

Comune di
Foggia



REGIONE PUGLIA



Comune di
Manfredonia (FG)



Proponente:

PARCO SOLARE MANFREDONIA SRL

Via Vittor Pisani, 20 - 20124 MILANO

P.Iva 11389800969

Pec: parcosolaremanfredonia@cert.studiopirola.com

Titolo del Progetto:

Progetto definitivo per la realizzazione di un Parco Fotovoltaico della potenza di picco pari a 77,052 MWp e potenza ai fini della connessione pari a 63 MW

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

59

ID PROGETTO:

XK1J275

FORMATO:

A4

Elaborato:

Calcoli preliminari impianti elettrici

FOGLIO:

1

SCALA:

/

Nome file:

XK1J275_59.Calcoli preliminari impianti elettrici

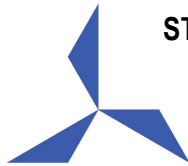
Coordinamento Progetto:



Via Santa Croce, 66
Erchie (BR) 72020
P.Iva 02415290747
Pec: ekoteksrl@pec.it

Tecnici:

Arch. Alfredo Masillo
Ing. Antonio Mezzina
Ing. Dino Distinto
Geol. Giuseppe Masillo
Arch. Giuseppe Manfredi



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

MEZZINA dott. ing. Antonio
Via T. Solis 128 | 71016 San Severo (FG)
Tel. 0882.228072 | Fax 0882.243681
e-mail: info@studiomezzina.net



Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	Giugno 2021	PRIMA EMISSIONE	Ing. Merlino	Ing. Mezzina	WIRKON
01	Agosto 2021	Incremento potenza	Ing. Merlino	Ing. Mezzina	WIRKON
02	Ottobre 2021	Variazione elettrodotto dorsale	Ing. Merlino	Ing. Mezzina	WIRKON
03	Novembre 2023	Variazione impianto	Ing. M. Pompilio	Ing. Mezzina	WIRKON



PROPONENTE:

PARCO SOLARE MANFREDONIA SRL

Sede Legale: Via Vittor Pisani, 20 - 20124 MILANO

PEC: parcosolaremanfredonia@cert.studiopirola.com

C.F. e P.IVA 11389800969

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 77,052 MWP E POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE PARI A 63 MW SITO NEL COMUNE DI MANFREDONIA, ALLA LOCALITÀ "MONACHELLE" NONCHÉ DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI ALLA COSTRUZIONE E ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO.

RELAZIONE TECNICA

Calcoli preliminari delle strutture e degli impianti del progetto definitivo

CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI ELETTRICI

Codice Progetto Regionale: XK1J275

Codice Pratica TERNA: 202000076



SOMMARIO

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	5
3.1.	<i>Impianto fotovoltaico</i>	<i>5</i>
3.2.	<i>Schema elettrico del generatore fotovoltaico</i>	<i>5</i>
4.	CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI	9
4.1.	<i>Cavi MT.....</i>	<i>9</i>
4.2.	<i>Giunzioni, terminazioni ed attestazioni.....</i>	<i>9</i>
4.3.	<i>Modalità di posa.....</i>	<i>11</i>
4.4.	<i>Linee di bassa tensione impianto fotovoltaico</i>	<i>13</i>
4.5.	<i>Cavi bT impianto di illuminazione della Sottostazione Produttore</i>	<i>14</i>
4.6.	<i>Cavidotti per linee elettriche interrato.</i>	<i>15</i>
4.7.	<i>Protezione contro i contatti diretti.</i>	<i>16</i>
4.8.	<i>Protezione contro i contatti indiretti.</i>	<i>16</i>
5.	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI	18
5.1.	<i>Protezione contro il sovraccarico</i>	<i>18</i>
5.2.	<i>Cadute di tensione</i>	<i>18</i>
5.3.	<i>Dimensionamento Linee MT</i>	<i>19</i>
5.4.	<i>Conclusioni.....</i>	<i>20</i>

1. PREMESSA

Lo scopo di questa relazione tecnica è presentare un calcolo preliminare degli impianti elettrici relativi all'impianto fotovoltaico "Manfredonia Solar" della potenza di picco pari a **77,052 MWp** e regolata in modo tale che, anche tenendo conto dei rendimenti e perdite di conversione, la potenza attiva disponibile (Pnd) non superi mai la potenza attiva di connessione pari a **63MVA** nel punto di consegna, sito nel Comune di Manfredonia (FG), alla Località "Monachelle", nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto, ricadenti nel Comune di Manfredonia tra le località "Monachelle" e la località "Posta Macchia Rotonda".

La connessione dell'impianto avverrà tramite cavo interrato in MT lungo viabilità pubblica e aree private per una lunghezza di circa 15 km fino alla sottostazione di sezionamento, per venire poi ceduta alla RTN tramite un collegamento, del tipo in antenna a 36kV, alla nuova Stazione Elettrica Satellite 380/36kV RTN denominata *Manfredonia*, sita in località "Posta Macchia Rotonda".

L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed è facilmente raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

