



REGIONE BASILICATA



COMUNE DI ANZI



COMUNE DI LAURENZANA



PROVINCIA DI POTENZA

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico nel Comune di Anzi (PZ) e con opere di connessione nel Comune di Laurenzana(PZ)



<p>Proponente</p>	 <p>Audax Solar SPV Italia 6 s.r.l. Via Giovanni Boccaccio, 7 cap 20123 Milano (MI) mail: audaxitalia6@legalmail.it</p>  				
<p>Progettazione</p>	 <p>Viale Michelangelo, 71 80129 Napoli TEL.081 579 7998 mail: tecnico.inse@gmail.com</p> <p>Amm. Francesco Di Maso Ing. Nicola Galdiero Ing. Pasquale Esposito</p> <p>Collaboratori: Arch. C. Gaudiero Arch. M. Mauro Ing. Fabrizio Quarto</p>				
<p>Elaborato</p>	<p>Nome Elaborato:</p> <p style="text-align: center;">Relazione tecnica delle opere elettriche di connessione</p>				
<p>00</p>	<p>Febbraio 2022</p>	<p>PRIMA EMISSIONE</p>	<p>INSE s.r.l.</p>	<p>INSE s.r.l.</p>	<p>Audax Solar SPV It6</p>
<p>Rev.</p>	<p>Data</p>	<p>Oggetto della revisione</p>	<p>Elaborazione</p>	<p>Verifica</p>	<p>Approvazione</p>
<p>Scala:</p>	<p>-</p>				
<p>Formato:</p>	<p>A4</p>	<p>Codice Pratica S259</p>	<p>Codice Elaborato</p>	<p>A.7.3</p>	

Sommario

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO E COLLEGAMENTI	4
3	CARATTERISTICHE COMPONENTI PARCO FV	4
3.1	Moduli fotovoltaici	4
3.2	GRUPPO DI CONVERSIONE CC/CA	5
3.3	CABINA DI TRASFORMAZIONE 0,8/36 kV	5
3.3.1	Trasformatore elevatore	7
3.3.2	Trasformatore S.A.	7
3.3.3	Quadro elettrico 36 kV	8
3.3.4	Quadri elettrici BT	8
3.4	CABINA DI RICEZIONE	8
3.5	CAVIDOTTI	9
3.6	CRITERI DI SCELTA DEI CAVI E DEI SISTEMI DI PROTEZIONE	10
3.6.1	Dimensionamento delle linee e caduta di tensione	10
3.6.2	Scelta delle protezioni	11
3.7	CAVI AT INTERNI AL PARCO FV	13
3.8	CAVI BT- INTERNI AL PARCO FV	13
3.9	SICUREZZA ELETTRICA	13
3.9.1	Misure di protezione dai contatti diretti	13
3.9.2	Misure di protezione dai contatti indiretti	13
3.9.3	Impianto di terra	14
3.9.4	Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche	15
3.10	IMPIANTI TECNOLOGICI INTERNI AL PARCO	15
3.10.1	Impianto illuminazione	15
3.10.2	Impianto antiintrusione	15
3.10.3	Impianto TVCC	15
3.10.4	Sistema di monitoraggio	16
4	COLLEGAMENTO A 36 KV "PARCO FV-SE TERNA 150/36 KV"	16
4.1	TRACCIATO	16
4.2	CARATTERISTICHE CAVO 36 KV E RELATIVI ACCESSORI	17
4.2.1	Composizione dell'elettrodotto in cavo	17
4.2.2	Dimensionamento cavidotto 36 kV	18
4.2.3	Scelta della sezione	19
4.2.4	Modalità di posa	20

4.2.5	Giunti e buche giunti	21
4.2.6	Sistema di telecomunicazioni	21
4.3	ATTRAVERSAMENTI	22
4.4	DISTANZE DA SERVIZI MANUFATTI_ PIANTE.....	22
4.4.1	Interferenze con tubazioni metalliche fredde o manufatti metallici interrati	22
4.4.2	Interferenze con cavi di energia	23
4.4.3	Interferenze con cavi telefonici	23
4.4.4	Interferenze con altri manufatti	23
4.4.5	Distanze da piante	23
4.4.6	Distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi.....	23
4.5	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	24
4.6	AREE IMPEGNATE.....	24
4.7	FASCE DI RISPETTO	24
5	SICUREZZA NEI CANTIERI	25

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

1 PREMESSA

La società Audax Solar SPV 6 Srl è proponente di un progetto di produzione di energia rinnovabile da fonte fotovoltaica da ubicare nel Comune di Anzi in provincia di Potenza ed opere di connessione nel comune di Anzi (PZ).

