



REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI BRINDISI
COMUNE DI CEGLIE MESSAPICA



Progetto: SPV 39 Impianto Agrivoltaico ubicato nell'agro del Comune di Ceglie Messapica (Br), sui terreni censiti nel N.C.T di Ceglie Messapica come da tabella riportata a destra.

Potenza ai fini della connessione 45 MW.
Potenza di Picco della Cen.le Agrivoltaica 50,4 Mw
Cod. Rint. da Definire a Cura di Terna S.p.A. 202402966

Piano Particellare Progetto			
ID Foglio Catastale	ID Particella	Nota	Ditta/Proprietà
Foglio 77	3	Parte	Ricci Pasquale
Foglio 77	2	Parte	Ricci Pasquale
Foglio 77	116	Parte	Ricci Pasquale
Foglio 78	6	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78	7	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78	8	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77	1	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78	1	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78	4	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78	5	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77	11	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77	12	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77	208	Completa	Ricci Pasquale
SOMMANO MQ		8084723	

NELLA DISPONIBILITA' DEL PROPONENTE GIUSTO CONTRATTO PRELIMINARE PER LA COSTITUZIONE DI DIRITTO DI SUPERFICIE N. 13648/11327 DEL 11/07/2024 BRINDISI

Codice elaborato	PROGETTO DEFINITIVO	FEBBRAIO 2025
-------------------------	----------------------------	----------------------

CAS.SP39.R07	Relazione preliminare impianti
Scala. Non Applic.	

DATA	MOTIVO REVISIONE	REDATTO	APPROVATO
19/02/2025	//	ING. FRANCESCO CIRACI'	ING. FRANCESCO CIRACI'

COMMITTENTE:



FFK SPV 1 S.R.L.
VIA DURINI 4 – 20122 - MILANO (MI)
C.F. 13119050964 - P.IVA 13119050964 (IT)

PROGETTISTA



Studio di Ingegneria di Ciraci Francesco
Sede legale: San Lorenzo n. 2,
Ceglie Messapica (Br), 72013,
Cell.3382328300
Email:ciracifrancesco@gmail.com



INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

1. PREMESSA	2
2. POTENZA NOMINALE, POTENZA RICHIESTA AI FINI DELLA CONNESSIONE, POTENZA DI PICCO	2
3. DATI AMMINISTRATI DEL PROPONENTE	2
4. NORMATIVA DI SETTORE E NORME TECNICHE	2
5. SITO DI INSTALLAZIONE.....	5
6. CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLA CENTRALE FOTOVOLTAICA E DELLE STRUTTURE DI CONNESSIONE	7
6.1 Cavidotti interni alla centrale fotovoltaica	10
6.2 Cavidotto in MT di collegamento tra le cabine di parallelo e la sottostazione utenza.	16
6.3 Cavidotto in Alta Tensione di collegamento tra la sottostazione di utenza e la nuova Stazione elettrica di Terna.....	18
7. COMPONENTI DELLA PARTE ELETTRICA DELLA CENTRALE AGRIVOLTAICA.....	21
7.1 Modulo fotovoltaico.....	24
7.2 String Box	26
7.3 Inverter (gruppi di conversione).....	28
7.4 Trasformatori	30
7.5 Stazione di conversione e trasformazione - Inverter station - Shelter.....	30
7.6 Cabina ausiliaria.....	32
7.7 Cabine di raccolta.....	34
8. DIMENSIONAMENTO DELLA CENTRALE FOTOVOLTAICA – POTENZA MASSIMA DI PICCO	36
8.1 Cavi solari Bt in Corrente continua e Verifiche elettriche	38
8.2 Cavi Bt in corrente continua – circuiti quadri campo - inverter.....	44
8.3 Scelta dei cavi MT di connessione tra le cabine di conversione e trasformazione e le cabine di raccolta	47
8.4 Scelta dei cavi MT di connessione alla sottostazione elettrica	48
8.5 Scelta dei cavi AT	50
8.6 La scelta degli SPD	52
8.7 Messa a terra	52

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

1. PREMESSA

Con la presente relazione tecnica si forniscono i dettagli e il dimensionamento dei componenti elettrici della centrale fotovoltaica.

2. POTENZA NOMINALE, POTENZA RICHIESTA AI FINI DELLA CONNESSIONE, POTENZA DI PICCO

I dati nominali della centrale fotovoltaica proposta, ai fini della sua classificazione in relazione alle norme tecniche di connessione e alle norme generali ambientali e autorizzative sono riportati nella tabella n.1 che segue.

Potenza Richiesta ai fini della Connessione	45000 KW
Potenza Nominale Impianto di Produzione	45000 KVA
Potenza di picco del generatore fotovoltaico	50400 KW

TABELLA 1

3. DATI AMMINISTRATI DEL PROPONENTE

FFK SPV 1 S.R.L., VIA DURINI 4 – 20122 - MILANO (MI), C.F. 13119050964 - P.IVA 13119050964 (IT), qui rappresentata dal Sig. Flavio Frigione.

4. NORMATIVA DI SETTORE E NORME TECNICHE

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi in conformità ai quali la presente relazione e i relativi allegati tecnici sono stati redatti.

- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011
- D.M. 449/88 " Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne" Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". G. U. n. 55 del 7 marzo 2001;
- DPCM 8 luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" - G. U. n. 200 del 29 agosto 2003;

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

- DPCM 8 luglio 2003: “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici generati a frequenze tra i 100 kHz e 300 GHz” - G. U. n. 199 del 29 agosto 2003;
- Decreto Ministeriale 29 maggio 2008, Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare: “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.” (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156);
- Decreto Ministeriale 02 dicembre 2014, "Linee guida, relative alla definizione delle modalità con cui gli operatori forniscono all'ISPRA e alle ARPA/APPA i dati di potenza degli impianti e alla definizione dei fattori di riduzione della potenza da applicare nelle stime previsionali per tener conto della variabilità temporale dell'emissione degli impianti nell'arco delle 24 ore" (G.U. 22.12.2014 n. 296);
- CEI 211-6. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana;
- CEI 211-4. Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- CEI 106-11. Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6). Parte 1: linee elettriche aeree e in cavo;
- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- Enel - Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI EN 62271-100 Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- Norma CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione;
- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- Norma CEI EN 60044-1 Trasformatori di corrente;
- Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi;
- Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi;
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza;
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
- Norma CEI EN 60694 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
- Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norma CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV - Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;
- Guida Terna - Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna.
- Guida CEI 82-25 - Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

5. SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto agrivoltaico oggetto del presente elaborato tecnico sorgerà, a valle del recepimento di tutte le autorizzazioni previste dalla normativa di settore, nel Comune di Ceglie Messapica in Provincia di Brindisi (BR), Puglia.

La posizione geografica dell'impianto agrivoltaico è determinata dalle seguenti coordinate geografiche che ne rappresentano il suo baricentro:

- 40°38'20.8"N
- 17°35'41.8"E

L'immagine n. 1 (foto satellitare), individua su scala provinciale, il sito oggetto del progetto Agrivoltaico. Dall'immagine si osserva che il sito è situato sulla direttrice che collega i Comuni di Ceglie Messapica e San Michele Salentino, lungo la strada SP 581, a circa 6,7 Km dal centro storico di Ceglie Messapica e a circa 3,25 Km dal centro di San Michele Salentino.

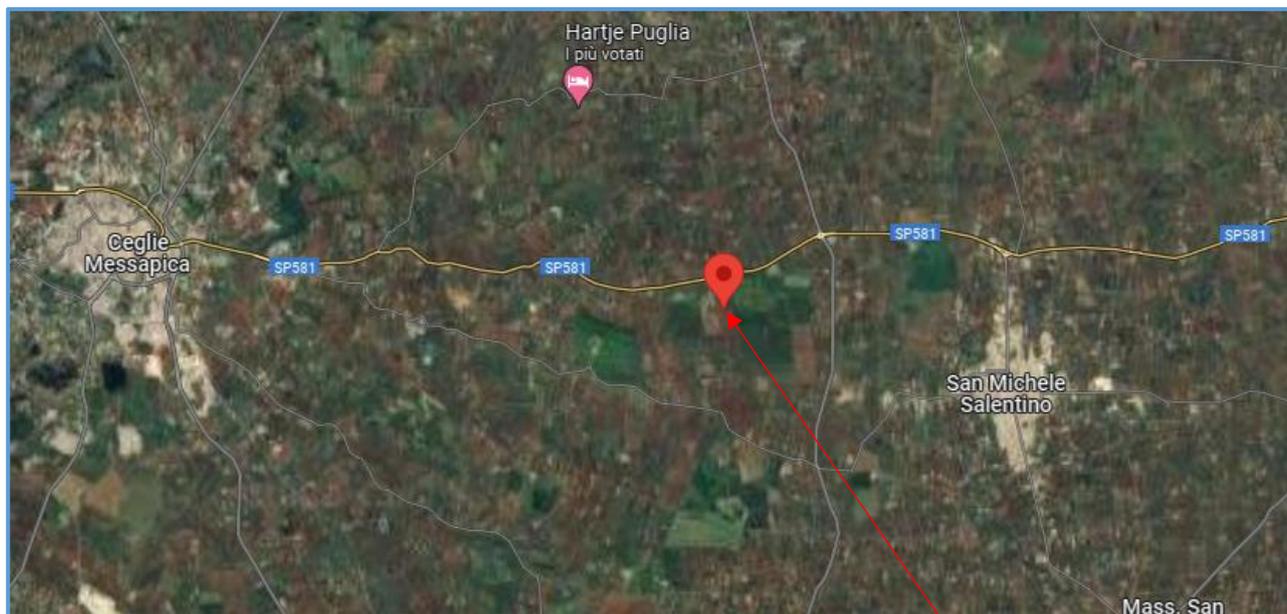


Immagine 1

SITO DI ISTALLAZIONE

L'immagine n.2 (foto satellitare), individua su scala regionale il sito oggetto di intervento, il quale dista circa 30 chilometri dal capoluogo di provincia Brindisi, e circa 85 chilometri dal capoluogo di regione Bari.

<p>INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci</p>	<p>PROGETTO SPV 39 – Ceglie - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW</p>	<p>FFK SPV 1 SRL</p>
---	--	-----------------------------

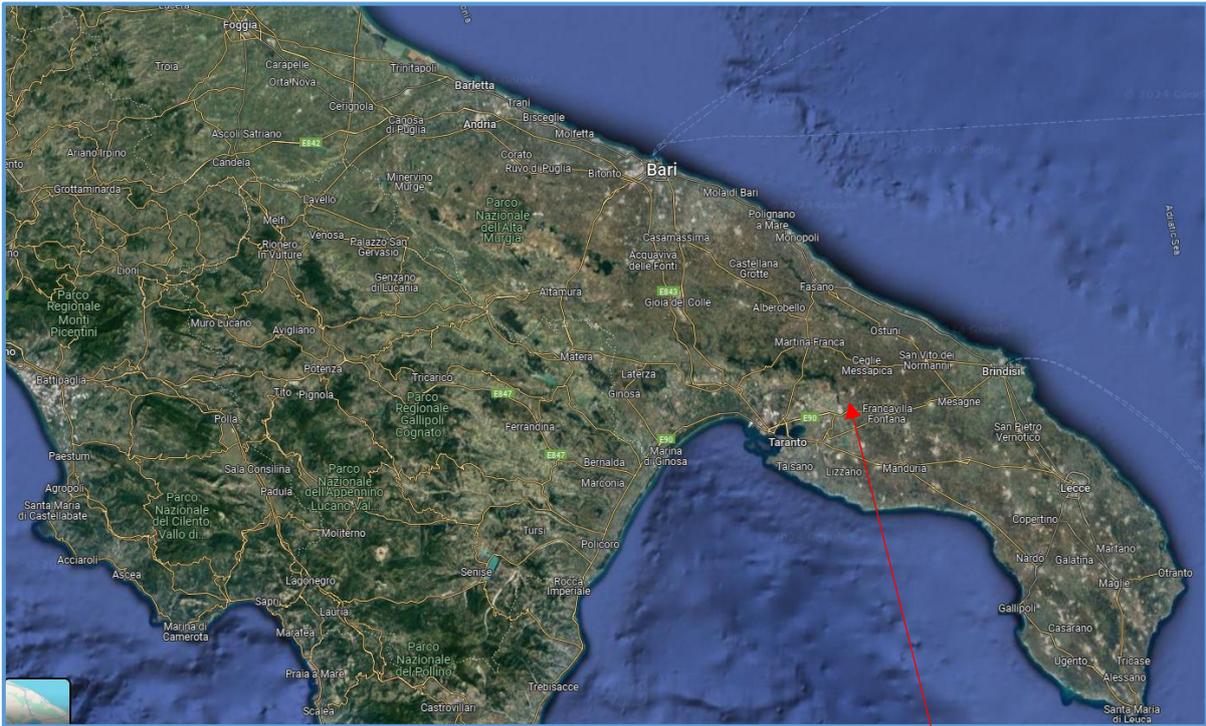


Immagine 2

SITO DI ISTALLAZIONE

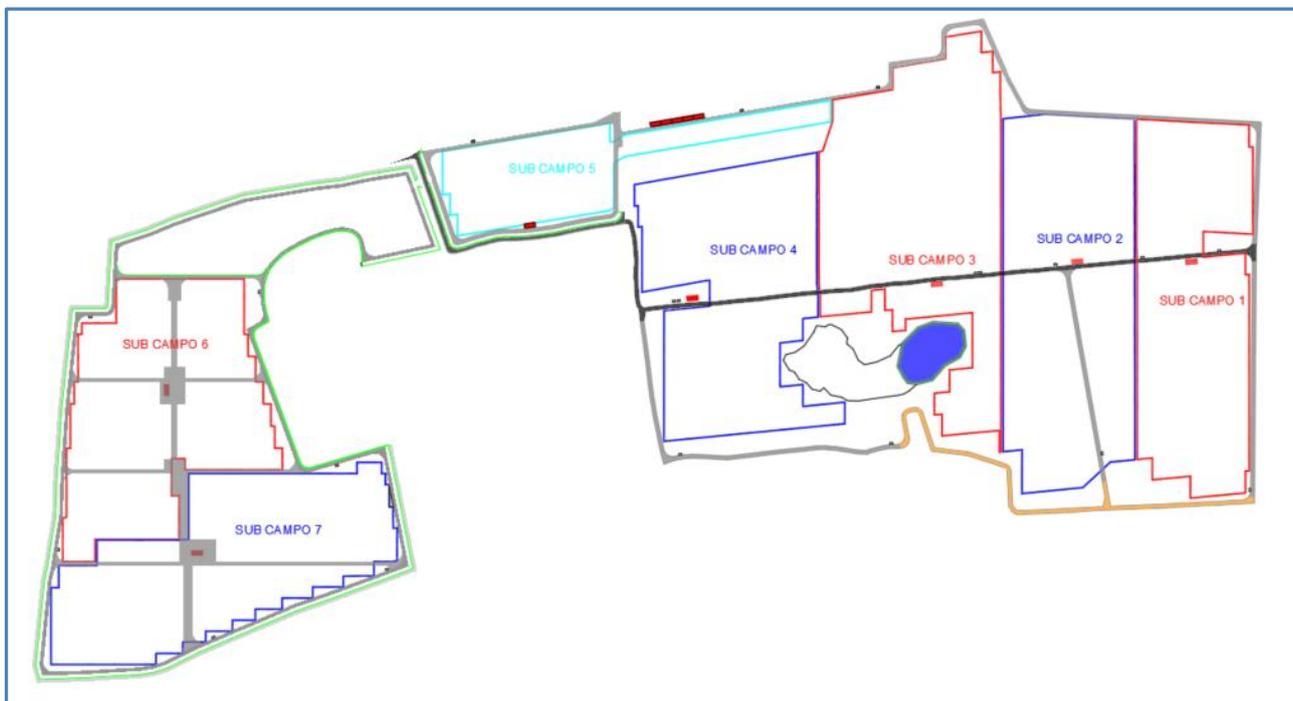
INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

6. CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLA CENTRALE FOTOVOLTAICA E DELLE STRUTTURE DI CONNESSIONE

Di seguito si riportano il layout della centrale agrivoltaica e lo schema dei sub campi in progetto.



STRALCIO CARTOGRAFICO 1



STRALCIO CARTOGRAFICO 2

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

Come si evince dagli stralci cartografici n. 1 e n.2, la centrale agrivoltaica in progetto è stata suddivisa in 7 sub campi, numerati in ordine numerico crescente da est ad ovest.

Le tabelle n. 2, n. 3 e n.4, sotto riportate, mostrano l'architettura della centrale agrivoltaica, dalle quali si evince che sono previsti complessivamente 75264 moduli fotovoltaici, connessi in 3136 stringhe da 24 moduli collegati in serie tra di loro, per una potenza di picco pari a 50.426,9 KW. Le 3136 stringhe saranno collegate, per il tramite di 199 quadri di campo (Combiner Boxes) a 13 inverter, che a loro volta saranno collegati a 7 trasformatori.