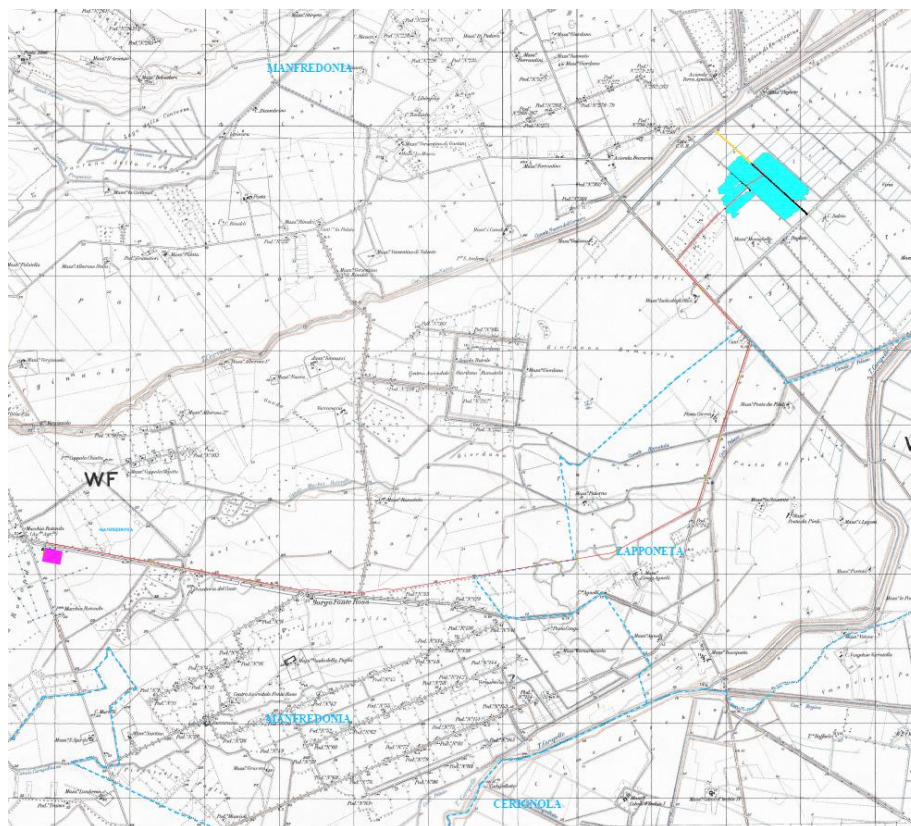


Fig. 1. Inquadramento di ampio raggio su IGM dell'area di intervento, situata all'incirca a circa 15km a SUD di Manfredonia; in celeste, la centrale fotovoltaica; in ROSSO, il percorso dell'elettrodotto dorsale, che si sviluppa per circa 17km a SUD-Ovest della Cabina di Sezionamento Produttore, nei pressi della nuova SE Satellite 380/36kV



2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I documenti normativi e/o guide di riferimento, congiuntamente alle varianti e/o errata corrige eventualmente intervenute, sono da intendersi applicabili nella loro edizione in vigore al momento di emissione del presente documento.

L'applicazione di eventuali varianti e/o errata corrige che intervengano dopo l'emissione del presente documento ma prima della realizzazione delle opere potrà essere sottoposta all'attenzione del progettista da parte del soggetto responsabile della costruzione.

NRif1. CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";

NRif2. CEI 82-25 "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione di energia fotovoltaica collegati alle reti elettriche dei sistemi di Media e Bassa Tensione".

NRif3. CEI 11-25 (EN 60909-0): "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata, Parte 0: Calcolo delle correnti";

NRif4. CEI 99-2 (EN 61936-1) "Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.";

NRif5. CEI 99-3 (EN 50522) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a."

NRif6. CEI 9-17 – 2006 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica Linee in cavo";

NRif7. CEI 99-5 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.";

NRif8. CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";

NRif9. CEI EN 50618 "Cavi elettrici per impianti fotovoltaici";

NRif10. EI EN 60076-11 "Trasformatori di potenza – Parte 11: trasformatori di tipo a secco";

NRif11. CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali";

NRif12. CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio dovuto al fulmine";

NRif13. CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";

NRif14. CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";

NRif15. CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale";

NRif16. CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";

NRif17. ENEL "Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione", ed. 5.0. Marzo 2015;



3. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il progetto prevede **lavori di costruzione ed esercizio di un impianto agro-fotovoltaico finalizzato alla produzione di energia elettrica per una potenza di picco pari a 77,052 MWp e potenza ai fini della connessione pari a 63MVA.**

In particolare, il progetto comprende:

3.1. Impianto fotovoltaico

- 1) 137.592 moduli fotovoltaici della potenza di 560Wp cadauno;
- 2) 378 quadri di stringa;
- 3) 5.292 stringhe da 26 moduli cadauna;
- 4) 18 cabine di conversione DC/AC e trasformazione bT/MT 0,690/30kV, con somma delle potenze nominali degli inverter pari a **64,400 MVA**, e somma delle potenze disponibili pari a **63,000MVA**;
- 5) 2 Cabine di Raccolta;
- 6) 18 sottocampi di potenza unitaria pari a 4.280,64 MWp per una potenza di picco complessiva del generatore fotovoltaico pari a **77,052MWp**: l'impianto sarà regolato in modo tale che la potenza nel punto di immissione **NON SIA MAI SUPERIORE A 63,000 MVA**.
- 7) 1 **elettrodotto** dorsale esterno, costituito da 4 terne MT36kV, per la connessione alla nuova SSE Satellite 380/36kV, di lunghezza pari a circa 15 km.
- 8) Una Cabina di Sezionamento Produttore 36kV, per la connessione alla RTN, da realizzarsi nei pressi della nuova Stazione Elettrica Satellite TERNA "Manfredonia" situata in località Macchiarotonda.

3.2. Schema elettrico del generatore fotovoltaico

Il collegamento elettrico tra i singoli moduli è del tipo "in serie", in maniera tale da formare una stringa di 26 moduli: tale collegamento avverrà mediante i cavi in dotazione ai singoli moduli, ed impiego di cavi "solari", ubicati sul retro della struttura portante e caratterizzati da tensione nominale $U_0 = 1.0\text{kV DC}$, dimensionati secondo necessità.

La tensione massima di stringa è stata calcolata a -10° , anche se i dati meteo storici del sito indicano un valore minimo di -3°C ; il valore teorico calcolato è di

- **Voc a 0°C : 1388 V** per stringhe con 26 moduli da 560 Wp.

