

t = tempo di intervento dell'interruttore

K = coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del cavo

S = sezione del cavo

3.2 Protezione contro i contatti diretti

Le varie sezioni dell'impianto sono costituite da sistemi di Categoria I. Non essendo presenti circuiti a bassissima tensione di sicurezza (SELV) né a bassissima tensione di protezione (PELV), la protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento completo delle parti attive, sia per la sezione in corrente continua che per quella in corrente alternata.

3.3 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata mediante:

- messa a terra delle masse e delle masse estranee;
- scelta e coordinamento dei dispositivi di interruzione automatici della corrente di guasto, in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8;
- ricerca ed eliminazione del primo guasto a terra.

In particolare, l'impianto rientra nei sistemi di tipo “TN”, saranno installati interruttori differenziali tali da garantire il rispetto della seguente relazione nei tempi riportati in tabella I:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

dove:

- Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n}$.
- U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase –terra) in Volt

Tempi massimi di interruzione per sistemi TN

$U_0(V)$	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo agrivoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantito dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità ogni inverter sarà munito di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

4 COLLEGAMENTO ALLA RETE TRASMISSIONE NAZIONALE

I criteri e le modalità per la connessione alla RTN saranno conformi a quanto prescritto dalle normative CEI 11-20, CEI 0-16, CEI 82-25 e dalle prescrizioni TERNA (TICA), per clienti produttori dotati di generatori che entrano in parallelo continuativo con la rete elettrica.

Il parco fotovoltaico, oggetto della presente relazione, sarà costituito da n. 14 sottocampi di cui 12 di potenza pari a 4.025 kWac e n.2 sottocampi da 850 kWac. Ogni sottocampo da 4.025 kWac sarà realizzato da n. 23 inverter da 175 kWac effettivi collegati in parallelo mentre quelli da 850 kWac saranno realizzati da n.5 inverter sempre da 175 kWac di cui uno caricato a 150 kWac; a ciascun inverter verranno collegati n. 300 moduli da 615 Wp in monocristallino. Gli inverter di ciascun sottocampo, appartenenti alla stessa area, saranno collegati ad un quadro di parallelo posto in un box cabina di trasformazione al cui interno sarà presente un trasformatore in resina 0,8/36 kV/kV che innalzerà la tensione da 800V a 36 kV.

I sottocampi, raggruppati tramite collegamento in tubo interrato in AT 36 kV, saranno connessi con la configurazione in entra ed esci e faranno capo ad una Cabina di Raccolta da dove si dipartirà il cavo in AT a 36 kV che si andrà a collegare in antenna 36 kV con la sezione 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra –esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaramonte Gulfi – Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo Terna, cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Caltanissetta.

Per le modalità di scambio di energia fra la rete in AT la potenza massima di progetto conferibile in rete pubblica sarà pari a 50,00 MW.

L'impianto di connessione sarà equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli: dispositivo generale; dispositivo di interfaccia; dispositivo del generatore. Al dispositivo generale + interfaccia non può essere infatti associata anche la funzione di dispositivo di generatore; questo significa che fra la generazione e la rete TERNA saranno sempre presenti interruttori in serie tra loro.

4.1 Dispositivo Generale

Il dispositivo generale sarà costituito da un interruttore in esecuzione estraibile con sganciatore di apertura oppure interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare a valle del trasformatore di utenza.

4.2 Dispositivi di Interfaccia e Collegamento alla Rete

Il dispositivo di interfaccia (DI) determina la sconnessione dell'impianto di generazione in caso di mancanza di tensione sulla rete di trasmissione nazionale.

La protezione di interfaccia, agendo sull'omonimo dispositivo, sconnette l'impianto di produzione dalla rete TERNA evitando che:

- in caso di mancanza dell'alimentazione TERNA, il Cliente Produttore possa alimentare la rete TERNA stessa;
- in caso di guasto sulla rete TERNA, il Cliente Produttore possa continuare ad alimentare il guasto stesso inficiando l'efficacia delle richiuse automatiche, ovvero che l'impianto di produzione possa alimentare i guasti sulla rete TERNA prolungando nel tempo di estinzione e pregiudicando l'eliminazione del guasto stesso con possibili conseguenze sulla sicurezza;
- in caso di richiuse automatiche o manuali di interruttori TERNA, il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete TERNA con possibilità di rotture meccaniche.

Le protezioni di interfaccia sono costituite essenzialmente da relè di frequenza, di tensione ed, eventualmente, di massima tensione omopolare

PROTEZIONE
Massima tensione
Minima tensione
Massima frequenza
Minima frequenza
Massima tensione omopolare V_o

Per la sicurezza dell'esercizio della Rete di Trasmissione Nazionale è prevista la realizzazione di un ricalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia.

Il ricalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro organo di manovra. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0.5s, che agirà sul dispositivo di protezione lato MT del trasformatore di utenza. Il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia. In caso di mancata apertura di uno degli stalli di produzione il Dispositivo di Interfaccia comanda l'apertura del Dispositivo Generale che distacca l'impianto agrivoltaico dalla rete di TERNA, contestualmente a questa situazione tutti i Servizi Ausiliari rimangono alimentati dall'UPS.

4.3 Dispositivo del Generatore

Il dispositivo del generatore è costituito da interruttore o contattore installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione. In condizioni di "aperto", il dispositivo del generatore separa il gruppo dal resto dell'impianto.

4.4 Gruppi di Misura

In un impianto agrivoltaico collegato in parallelo con la rete è necessario misurare:

- l'energia prelevata/immessa in rete;

- l'energia fotovoltaica prodotta.