	ID SUB - CAMPO	TRACKER 24 MODULI	TRACKER DA 12 MODULI	N. MODULI X SUB CAMPO	MODULO (KW)	POTENZA X SUB CAMPO (KW)
	SUB - CAMPO 1	477	18	11664	0,67	7814,88
	SUB - CAMPO 2	495	0	11880	0,67	7959,6
	SUB - CAMPO 3	476	40	11904	0,67	7975,68
	SUB - CAMPO 4	491	0	11784	0,67	7895,28
	SUB - CAMPO 5	226	6	5496	0,67	3682,32
	SUB - CAMPO 6	444	46	11208	0,67	7509,36
	SUB - CAMPO 7	440	64	11328	0,67	7589,76
Tot. Parziale		3049	174	75264		50426,9

TABELLA 2

Inverter Station Number	Inverter Model (1,500 V) INGECON SUN 3Power C series IP65 Protection Rating - Closed loop Liquid Cooling System (LCS)	Inverter Number	PV Module Rated Power (Wp)	Number of PV Modules in Series	PV String Rated Power (kWp)	Number of Strings each electrical transformer	Number of PV modules each Inverter	Rated DC Power each Inverter (kWp)	Number of String Combiner Boxes 16 inputs (each Inverter 1,500 V)	Inverter Rated AC Power at 35°C (kVA)	Potenza inalterata in uscita dal trasformatore
1	INGECON SUN 3825TL C630	1	670	24	16,08	486	11.664	7.815	31	3.492	6973,852041
	INGECON SUN 3825TL C630	2	670	24	16,08					3.492	
2	INGECON SUN 3825TL C630	3	670	24	16,08	495	11.880	7.960	31	3.492	7102,997449
	INGECON SUN 3825TL C630	4	670	24	16,08					3.492	
3	INGECON SUN 3825TL C630	5	670	24	16,08	496	11.904	7.976	31	3.492	7117,346939
	INGECON SUN 3825TL C630	6	670	24	16,08					3.492	
4	INGECON SUN 3825TL C630	7	670	24	16,08	491	11.784	7.895	31	3.492	7045,59949
	INGECON SUN 3825TL C630	8	670	24	16,08					3.492	
5	INGECON SUN 3825TL C630	9	670	24	16,08	229	5.496	3.682	15	3.492	3286,033163
6	INGECON SUN 3825TL C630	10	670	24	16,08	467	11.208	7.509	30	3.492	6701,211735
	INGECON SUN 3825TL C630	11	670	24	16,08					3.493	
7	INGECON SUN 3825TL C630	12	670	24	16,08	472	11.328	7.590	30	3.492	6772,959184
	INGECON SUN 3825TL C630	13	670	24	16,08					3.492	
	Totale					3.136	75.264	50.426,9	199	45,397	45000

TABELLA 3

ID sub campo	IPowerStation FSK C Series 1,500 Vdc	Inverter Number	Combiner Boxes	Cabine Ausiliarie	Cabine Controllo	Cabina di Consegna
1	1	2	31	20	2	3
2	1	2	31			
3	1	2	31			
4	1	2	31			
5	1	1	15			
6	1	2	30			
7	1	2	30			
Totale	7	13	199	20	2	3

TABELLA 4

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	--	---------------

- Per stazione di conversione e trasformazione (seconda colonna tabella n.4, seconda colonna tabella 5) si intende una cabina preassemblata “Shelter”, sulla quale vengono già in fabbrica posizionati ed opportunamente connessi i quadri di protezione in BT, uno o due inverter centralizzati, il trasformatore di tensione, e i quadri MT; la cabina è sprovvista di pareti e di copertura; pertanto, tutte le apparecchiature sono IP66;
- per cabina ausiliaria si intende una cabina in calcestruzzo prefabbricata in stabilimento, nella quale saranno installati i quadri BT/MT utenze, video sorveglianza, illuminazione esterna, centraline di allarme, sistemi di monitoraggio della produzione, postazioni software/ hardware operatore;
- per cabina di consegna, si intende una cabina prefabbricata in stabilimento nella quale saranno installati i quadri MT e le protezioni direttamente collegati con la stazione di utenza MT/AT. Da esse (in numero di 3) partiranno i cavi MT che collegheranno l’impianto agrivoltaico alla sottostazione di utenza.

<p style="text-align: center;">INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci</p>	<p style="text-align: center;">PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW</p>	<p style="text-align: center;">FFK SPV 1 SRL</p>
---	---	--

6.1 Cavidotti interni alla centrale fotovoltaica

All'interno del campo sono previste 6 tipologie di cavidotti interrati.

Cavidotto di stringa, tipo C1 (vedi immagine 5), di profondità rispetto al piano campagna pari a 100 cm, e di larghezza pari a 60 cm. All'interno dello scavo saranno posizionati 5/7 tubi corrugati, idonei all'alloggiamento dei cavi solari provenienti dai circuiti delle stringhe, i cavi di alimentazione dei Traker, i cavi dei segnali relativi alle condizioni meteorologiche – monitoraggio ambientale, oltre ad adeguata scorta. Questa tipologia di cavidotto è il più diffuso all'interno della centrale agrivoltaica, in quanto deve connettere tutte le stringhe e quindi tutti i moduli alle sting box / Combiner Boxes. I pozzetti di stringa saranno posti esclusivamente su aree **non** coltivate o sulla viabilità esistente e/o da realizzare. Le stringhe box sono normalmente posizionate sotto il primo modulo fotovoltaico rispetto alla viabilità e/o rispetto all'area non coltivata.

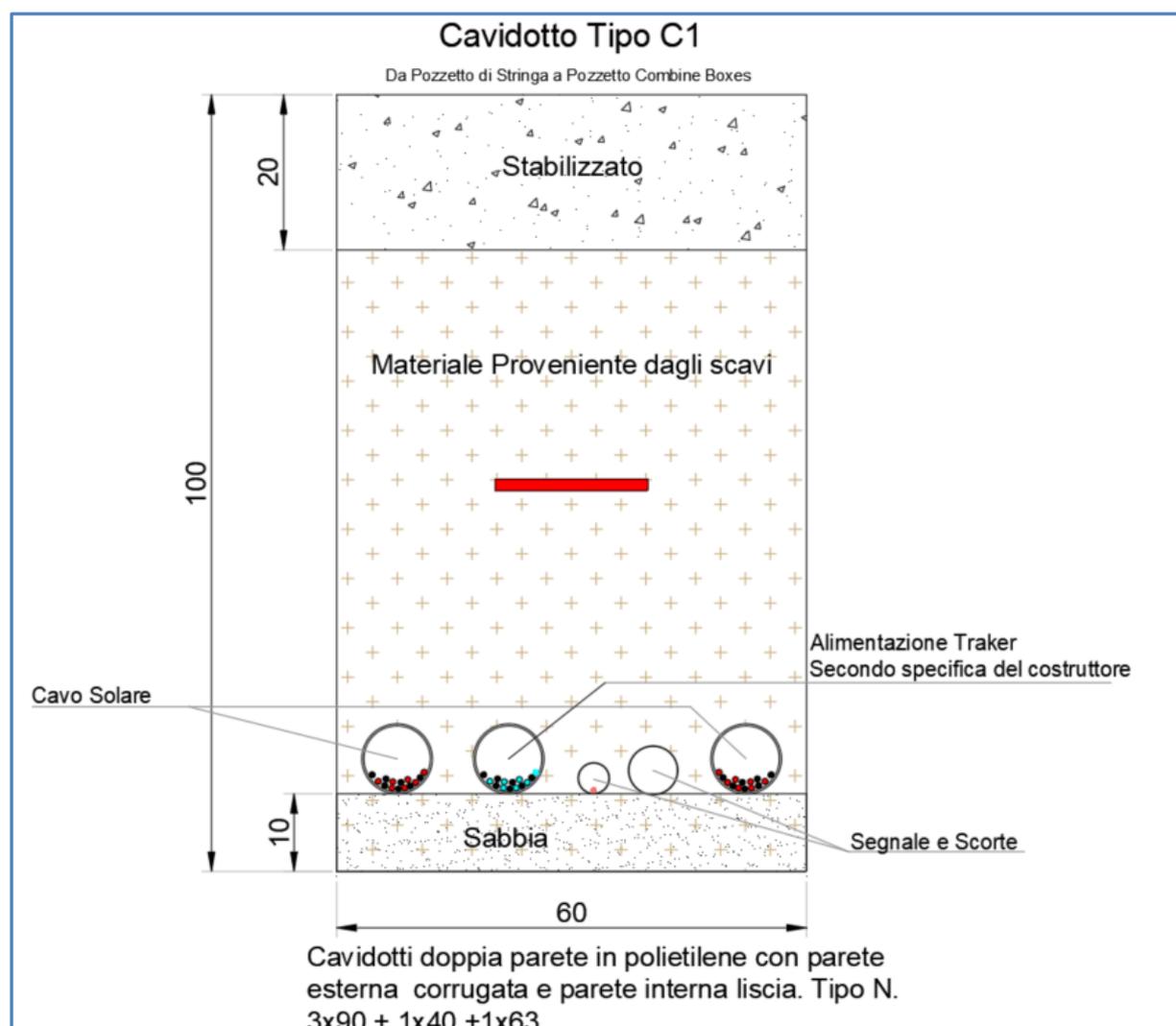


Immagine 3

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	--	---------------

Cavidotto Combiner Boxes, tipo C2 (vedi immagine n.6). Cavidotti di breve lunghezza che convogliano i cavi all'uscita dei Combiner Boxes, al pozzetto Combiner Boxes.

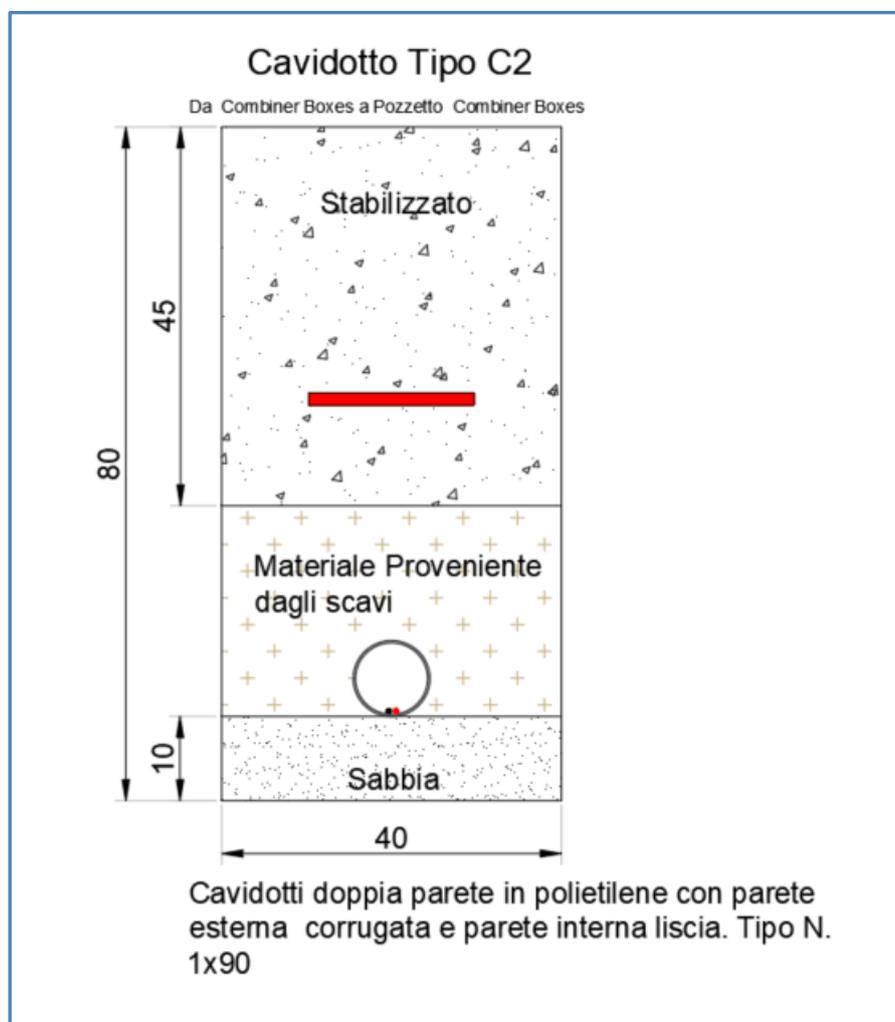


Immagine 4

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	--	----------------------

Cavidotto Inverter, tipo C3, vedi immagine n.7. Cavidotti che convogliano i cavi in uscita dai Combiner Boxes all'inverter di pertinenza, per il tramite dei pozzetti Combiner Boxes.

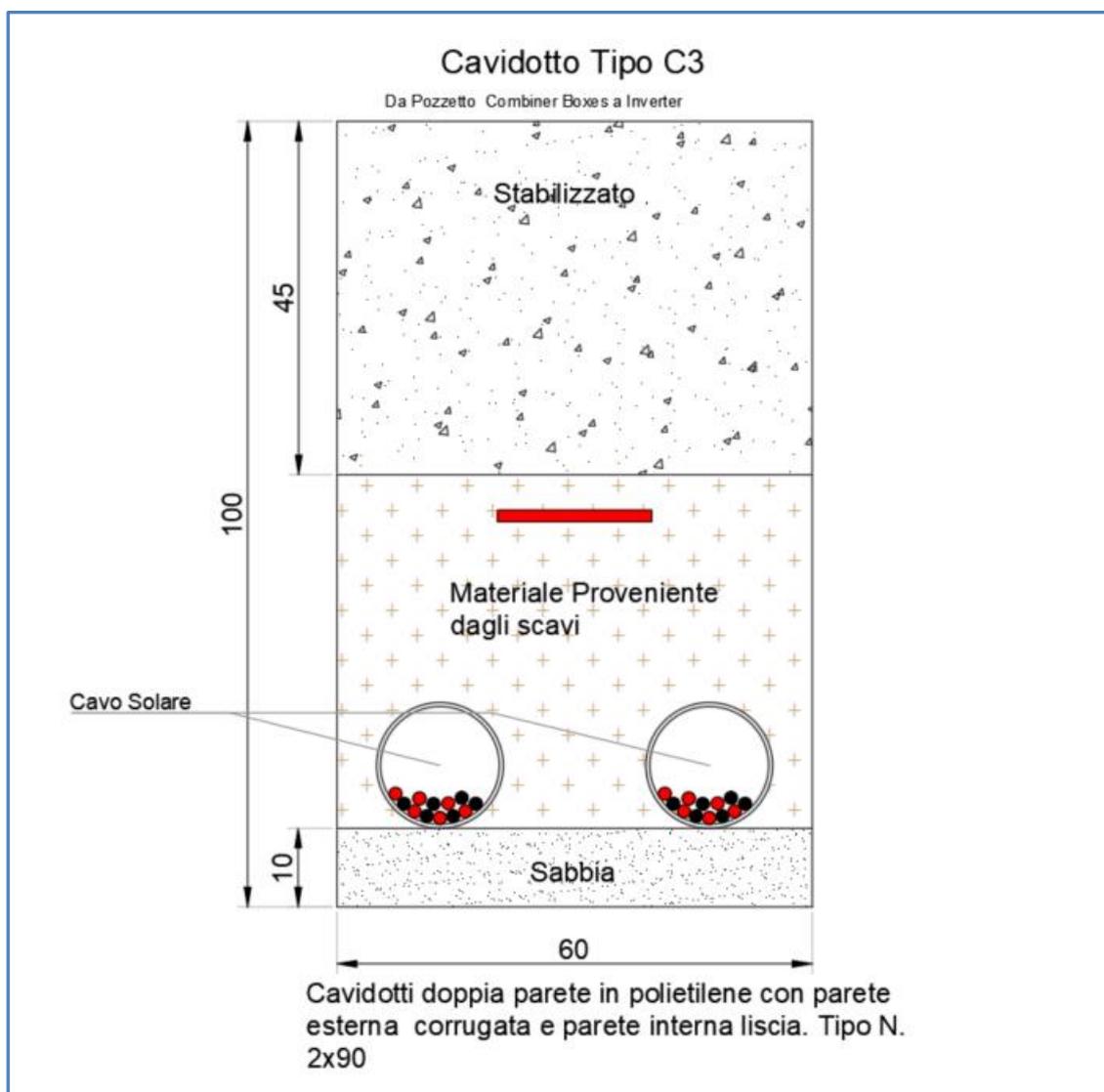


Immagine 5

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

Cavidotto Servizi ausiliari, tipo C4 (vedi immagine 8). Cavidotti che collegamento le cabine ausiliarie/servizi ai pali di illuminazione perimetrale e video sorveglianza. La profondità è di 80 cm sotto il piano campagna e la larghezza è pari a 40 cm. Detti cavidotti sono realizzati lungo le strade della centrale agrivoltaica.