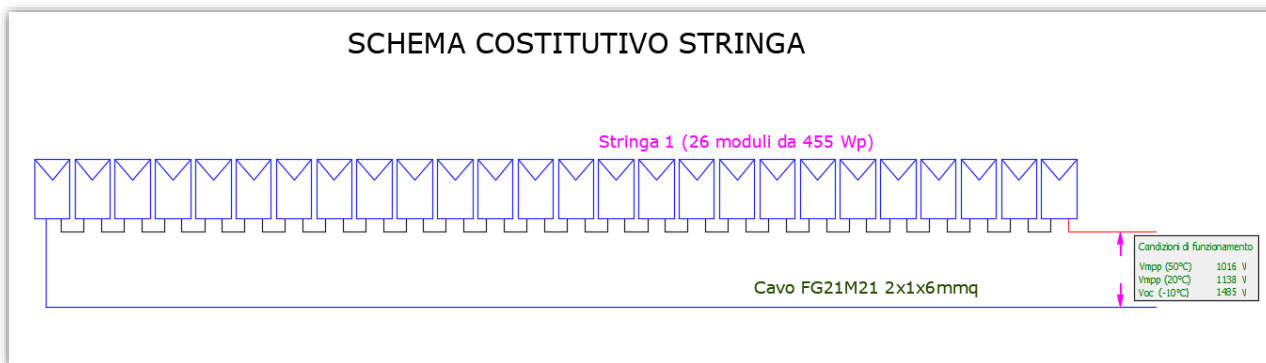


Fig. 2. Esempio di particolare serie moduli fotovoltaici

Per il campo fotovoltaico saranno installati **378** raccoglitori di stringa (**21 Raccoglitori per ciascuno dei 18 inverter**): in questa fase progettuale si fa riferimento ai raccoglitori di stringhe della **SMA Technologie A.G. modello SSM-16-11**, ciascuno avente 16 ingressi DISPONIBILI, il quale svolgerà la funzione di raccogliere e mettere in parallelo un certo numero di stringhe nonché sezionare e proteggere le stesse da sovracorrenti e sovratensioni per mezzo di sezionatore, fusibili di adeguata portata e scaricatori di sovratensione.

Ciascun raccoglitore di stringa accoglierà 14 stringhe.

Le linee elettriche in uscita dai raccoglitori di stringa afferiranno agli ingressi DC dell'inverter centralizzato del relativo subcampo: in particolare è previsto un raccoglitore di stringa per ciascuno degli ingressi utilizzati nell'inverter centralizzato di progetto.

La figura successiva mostra il particolare dei Sunny String Monitor e il loro montaggio nella parte posteriore della struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici. Per i dettagli, i particolari costruttivi e il posizionamento dei raccoglitori di stringhe all'interno dell'area dell'impianto fotovoltaico, vedasi le relative tavole grafiche di progetto.

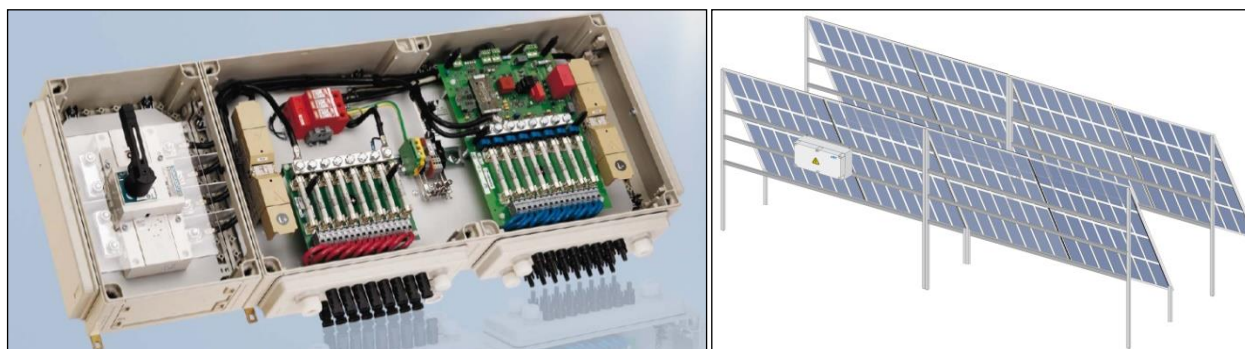


Fig. 3. Particolari Sunny String Monitor

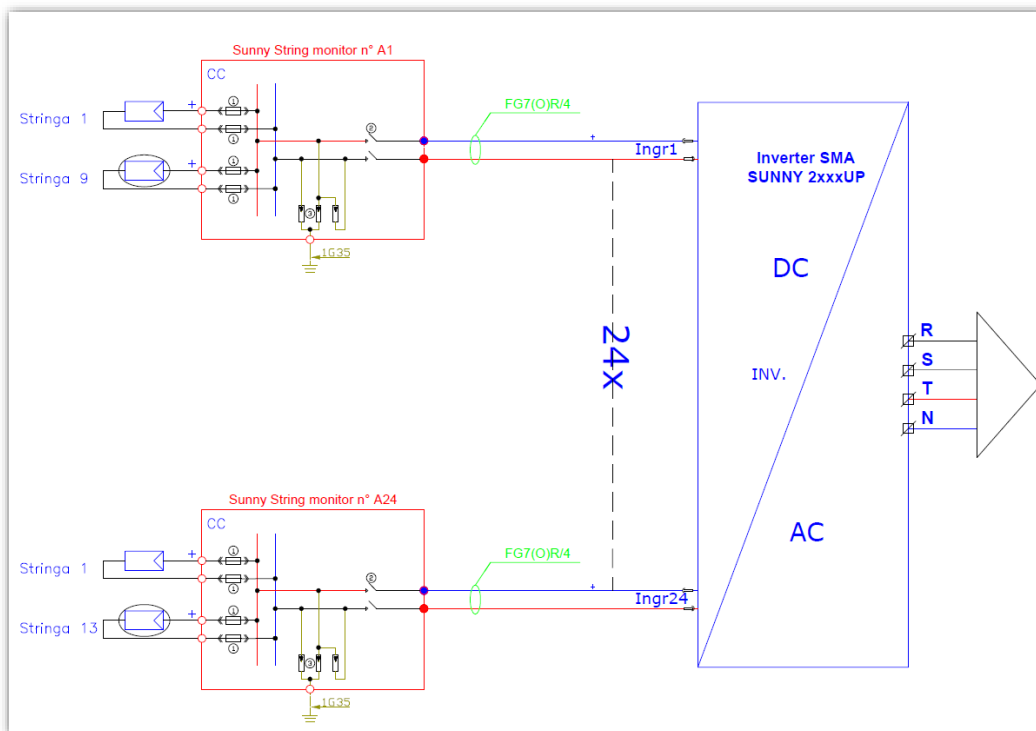


Fig. 4. Schema elettrico del collegamento tipo tra quadri di stringa ed inverter centralizzato.