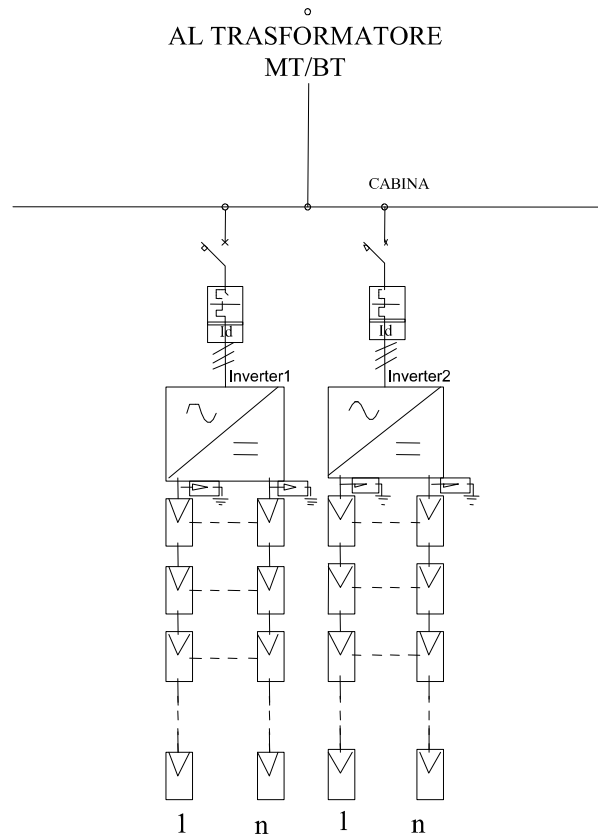
L'impianto agrivoltaico in esame essendo costituito da 14 campi avrà quattordici gruppi di misura dell'energia prodotta, collocati il più vicino possibile al parallelo degli inverter, concordati anche con il GSE. Il gruppo di misura, ad inserzione indiretta con TA e TV, dell'energia prelevata/immessa in rete sarà ubicato nel locale misure della cabina di consegna a valle del Dispositivo Generale.

I sistemi di misura dell'energia elettrica saranno in grado di rilevare, registrare e trasmettere dati di lettura, per ciascuna ora, dell'energia elettrica immessa/prelevata o prodotta in rete nel punto di installazione del contatore stesso.

I sistemi di misura saranno conformi alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI, in particolare saranno dotati di sistemi meccanici di sigillatura che garantiranno manomissioni o alterazioni dei dati di misura.

5 SCHEMA DI COLLEGAMENTO

La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli, compatibile con le caratteristiche dei componenti riassunte nei precedenti paragrafi, è riportata nello schema seguente.



schema unifilare di principio dell'impianto agrivoltaico

6 OPERE CIVILI

6.1 Strutture di supporto dei moduli

Le strutture di sostegno ipotizzate hanno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in CLS, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva; inoltre, come certificato dal costruttore, le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali. Per i dettagli si veda il paragrafo 2.4

6.2 Cabine elettriche

Le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibiti a locali per la posa dei quadri, del trasformatore, delle apparecchiature di telecontrollo, di consegna e misura.

Esse verranno realizzate con struttura prefabbricata con vasca di fondazione.

Le cabine elettriche di trasformazione, situate all'interno del campo agrivoltaico come da planimetrie allegate, saranno composte da tre sezioni e conterranno:

- 1 vano per quadri di parallelo inverter;
- 1 vano trasformatore AT/BT;
- 1 vano per la protezione lato MT del trasformatore.

Ciascuna cabina elettrica di trasformazione sarà costituita da tre manufatti affiancati la cui superficie complessiva sarà di circa 45 m² (18,00 x 2,5 metri) aventi un'altezza di 2,60 m, per una cubatura di circa 115 m³.

L'accesso alla cabina elettrica di trasformazione avviene tramite la viabilità interna.

Le strutture previste saranno prefabbricate in c.a.v. monoblocco costituita da pannelli di spessore 80mm e solaio di copertura di 100 mm realizzati con armatura in acciaio FeB44K e calcestruzzo classe Rck400kg/cmq. La fondazione sarà costituita da una vasca prefabbricata in c.a.v. di altezza 50 cm predisposta con forature a frattura prestabilita per passaggio cavi AT/BT.

La rifinitura della cabina comprende:

- impermeabilizzazione della copertura con guaina di spessore 4mm;
- imbiancatura interna con tempera di colore bianco;
- rivestimento esterno con quarzo plastico;
- impianto di illuminazione;
- impianto di terra interno realizzato con piattina in rame 25x2 mm;
- fornitura di 1 kit di Dispositivi di Protezione Individuale;

- porte metalliche di mm 1200 x 2300 con serratura.

La cabina sarà costituita da 3 locali compartimentali adibiti rispettivamente a locale quadro parallelo inverter, locale trasformatore e locale quadri AT.

Il primo locale conterrà il quadro di parallelo inverter; il locale di trasformazione conterrà il trasformatore BT/MT a singolo secondario ed infine il locale quadri MT conterrà la protezione lato MT del trasformatore e gli scomparti di parallelo per il collegamento entra-esce.

Le pareti esterne del prefabbricato verranno colorate in tinta adeguata, per un miglior inserimento ambientale, salvo diversa prescrizione degli Enti preposti, mentre le porte d'accesso e le finestre di aerazione saranno in lamiera zincata verniciata.

La cabina sarà dotata di un adeguato sistema di ventilazione per prevenire fenomeni di condensa interna e garantire il corretto raffreddamento delle macchine elettriche presenti.

La sicurezza strutturale dei manufatti dovrà essere garantita dal fornitore. I relativi calcoli strutturali sono stati eseguiti in conformità alla normativa vigente sui manufatti in calcestruzzo armato.

Per la descrizione particolareggiata del manufatto si rimanda all'elaborato specifico “RS.06.EPD.0023.A.0.Cabina AT di parallelo”.

Nel parco agrivoltaico sarà realizzata altresì una sottostazione di raccolta AT, che raccoglierà tutti i cavi provenienti dalle cabine di trasformazione AT/BT e convoglierà l'energia prodotta dall'impianto, tramite un elettrodotto interrato in alta tensione (AT), alla stazione di utenza e da qui immessa sulla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Tutti gli edifici suddetti saranno dotati di impianto elettrico realizzato a norma secondo D.M. 37/08. L'accesso alle cabine elettriche avviene tramite la viabilità interna.

La sistemazione di tale viabilità (percorsi di passaggio tra le strutture), sarà realizzata in materiale stabilizzato permeabile. La dimensione delle strade è stata scelta per consentire il passaggio di mezzi idonei ad effettuare il montaggio e la manutenzione dell'impianto.

I cavi elettrici BT dell'impianto e i cavi di collegamento MT delle cabine di trasformazione alla cabina di consegna saranno sistemati in appositi cunicoli e cavidotti interrati.