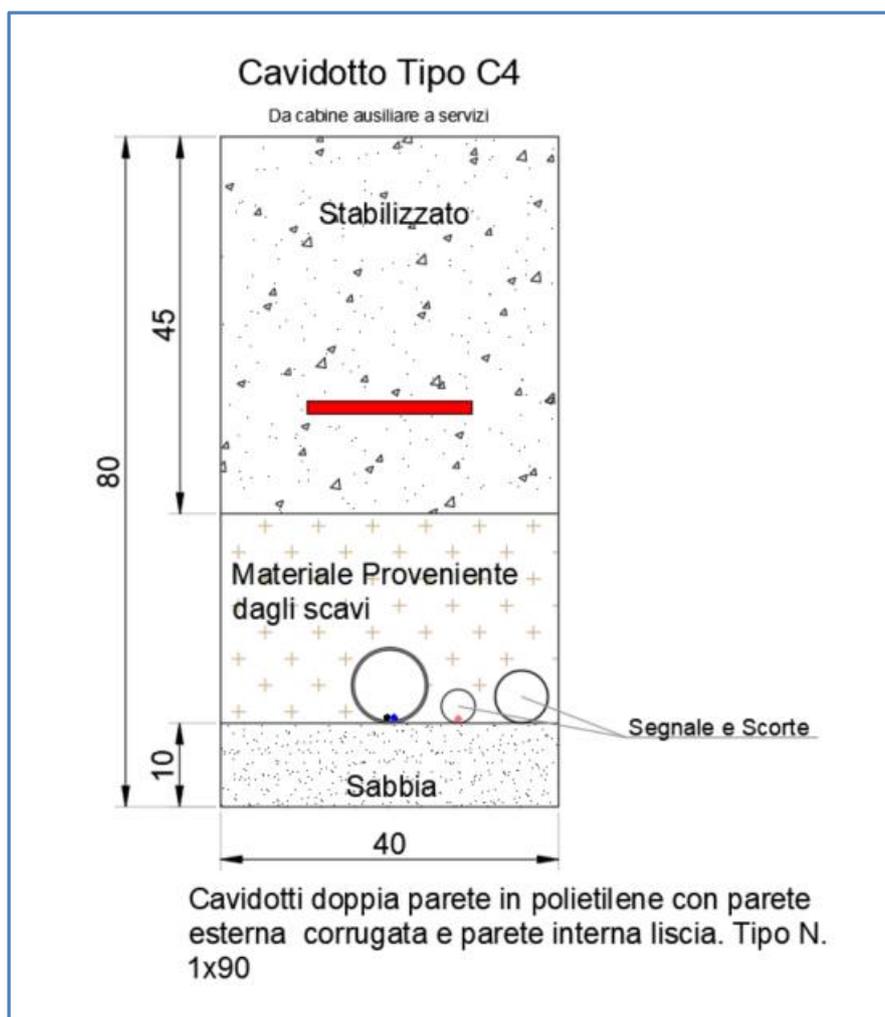


Immagine 6

<p>INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci</p>	<p>PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW</p>	<p>FFK SPV 1 SRL</p>
---	---	----------------------

Cavidotto MT di alimentazione cabine ausiliarie. Cavidotti che collegano le cabine ausiliare alla consegna Enel in MT.

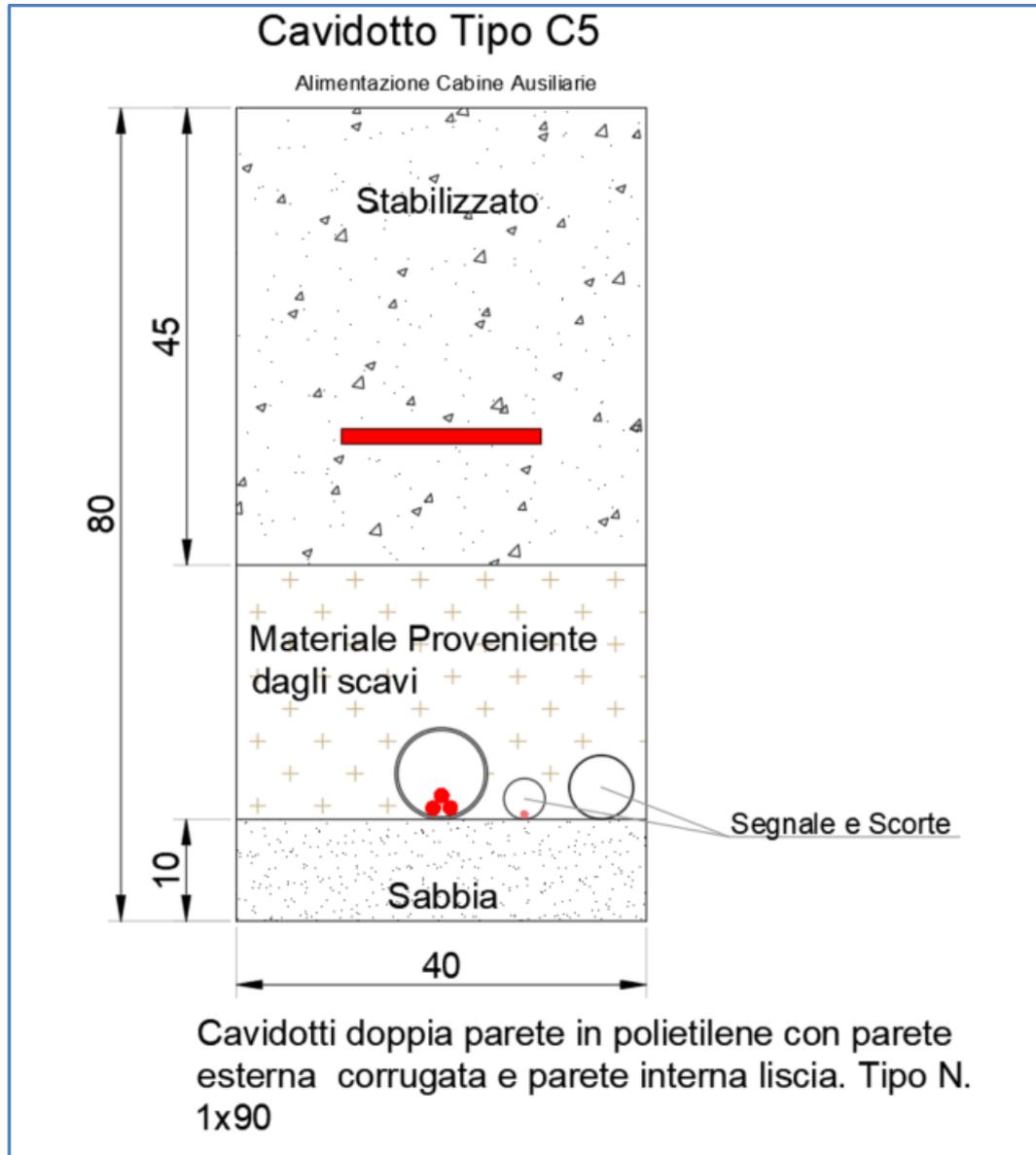


Immagine 7

Cavidotti MT tipo C2.1 (vedi immagine n.6). I cavidotti MT previsti all'interno della centrale fotovoltaica che collegano le stazioni di conversione e trasformazione alle cabine di parallelo e consegna.

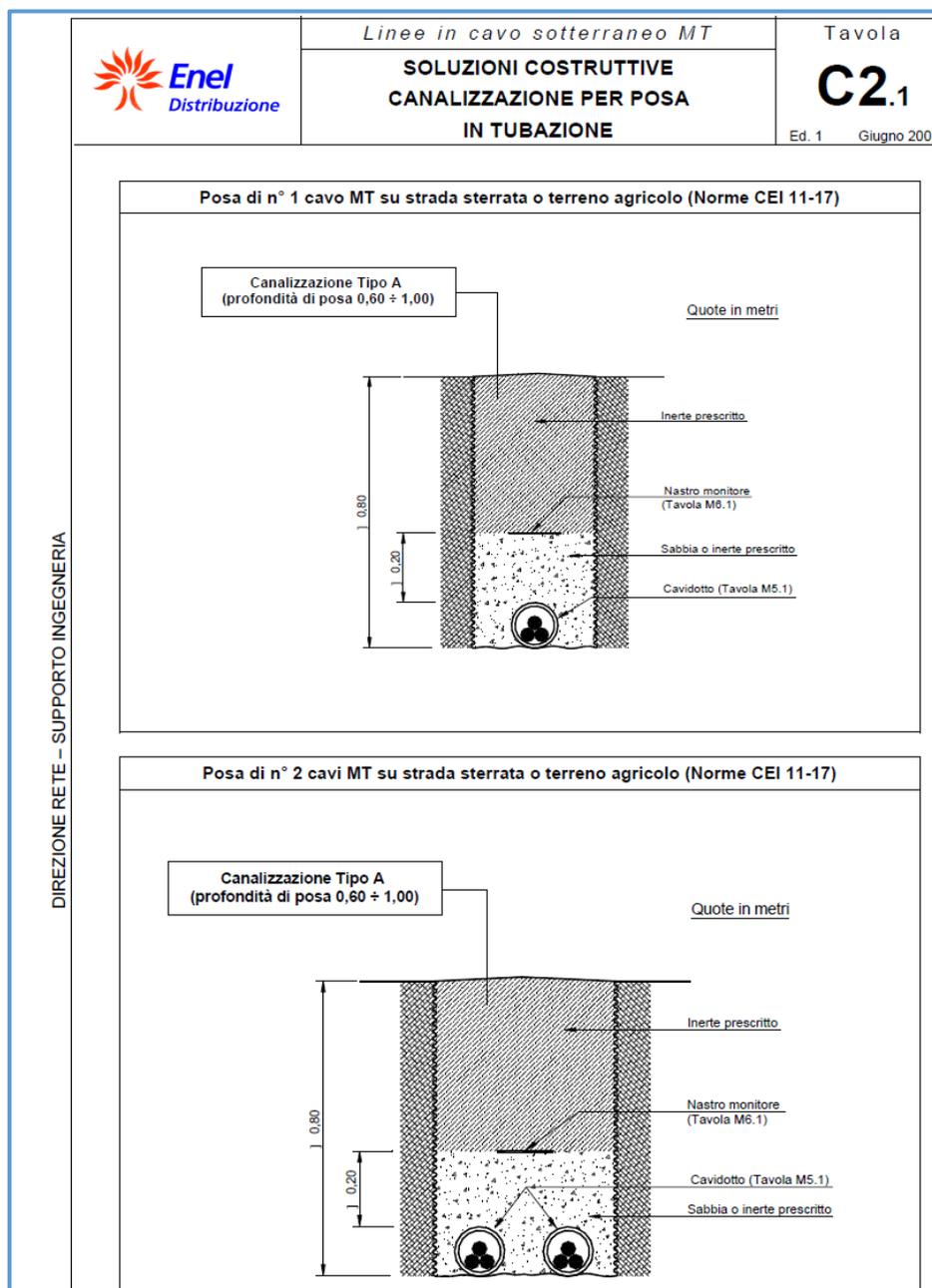


Immagine 8

Le profondità di scavo sopra riportate si devono intendere, per tutte le tipologie di cavidotti, come minime, in quanto in fase esecutiva, alcuni tratti potranno e dovranno approfondirsi per evitare intersezioni lungo gli incroci.

6.2 Cavidotto in MT di collegamento tra le cabine di parallelo e la sottostazione utenza.

I cavidotti MT di collegamento tra la cabina di consegna e la sottostazione utenza saranno realizzati secondo le specifiche ENEL di cui all'immagine n.8 e n.9, di seguito riportate.

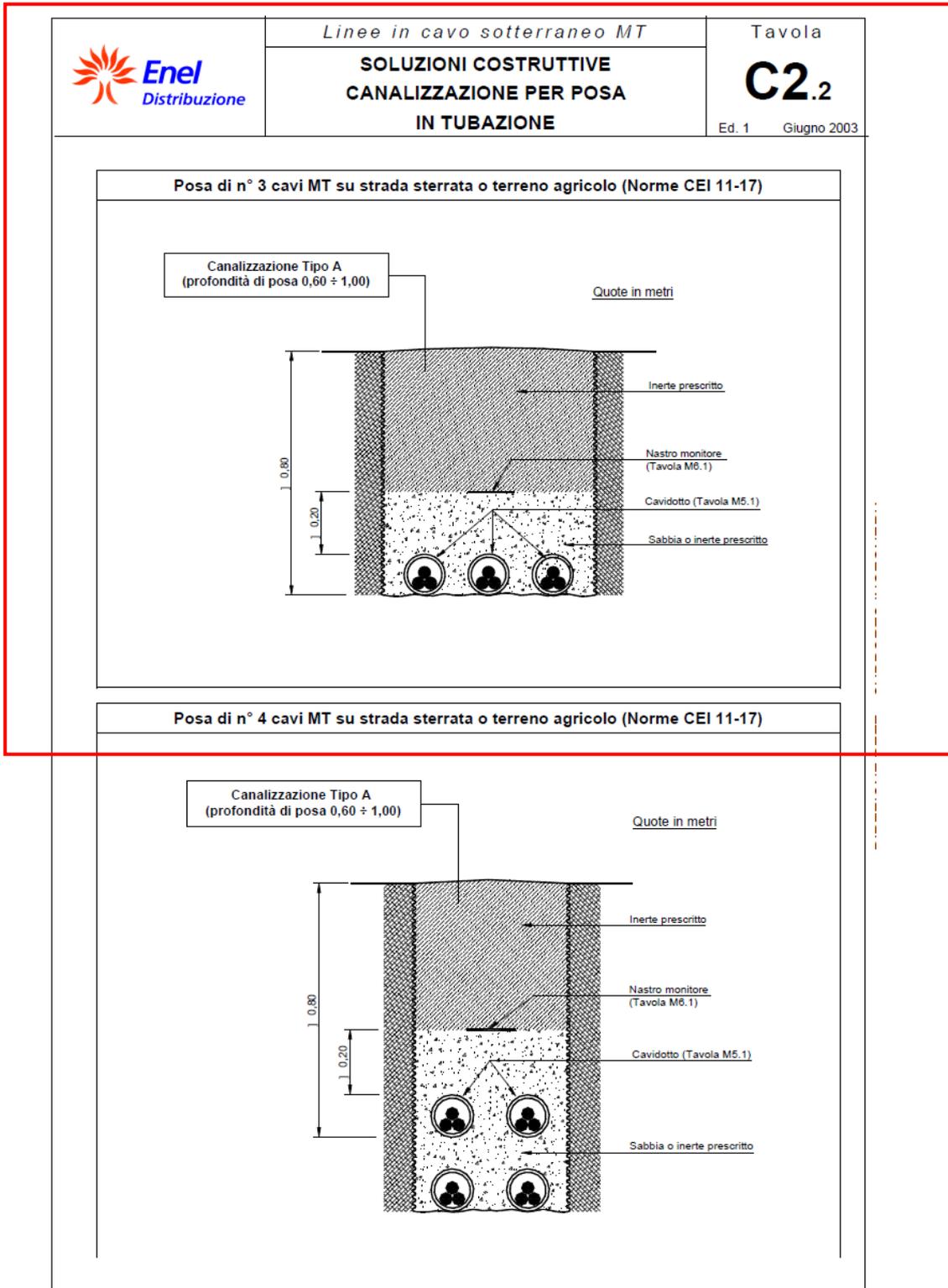


Immagine 9

	<p>Linee in cavo sotterraneo MT</p> <p>SOLUZIONI COSTRUTTIVE CANALIZZAZIONE PER POSA IN TUBAZIONE</p>	<p>Tavola C2.6 Ed. 1 Giugno 2003</p>
---	--	---

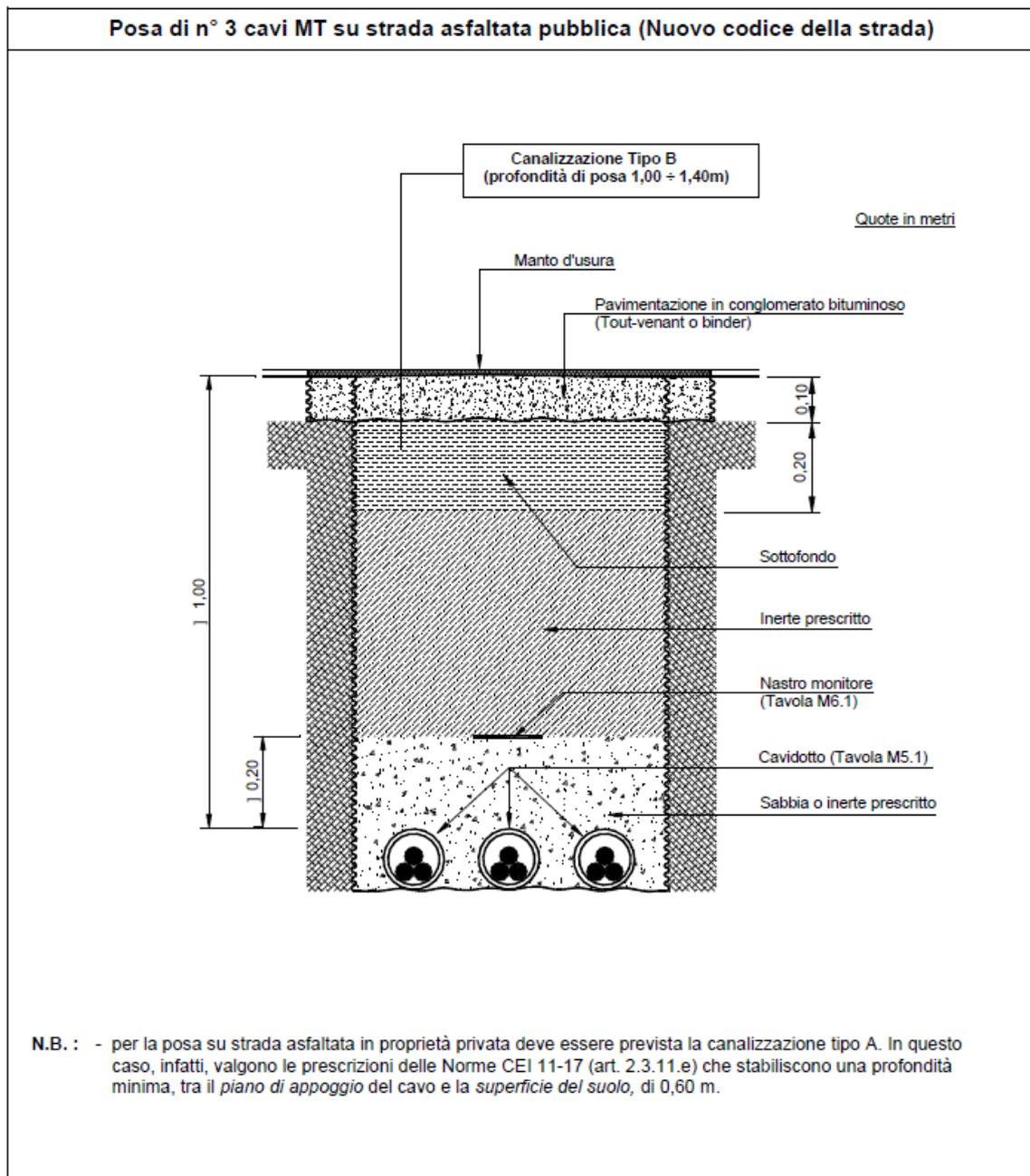


Immagine 10

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

6.3 Cavidotto in Alta Tensione di collegamento tra la sottostazione di utenza e la nuova Stazione elettrica di Terna.

La connessione tra l'impianto fotovoltaico e la nuova stazione elettrica di Terna è prevista in antenna con cavidotto AT a 150 kV, per il tramite della stazione elettrica di utenza 150/30 kV. L'elettrodotto di cui trattasi ha estensione pari a circa 60 metri.