La configurazione dell'impianto fotovoltaico prevede in definitiva:

- Moduli, quadri di stringa, stringhe, cabine di trasformazione nelle quantità qui sotto riportate per ciascun Sottopianto

Sottopianto	Sottocampo	N. Cabine	N. String Monitor	N. Stringhe	N. Moduli	Potenza di Picco [kWp]	Pot. Inverter [kVA]
OVEST	M_O_A	1	21	294	7.644	4.281	4.200
	M_O_B	1	21	294	7.644	4.281	4.200
	M_O_C	1	21	294	7.644	4.281	4.200
	M_O_D	1	21	294	7.644	4.281	4.200
	M_O_E	1	21	294	7.644	4.281	4.200
	M_O_F	1	21	294	7.644	4.281	4.200
	M_O_G	1	21	294	7.644	4.281	4.200
	M_O_H	1	21	294	7.644	4.281	4.200
	M_O_I	1	21	294	7.644	7.644	4.281
Tot. OVEST		9	189	2646	68.796	38.526	37.800

La configurazione utilizzata per il collegamento tra moduli, stringhe ed inverter, compatibile con le caratteristiche dei componenti indicate in dettaglio nella relazione tecnica generale e negli elaborati di progetto, è riportata nello schema di principio seguente:

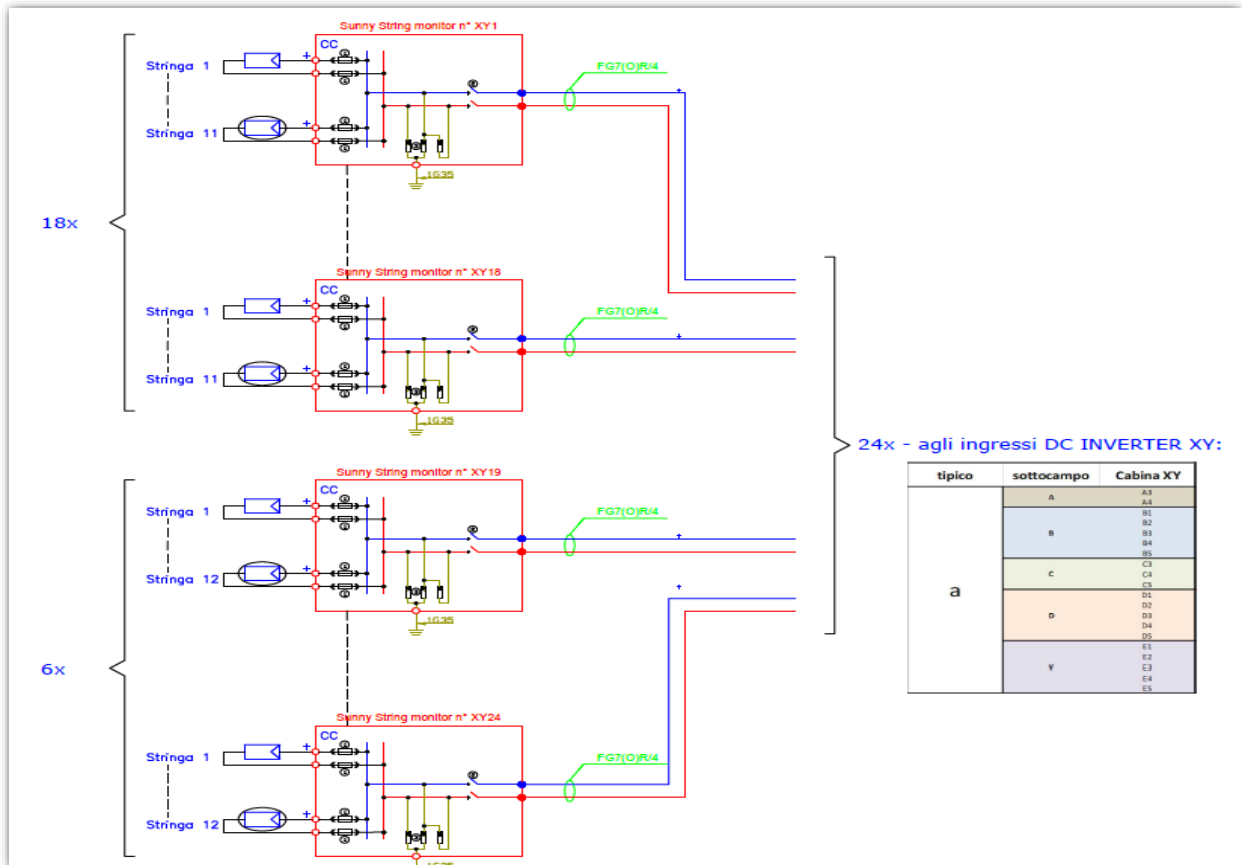


Fig. 5. Schema tipico di formazione stringa-INVERTER

4. CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI

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

4.1. Cavi MT

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

- *Designazione: ARE4H5EE 20,8/36 kV in accordo alla norma IEC 60840: conduttore unipolare, in corda rigida compatta a fili di alluminio, in accordo alla norma IEC60228, classe 2, con strato semiconduttore in mescola estrusa termoindurente, isolante XLPE, semiconduttore estruso saldato, nastro semiconduttivo anti-umidità, schermo a nastro di alluminio laminato, guaina esterna in PE, colore rosso*
- *Grado di isolamento: 20,8/36kV*
- *Tensione nominale: 36kV*
- *Conduttori a corda rigida compatta di alluminio*
- *Formazioni: come da progetto*
- *Sezioni: come da progetto*