Nessuna nuova viabilità esterna sarà realizzata essendo l'area già servita da infrastrutture viarie, benché le strade adiacenti all'impianto dovranno essere adeguate per consentire il transito di mezzi idonei ad effettuare sia il montaggio che la manutenzione dell'impianto.

Le restanti aree del lotto (aree tra le stringhe e sotto le strutture di supporto) saranno piantumate con essenze foraggere leguminose eventualmente in associazione con graminacee.

7 GESTIONE IMPIANTO

L'impianto agrivoltaico non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto.

La centrale, infatti, verrà esercita, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto, o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche.

Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

- Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;
- Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete *Data-Logger* montata a bordo degli inverter.

Il sistema di controllo con software dedicato, permetterà l'interrogazione in ogni istante dell'impianto, al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le eventuali anomalie di funzionamento.

Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

- Potenze dell' inverter;
- Tensione di campo dell' inverter;
- Corrente di campo dell' inverter;
- Radiazioni solari;
- Temperatura ambiente;
- Velocità del vento;
- Letture dell'energia attiva e reattiva prodotte.

La connessione tra gli inverter e il PC avverrà tramite un box acquisizione (convertitore USB/RS 485 MODBUS)

8 CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI AT

I conduttori utilizzati nell’impianto in oggetto avranno le seguenti caratteristiche tecniche.

8.1 Cavi AT

I cavi per le linee AT a 36 kV avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- Designazione: ARG7H1RNR
- Grado di isolamento: 36/43 kV
- Tensione nominale: 36 kV
- Conduttori a corda rigida compatta di alluminio
- Formazioni: come da progetto
- Sezioni: come da progetto

8.2 Normativa di riferimento

È richiesta la totale rispondenza alle normative EC 794-1 di seguito elencate:

- E1, E3, E4, E6, E7, E11, F1;
- F5 con riferimento alla possibilità del fornitore, di potere seguire la prova che dimostri che la penetrazione all'acqua, con 0,1 bar di pressione, sia inferiore ad 1 metro in 14 giorni.

Su richiesta del committente, il costruttore deve poter effettuare presso i propri stabilimenti o Istituti riconosciuti, tutti i test sopra prescritti.

8.3 GIUNZIONI, TERMINAZIONI ED ATTESTAZIONI

8.3.a Giunzione cavi AT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo AT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Convenzionalmente si definisce “giunzione” la giunzione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti. Tutti i materiali occorrenti e le attività di giunzione sono a carico dell’Appaltatore.

Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti.

L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'Appaltatore, l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

8.3.b Terminazione ed attestazione cavi AT

Tutti i cavi AT posati in impianto dovranno essere terminati da entrambe le estremità.

I terminali adatti ai tipi di cavi adottati verranno forniti in conto lavorazione dalla ditta appaltatrice incaricata dei lavori.

L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

Convenzionalmente si definiscono “terminazioni” e “attestazioni” la terminazione ed attestazione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, l'Appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta ad identificare: Appaltatore, Esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T).

I cavi per l'impianto di alta tensione a 36 kV saranno in alluminio di tipo unipolare schermati armati quindi oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo. Tale armatura, che rimane esterna rispetto al terminale, sarà messa a terra in uno dei seguenti modi:

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

- tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;
- tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all’armatura la codetta di un cavo di rame;
- tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l’armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).

La messa a terra dovrà essere effettuata da entrambe le parti del cavo. Tale messa a terra sarà connessa insieme alla messa a terra dello schermo. Il cavo di rame per la messa a terra sia dell’armatura che dello schermo deve avere una sezione di 35 mm².

8.4 MODALITA’ DI POSA

8.4.a Generalità

Tutte le linee elettriche ed in fibra ottica oggetto della presente committenza saranno posate in cavidotti direttamente interrati o, dove indicato, posati all’interno di tubi. Il tracciato dei cavidotti è riportato nel documento di progetto.

I cavi elettrici, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali o alla quota del piano di campagna, saranno posati negli scavi a varie profondità come indicato negli elaborati relativi. I cavi saranno posati entro tubazioni in PVC (corrugati) poggiati sopra uno strato di materiale sabbioso (pezzatura massima: 5 mm) di altezza di 10 cm, lo scavo sarà poi riempito con materiale di risulta e chiuso con uno strato di inerte a granulometria variabile che raccorderà lo scavo con il piano di campagna. Un nastro segnalatore sarà immerso nel rimanente volume dello scavo riempito con materiale arido.

La posa dei conduttori si articolerà quindi essenzialmente nelle seguenti attività:

- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità come indicata nel documento di progetto;
- posa dei corrugati;
- posa dei conduttori e/o fibre ottiche. Particolare attenzione dovrà essere fatta per l’interramento della corda di rame che costituisce il dispersore di terra dell’impianto; infatti questa dovrà essere interrata in uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm nelle posizioni indicate dal documento di progetto;
- reinterro parziale con sabbia vagliata;
- reinterro con terreno di scavo;

- inserimento nastro per segnalazione tracciato;
- colmatura con inerte di cava.

Le ulteriori prescrizioni per le opere di tipo civile sono riportate nel capitolato delle opere civili; comunque la posa dovrà essere eseguita a regola d'arte nel rispetto delle normative vigenti.

8.4.b Modalità di posa dei cavi AT a 36 kV

Nella posa dei cavi aT dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

- tracciato delle linee: il tracciato delle linee di media tensione dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto. In particolare il tracciato dovrà essere il più breve possibile e parallelo al fronte dei fabbricati dove presenti.

- posa diretta in trincea:

la posa del cavo può essere effettuato secondo i due metodi seguenti:

- a bobina fissa:

da adottare quando il percorso in trincea a cielo aperto è intercalato con percorsi in tubazioni e quando il percorso è prevalentemente rettilineo o con ampi raggi di curvatura. La bobina deve essere posta sull'apposito alza bobine, con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse mediano della trincea e in modo che si svolga dal basso. Sul fondo della trincea devono essere collocati, ad intervalli variabili in dipendenza del diametro e della rigidità del cavo, i rulli di scorrimento. Tale distanza non deve comunque superare i 3 metri.