Lungo il percorso longitudinale la posa sarà effettuata secondo le modalità valide per le reti di distribuzione elettrica riportate nella norma CEI 11-17 (vedi immagine n. 10), ovvero modalità di posa tipo M, posa direttamente interrata, con protezione meccanica supplementare. La sezione di scavo e i particolari costruttivi sono di seguito rappresentati (immagini 11 e 12). La terna di cavi sarà posata con disposizione dei conduttori a trifoglio, secondo le modalità riportate dallo schema tipico dell'Allegato "B1" della Specifica Tecnica TERNA UX LK401.

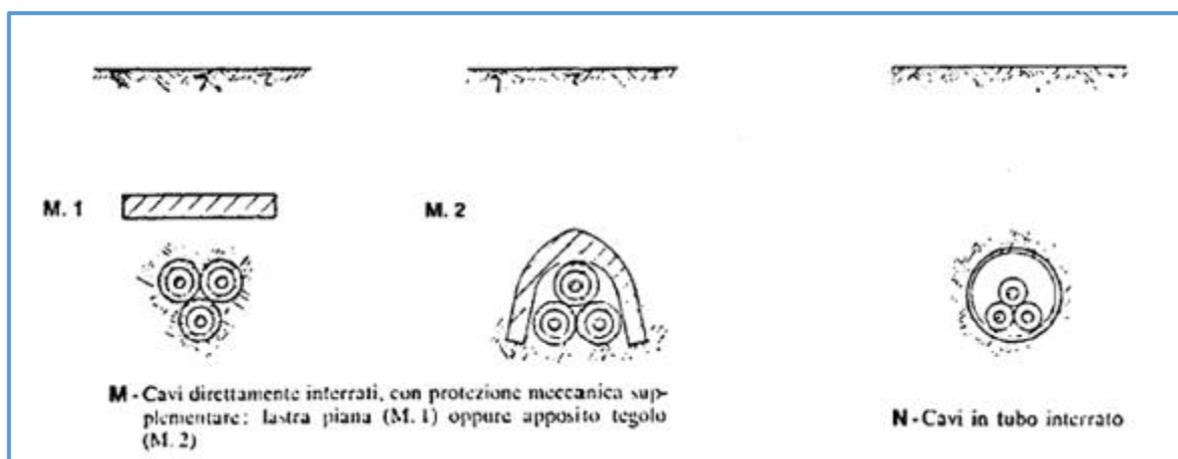
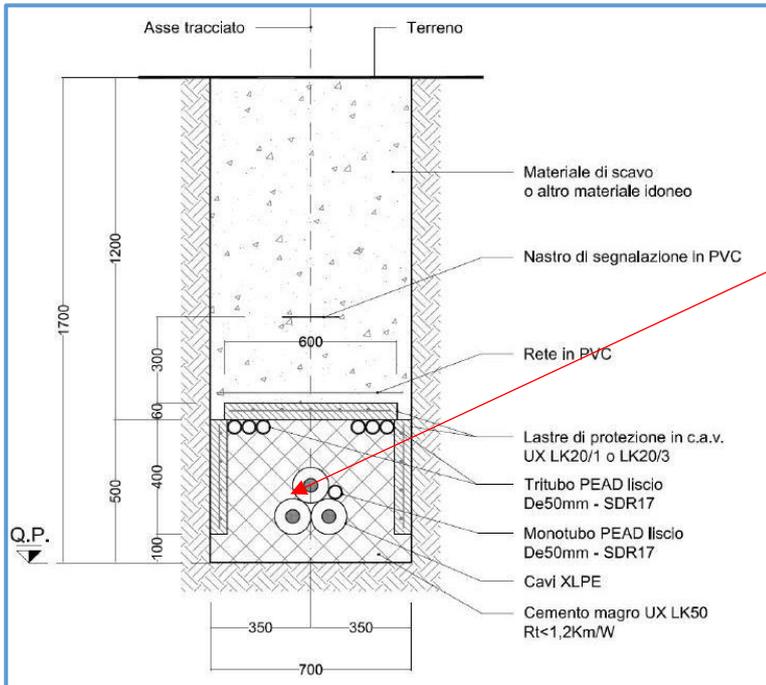


Immagine 11

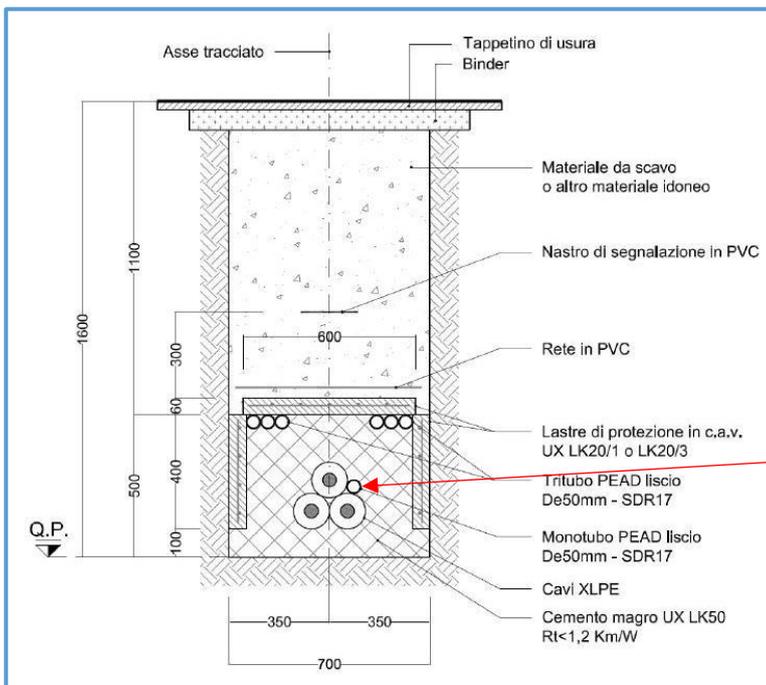
Sezione in prossimità di strade bianche



La profondità di posa dell'elettrodotto è pari a circa 1,4 metri (baricentro) dal piano campagna

Immagine 12

Sezione in prossimità di strade asfaltate



La profondità di posa dell'elettrodotto è pari a circa 1,4 metri (baricentro) dal piano campagna

Immagine 13

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

Come si osserva dai particolari costruttivi indicati nelle immagini soprariportate, l'elettrodotto è protetto da lastre prefabbricate in calcestruzzo armato di adeguata resistenza e da un getto di cemento magro che annega completamente le armature.

La sezione costruttiva a fine lavori risulterà della larghezza di 0,70 m. Si descrivono di seguito i vari componenti dell'elettrodotto partendo dal fondo scavo:

- strato di 10 cm di cemento magro a resistività termica controllata 1,2 Km/W;
- conduttori di energia, secondo le specifiche di progetto;
- lastre di cemento armato di protezione sui due lati;
- strato di riempimento per cm 40 di cemento magro a resistività termica controllata;
- tri-tubo in PEAD del diametro di 50 mm per l'inserimento del cavo in fibra ottica;
- copertura con piastra di protezione in cemento armato vibrato prefabbricato secondo le specifiche di progetto;
- rete in pvc arancione per segnalazione dell'elettrodotto in caso di manutenzioni da eseguire con tecniche di scavo controllato per esempio escavatore a risucchio;
- materiale riveniente dallo scavo opportunamente selezionato;
- nastro segnalatore in pvc con indicazione cavi in alta tensione;
- materiale riveniente dallo scavo fino alla del piano campagna;
- ripristino dello strato superficiale come ante-operam (strada bianca o asfalto)

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

7. COMPONENTI DELLA PARTE ELETTRICA DELLA CENTRALE AGRIVOLTAICA

L'impianto dovrà essere connesso alla rete elettrica di distribuzione nazionale per il tramite della nuova stazione elettrica SE 380/150 kV da realizzare nel Comune di Latiano, quest'ultima da inserire in entra-esce alla linea 380 kV "Brindisi – Taranto N2".

Dalle cabine di raccolta (prevista sul lato Nord dell'impianto Agrivoltaico) fino alla stazione di utenza, quest'ultima da realizzare in prossimità della stazione elettrica di Terna, sempre nel Comune di Latiano (BR), la potenza elettrica verrà trasportata tramite un cavidotto a 30 kV in MT con frequenza pari a 50 Hz, di lunghezza pari a circa 15.350 metri.

Nella stazione di utenza tramite idonei trasformatori di potenza, la corrente elettrica sarà trasformata da 30 a 150 Kv. Infine dalla stazione di utenza la corrente elettrica sarà trasportata e immessa nella stazione di Terna tramite cavidotto in alta tensione a 150KV di lunghezza pari a circa 50 metri.

Al fine di salvaguardare la qualità del servizio ed evitare pericoli per le persone e danni per le cose, l'impianto comprenderà idonee protezioni di interfaccia per il collegamento alla rete, in conformità alle norme CEI 0-21, CEI 0-16, CEI 11-15, CEI 11-27. La scelta della tensione del generatore fotovoltaico è effettuata tenendo conto dei limiti di sicurezza nonché della disponibilità e dei costi dei dispositivi da collegare al generatore fotovoltaico senza però trascurare le correnti in gioco. L'impianto di terra è stato progettato secondo le normative vigenti CEI EN 50522, e CEI EN 61936-1.

L'immagine n.14 sotto riportata rappresenta schematicamente i blocchi fondamentali della parte fotovoltaica in progetto.

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

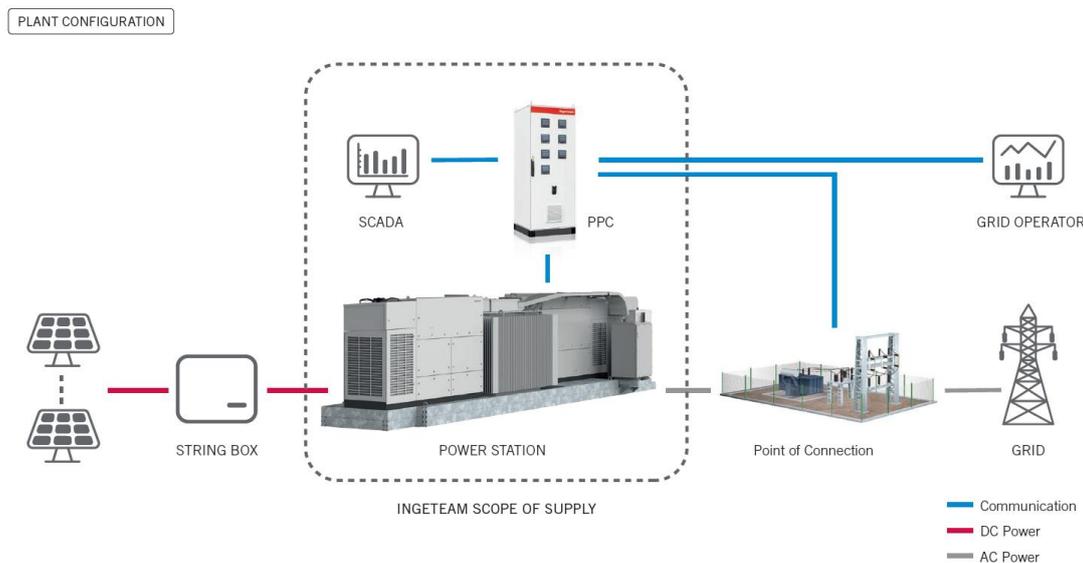


Immagine 14

La parte elettrica e meccanica dell'impianto è distinguibile nei seguenti principali blocchi:

- generatore fotovoltaico: insieme dei moduli fotovoltaici di norma collegati in serie ed in parallelo;
- stringhe: insieme di moduli fotovoltaici collegati in serie in questo caso i moduli sono collegati in serie da 24 moduli;
- string box: quadri di parallelo stringhe, in questi quadri le stringhe vengono collegate in parallelo tra di esse in funzione dell'architettura di impianto;
- strutture di sostegno dei moduli ad inseguitore solare: strutture in acciaio zincato o in cor-ten atte a sorreggere i moduli fotovoltaici e orientarne la superficie secondo la migliore esposizione giornaliera;
- inverter: gruppi di conversione, convertono la corrente elettrica continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata a bassa tensione;
- trasformatori: elevano la potenza elettrica, prodotta dal generatore fotovoltaico e convertita dagli inverter, da bassa a media tensione;
- inverter station schelter: stazioni prefabbricate nelle quali trovano alloggio sia gli inverter che i trasformatori;
- cabine di raccolta: sono le cabine che raccolgono le potenze di uscita da ogni trasformatore di campo;
- linea elettriche in corrente continua: sono le linee elettriche che convogliano la potenza dal

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

modulo fotovoltaico all'ingresso dei gruppi di conversione passando per il tramite delle string box;

- linee elettriche in corrente alternata in bassa tensione: sono le linee elettriche che convogliano la potenza all'uscita dei gruppi di conversione verso i trasformatori;
- linee elettriche in Media Tensione: sono le linee elettriche che trasportano la potenza elettrica in media tensione dai trasformatori alle cabine di raccolta e da quest'ultima alla stazione di utenza;
- stazione di utenza: stazione elettrica di elevazione della potenza prodotta dall'impianto Agrivoltaico da 30 kV a 150 KV;
- linea alta tensione: linea elettrica che trasporta la potenza in alta tensione 150 KV alla stazione elettrica di Terna.

Di seguito si rappresentano e quantificano in forma tabellare (vedi tabella n.5) i blocchi fondamentali che compongono l'impianto, raggruppati per sub campo.

Inverter Station Number	Inverter Model (1,500 V) INGECON SUN 3Power C series IP65 Protection Rating - Closed loop Liquid Cooling System (LCS)	Inverter Number	PV Module Rated Power (Wp)	Number of PV Modules in Series	PV String Rated Power (kWp)	Number of Strings each electrical transformer	Number of PV modules each Inverter	Rated DC Power each Inverter (kWp)	Number of String Combiner Boxes 16 inputs (each Inverter 1,500 V)	Inverter Rated AC Power at 35°C (kVA)	Potenza inalterata in uscita dal trasformatore
1	INGECON SUN 3825TL C630	1	670	24	16,08	486	11.664	7.815	31	3.492	6973,852041
	INGECON SUN 3825TL C630	2	670	24	16,08					3.492	
2	INGECON SUN 3825TL C630	3	670	24	16,08	495	11.880	7.960	31	3.492	7102,997449
	INGECON SUN 3825TL C630	4	670	24	16,08					3.492	
3	INGECON SUN 3825TL C630	5	670	24	16,08	496	11.904	7.976	31	3.492	7117,346939
	INGECON SUN 3825TL C630	6	670	24	16,08					3.492	
4	INGECON SUN 3825TL C630	7	670	24	16,08	491	11.784	7.895	31	3.492	7045,59949
	INGECON SUN 3825TL C630	8	670	24	16,08					3.492	
5	INGECON SUN 3825TL C630	9	670	24	16,08	229	5.496	3.682	15	3.492	3286,033163
	INGECON SUN 3825TL C630	10	670	24	16,08					3.492	
6	INGECON SUN 3825TL C630	11	670	24	16,08	467	11.208	7.509	30	3.493	6701,211735
	INGECON SUN 3825TL C630	12	670	24	16,08					3.492	
7	INGECON SUN 3825TL C630	13	670	24	16,08	472	11.328	7.590	30	3.492	6772,959184
	INGECON SUN 3825TL C630	13	670	24	16,08					3.492	
Totale						3.136	75.264	50.426,9	199	45.397	45000

TABELLA 5

Dalla tabella n.5 sopra esposta si evince che l'architettura dell'impianto Agrivoltaico è composta da 7 stazioni di conversione e trasformazione del tipo INGECON SUN 3825TL C630, ad ogni stazione sono associate da 229 a 486 stringhe, ne deriva che ad ogni stazione è associata una potenza DC da 7.976 a 3.682 kw. La potenza massima in uscita dalle cabine di raccolta a 35 gradi centigradi è pari a 45, 397 Mw, e sarà autolimitata a 45,00 Mw al punto di connessione tramite il controllore unico di centrale.