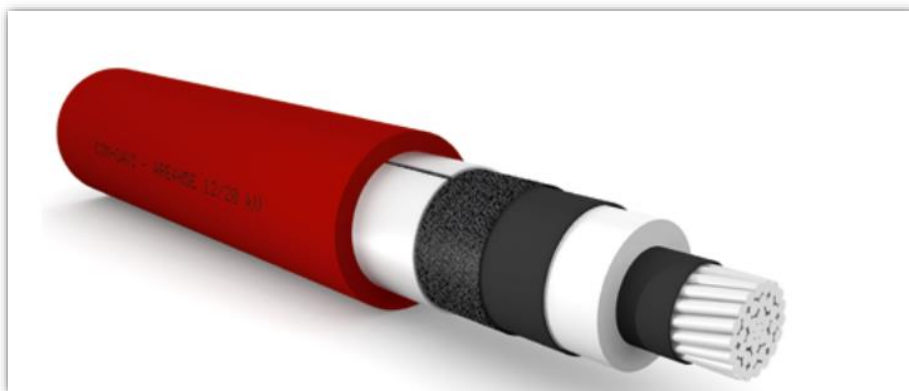


Fig. 6. Particolare degli strati costitutivi di un cavo ARE4H5EE

4.2. Giunzioni, terminazioni ed attestazioni

Giunzione cavi MT

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

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

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



giunzione sono a carico dell'Appaltatore. Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti. L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

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

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

Terminazione ed attestazione cavi MT

Tutti i cavi MT posati in impianto dovranno essere terminati da entrambe le estremità. I terminali adatti ai tipi di cavi adottati verranno forniti in conto lavorazione dalla ditta appaltatrice incaricata dei lavori. L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

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

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

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

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

- *tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;*
- *tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame;*



- *tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).*

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

4.3. Modalità di posa

Generalità

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

I cavi elettrici saranno posati in uno scavo avente profondità dal piano stradale compresa tra 1 e 1,2m circa, con larghezza variabile a seconda della formazione.

Il cavo verrà adagiato su un letto di sabbia di spessore pari a 0,10m e sarà ricoperto da un ulteriore strato di sabbia di spessore minimo pari a 0,30m; tale cassonetto ospiterà anche la fibra ottica direttamente posata in terreno; sul cavo sarà posato un tegolino in plastica per la protezione meccanica.

Infine, ad una distanza di circa 0,20m dal cavo di fibra, verrà posato il nastro segnalatore. Successivamente lo scavo verrà ripristinato secondo le condizioni iniziali.

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

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

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



Modalità di posa dei cavi MT

I cavi MT dell'impianto saranno allettati direttamente nello strato di sabbia vagliata come descritto nel paragrafo precedente. Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

- *Tracciato delle linee: Il tracciato delle linee di media tensione dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto. In particolare il tracciato dovrà essere il più breve possibile e parallelo al fronte dei fabbricati dove presenti.*
- *Posa diretta in trincea: La posa del cavo può essere effettuato secondo i due metodi seguenti:*
 - A bobina fissa: da adottare quando il percorso in trincea a cielo aperto è intercalato con percorsi in tubazioni e quando il percorso è prevalentemente rettilineo o con ampi raggi di curvatura.
 - La bobina deve essere posta sull'apposito alzabobine, con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse mediano della trincea e in modo che si svolga dal basso. Sul fondo della trincea devono essere collocati, ad intervalli variabili in dipendenza del diametro e della rigidità del cavo, i rulli di scorrimento. Tale distanza non deve comunque superare i 3 metri.
 - A bobina mobile: da adottare quando il percorso si svolge tutto in trincea a cielo aperto. Il cavo deve essere steso percorrendo con il carro portabobine il bordo della trincea e quindi calato manualmente nello scavo. L'asse del cavo posato nella trincea deve scostarsi dall'asse della stessa di qualche centimetro a destra e a sinistra seguendo una linea sinuosa, al fine di evitare dannose sollecitazioni dovute all'assestamento del terreno.
- *Temperatura di posa: Per tutto il tempo di installazione dei cavi, la temperatura degli stessi non deve essere inferiore a 0°C.*
- *Sforzi di tiro per la posa: Durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro che devono essere applicati ai cavi non devono superare i 60 N/mm² di sezione totale per i conduttori in rame e i 50 N/mm² di sezione totale per i conduttori in alluminio.*
- *Raggi di curvatura: Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a quanto descritto nella seguente tabella:*

Sezione del cavo	3x1x50	3x1x70	3x1x95	3x1x120	3x1x150	3x1x185	3x1x240	
Cavo avvolto ad elica	81	87	91	94	98	102	108	
Sezione del cavo	1x120	1x150	1x185	1x240	1x300	1x400	1x500	1x630
Cavo unipolare	63	65	68	72	75	80	85	91

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

4.4. Linee di bassa tensione impianto fotovoltaico

Tutte le condutture elettriche interrate saranno realizzate con cavi tipo ARG16OR16 0,6/1kV direttamente posati in trincea, su strato di allettamento in sabbia. Tali elettrodotti saranno posati ad una profondità di circa 1m rispetto al piano di campagna. Per la posa degli elettrodotti sarà quindi realizzato uno scavo di profondità 110cm e larghezza variabile secondo la formazione delle linee provenienti dagli inverter di stringa.