- a bobina mobile:

da adottare quando il percorso si svolge tutto in trincea a cielo aperto. Il cavo deve essere steso percorrendo con il carro porta bobine il bordo della trincea e quindi calato manualmente nello scavo. L'asse del cavo posato nella trincea deve scostarsi dall'asse della stessa di qualche centimetro a destra e a sinistra seguendo una linea sinuosa, al fine di evitare danno se sollecitazioni dovute all'assestamento del terreno.

- temperatura di posa: per tutto il tempo di installazione dei cavi, la temperatura degli stessi non deve essere inferiore a 0°C
- sforzi di tiro per la posa: durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro che devono essere applicati ai cavi non devono superare i 60 N/mm² di sezione totale per i conduttori in rame e i 50 N/mm² di sezione totale per i conduttori in alluminio.
- raggi di curvatura: il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a quanto descritto nella seguente tabella:

	Sigle cavi: ARG7H1RNR							
Sezione del cavo unipolare	1x120	1x150	1x185	1x240	1x300	1x400	1x500	1x630
Raggio minimo di curvatura per garantire le caratteristiche elettriche del cavo (cm)	36,2	37,2	39,5	42,7	45,0	48,7	53,2	57,1

- messa a terra degli schermi metallici: lo schermo metallico dei singoli spezzoni di cavo dovrà essere messo a terra da entrambe le estremità della linea. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

9 PROFILI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

9.1 CAMPI ELETTROMAGNETICI DELLE OPERE CONNESSE

9.1.a Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione

Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quel che concerne il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Pertanto nel prosieguo si esporranno i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

Nel complesso l'impianto agrivoltaico in progetto è costituito da due gruppi di 7 sottocampi, di potenza ciascuno pari a 25 MWac. Viene esaminata come situazione significativa, ai fini del calcolo dell'intensità del campo di induzione magnetica, quella relativa ad uno dei due sottocampi di potenza pari a 25 MWp. In tale situazione i cavi di connessione elettrica saranno composti da una terna elicordata, la quale trasportano verso la stazione Utente una potenza di circa 25 MWac. Il sistema è caratterizzato dalle sezioni tipo riportate nelle seguenti figure:

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

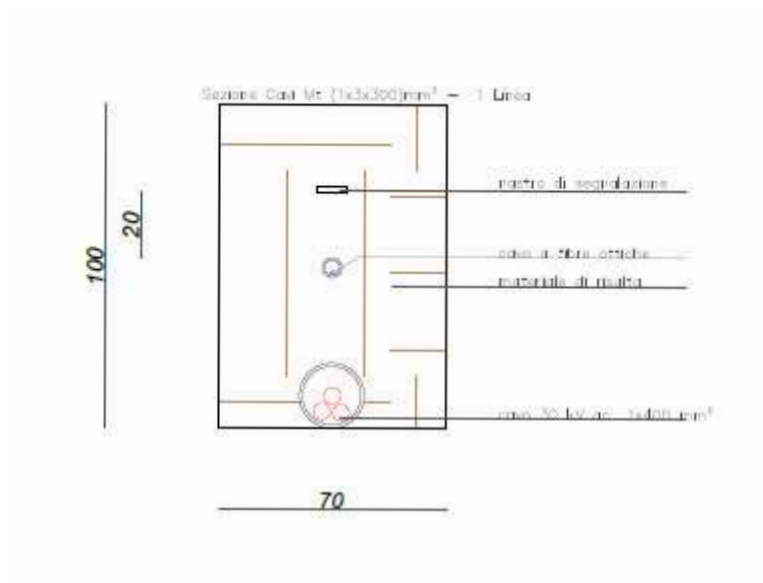


Figura 4: Sezione tipica di posa della linea in cavo

All'interno del cavidotto in esame si trova una terna di cavi MT isolati a 30 kV che trasferisce la potenza del sottocampo di maggiore potenza verso la stazione di utenza.

Per quanto concerne i cavidotti MT, per il collegamento della cabina d'impianto al quadro MT della stazione d'utenza, si prevede l'utilizzo di cavi unipolari di sezione pari a 1x400 mm², elicordati e posati a trifoglio. La corrente massima che può interessare la linea di collegamento MT per l'impianto in oggetto è la seguente:

$$I_{b_max} = \frac{P_{max}}{\cos \varphi \sqrt{3} V_n} = \frac{25 \cdot 10^6}{0,95 \cdot \sqrt{3} \cdot 36 \cdot 10^3} = 422,5 \text{ A}$$

Nel calcolo, essendo il valore della induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede, come detto, una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1 m, con un valore di corrente pari a 490 A, pari alla portata massima della linea elettrica in cavo, per la condizione di posa scelta, secondo la Norma CEI 20-21.

Ai fini di calcolo cautelativo è stata scelta la configurazione dell'elettrodotta in assenza di schermature e distanza minima dei conduttori dal piano viario. Il calcolo è stato effettuato a differenti altezze.

Nella seguente figura è riportato l'andamento dell'induzione magnetica per una sezione trasversale a quella di posa.