7.1 Modulo fotovoltaico

Nell'impianto agrivoltaico saranno installati complessivamente 75.264 moduli fotovoltaici del tipo Hi-Mo in silicio monocristallino, del fabbricante Longi, conformi alle norme IEC 61215 e IEC 61730; ogni modulo ha una potenza di 670 W e dimensioni paria a 2.382 mm x 1.134 mm. I pannelli sono ripartiti per ogni inverter come riportato nella tabella n.6. Le schede tecniche 1 e 2, rappresentano le caratteristiche elettriche e meccaniche del modulo fotovoltaico di progetto.

Hi-MO X10 Guardian Anti-Dust

LR7-72HVHF
640~670M

- Equipped with HPBC 2.0 cell, inheriting high-efficiency gene
- Unique frame design effectively reduces the impact of dust accumulation and improves power generation gain throughout the entire lifecycle
- High reliability, stable operation under harsh conditions
- More suitable for industrial and commercial color steel tile roofs and small angle installation scenarios

15 15-year Warranty for Materials and Processing

30 30-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730
ISO9001:2015: ISO Quality Management System
ISO14001: 2015: ISO Environment Management System
ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety
IEC62941: Guideline for module design qualification and type approval

LONGI

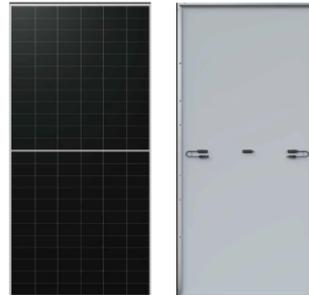
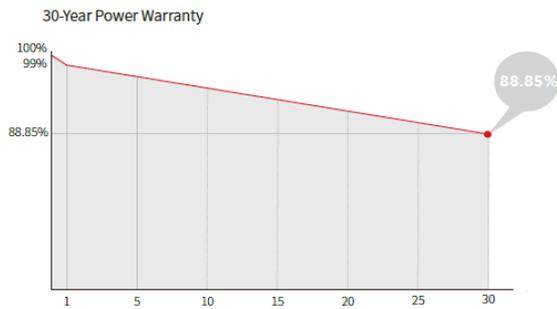


SCHEDA TECNICA 1

Hi-MO X10 Guardian Anti-Dust **LR7-72HVHF 640~670M**

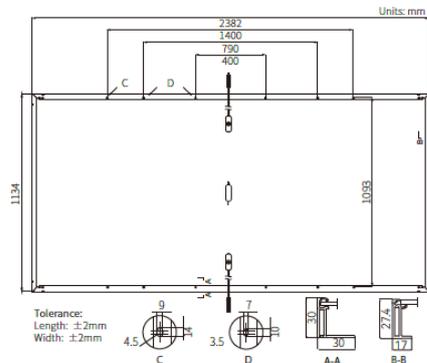
24.8% MAX MODULE EFFICIENCY	0~3% POWER TOLERANCE	<1% FIRST YEAR POWER DEGRADATION	0.35% YEAR 2-30 POWER DEGRADATION	BC-CELL LOWER OPERATING TEMPERATURE
---------------------------------------	--------------------------------	---	---	---

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	28.5kg
Dimension	2382×1134×30mm
Packaging	35pcs per pallet / 140pcs per 20' GP / 700pcs per 40' HC



Module Type	STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C				NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s				Test uncertainty for Pmax: ±3%					
	LR7-72HVHF-640M	LR7-72HVHF-645M	LR7-72HVHF-650M	LR7-72HVHF-655M	LR7-72HVHF-660M	LR7-72HVHF-665M	LR7-72HVHF-670M	LR7-72HVHF-670M	LR7-72HVHF-670M	LR7-72HVHF-670M	LR7-72HVHF-670M	LR7-72HVHF-670M		
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT		
Maximum Power (Pmax/W)	640	487	645	491	650	495	655	499	660	502	665	506	670	510
Open Circuit Voltage (Voc/V)	53.70	51.04	53.80	51.13	53.90	51.23	54.00	51.32	54.10	51.42	54.20	51.52	54.30	51.62
Short Circuit current (Isc/A)	15.13	12.15	15.21	12.22	15.29	12.28	15.37	12.34	15.45	12.41	15.53	12.48	15.61	12.55
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	44.36	42.15	44.46	42.25	44.56	42.35	44.66	42.44	44.76	42.54	44.86	42.64	44.96	42.74
Current at Maximum Power (Imp/A)	14.43	11.56	14.51	11.63	14.59	11.69	14.67	11.76	14.75	11.82	14.83	11.88	14.91	11.94
Module Efficiency(%)	23.7		23.9		24.1		24.2		24.4		24.6		24.8	

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.200%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.260%/°C



Specifications included in this datasheet are subject to change without notice. LONGI reserves the right of final interpretation. (20240927 V01 Draft)

<p>INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci</p>	<p>PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW</p>	<p>FFK SPV 1 SRL</p>
---	---	----------------------

7.2 String Box

Il progetto prevede n. 199 String box del tipo INGECON SUN String Box, essi sono sostanzialmente dei box combinatori di stringhe FV (fotovoltaiche) progettati per sistemi FV centralizzati basati su inverter INGECON SUN. Lo StringBox è dotato di un efficiente cablaggio DC in ingresso e in uscita con sezionatori CC a piena potenza per una manutenzione sicura. Se utilizzato in combinazione, come nel caso in progetto, con gli inverter centralizzati della serie INGECON SUN le uscite SUN StringBox possono essere monitorate tramite il kit opzionale di monitoraggio del gruppo di ingressi DC. Le String Box sono disponibili in modelli da 8 a 24 ingressi, con tensione massima DC pari a 1500 V. Gli INGECON SUN StringBox offrono la massima flessibilità ed espandibilità nella progettazione del sistema. L'involucro IP65 compatto e robusto è progettato per l'installazione in ambienti esterni, come sistemi montati su tetto e parchi solari di grandi dimensioni o medie dimensioni come nel caso di specie. La serie INGECON SUN StringBox è un combinatorio di stringhe passivo dotato di portafusibili DC a prova di contatto, fusibili DC, scaricatori di sovratensione DC indotti da fulmini e sezionatore di carico. L'immagine n.15 e la scheda tecnica n.3 rappresentano le caratteristiche elettriche e meccaniche degli String Box di progetto.



Immagine 15

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

INGECON SUN StringBox 16B - Data Sheet	
STRING COMBINER BOX	
Model	INGECON SUN StringBox 16B
Number of PV strings per input	1
Max. number of connectable PV inputs	16
PV module short circuit current (Isc)	17 A
PV module operating current (Imp)	16 A
Number of protection fuses	32
Maximum total short circuit current	272 A
Maximum DC voltage	1500 Vdc
Operating temperature without derating	-20°C to 45°C
Relative humidity (non-condensing)	15 to 100%
Altitude	2000 m a.s.l.

DESCRIPTION	The INGECON SUN StringBox is designed to minimize system costs by providing the maximum flexibility. Compact and rugged enclosure designed for installation in outdoor environments. Simple and safe connection of the photovoltaic strings on the internal fuse holders.
PROTECTIONS	
Protection rating for outdoor installation	IP65
Mechanical impact resistance	IK08
Fuse protection	For each PV input on positive and negative poles
Surge protective device (SPD)	Type I+II
Fault protection	Total insulation (Class II)
Anti-condensation device	Installed on enclosure
TECHNICAL DATA	
Enclosure type	Outdoor use, polyester reinforced with fiberglass, UV resistant
Fuses type	gPV fuses, 10 x 85, 20 kA
Selected fuses	30 A
Available fuses	15 A, 20 A, 25 A, 30 A
DC switch-disconnector rating	400 A, 2 Poles
DC switch-disconnector handle	External handle, padlockable
Enclosure dimensions	width 930 mm, height 730 mm, depth 260 mm
Weight	40 kg

CONNECTIONS	
PV inputs	
Cable maximum diameter	9 mm
Cable maximum cross-sectional area	16 mm ²
PV cables entrance type	8 x cable glands with 4 holes
Connection of the PV input cables	Cable directly connected on fuse-holder terminal
PCE	
Cable diameter range	23..38 mm
Cable maximum cross-sectional area	1 x 400 mm ² per pole
Cable glands	2 x M50 cable glands
Connection of the PCE cables	Cable connected on bars, one bar per pole
SPD grounding	
Cable diameter range	7..13 mm
Cable maximum cross-sectional area	1 x 35 mm ²
Cable glands	1 x M20 cable gland
Connection of the SPD grounding cable	Cable directly connected on SPD terminal
STANDARD AND DIRECTIVES	
Directives	2014/35/EU
Standards	IEC 61439-2, IEC 60364-7-712

SCHEDA TECNICA 3

Ad ogni inverter sono connessi n.15/16 string box (vedi tabella n.5).

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciracì	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

7.3 Inverter (gruppi di conversione)

L'architettura di impianto è stata ideata con un sistema di inverter centralizzati. Ad ogni inverter sono connesse in parallelo le stringhe che a loro volta sono composte da 24 moduli in serie tra loro (vedi schema elettrico unifilare). Il progetto dell'impianto prevede l'utilizzo di 13 inverter tipo INGECON SUN 3825 (vedi immagine n.16).



Immagine 16

Gli inverter hanno la funzione di raccogliere la potenza in corrente continua fornita dai moduli fotovoltaici e invertirla in corrente alternata. Gli inverter utilizzati per la progettazione dell'impianto hanno un grado di protezione IP66, protetto quindi contro forti getti d'acqua da qualsiasi direzione e protetto completamente da polveri e fumi. Con questo tipo di inverter è stato quindi possibile optare per una soluzione progettuale più contenuta in termini di scavi e di occupazione di suolo, in quanto tale soluzione prevede l'utilizzo di circa il 90% in meno di cavi elettrici in c.a. rispetto alla soluzione con inverter di stringa. Inoltre, con la soluzione impiantistica a inverter centralizzati risultano semplificate le operazioni di montaggio e di manutenzione. Di seguito si riporta uno stralcio della scheda tecnica dell'inverter previsto.

Inverter	
Inverter model	INGECON SUN 3825TL C645
Maximum DC input voltage	1500 V
MPP voltage range	916 to 1300 V
Rated output power	3575 kVA @ 35°C, 3407 kVA @ 40°C, 3240 kVA @ 45°C
Rated output voltage	645 V (IT system)
Number of DC inputs with fuses	16 (Available: up to 24 inputs with fuses)
DC fuses	Optional
Protection rating	IP65 (Closed-loop Liquid Cooling System)
Corrosion protection class	C5-H

INGECON	SUN	3Power C Series 1,500 V _{dc}					
	INGECON® SUN 3825TL						
	C600	C615	C630	C645	C660	C675	C690
Input (DC)							
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	3,144 - 4,188 kWp	3,222 - 4,296 kWp	3,301 - 4,398 kWp	3,379 - 4,502 kWp	3,458 - 4,607 kWp	3,537 - 4,712 kWp	3,615 - 4,816 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	853 - 1,300 V	874 - 1,300 V	895 - 1,300 V	916 - 1,300 V	937 - 1,300 V	958 - 1,300 V	979 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V						
Maximum current	3,965 A						
N° inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
MPPT	1						

SCHEDA TECNICA 4

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciracì	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

7.4 Trasformatori

Il progetto prevede trasformatori in olio di elevazione BT/MT 630/30.000 V, tutti avranno una tensione primaria generata dai convertitori statici pari a 630 Vac ed una tensione secondaria (in elevazione) di 30 kVac. La scheda tecnica n. 5 rappresenta le caratteristiche elettriche e meccaniche del trasformatore previsto in progetto.

Medium Voltage Transformer	
Vector group	Dy11y11
Transformer type	Liquid filled hermetically sealed LV/MV transformer, Insulating fluid: mineral oil
Cooling system	ONAN
Power losses	Losses according to EU 548/2014 Tier 2 (as amended by EU 2019/1783)
Rated output power	6990 kVA @ 40°C, 6500 kVA @ 45°C
Rated voltage	Primary side: 30 kV, Secondary side: 2 x 630 V
Rated frequency	50 Hz
Primary voltage regulation	± 2 x 2.5%
Winding material	Aluminium / Aluminium
Accessories included:	DGPT2 / DMCR3.0 (oil level, gas discharge, overpressure, oil temperature alarm and trip)
	Pressure release valve, oil filling device, oil draining valve, oil sampling valve
	PT100 sensor for oil temperature, electrostatic shields
	Oil retention tank with filtering system for MV transformer integrated in the skid base frame

SCHEDA TECNICA 5

7.5 Stazione di conversione e trasformazione - Inverter station - Shelter

Al fine di minimizzare le opere necessarie alla raccolta delle potenze prodotte dai moduli fotovoltaici, il progetto prevede l'installazione degli inverter e dei trasformatori in un'unica stazione, nome commerciale INGECON SUN FSK C Series Inverter Station. Pertanto, in questo modo si evita di realizzare cabine di contenimento in calcestruzzo armato. Le stazioni sono allestite inoltre con trasformatore BT/BT 600/400 V adibiti all'alimentazione dei servizi ausiliari. Di seguito si riporta l'assonometria della stazione in progetto.

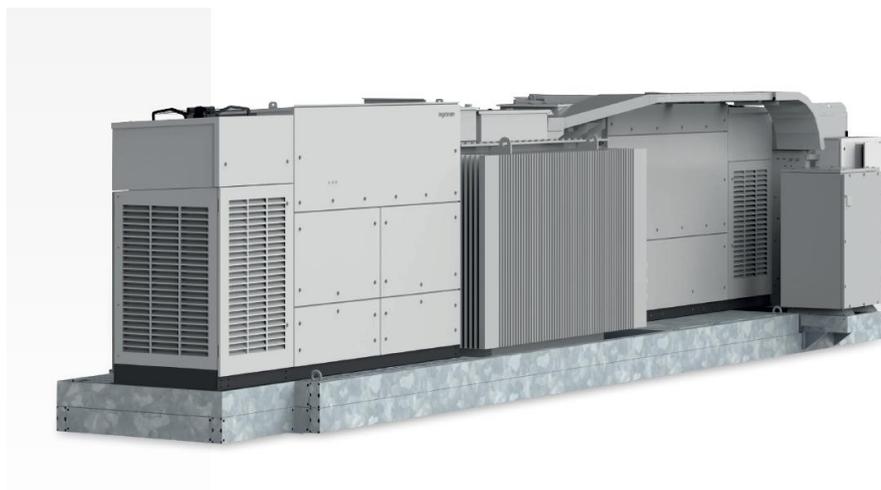


Immagine 17

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

Di seguito lo schema elettrico sinottico della stazione (immagine n.18).

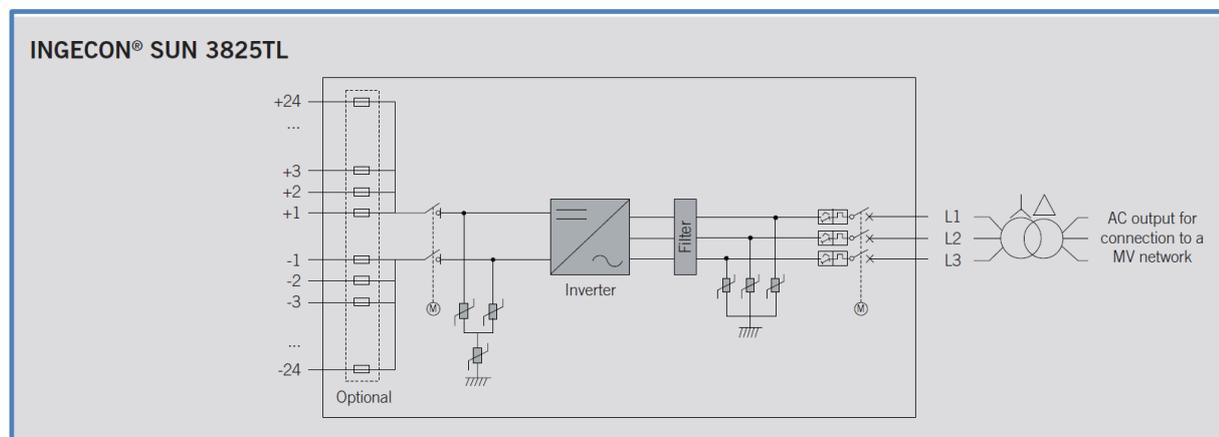


Immagine 18

I componenti della stazione di conversione/trasformazione sono montati su un telaio di base, realizzato in acciaio zincato a caldo. Tutti i componenti inclusi gli inverter sono integrati nel telaio di base, completamente cablati e testati in fabbrica. Lo skid MV viene consegnato preassemblato per un rapido collegamento in loco.

Di seguito si descrive la configurazione della stazione.