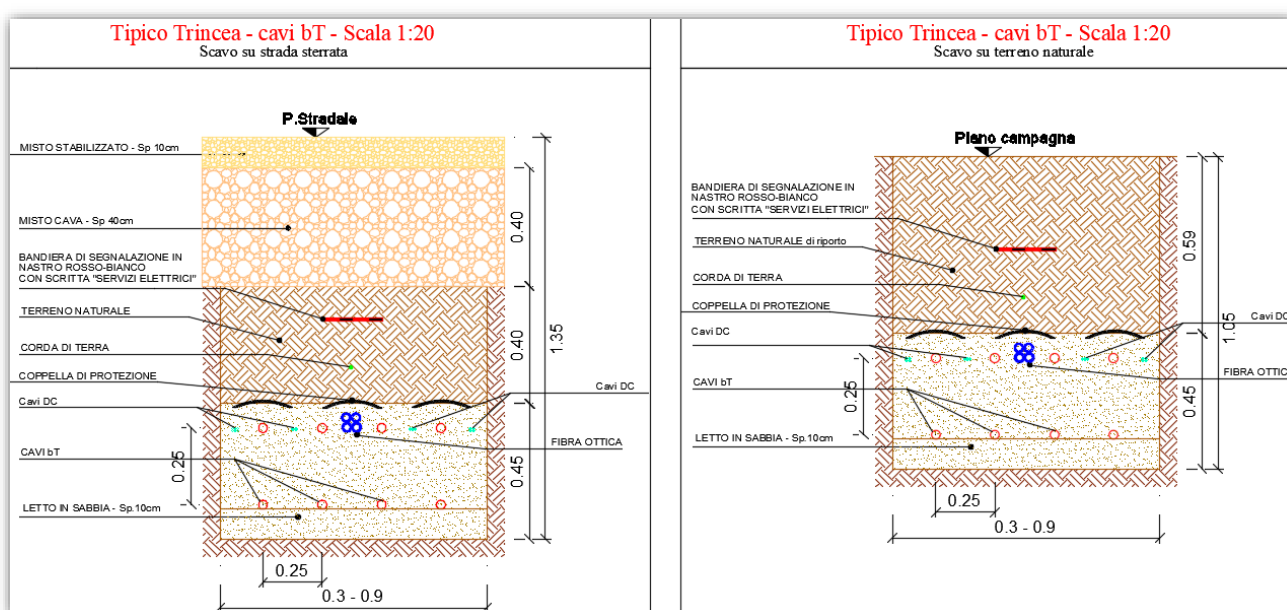


Fig. 7. Particolari tipici trincee per cavidotti bT, in formazione variabile, rispettivamente su strada sterrata e su terreno naturale.

Eseguito lo scavo, prima della posa dei cavidotti sarà realizzato un letto di sabbia dello spessore di circa 10cm; inoltre dopo la posa dei cavi essi saranno ricoperti con uno strato superiore di sabbia di spessore pari a 20cm. La parte rimanente dello scavo sarà riempito con terreno risultante dallo scavo, ovvero completando la richiusura con un pacchetto di tipo stradale carrabile in misto stabilizzato, secondo necessità. Il terreno di risulta, privo di scorie, sarà distribuito in loco, ovvero trasportato a discarica autorizzata qualora contaminato da scorie di lavorazione.

Lungo il percorso degli elettrodotti saranno realizzati dei pozzetti elettrici con funzione di rompitratta e/o derivazione rispettivamente per i tratti lineari più lunghi e per i punti di cambiamento di direzione. I pozzetti saranno con corpo in cls prefabbricato e chiusura superiore di chiusura in cls. Il fondo del pozzetto dovrà essere di tipo drenante per consentire il facile deflusso delle acque che in esso si raccolgono. Tutti i collegamenti dei cavi dovranno essere realizzati in apposite scatole o pozzetti di derivazione e/o rompitratta; non sono ammessi



collegamenti direttamente all'interno delle tubazioni e cavidotti. Nelle scatole di derivazione i collegamenti saranno eseguiti mediante appositi morsetti a cappello IPXD di sezione adeguata al numero e sezione dei conduttori da collegare. Nei pozzetti interrati invece i collegamenti di cavi saranno eseguiti esclusivamente mediante giunti a resina colata di dimensioni e numero di vie adeguate al numero e formazione dei cavi da giuntare. Tutti i cavi si attesteranno ai morsetti delle apparecchiature mediante appositi terminali a capocorda a crimpare. Si rimanda alle tavole grafiche di progetto per lo schema di dettaglio della posa di detti cavi, di cui si riportano qui di seguito alcune miniature.

4.5. Cavi bT impianto di illuminazione della Sottostazione Produttore

Nell'area della SSE si prevede l'installazione di un sistema di illuminazione, costituito da armature montate su pali.

L'altezza dei pali alti è calcolata in modo da ridurre al minimo fenomeni di riflessione aerodispersa durante l'accensione notturna.

Ogni palo sarà dotato di una sola sorgente luminosa con ottica parallela al terreno, con emissione luminosa pari a circa 6000lm alla temperatura di colore di 4000k ed alla corrente d'impiego di 350mA.

L'impianto di illuminazione sarà realizzato con un circuito monofase indipendente.

Dai locali tecnici bT partiranno le linee monofase in cavo.

E' prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Elettrodotti interrati costituiti da cavo FG16OR16 posato in cavidotto interrato entro scavo realizzato sul piazzale della SSE, per una larghezza di 25cm; deposizione di un primo strato di sabbia di cava di altezza di circa 10cm, posa del cavidotto PVC serie pesante, ricoprimento con ulteriore sabbia di cava per una altezza di cm.30; compattazione con mezzi meccanici vibranti; rinterro con terreno di scavo in strati successivamente posati e compattati con mezzi meccanici fino a richiusura dello scavo, il tutto secondo le tavole di dettaglio esecutive.