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

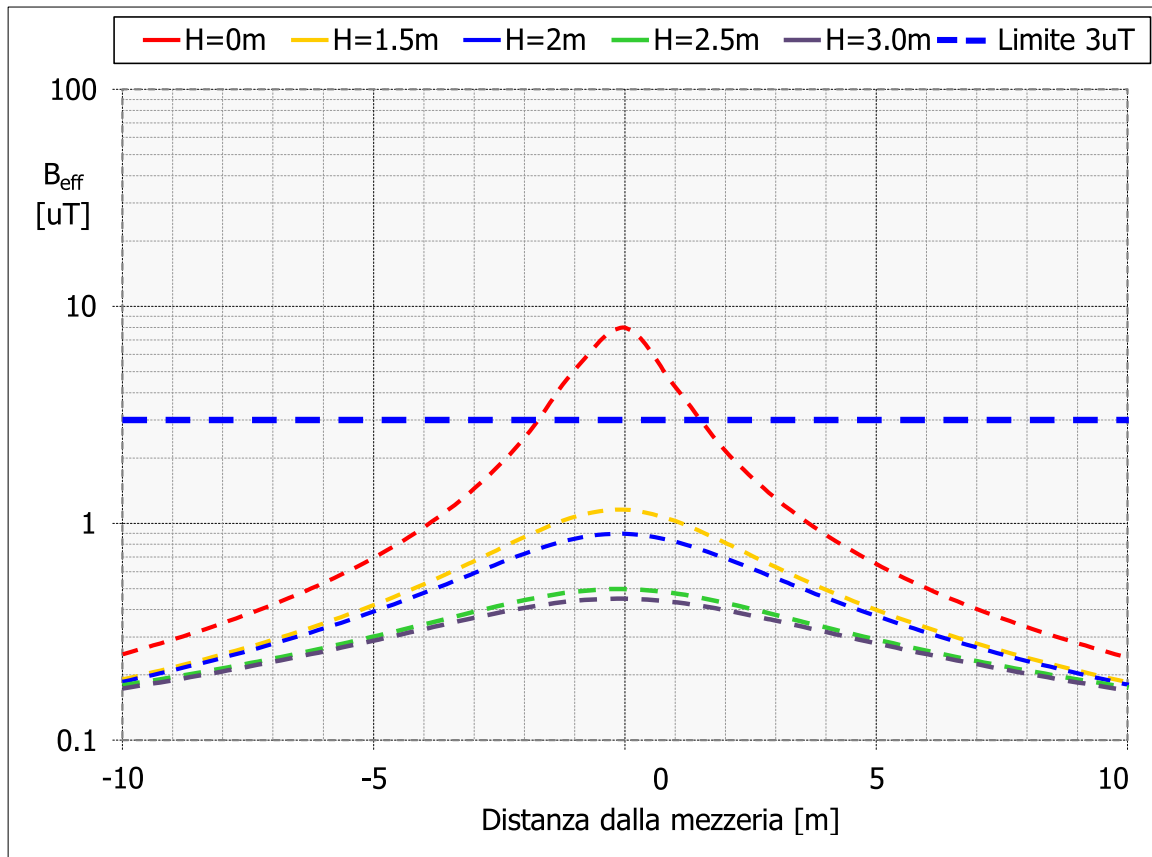


Figura 6: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la massima corrente del cavo

Si può osservare come nel caso peggiore il valore di $3 \mu\text{T}$ è raggiunto a circa 1,9 m dall'asse del cavidotto. È da notare che la condizione di calcolo è ampiamente cautelativa, in quanto la corrente che fluirà nei cavi sarà quella prodotta dalla sezione scelta dall'impianto agrivoltaico che, come detto, è pari a circa 422,5 A nelle condizioni di massima erogazione; inoltre nella situazione progettuale si è optato per un tipo di posa con cavi schermati e/o elicordati. Tenendo conto della effettiva corrente, il grafico sopra riportato si modifica come in figura seguente.

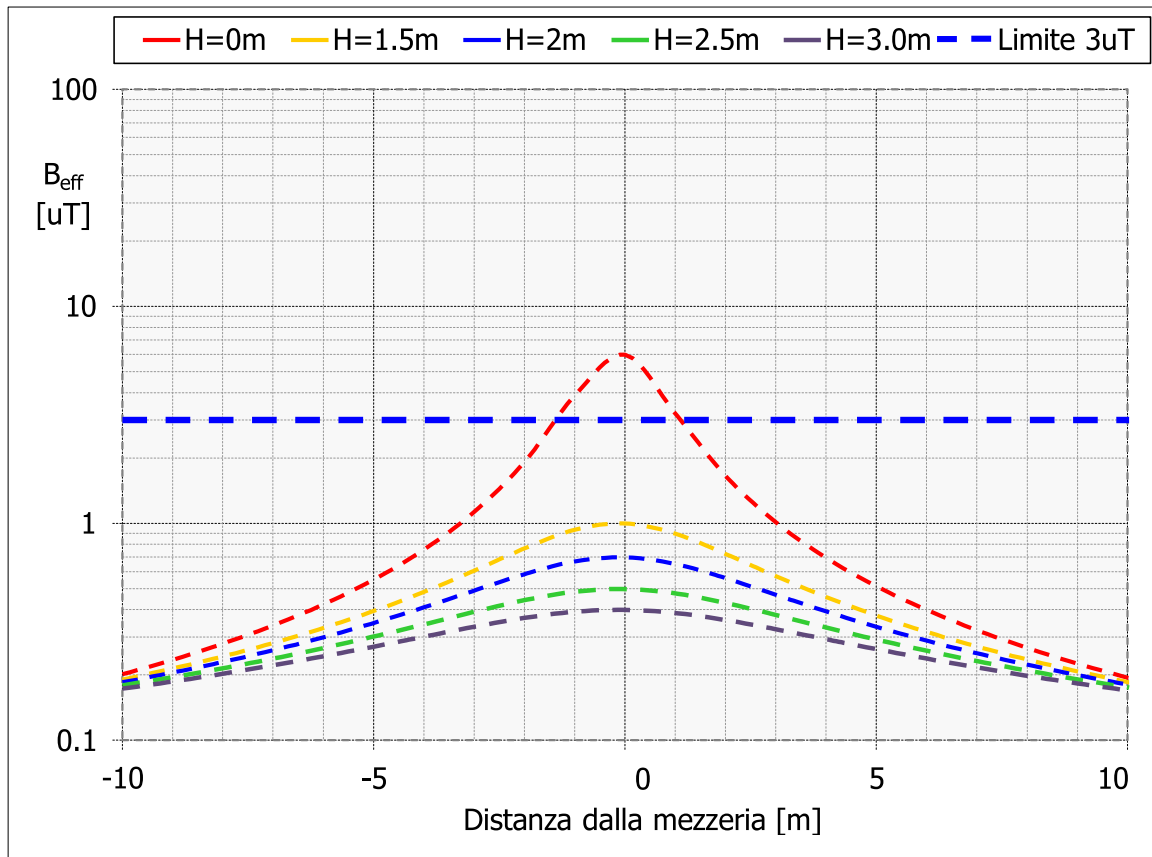


Figura 7: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la massima corrente dell'impianto

In tal caso il valore di $3 \mu\text{T}$ è raggiunto a circa 1,70 m dall'asse del cavidotto. Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a $3 \mu\text{T}$ in corrispondenza dei recettori 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.