- Inverter centrali:

INGECON SUN 3825TL C630 (grado di protezione IP65, sistema di raffreddamento a liquido)

- Trasformatore MT:

Estere biodegradabile, sigillato ermeticamente, 30 kV, design ECO (per Unione Europea)

- Quadro MT (RMU):

Isolato in gas, configurazione 1L1A1L, 36 kV, 630 A, 20 kA 1s, grado di protezione IP54

- Trasformatore BT ausiliario:

Tipo a secco, 20 kVA, custodia di protezione IP54

- Quadro ausiliario BT:

Quadro servizi ausiliari completamente attrezzato, grado di protezione IP55

- Comunicazione:

Fibra ottica monomodale (switch Fast Ethernet, controller I/O remoto)

- UPS:

UPS (24 Vdc) per servizi ausiliari (interruttore quadro MT, comunicazione)

- Connessioni BT:

Connessioni CA dell'inverter (sbarre flessibili isolate con coperture di protezione)

- Connessioni MT:

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

Cavi MT tra trasformatore MT e RMU

- Vaschetta ritenzione olio:

Serbatoio di ritenzione olio con sistema di filtraggio dell'acqua piovana integrato nel telaio della base skid

7.6 Cabina ausiliaria

Lungo la strada perimetrale del campo saranno installate n.20 cabine ausiliarie, in tali cabine saranno installati i trasformatori in resina MT/BT che trasformeranno la fornitura di corrente elettrica prelevata dalla rete (non prodotta dall'impianto) da MT a BT. Tale fornitura di corrente elettrica sarà utilizzata nelle ore serali e comunque in assenza di potenza elettrica prodotta dal campo fotovoltaico, per alimentare i servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento della parte agronomica e fotovoltaica del progetto. All'interno delle stesse cabine potranno essere installate batterie di accumulo e inverter DC/AC, con lo stesso scopo dei trasformatori, e cioè di alimentare i servizi ausiliari per brevi periodi in assenza di potenza fotovoltaica e in assenza di energia elettrica fornita dalla rete. L'immagine 19 rappresenta le dimensioni in pianta della cabina ausiliaria, l'immagine 22 rappresenta il trasformatore BT/MT.

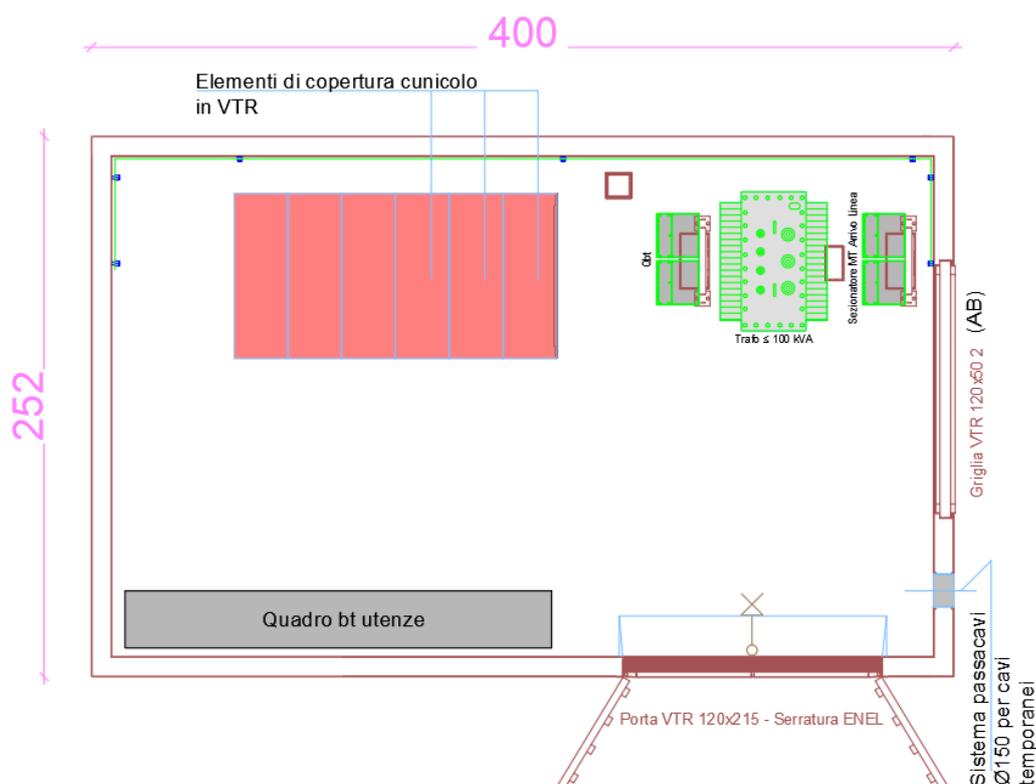


Immagine 19

<p>INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci</p>	<p>PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW</p>	<p>FFK SPV 1 SRL</p>
---	---	----------------------

Di seguito si riportano le caratteristiche elettriche del trasformatore in resina.

Tensione di isolamento: 24kV

Potenza apparente: $P= 100\text{kVA}$

Tensione primaria: $V_{\text{prim}}= 20\text{kV}$

Tensione secondaria: $V_{\text{sec}}= 400\text{V}$

Potenza di assorbimento: $P_o= 252\text{W}$

$U_k= 6\%$



Immagine 20

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	--	---------------

7.7 Cabine di raccolta

L'energia prodotta dai generatori fotovoltaici sarà raccolta, convertita e trasformata come sopra riportato, da 7 stazioni di conversione e trasformazione che colleteranno l'energia in tre cabine prefabbricate. Le dimensioni di detti prefabbricati sono state desunte in modo tale da essere sufficienti ed idonee all'alloggiamento delle apparecchiature necessarie per il corretto funzionamento della centrale agrivoltaica e alla sicurezza elettrica e statica della stessa cabina. Di seguito si riportano le apparecchiature da alloggiare nelle cabine:

- quadri di protezione, progettati secondo le Norme CEI specifiche e alle relative regole di sicurezza: CEI 0-16, CEI 0-21, CEI 0-16, CEI 11-15, CEI 11-27, CEI EN 50522, CEI EN 61936-1. I quadri di protezione comprenderanno, scomparti di tipo IM di linea motorizzati, scomparti di tipo UM per derivazione per servizi ausiliari, trasformatori di tensione (TV) e di corrente (TA), cordoni per collegamento ai trasformatori, gruppi di misura, apparecchi per telecontrollo, e quant'altro occorre per garantire il corretto funzionamento della centrale fotovoltaica e del cavidotto di connessione.

L'impianto di terra della cabina sarà realizzato tramite anello interrato esterno (posto ad 1 m dal perimetro della cabina) in treccia di rame nudo 1x35/50 mm² e n. 4/8 picchetti di terra in profilato di acciaio, sezione a T, di lunghezza 1600 mm. All'interno della cabina tutte le masse metalliche sono collegate all'impianto di terra generale.

Come sopra accennato la cabina elettriche sarà del tipo prefabbricato in cemento armato vibrato comprensive di vasca di fondazione prefabbricata in c.a.v. con porta di accesso e griglie di areazione in vetroresina, impianto elettrico di illuminazione, copertura impermeabilizzata con guaina bituminosa e rete di messa a terra interna ed esterna. Le pareti esterne dovranno essere trattate con un rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il perfetto ancoraggio sul manufatto, l'inalterabilità del colore e stabilità agli sbalzi di temperatura. Le dimensioni di detta cabina sono 7,52 x 2,52 x 2,70 (h) metri.

L'immagine 21 rappresenta le dimensioni in pianta delle cabine di raccolta.

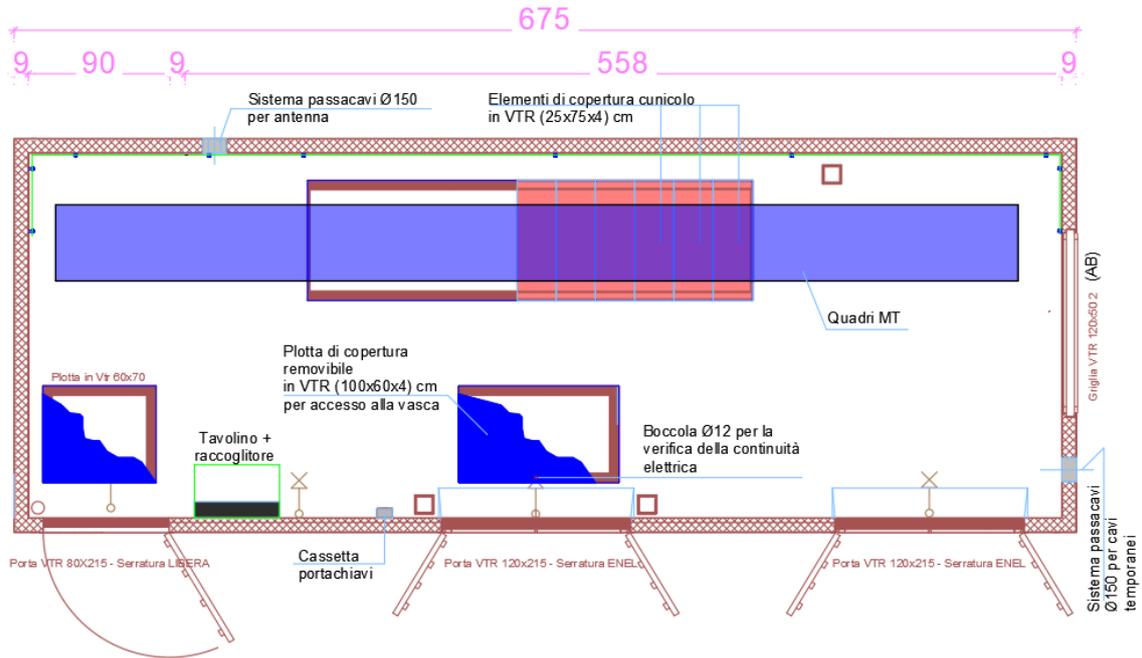


Immagine 21

<p style="text-align: center;">INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciracì</p>	<p style="text-align: center;">PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW</p>	<p style="text-align: center;">FFK SPV 1 SRL</p>
---	---	--

8. DIMENSIONAMENTO DELLA CENTRALE FOTOVOLTAICA – POTENZA MASSIMA DI PICCO

La potenza nominale di picco (kWp) è la potenza elettrica che un impianto fotovoltaico è in grado di erogare in condizioni di prova standard STC, di seguito se ne espongono i relativi parametri:

- 1 kW/m² di irraggiamento perpendicolarmente ai moduli;
- 25°C di temperatura delle celle;
- massa d'aria (AM) pari a 1.5.

La massa d'aria influenza la produzione energetica fotovoltaica in quanto è un indice dell'andamento della densità spettrale di potenza della radiazione solare. Difatti quest'ultima ha uno spettro con una caratteristica W/m²-lunghezza d'onda che varia anche in funzione della densità dell'aria.

La configurazione ottimale per un impianto fotovoltaico di grandi dimensioni, come quello di cui trattasi, risulta essere la cosiddetta configurazione “multi - inverter centralizzato”. In questo modo la centrale fotovoltaica è suddivisa in più parti (sottocampi), ognuno servito da un proprio inverter centralizzato a cui sono collegate diverse stringhe in parallelo tramite i quadri di parallelo. I vantaggi di questa configurazione sono:

- la riduzione dei problemi di ombreggiamento;
- la riduzione della quantità di cavi da impegnare;
- la continuità di servizio in caso di manutenzione programmata e/o straordinaria sugli inverter presenti nella centrale, in quanto il guasto/manutenzione di un inverter non comporta la perdita di produzione dell'intero impianto (come nel caso di centrali monoinverter), bensì solamente del relativo sottocampo.

Il progetto prevede che ciascuna stringa sia singolarmente protetta da fusibili, in questo modo è possibile effettuare verifiche di funzionamento e manutenzione senza dover mettere fuori servizio l'intero generatore fotovoltaico (sottocampo).

Sono stati previsti quadri di parallelo sul lato c.c. (INGECON SUN StringBox 16B) in numero di 199, connessi all'inverter di competenza con sezionatore motorizzato. Di seguito lo schema elettrico degli StringBox (vedi immagine 22). Il numero degli StringBox è stato definito in funzione del numero degli ingressi lato corrente continua e delle relative correnti massime lato inverter.

Option:
up to 24 inputs

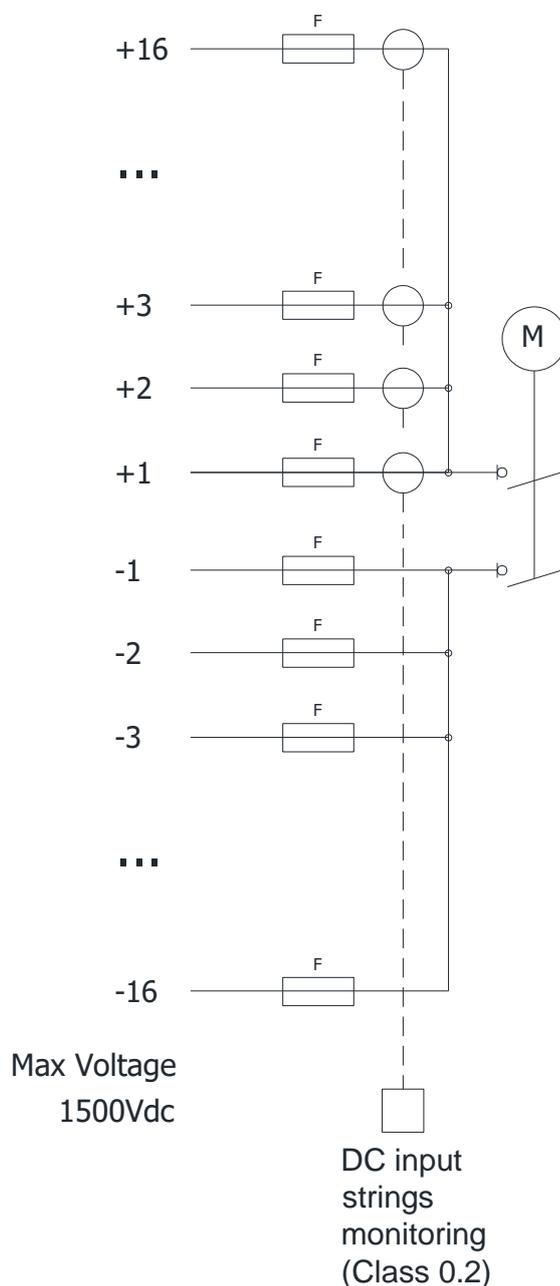


Immagine 22

La protezione da sovracorrenti è stata ottenuta mediante fusibili, mentre la protezione per corrente inversa con diodi di blocco. La diagnostica dell'impianto è realizzata in questa configurazione tramite un sistema di supervisione che provvede alla verifica della produzione delle diverse stringhe. Il

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

progetto prevede (come è possibile notare dagli stralci dello schema unifilare riportati di seguito, immagine 23) che l'inverter possa essere sezionato sia sul lato c.c. e sia su quello c.a., in modo quindi da consentire la manutenzione su uno specifico inverter escludendo entrambe le sorgenti di alimentazione, ossia generatore fotovoltaico e rete.

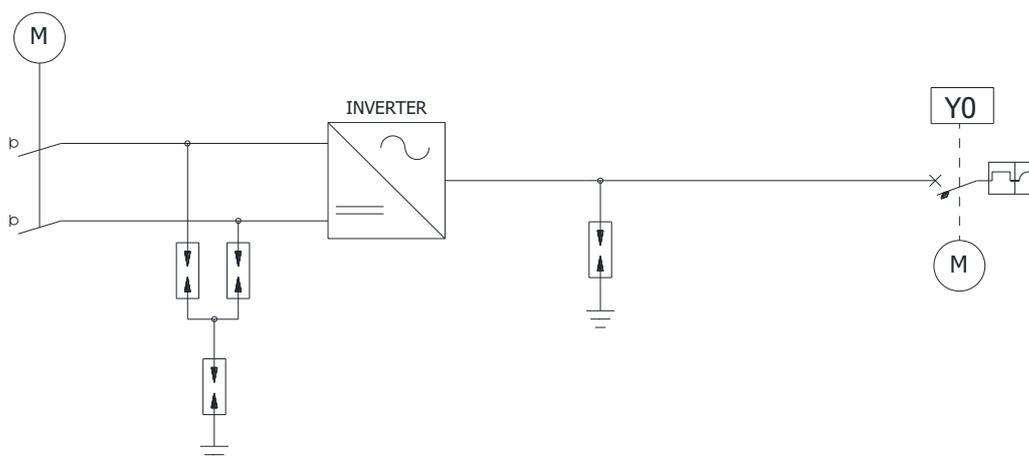


Immagine 23

8.1 Cavi solari Bt in Corrente continua e Verifiche elettriche

Alfine di dimensionare opportunamente i cavi elettrici in primis occorre valutare i valori nominali di tensione e frequenza in uscita e di ingresso agli inverter di progetto, e le tensioni e correnti nominali delle stringhe fotovoltaiche. Per quanto riguarda la tensione in ingresso vanno valutate le condizioni estreme di funzionamento del generatore fotovoltaico, al fine di avere un funzionamento sicuro e produttivo dell'inverter. Si deve anzitutto verificare che la tensione a vuoto U_{oc} in uscita dagli StringBox alla minima temperatura ipotizzabile (-10°C) sia inferiore a quella massima sopportabile dall'inverter, ossia: $U_{oc\ max} \leq U_{MAX}$. Poiché la tensione in uscita dai moduli fotovoltaici è funzione della temperatura, occorre verificare che nelle condizioni di esercizio prevedibili (da -10°C a $+70^{\circ}\text{C}$), l'inverter si trovi a funzionare nell'intervallo di tensione dichiarata dal costruttore. Sono state quindi verificate contemporaneamente le due disuguaglianze:

$U_{min} \geq U_{MPPT}$, ossia, la tensione minima (a 70°C), considerata alla corrispondente massima potenza in uscita dagli StringBox con irraggiamento standard, deve essere superiore alla tensione minima di funzionamento del MPPT dell'inverter che mantiene accesa la logica di controllo e permette la corretta erogazione di potenza.