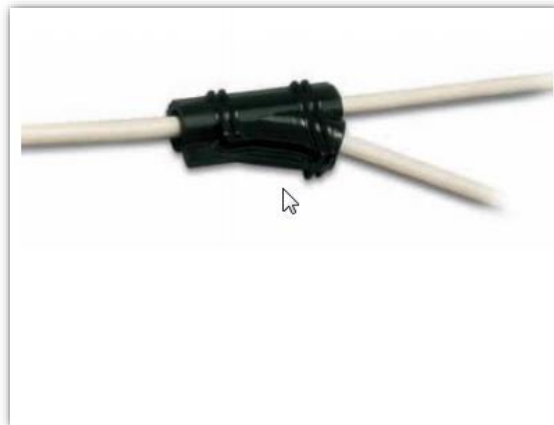
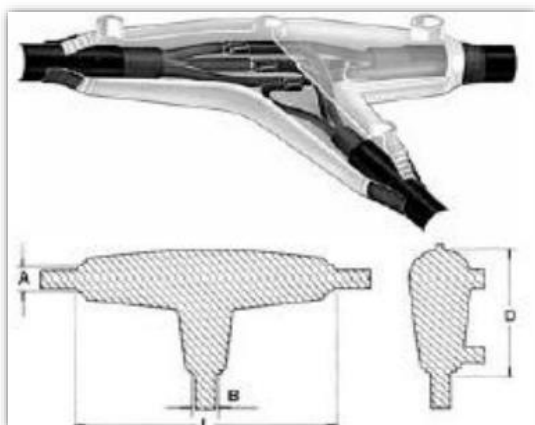


- Plinti per pali di tipo prefabbricato dotati di foro per alloggiamento palo con asole per inserimento cavidotti nella maggior parte dei casi in cui è possibile tale soluzione progettuale, dotati di pozzetto

ispezionabile di cablaggio delle dimensioni interne di cm 40x40 ed altezza variabile, completo di telaio e chiusino in ghisa carrabile, di dimensioni adeguate al tipo di palo.;



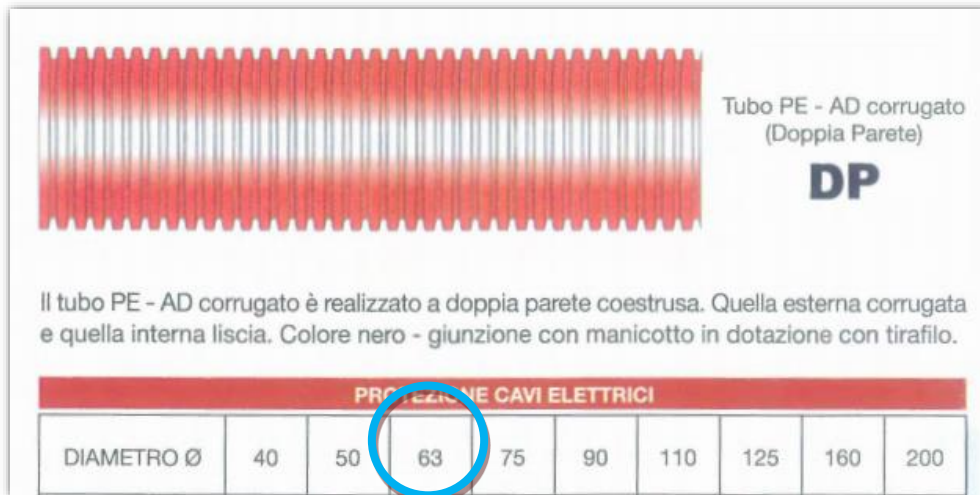
- Pali tronco conici dritti di altezza fuori terra da 4m con testa di diametro calibrato \varnothing 60mm e dotati di morsettiera valvolata in classe II;
- Giunzione dei cavi eseguiti nei pozzetti mediante giunti a resina colata;



- Quadri elettrici posti in cabine Locali tecnici bT.

4.6. Cavidotti per linee elettriche interrato.

Il cavidotto utilizzato per l'interramento delle linee in cavo tipo FG16OR16 sarà di tipo flessibile in PEAD, serie pesante, a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente, di diametro pari a 63mm; esso sarà posato ad una profondità non inferiore a 100 cm.



Lungo il percorso del cavidotto saranno realizzati dei pozzetti di derivazione e rompitratta di tipo in cls con coperchio in ghisa carrabile e di dimensioni interne di cm 40x40 ed altezza variabile, in cui il cavidotto effettuerà l'entra esce.

4.7. Protezione contro i contatti diretti.

Nell'impianto elettrico saranno adottate misure di protezione atte ad evitare il contatto delle persone con parti che normalmente sono in tensione. Tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti indiretti. Se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parti attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IPXXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate. Le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza superiore a 2,8 m

Tra i sistemi di protezione indicati nella sez. 412 della norma CEI 64-8, saranno adottati a seconda dei casi solamente quelli a protezione totale e tra questi quelli che prevedono l'impiego dell'isolamento totale delle parti attive e/o mediante l'impiego di involucri di protezione con grado di protezione non inferiore ad IP2X.

4.8. Protezione contro i contatti indiretti.

Il sistema adottato per la protezione contro i contatti indiretti è quello del doppio isolamento o isolamento rinforzato di cui alla norma CEI 64-8. Per le linee elettriche aeree valgono le prescrizioni della Norma CEI 11-4.

Pertanto, tutti i componenti elettrici saranno di classe II, in particolare saranno di classe II:



1. tutte le armature di illuminazione;
2. tutte le morsettiere valvolate d'ingresso poste all'interno dell'armatura di illuminazione;
3. i cavi multipolari da posarsi all'interno della cavità dei pali per il collegamento di una data armatura alla linea elettrica transitante nel pozzetto posto alla base del palo stesso; a tal fine questi cavi per essere equiparabili al doppio isolamento dovranno tutti essere dotati di guaina e avere una tensione nominale di almeno un gradino superiore alla tensione nominale del sistema elettrico in cui sono utilizzati (il sistema è 300/500V, i cavi dovranno avere tensione nominale almeno 450/750V). I cavo FG16OR16 avendo guaina e tensione nominale 0.6/1kV sono equiparabili al doppio isolamento e quindi sono idonei allo scopo.



5. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Il dimensionamento dei conduttori è stato eseguito tenendo presente la corrente di impiego I_b ed imponendo una caduta di tensione totale massima del 2%, per ciascuna linea

Tale dimensionamento tiene inoltre conto del coordinamento tra caratteristiche della linea e degli interruttori per la protezione delle condutture contro il sovraccarico e il cortocircuito; a tale scopo occorre pertanto considerare anche la I_n e la caratteristica I^2t dell'interruttore posto a monte per la protezione di ogni linea.

Per ciascuna delle linee si è verificato quanto descritto nei due punti seguenti.

5.1. Protezione contro il sovraccarico

Per ogni linea sono state verificate le seguenti relazioni:

$$I_{b(F)} \leq I_{r(F)} \leq I_{z(F)}$$

$$I_{r(F)} \cdot (I_f/I_n) \leq 1,45 \cdot I_{z(F)}$$

$$I_{b(N)} \leq I_{r(N)} \leq I_{z(N)}$$

$$I_{r(N)} \cdot (I_f/I_n) \leq 1,45 \cdot I_{z(N)}$$

essendo:

- I_b la corrente di servizio per conduttore di fase (F) o di neutro (N);
- I_n la corrente nominale dell'interruttore di protezione della linea;
- I_r la corrente di regolazione termica per lo sganciatore su polo di fase (F) o neutro (N)
- I_z la portata del conduttore di fase (F) o di neutro (N);
- I_f/I_n il rapporto tra la corrente minima di funzionamento dell'interruttore e la sua corrente nominale.

5.2. Cadute di tensione

Il dimensionamento delle sezioni dei conduttori principali è stato effettuato in base al criterio della portata di corrente, procedendo poi al calcolo di verifica della massima caduta di tensione ammissibile, considerando condizioni di posa sfavorevoli ed utilizzando le formule sotto riportate per il calcolo:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (R \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

$$\Delta V \% = \frac{\Delta V}{U} \cdot 100$$

dove:

- I corrente di impiego (espressa in Ampere)
- L lunghezza della linea
- R resistenza della linea
- X reattanza della linea
- $\cos \varphi$ fattore di potenza del carico
- V tensione concatenata per linea trifase

Queste verifiche sono state condotte su ciascuna linea, per ciascuna tratta.

5.3. Dimensionamento Linee MT

I dimensionamenti delle linee interne al Parco sono stati effettuati conservativamente tenendo conto della potenza nominale di picco di ciascun subcampo, in modo che anche in caso di guasto di uno o più dei subcampi, l'impianto potrà lavorare inseguendo continuamente la massima potenza di immissione, **pari a 50,5MW**; in condizioni operative standard, grazie al sovradimensionamento dell'impianto, le linee saranno caricate con potenze inferiori al 85% della potenza di picco, ovvero in misura pari al rapporto tra potenza di immissione e potenza di picco:

$$50,5/60.500=0,83$$

Tale dimensionamento garantirà, inoltre, che in futuro la società possa eventualmente chiedere l'incremento della potenza di immissione fino alla massima potenza dell'impianto.

Il dimensionamento della dorsale è stato effettuato in modo tale che sia possibile, in futuro, usare l'elettrodotto esistente per eventuali ampliamenti:

SOTTOIMPIANTO	Subcampo	Denom. TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA [m]	SEZIONE [mm ²]	NUMERO TERNE	CARATTERISTICHE SETTORI				CARATTERISTICI CHE DEL CAVO	CADUTA DI TENSIONE max	PLOSS [kW]	
						Pot. Nominale [kWp]	Pot. Reale massima [kWp]	CORRENTE Reale Massima	CORRENTE Linea (max)	PORTATA			
								I _{SI} [A]	I _L [A]	I _Z [A]	ΔU% (max) [%]		
DORSALE est		CdR_EST-SSE	14300	630	2	38528	36.079	724,13	362,07	490,90	1,97%	358,5	
DORSALE Ovest		CdR_Ovest-SSE	14300	630	2	38528	36.079	724,13	362,07	490,90	1,97%	358,5	
					Tot	77056	72.158	perdite totali massime				855,3	
											TOTALI max	2,45%	855,3

In particolare, sarà possibile spingere fino ad un limite di 104MWp, o anche oltre, adottando la limitazione della potenza massima immessa nella dorsale a 97,7MWp:

SOTTOIMPIANTO	Subcampo	Denom. TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA [m]	SEZIONE [mm ²]	NUMERO TERNE	CARATTERISTICHE SETTORI				CARATTERISTICI CHE DEL CAVO	CADUTA DI TENSIONE max	PLOSS [kW]	
						Pot. Nominale [kWp]	Pot. Reale massima [kWp]	CORRENTE Reale Massima	CORRENTE Linea (max)	PORTATA			
								I _{SI} [A]	I _L [A]	I _Z [A]	ΔU% (max) [%]		
DORSALE est		CdR_EST-SSE	14300	630	2	52205,44	48.887	981,20	490,60	490,90	2,67%	658,1	
DORSALE Ovest		CdR_Ovest-SSE	14300	630	2	52205,44	48.887	981,20	490,60	490,90	2,67%	658,1	
					Tot	104410,88	97.775	perdite totali massime				1.454,7	
											TOTALI max	3,15%	1.454,7



5.4. Conclusioni

Per tutto quanto indicato nel paragrafo precedenti, visto le sez. 433, 434 e l'art. 533.3 della norma CEI 64-8, tutte le linee risultano adeguatamente protette contro le sovracorrenti.

Le verifiche di caduta di tensione, condotte su ciascuna linea, sono risultate positive: la caduta di tensione complessiva tra i punti estremi delle linee non supera in ogni caso il 4%, valore imposto come massimo ammissibile.

San Severo, Novembre 2023

STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

DOTT. ING.
Ing. MEZZINA Antonio