Per la determinazione dell'ampiezza della fascia di rispetto è stata effettuata la simulazione di calcolo per il caso di una terna di cavi, posata profondità di 1 m, secondo quanto riportato nel presente documento e con la corrente massima per ciascuno dei cavi utilizzati, e cioè pari a 422,5 A.

Il risultato del calcolo è riportato nella figura seguente

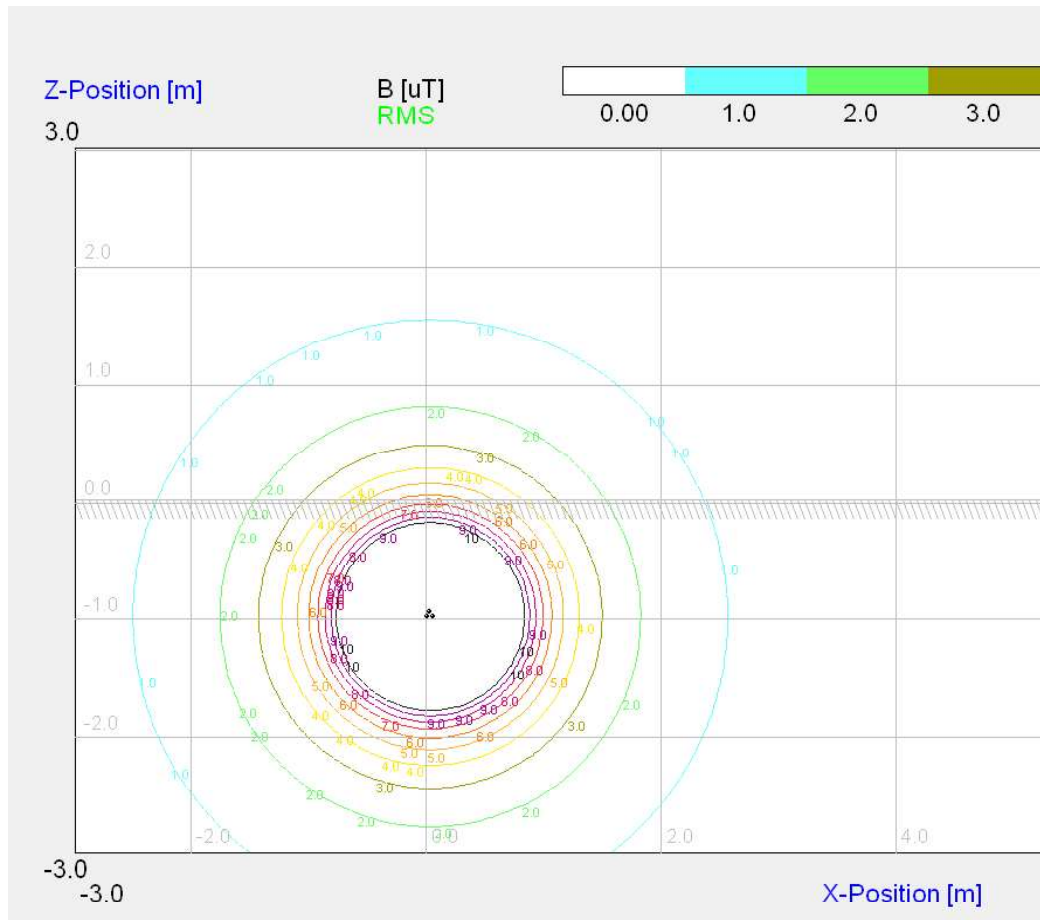


Figura 8: Curve di equivello per il campo di induzione magnetica generato da una linea MT posata a trifoglio $I_{max}=408 A$ -formazione $3x1x400$.

Va infine considerato il caso in cui il percorso delle terne che trasportano le potenze di ciascun sottocampo pari a $25 MW_{ac}$ si sovrappone.

In tale situazione i cavi di connessione elettrica saranno composti da due terne elicordate, poste alla distanza di circa 25 cm l'una dall'altra, le quali trasportano verso la stazione Utente una potenza di circa $50 MW_{ac}$. Il sistema a doppia terna è caratterizzato dalle sezioni tipo riportate nelle seguente figura:

da 50 MW a Caltanissetta (CL) - ALTA CAPITAL 15 srl

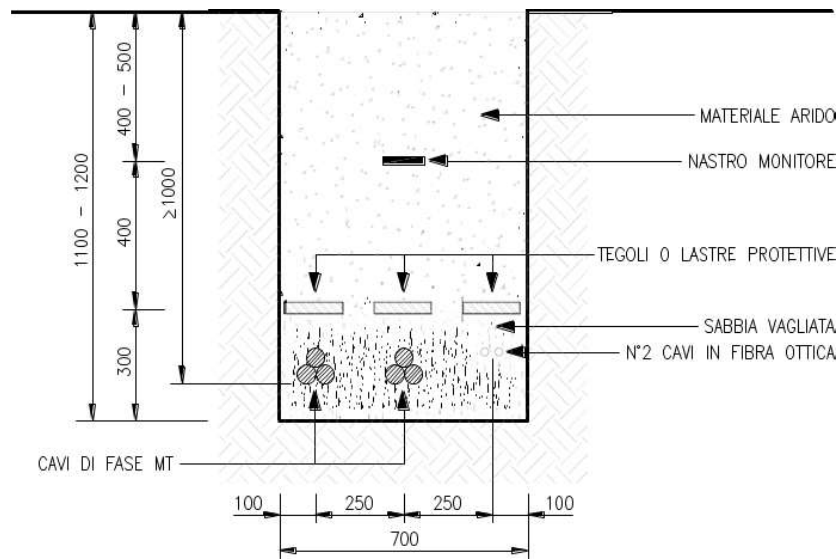


Figura 9: Sezione tipica di posa della linea in cavo per una doppia terna

Tenendo conto della effettiva corrente, il grafico dell'induzione magnetica si sviluppa come in figura seguente, dove per ciascuna delle due terne si è considerato un valore di corrente pari all'ipotetica corrente di impiego.