<p style="text-align: center;">INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci</p>	<p style="text-align: center;">PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW</p>	<p style="text-align: center;">FFK SPV 1 SRL</p>
---	---	--

Inoltre si deve avere che:

$U_{max} \leq U_{MPPT\ max}$, ossia, la tensione massima (a $-10^{\circ}C$), considerata alla corrispondente massima potenza in uscita a dagli StringBox con irraggiamento standard, deve essere inferiore o uguale alla tensione massima di funzionamento del MPPT dell'inverter.

Tutte le verifiche sopra richiamate risultano soddisfatte.

La scelta e il dimensionamento dei cavi adatti per gli impianti fotovoltaici non prevedono criteri diversi da quelli comunemente utilizzati per la scelta dei cavi per i circuiti elettrici di potenza, ma richiede alcune accortezze particolari legate all'impiego che risulta:

- particolarmente oneroso in termini di temperatura e radiazione solar, perlomeno per i cavi lato moduli e quadri di campo;
- condizionata da particolari accortezze in relazione alle perdite.

È opportuno per prima cosa distinguere i cavi tra:

- quelli che collegano le singole stringhe ai quadri di parallelo stringhe e cavi che collegano i quadri di parallelo stringhe agli inverter;
- esposti alla radiazione solare o meno;
- esposti all'attacco di roditori o meno.

La scelta dei cavi, per ogni circuito, richiede nella sostanza l'individuazione del tipo (che individua la tensione e la corrente nominale, la modalità di posa, la resistenza alle azioni ambientali, meccaniche e fisiche) e della relativa sezione:

- il tipo di cavo deve essere scelto in relazione alle condizioni ambientali e alle condizioni al contorno di utilizzo. Tali condizioni tipicamente non sono elettriche e possono riguardare caratteristiche come ad esempio la flessibilità, il numero di anime, la presenza o meno di armatura, la resistenza della miscela ai raggi UV, la possibilità di interrimento o meno;
- la tensione del cavo deve essere compatibile con quella massima del sistema elettrico al quale il cavo è destinato e a garantire un'elevata affidabilità per tutta la vita utile dell'impianto (almeno 25/30 anni);
- la sezione dei conduttori deve garantire, oltre ad una densità di corrente adatta alla potenza del circuito, una caduta di tensione inferiore ai limiti prescritti dalle norme applicabili e prestabiliti in fase progettuale.

La posa all'aperto tipica degli impianti fotovoltaici e le condizioni particolari che ne conseguono rendono necessario considerare nella scelta del tipo di cavo una serie di fattori ambientali che possono incidere sull'esercizio e sulla durata dell'impianto. Occorre infatti considerare che:

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

- anche se posati in tubo protettivo, i cavi posati all'aperto possono venire in contatto con l'acqua e deteriorarsi se di tipo non adatto. La resistenza all'acqua è normata da EN 50525-2-21;
- a basse temperature si determina un indurimento dell'isolante che ne aumenta la fragilità. Per ciascun tipo di materiale isolante sono previste delle temperature limite, + 5 °C, isolamento e/o guaina PVC, - 5 °C, isolamento EPR/HEPR e/o guaina LSOH, - 25 °C, isolamento e/o guaina in materiale elastomerico (reticolati), - 40 °C isolamento e/o guaina in materiale speciale (EN 60811-1-4);
- negli impianti fotovoltaici i cavi possono trovarsi ad una temperatura ambiente, in corrispondenza dei moduli, che può raggiungere in alcuni casi anche 90 °C. Questo significa che ad esempio cavi in PVC o cavi isolati in gomma (che hanno come temperatura massima di esercizio rispettivamente 70 °C e 90 °C) non sono adatti a questo tipo di applicazione. Cavi conformi alle norme EN 62930 ed EN 50618 sono progettati per operare ad una temperatura massima continua del conduttore di 90 °C e ammettono 20.000 h di funzionamento alla temperatura massima del conduttore di 120 °C;
- l'irraggiamento solare determina il deterioramento della guaina con conseguenti perdita delle caratteristiche meccaniche ed elettriche. La resistenza all'ozono è comprovata dalla prova secondo IEC 62930, CEI EN 50618. La resistenza agli UV dalle prove secondo IEC 62930 allegato E, CEI EN 50618 allegato E.

La tensione nominale di un cavo è la tensione di riferimento per la quale il cavo è progettato ed è determinata dalle prove elettriche a cui il cavo è stato sottoposto. La tensione nominale di un cavo è data dalla combinazione di due valori, U_0/U :

- U_0 è il valore efficace tra ogni conduttore isolato e la terra (armatura, schermo o ambiente circostante);
 - U è il valore efficace tra due conduttori di fase di un cavo multipolare o di sistema di cavi unipolari.
- Nel caso di cavi in circuiti in corrente continua, la classica condizione che la tensione nominale del sistema non debba superare 1,5 volte la tensione nominale (Guida CEI 20-67 art. 2.3.1) si applica sia al valore U_0 sia al valore U che sono sempre espressi in termini di valore efficace di una tensione alternata. La scelta delle tensioni nominali dipende oltre che dalla tensione del sistema anche dal punto di messa a terra distinguendo se il sistema è ordinario o in classe II o con isolamento equivalente. Nel caso di specie si farà riferimento alla seconda opzione.

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	--	---------------

Ai sensi della norma CEI 64-8/2021, una condotta BT in CA fino a 690 V (che per analogia diventa in CC $690 \cdot 1,5 = 1035V$) è considerata con isolamento equivalente alla classe II (comunemente ed erroneamente anche detta doppio isolamento) se costituita da:

- cavi con tensione nominale superiore di un gradino rispetto al minimo richiesto;
- cavi con guaina non metallica aventi tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella necessaria per il sistema elettrico servito e che non comprendano un rivestimento metallico;
- cavi unipolari senza guaina installati in tubo protettivo o canale isolante, rispondente alle rispettive Norme;
- cavi con guaina metallica aventi isolamento idoneo per la tensione nominale del sistema elettrico servito, tra la parte attiva e la guaina metallica e tra questa e l'esterno.

La tensione del sistema fotovoltaico si ottiene moltiplicando il numero di moduli disposti in serie che compongono la stringa per la tensione nominale a vuoto del singolo modulo (VOC), in questo caso $24 \cdot 54,30 = 1303,2 V$

Per quanto sopra la scelta dei cavi da utilizzare per i circuiti fotovoltaici ricade obbligatoriamente su cavi di tipo H1Z2Z2-K, che sono cavi unipolari particolari, con isolamento e guaina in gomma, con tensione massime di 1.8 kV in cc e 1.2 KV in c.a., con temperatura massima di funzionamento non inferiore a 90°C e con una elevata resistenza ai raggi UV, di seguito la scheda tecnica (vedi immagine 18) dei cavi di cui trattasi (Nota bene il produttore è del tutto irrilevante).

I cavi 1Z2Z2-K sono cavi per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Garantiscono un funzionamento ottimale per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso (Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (CEI EN 60216-1). Il conduttore è in rame stagnato, ricotto cl. 5, CEI EN 60228 (tabella 9), isolante in elastomero reticolato atossico di qualità Z2, guaina esterna in elastomero reticolato atossico di qualità Z2.

Detti cavi utilizzati in un impianto fotovoltaico sono in grado di sopportare, per la durata di vita dell'impianto stesso (anche 30-35 anni), severe condizioni ambientali in termini di elevata temperatura, precipitazioni atmosferiche e radiazioni ultraviolette.

H1Z2Z2-K 1/1 kVAc - 1,5/1,5 kVcc

Bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, non propaganti la fiamma, resistenti ai raggi UV
Low emissions of smoke, zero halogen, Flame retardant, UV resistant



RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	CEI EN 50618
Resistenza raggi UV / UV Resistance	CEI EN 50618
Resistenza all'ozono / Ozone Resistance	CEI EN 60811-403
Resistenza elettrica / DC resistance	CEI EN 60228 (Tab. 9)
Portata di corrente / Current capacity	CEI EN 50618
Resistenza alla sollecitazione termica / Thermal stress resistance	CEI EN 60216-1
Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive	2014/35/UE
Direttiva RoHS/RoHS Directive	2011/65/UE



Scarica la scheda tecnica completa

Le immagini sono puramente illustrative e coperte da copyright ©

Immagine 24

Dimensionamento della sezione dei cavi

Le principali condizioni che normalmente devono essere considerate nella scelta della sezione di un cavo FV in corrente continua sono tre:

1. la portata (massima corrente ammissibile per un periodo prolungato);
2. la tenuta al cortocircuito
3. la caduta di tensione (di norma inferiore al 2%).

La tabella 6 riporta i valori caratteristici del cavo H1Z2Z2-K, sulla base dei quali si dimensionano le sezioni per ogni circuito.

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

Formazione Size	Ø esterno medio Medium Ø outer	Peso medio cavo Medium Weight	Resistenza elettrica Electrical Resistance max a 20°C	Portata di corrente / Current rating		
				Cavo singolo libero in aria	Cavo singolo su unica superficie	Due cavi caricati che si toccano su una superficie
n° x mm²	mm	kg/km	Ω/km	A	A	A
1 x 1,5	4,7	34	13,3	30	29	24
1 x 2,5	5,2	47	7,98	41	39	33
1 x 4	5,8	58	4,95	55	52	44
1 x 6	6,5	80	3,3	70	67	57
1 x 10	7,9	127	1,91	98	93	79
1 x 16	8,8	180	1,21	132	125	107
1 x 25	10,6	270	0,78	176	167	142
1 x 35	12,0	360	0,554	218	207	176
1 x 50	14,1	515	0,386	276	262	221
1 x 70	15,9	720	0,272	347	330	278
1 x 95	17,7	915	0,206	416	395	333
1 x 120	19,8	1160	0,161	488	464	390
1 x 150	21,7	1460	0,129	566	538	453
1 x 185	24,1	1780	0,106	644	612	515
1 x 240	26,7	2400	0,0801	775	736	620

Temperatura ambientale 60° C - Temperatura max conduttore: 120° C
 Ambient temperature 60 ° C - Max conductor temperature: 120 ° C

Nota: Il periodo di uso previsto ad una temperatura massima del conduttore di 120°C e ad una massima temperatura ambientale di 90°C e limitato a 20.000h
 Note: The intended period of use at a maximum conductor temperature of 120 ° C and a maximum

TABELLA 6

La sezione del cavo deve essere scelta con riferimento alla posa e alla temperatura di interesse, in modo che la portata sia maggiore della corrente nominale dei moduli in condizioni STC (ISTC) ricavabile dai datasheet degli stessi. Nel caso specifico la corrente del modulo fotovoltaico di progetto è pari a 14,91 A. La tabella n.7 riporta le sezioni e le relative cadute di tensione per i circuiti più svantaggiati per ogni sub campo.

Sub campo	L. max	sez.mmq	Resistenza	K	A	V	DV%
1	360	16	1,21	2	14,91	1303,2	0,996746
2	330	16	1,21	2	14,91	1303,2	0,913684
3	250	16	1,21	2	14,91	1303,2	0,692185
4	200	10	1,91	2	14,91	1303,2	0,874098
5	300	16	1,21	2	14,91	1303,2	0,830622
6	120	10	1,91	2	14,91	1303,2	0,524459
7	160	10	1,91	2	14,91	1303,2	0,699278

TABELLA 7

Il progetto Esecutivo indicherà per ogni stringa la sezione di cavo corrispondente fini al quadro di campo.

Ad ogni buon conto, si riportano di seguito i minimi tecnici che il progetto esecutivo dovrà rispettare per il dimensionamento dei circuiti di corrente continua che collegheranno le stringhe ai quadri di campo (vedi tabella 8).

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

L. max	sez.mmq	Resistenza	K	A	V	DV%
360	16	1,21	2	14,91	1303,2	0,996746
225	10	1,91	2	14,91	1303,2	0,98336
120	6	3,3	2	14,91	1303,2	0,906133
80	4	4,95	2	14,91	1303,2	0,906133

TABELLA 8

- le stringhe con distanza massima pari a 80 metri dal quadro di campo saranno collegate allo stesso quadro con cavi di sezione 4 mmq;
- le stringhe con distanza compresa tra 80 e 120 metri dal quadro di campo saranno collegate allo stesso quadro con cavi di sezione 6 mmq;
- le stringhe con distanza compresa tra 120 e 225 metri dal quadro di campo saranno collegate allo stesso quadro con cavi di sezione 10 mmq;
- le stringhe con distanza compresa tra 225 e 360 metri dal quadro di campo saranno collegate allo stesso quadro con cavi di sezione 16 mmq.

8.2 Cavi Bt in corrente continua – circuiti quadri campo - inverter

Oltre ai circuiti relativi al collegamento delle stringhe ai quadri di parallelo, in progetto sono previsti circuiti in corrente continua che collegano i quadri di parallelo agli inverter centralizzati. Detti circuiti sono realizzati con cavi non solari in quanto trovandosi lontano dai moduli fotovoltaici sono sottoposti a temperature non superiori ai 30-40°C. Per tali cavi non è richiesta la resistenza ai raggi UV; pertanto, si prescrive che i tratti posati all'esterno dovranno essere protetti dalla radiazione solare in tubi o canali. Si prevede di utilizzare per detti circuiti, cavi tipo ARG16R16 – 0,6/1 kV di seguito le caratteristiche tecniche richieste:

- Tensione nominale U_o/U: 600/1.000 V c.a., 1.500 V c.c.;
- Tensione massima U_m: 1.200 V c.a., 1.800 V c.c. anche verso terra;
- Tensione di prova industriale: 4.000 V;
- Temperatura massima di esercizio: 90°C;
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche);
- Temperatura minima di posa: 0°C;
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C;
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm² di sezione del conduttore;
- Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo



Immagine 25

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating			
							In aria libera Free in air 30°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	Interrato Underground 20°C	In tubo interrato Underground in pipe 20°C
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	A	A	A	A
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A	A	A
1 x 16	4,9	0,7	1,4	9,1	104	1,91	70	64	98	75
1 x 25	6,1	0,9	1,4	10,7	147	1,20	102	88	119	95
1 x 35	7,1	0,9	1,4	11,7	180	0,868	136	110	141	115
1 x 50	8,2	1,0	1,4	13,0	224	0,641	164	131	167	134
1 x 70	9,9	1,1	1,4	14,9	301	0,443	218	175	204	173
1 x 95	11,4	1,1	1,5	16,6	386	0,320	261	209	245	196
1 x 120	13,1	1,2	1,5	18,5	489	0,253	310	250	277	238
1 x 150	14,4	1,4	1,6	20,4	596	0,206	350	280	313	250
1 x 185	16,2	1,6	1,6	22,6	711	0,164	415	334	350	300
1 x 240	18,4	1,7	1,7	25,2	924	0,125	490	392	413	331
1 x 300	20,7	1,8	1,8	27,9	1122	0,100	567	-	454	400
1 x 400	23,6	2,0	1,9	31,4	1467	0,0778	665	-	512	450
1 x 500	26,5	2,2	2,0	34,9	1770	0,0605	765	-	578	505
1 x 630	30,2	2,4	2,2	39,8	2296	0,0469	880	-	646	580

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1° C.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando tre conduttori attivi.
 N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1° C.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering three loaded conductors.

TABELLA 9

La sezione di detti cavi deve essere tale per cui:

- la sua portata I_z non sia inferiore alla corrente d'impiego I_b ;
- la caduta di tensione ai suoi capi sia entro i limiti imposti dell'1% circa, tale da poter garantire sull'insieme dei circuiti in C.C, una caduta di tensione inferiore al 2%.

Nelle condizioni di normale funzionamento ogni modulo eroga una corrente prossima a quella di corto circuito, sicché la corrente d'impiego per il circuito di stringa è assunta pari a: $I_b = 1.25 I_{sc}$ dove I_{sc} è la corrente di corto circuito del modulo in progetto in condizioni di prova standard, e la maggiorazione del 25% tiene conto di valori di irraggiamento superiori a 1kW/m².

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

Quando l'impianto fotovoltaico è di grosse dimensioni come in questo caso è suddiviso in sottocampi, i cavi che collegano i quadri di sottocampo all'inverter devono condurre una corrente d'impiego pari a: $I_b = y \times 1.25 \times I_{SC}$, dove y è il numero di stringhe del sottocampo afferenti allo stesso quadro, in questo caso 15/16 stringhe.

La portata I_o dei cavi è indicata dai costruttori usualmente a 30°C in aria libera. Per tener conto delle condizioni di posa e di temperatura, la portata I_o deve essere ridotta di un coefficiente (ove non indicato dal costruttore) pari:

- $k_1 = 0.58 \times 0.9 = 0.52$ per i cavi solari
- $k_2 = 0.58 \times 0.91 = 0.53$ per i cavi non solari.

Il fattore 0.58 tiene conto della posa dei cavi sul retro dei moduli, dove la temperatura ambiente raggiunge i 70°C; il fattore 0.9 tiene conto della posa in tubo o canale dei cavi solari, mentre il fattore 0.91 tiene conto della posa in tubo esposto al sole dei cavi non solari.

Dai calcoli eseguiti nel caso di specie (vedi tabella sottostante), la sezione dei cavi risulta pari a 120 mmq, tale da rispettare contemporaneamente la corrente massima di impiego e la caduta di tensione imposta.