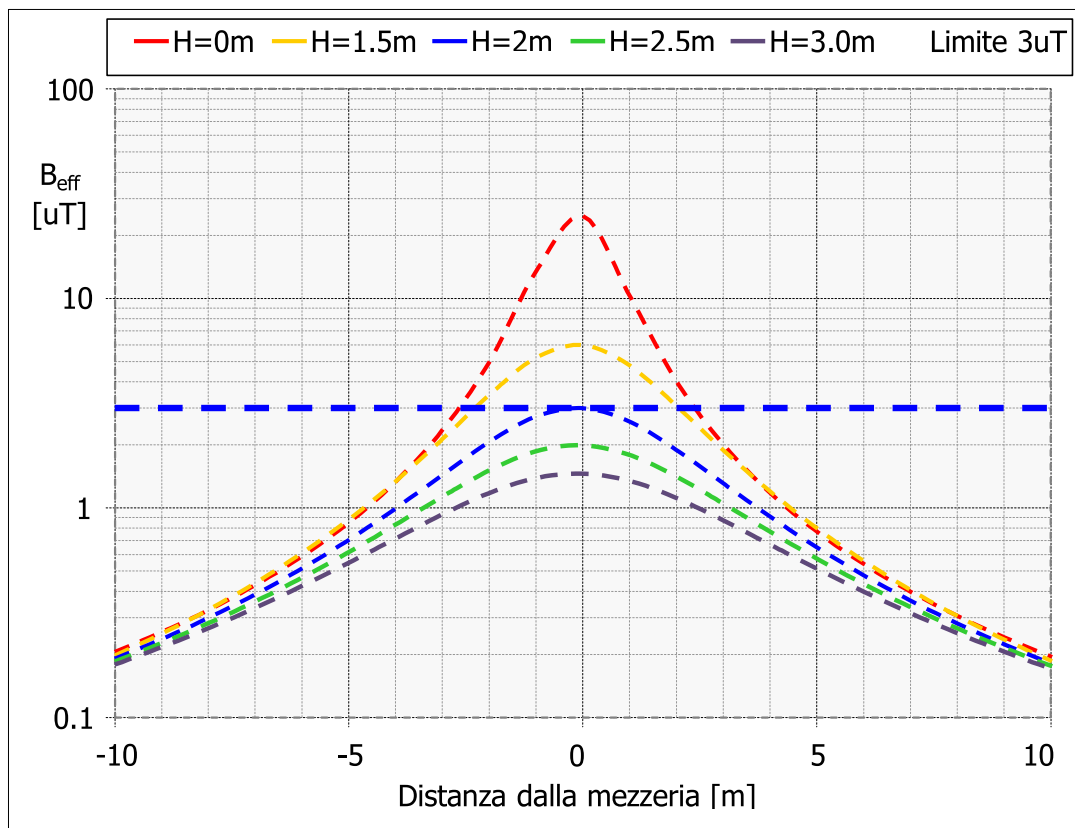


Figura 10: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la massima corrente

dell'impianto nell'ipotesi di doppia terna

In tal caso il valore di $3 \mu\text{T}$ è raggiunto a circa 2,90 m dall'asse del cavidotto.

Quindi si può considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto sia pari a 2 m, a cavallo dell'asse del cavidotto, nel caso più gravoso a singola terna; mentre una fascia di rispetto pari a 3 m, sempre a cavallo dell'asse del cavidotto, nel caso di due terne che corrono affiancate ad una distanza reciproca di circa 25 cm e alla profondità di posa di circa 1 m.

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

9.1.b Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione

Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

9.2.c. Connessione in alta tensione

Secondo l'ipotesi progettuale e visto l'impianto agrivoltaico, è stata esaminata come unica situazione significativa ai fini del calcolo dell'intensità del campo di induzione magnetica, quella generata dal tratto di posa del cavo che trasporta la piena potenza elettrica generata dall'intero impianto agrivoltaico (50 MVA) relativa al collegamento in AT tra la cabina di raccolta alla sottostazione Utente di connessione a Terna.

All'interno del cavidotto in esame si trova una terna di cavi AT isolati a 36 kV che trasferiscono l'intera potenza di impianto verso la sottostazione Utente.

La corrente massima che può interessare la singola linea di collegamento AT per l'impianto in oggetto è la seguente:

$$I_{b_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi} = \frac{50 \cdot 10^6}{0,95 \cdot \sqrt{3} \cdot 36 \cdot 10^3} = 845A$$

Nel calcolo, essendo il valore della induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede, come detto, una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,5 m, con un valore di corrente pari a 1200 A, pari alla portata massima della linea elettrica in cavo, secondo la Norma CEI 20-21.

La configurazione dell'elettrodotto è quella di assenza di schermature e distanza minima dei conduttori dal piano viario. Il calcolo è stato effettuato a differenti altezze.

Nella seguente figura è riportato l'andamento dell'induzione magnetica per una sezione trasversale a quella di posa, considerando che lungo il tracciato del cavidotto sarà posata una terna di cavi di sezione $3 \times 1 \times 1600 \text{ mm}^2$.