L. max	sez.mmq	Resistenza	K	A	V	DV%
120	120	0,253	2	238,56	1303,2	1,111523
70	120	0,253	2	238,56	1303,2	0,648388

TABELLA 10

Dal punto di vista della protezione contro i sovraccarichi, non è necessario proteggere i cavi (CEI 64-8/7) se essi sono scelti con una portata non inferiore alla corrente massima che li può interessare (come fatto in questo caso); ma a vantaggio di sicurezza il progetto prevede come si può osservare dagli stralci dello schema unifilare riportati nelle pagine precedenti, magnetotermici e fusibili a protezione dei cavi.

Per quanto riguarda il corto circuito, i cavi lato c.c. sono interessati da tale sovracorrente in caso di:

- guasto tra le polarità del sistema fotovoltaico;
- guasto a terra nei sistemi collegati a terra;
- doppio guasto a terra nei sistemi isolati da terra.

Un corto circuito su un cavo di collegamento stringa quadro di sottocampo viene alimentato simultaneamente a monte dalla stringa in questione ($I_{cc} = 1.25 \times I_{sc}$) ed a valle da tutte le altre x-1 stringhe connesse allo stesso quadro ($I_{cc2} = (x-1) \times 1.25 \times I_{sc}$).

Se l'impianto fotovoltaico è di piccole dimensioni con sole due stringhe (x=2), si ha che $I_{cc2} = 1.25 \cdot I_{sc} = I_{cc}$ per cui non è necessario proteggere i cavi di stringa da corto circuito.

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

Viceversa, come in questo caso al quadro sono collegate 15/16 stringhe, ($x \geq 3$) la corrente I_{cc} è maggiore della corrente d'impiego ed occorre pertanto proteggere da corto circuito i cavi se la loro portata è inferiore a I_{cc} , ossia $I_z < (x-1) \times 1.25 \times I_{sc}$.

Il progetto ha pertanto previsto la protezione da corto circuito tramite fusibili e magnetotermici.

8.3 Scelta dei cavi MT di connessione tra le cabine di conversione e trasformazione e le cabine di raccolta

I cavi MT di collegamento delle 7 sezioni di impianto saranno del tipo ARE4H5EX, le caratteristiche tecniche sono riportate nell'immagine 26 e nella tabella 11.

- **Conduttore:** corda rotonda, rigida, compatta di alluminio – Cl. 2(IEC 60228)
- **Semiconduttore interno:** miscela semiconduttiva estrusa
- **Isolamento:** miscela estrusa di polietilene reticolato (XLPE)
- **Semiconduttore esterno:** miscela semiconduttiva estrusa – non pelabile
- **Barriera longitudinale:** nastro semiconduttivo "water blocking"
- **Schermo e barriera radiale:** nastro di alluminio con applicazione longitudinale (spessore nominale: 0,2 mm)
- **Guaina:** miscela di Polietilene estruso - Colore: rosso.

Caratteristiche funzionali:

- Tensione nominale U_0/U : 18/30 kV
- Temperatura max. di esercizio del conduttore: 90°C
- Temperatura max. di cortocircuito del conduttore: 250°C (max 5s)
- Temperatura max. di cortocircuito dello schermo: 150°C
- Temperatura min. di posa: -25°C
- Sforzo max. di trazione sul conduttore durante l'installazione: 50 N/mm²
- Raggio min. di curvatura durante l'installazione: 21 Dfase

Immagine 26

Codice Nexans	Formazione	Diametro Conduttore Nominale	Spessore Isolamento Minimo	Diametro Isolamento Nominale	Spessore Guaina Nominale	Diametro Fase Nominale	Diametro Cavo Nominale	Peso Cavo Indicativo
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/km]
-	3x1x50	8,2	7,1	24,7	4,0	37,5	80,7	3.160
10509832	3x1x70	9,8	7,1	25,8	4,0	38,6	83,3	3.440
10565044	3x1x95	11,5	6,6	26,5	4,0	39,4	84,8	3.680
10506026	3x1x120	13,1	6,4	27,7	4,0	40,6	87,6	4.010
10511186	3x1x150	14,3	6,2	28,5	4,0	41,5	89,4	4.300
10513572	3x1x185	16,0	6,0	29,8	4,0	42,8	92,3	4.700
10509833	3x1x240	18,5	5,8	31,9	4,0	45,0	97,0	5.390
-	3x1x300	20,7	5,9	34,3	4,0	47,6	102,5	6.120
-	3x1x400	23,5	6,0	37,3	4,0	50,7	109,3	7.140

TABELLA 11

La sezione di detti cavi è stata verificata per il sub campo n.7, che risulta il più svantaggiato della centrale agrivoltaica, in quanto la relativa cabina di conversione e trasformazione risulta la più lontana dalle cabine di raccolta. La tabella n.12 sotto riportata, mostra i risultati delle verifiche. La corrente massima di impiego pari a 228 A risulta ampiamente superiore alla corrente nominale del circuito.

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

Subcampo	L. max	sez.mmq	Resistenza	K	A	V	DV%
7	1300	95	0,32	1,732051	130,3272	30000	0,31%

TABELLA 12

Le protezioni MT sono indicate nello schema unifilare allegato alla presente.

8.4 Scelta dei cavi MT di connessione alla sottostazione elettrica

La lunghezza dell'elettrodotto è pari a circa 15,3 km, l'ampiezza della trincea sarà pari a circa 1,00 metro in fase esecutiva, mentre sarà pari a 75/80 cm in fase definitiva. Di seguito le coordinate geografiche del punto di partenza e del punto di arrivo dell'elettrodotto interrato proposto (sistema WGS 84).

- Punto di Partenza all'interno del campo fotovoltaico

N 40.6422339, E 17.5973243

- Punto di arrivo alla sottostazione elettrica

N 40.59470417, E 17.71967534

I cavi MT saranno del tipo ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al, isolamento estruso a spessore ridotto in XLPE, schermo in tubo di Al e guaina in PE, tipo ARE4H5EX 3x1x240mq (immagine n. 27).

Il cavidotto sarà composto da 3 cavidotti, pertanto i cavi saranno disposti in 3 x 3 x 1 x 240 mmq. Di seguito si riportano le schede tecniche delle componenti fondamentali dell'elettrodotto di cui trattasi. Di seguito si riporta la determinazione della portata del conduttore di fase dell'elettrodotto interrato tra le cabine di raccolta della potenza complessiva dell'impianto Agrivoltaico e la Sottostazione elettrica di utenza.

La potenza in campo alternato massima dell'impianto fotovoltaico è pari a 45,00 Mw, suddivisa in tre circuiti, se ne desume pertanto la corrente Ib di esercizio per il circuito più caricato:

$$I_b = (P_n/3)/(V_n \times 1,73 \times \cos\phi) = (16.760.000/30.000 \times 1,73 \times 1) = 322 \text{ A}$$

Dove:

- Ib= corrente che attraversa il cavo per ogni circuito;
- Pn= Potenza nominale del circuito più caricato (16.76.000,00 kW)
- Vn= Tensione nominale di impianto (30.000 V)
- Cosφ= 1

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciracì	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

	ARE4H5EX 18/30kV SK1 (SHOCK PROOF 1) ARE4H5EX 18/30kV 3x1x240 SK1
CARATTERISTICHE	
Caratteristiche costruttive	
Materiale del conduttore	Alluminio
Forma del conduttore	Corda rotonda, rigida e compatta
Flessibilità del conduttore	Classe 2 secondo la IEC 60228
Semiconduttore interno	Mescola semiconduttiva estrusa
Isolamento	Mescola estrusa di polietilene (XLPE)
Semiconduttore esterno	Mescola semiconduttiva estrusa - non pelabile
Barriera longitudinale	Nastro semiconduttivo water blocking
Schermo	Nastro di alluminio
Guaina esterna	Mescola estrusa di polietilene (PE) - resistente agli urti
Colore della guaina esterna	Rosso
Formazione	Cavo con fasi a spirale visibile
Caratteristiche dimensionali	
Numero di fasi	3
Sezione nominale delle fasi	240 mm ²
Diametro nominale del conduttore delle fasi	18,5 mm
Spessore minimo dell'isolante	5,8 mm
Diametro nominale sull'isolante	31,9 mm
Spessore nominale dello schermo	200 µm
Spessore nominale della guaina esterna	4,0 mm
Diametro nominale delle fasi	45 mm
Diametro circoscritto nominale del cavo	97,0 mm
Peso approssimativo del cavo	5380 kg/km
Caratteristiche elettriche	
Tensione nominale U ₀ /U (U _m)	18 / 30 (36) kV
Massima resistenza elettrica del conduttore a 20°C in c.c.	0,125 Ohm/km
Resistenza elettrica del conduttore a 50 Hz e 90°C	0,161 Ohm/km
Portata di corrente nel terreno a 20°C - posa a trifoglio	369 A
Portata di corrente in aria a 30°C - posa a trifoglio	508 A
Corrente di corto circuito del conduttore per 1 s	22,7 kA
Corrente di corto circuito dello schermo per 0,5 s	2,2 kA
Resistività termica del terreno	1,5 °K.m/W
Modalità di connessione dello schermo metallico	Solid bonding
Caratteristiche meccaniche	
Resistenza meccanica agli urti	Resistente agli urti, secondo la CEI 20-68
Caratteristiche d'utilizzo	
Profondità di posa	800 mm

Immagine 27

La caduta di tensione risulta pari a $\sqrt{3} \times \text{Corrente} \times (\text{Lunghezza del filo} \times \text{Resistenza} / 1000)$, pertanto:

$$DV = \sqrt{3} \times 322 \times (153000 \times 0,125 / 1000) = 1069 \text{ Volt, paria al } 3,5 \%$$

<p style="text-align: center;">INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci</p>	<p style="text-align: center;">PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW</p>	<p style="text-align: center;">FFK SPV 1 SRL</p>
---	---	--

È opportuno evidenziare che l'impianto raggiungerà il valore della potenza nominale, solo pochi giorni l'anno e per poche ore, e che la potenza di riferimento per il calcolo sulla caduta di tensione, con buona approssimazione può ritenersi, l'ottanta percento della nominale. Pertanto, la caduta media di tensione durante l'esercizio dell'impianto sarà pari a circa del 2,5%.

Ad ogni buon conto, si sottolinea che, in fase esecutiva sarà onere del progettista esecutivo in accordo con il committente (come previsto da norma) stabilire in funzione del rapporto costi benefici, optare per l'utilizzo della sezione 3x1x400 in sostituzione della sezione 3x1x240, al fine di diminuire la caduta di tensione. Le implicazioni ambientali rimarrebbero comunque invariate, in quanto il cavo è del tipo ad elica visibile.

8.5 Scelta dei cavi AT

La connessione tra l'impianto Agrivoltaico e la stazione elettrica di Terna è prevista in antenna con cavidotto AT a 150kv, per il tramite della stazione elettrica di utenza 150/30 kv. L'elettrodotto di cui trattasi ha estensione pari a circa 60 metri. Di seguito le coordinate geografiche del punto di partenza e del punto di arrivo dell'elettrodotto interrato proposto (sistema WGS 84).

- Punto di Partenza all'interno della sottostazione di utenza

N 40.5956001, E 17.7197876 N 40.54231767, E 17.91117306

- Punto di arrivo alla stazione elettrica

N 40.5960298, E 17.7197848

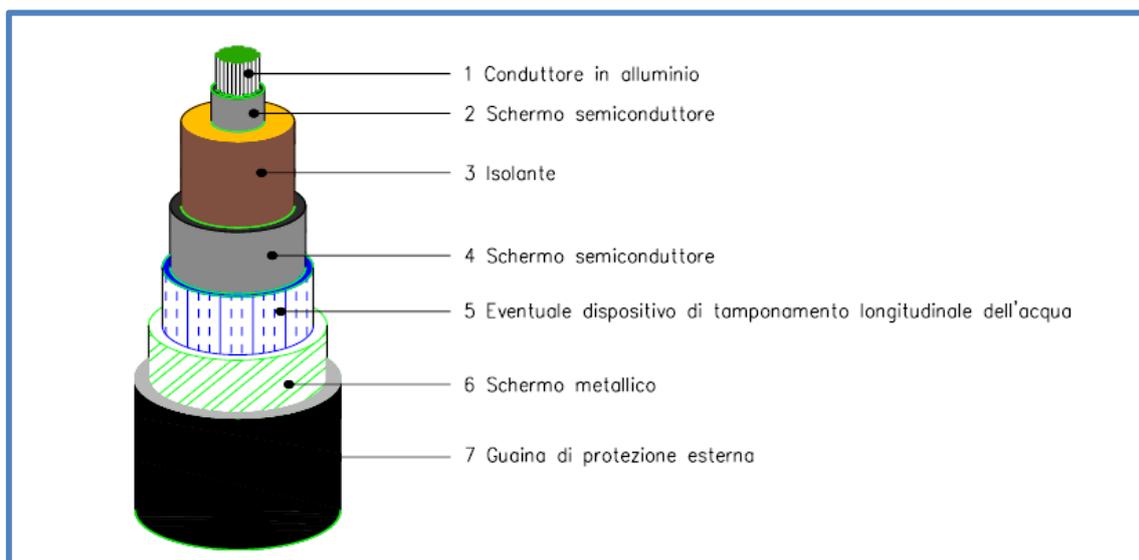
L'elettrodotto proposto sarà realizzato tramite cavi in alta tensione per posa interrata di ultima generazione con tipologia di isolamento realizzato in XLPE (polietilene reticolato). Questa tipologia di cavi risulta particolarmente compatta, permette elevate capacità di trasporto ed infine **non presenta problemi di carattere ambientale.**

Infatti, a differenza dei cavi in alta tensione di prima generazione il cui isolamento avveniva a mezzo di olio fluido, questa nuova tecnologia presenta il vantaggio di non richiedere apparecchiature idrauliche ausiliarie necessarie per l'espansione e il rabbocco del fluido dielettrico, con semplificazione dell'esercizio e l'annullamento di perdite di fluidi nei terreni circostanti, da cui la garanzia della massima compatibilità ambientale.

La tipologia di cavo in questione è inoltre caratterizzata da un isolante a basse perdite dielettriche.

La figura che segue mostra uno schema di sezione tipo per questa tipologia di cavi.

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------



Sezione 1 – sezione tipica del cavo AT

Di seguito le caratteristiche tecniche ed elettriche dei cavi che verranno utilizzati per il collegamento in alta tensione:

- Tensione nominale U₀/U: 87/150 kV;
- Tensione massima U_m: 170 kV;
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Tensione di prova a frequenza ind.: 325 kV (in accordo alla IEC 60071-1, tab.2);
- Tensione di prova ad impulso atmosferico: 750 kVcr;
- Sezione del conduttore 1200 mmq.
- Potenza trasportata 220 MVA
- Isolamento XLPE
- Portata in corrente Circa 950 A

Di seguito si riporta la determinazione della portata del conduttore di fase dell'elettrodotto interrato in AT 150 kV. La potenza in campo alternato massima dell'impianto Agrivoltaico della proponente è pari a 45 Mw, la corrente di esercizio deve essere calcolata considerando la potenza complessiva massima prevedibile degli impianti delle società di cui all'accordo di condivisione, stimabile a circa 200 Mw, se ne desume pertanto la corrente I_b di esercizio.

$$I_b = P_n / (V_n \times 1,73 \times \cos\phi) = 200.000.000 / (150.000 \times 1,73 \times 1) = 770 \text{ A}$$

Dove:

- I_b = corrente che attraversa il cavo;

<p style="text-align: center;">INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciracì</p>	<p style="text-align: center;">PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW</p>	<p style="text-align: center;">FFK SPV 1 SRL</p>
---	---	--

– Pn= Potenza nominale degli impianti presunta (200,00 MW)

– Vn= Tensione nominale di impianto (150.000 V)

– Cosφ= 1

La caduta di tensione risulta pari a $\sqrt{3} \times Corrente \times (Lunghezza\ del\ filo \times Resistenza / 1000)$, pertanto:

DV= 105 Volt, pari allo 0,002%, pertanto trascurabile.

8.6 La scelta degli SPD

La necessità di realizzare la protezione è stata verificata effettuando la consueta analisi del rischio ampiamente descritta nelle norme CEI 81-10, parte 2. La norma CEI EN 62305-4 permette di dimensionare gli SPD nel caso si superi il livello di tenuta.

8.7 Messa a terra

Il concetto di messa a terra applicato ad un sistema fotovoltaico può riguardare sia le masse (es. struttura metallica dei moduli) che il sistema elettrico di produzione (parti attive del sistema fotovoltaico es. le celle). Negli impianti con trasformatore, oltre all'analisi del sistema fotovoltaico isolato o messo a terra, occorre differenziare le masse a monte ed a valle dello stesso per la protezione dai contatti indiretti.

Per quanto sopra l'impianto di terra sarà realizzato come unico sia per la bassa che per la media/alta tensione, secondo le seguenti prescrizioni:

- dovrà avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- evitare danni a elementi elettrici ed ai beni;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Il dispersore intenzionale del parco fotovoltaico verrà realizzato da uno o più anelli con corda di rame nudo o con nastro in acciaio zincato a caldo di dimensioni adeguate collegati tra loro e collegati a tutti i pali di fondazione delle strutture porta moduli che difatti assolveranno la funzione di dispersori di fatto.

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell' Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
--	---	----------------------

Ceglie Messapica

20/02/2025

Ing. Ciraci Francesco