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

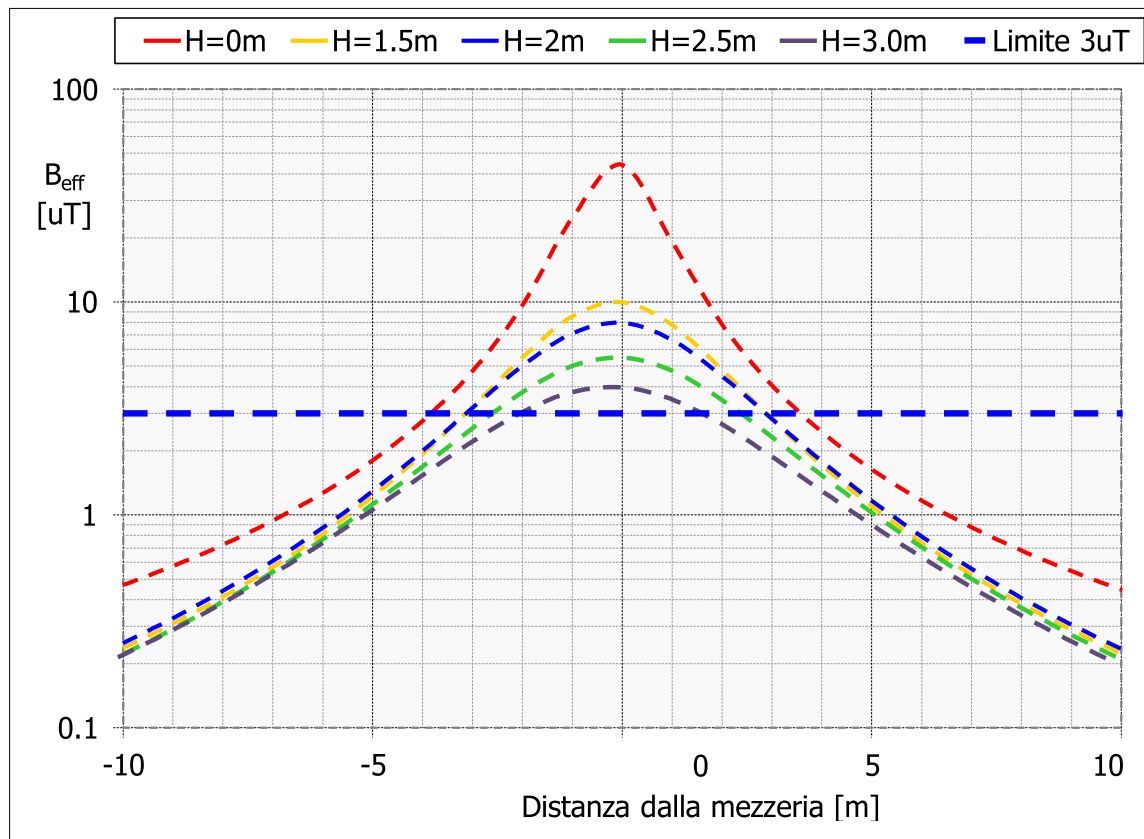


Figura 9: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la massima corrente del cavo

Si può osservare come nel caso peggiore il valore di $3 \mu\text{T}$ è raggiunto a circa 5,0 m dall'asse del cavidotto.

È da notare che la condizione di calcolo è ampiamente cautelativa, in quanto la corrente che fluirà nel cavidotto sarà quella prodotta dall'impianto fotovoltaico che, come detto, è pari a 845 A nelle condizioni di massima erogazione. Se si tiene conto della effettiva corrente, il grafico sopra riportato si modifica come in figura seguente:

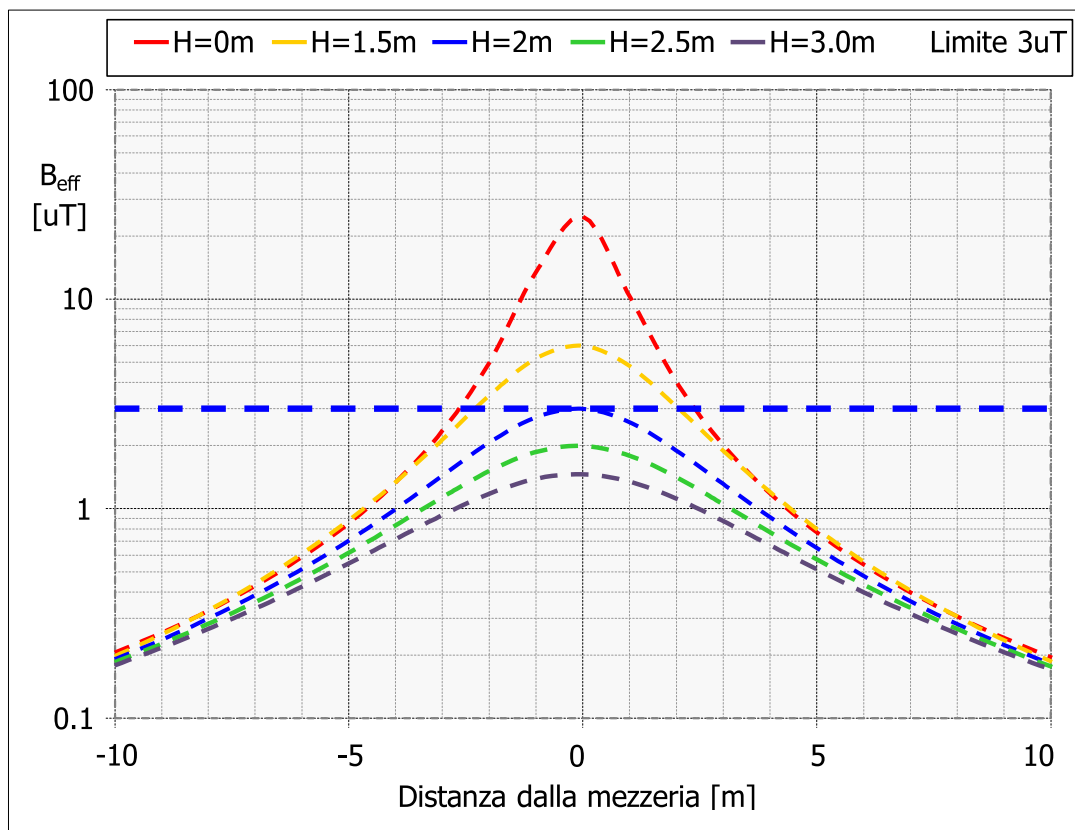


Figura 10: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la massima corrente dell'impianto

Considerato un valore di corrente pari alla corrente di impiego, e cioè 845 A, il valore di $3 \mu\text{T}$ è raggiunto a circa 2,9 m dall'asse del cavidotto che, approssimato all'intero superiore, dà una DPA di 3 m.

9.2.d Analisi dei risultati ottenuti

Come mostrato nelle tabelle e nelle 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 cavidotto AT; 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 circa 2 m a cavallo della mezzeria del cavidotto AT di ciascun sottocampo e 3 m a cavallo della mezzeria di tutto 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 D.P.C.M. 8 Luglio 2003.

La stessa considerazione può ritenersi certamente valida per una fascia di circa 4 m attorno alle cabine di trasformazione, oltre che nelle immediate vicinanze del cavidotto AT della lunghezza di 2,5 km circa lungo la viabilità interpoderale e in minima parte in proprietà private.