L'ipotesi progettuale prevede l'installazione di un parco fotovoltaico della potenza nominale di 19,99 MW. I pannelli fotovoltaici saranno collegati tra loro attraverso cavidotto interrato in MT a 36 kV.

La società Terna ha rilasciato alla Società Audax Solar SPV 6 Srl la "Soluzione Tecnica Minima Generale" n. 202101195 del 08.11.2021, indicando le modalità di connessione che prevede di connettere l'impianto fotovoltaico in antenna sulla sezione 36 kV di una futura stazione di trasformazione 150/36 kV che sarà collegata in entra-esce sulla esistente linea RTN 150 kV "Anzi-Corleto Perticara" previa la realizzazione dei seguenti interventi:

- 1) Potenziamento/Rifacimento della linea 150 kV "Potenza-Anzi-Corleto Perticara-Agri"
- 2) Elettrodotta a 150 kV per il collegamento della nuova SE di trasformazione 150/36 kV con la SE 380/150 kV di "Aliano".

La progettazione delle opere di cui ai punti 1 e 2 nonché della nuova SE di trasformazione 150/36 kV è stata affidata ad altro produttore che ha ricevuto da Terna la medesima modalità di allacciamento.

La Soc. Audax Solar SPV 6 Srl ha richiesto a Terna i suddetti elaborati progettuali benestariati per poterli inserire nel proprio progetto per ottenere l'Autorizzazione Unica.

Pertanto, il progetto del collegamento elettrico del suddetto parco fotovoltaico alla RTN, oltre alle opere di cui ai precedenti punti 1 e 2, prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- a) Rete in cavo interrato a 36 kV interna all'impianto di produzione fotovoltaico per collegare le stazioni di trasformazione Bt/36 kV;
- b) stazione elettrica di raccolta e smistamento 36 kV;
- c) cavidotto a 36 kV per il collegamento tra la SE "raccolta" 36 kV e la SE trasformazione 150/36 kV;
- d) Stallo 36 kV della stazione 150/36 kV

Le opere di cui ai punti a), b), c), costituiscono opere di utenza del proponente; mentre l'opera di cui al punto d) costituisce opera di Rete.

I collegamenti a 36 kV in cavi interrati, che raccolgono la produzione di energia elettrica dei vari moduli saranno posati in idonea trincea. La realizzazione della trincea avverrà all'interno del parco FV su una apposita viabilità di servizio.

Il lay-out del parco FV è rappresentato sull'elaborato inquadramento su CTR e occuperà le particelle 51 – 53 – 54 – 59 – 60 – 65 – 67 – 68 – 69 – 70 – 71 – 72 – 73 – 74 – 75 – 76 – 77 – 78 – 79 – 80 – 81 – 82 – 83 – 84 – 85 – 87 – 88 – 89 – 90 – 91 – 92 – 93 del foglio di mappa N.46 e le particelle 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 del foglio di mappa N. 52 del Comune di Anzi. L'area occupata dal parco avrà una estensione di circa 22,5 ettari.

L'area del parco verrà recintato con reti di altezza 2,5 m.

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

In nessun punto dell'intero tracciato le opere elettriche interferiscono con costruzioni o luoghi adibiti a presenza di personale come da normativa vigente.

2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO E COLLEGAMENTI

L'impianto è suddiviso in 5 sottocampi.

Ogni sottocampo è composto da 17 gruppi di stringhe, ciascuna stringa è formata da 28 moduli per un totale di 29.848.

Le stringhe sono in numero di 1066 e sono collegate tra loro ad un inverter DC/AC del tipo SUN2000-215KTL-H0 (85).

La potenza alle condizioni standard STC (irraggiamento dei moduli di 1000 [W/m²] a 25 °C di temperatura) risulta essere: 19,99 [MWp]

Mentre la potenza lato AC sarà pari a 13,54 [MWp], tenendo conto delle perdite dovute a diversi fattori (maggiori temperature, superfici dei moduli polverose, differenze di rendimento tra i moduli, perdite dovute al sistema di conversione).

Le uscite dagli inverte in CA si collegheranno alle sbarre di una cabina di campo per la trasformazione 0,8/36 kV.

I sottocampi sono collegati tra loro in entra-esce e confluiranno in una stazione di smistamento e raccolta a 36 kV secondo lo schema unifilare rappresentato nell'elaborato A12.b.8.

Dalle sbarre 36 kV della cabina di raccolta è derivato un cavo, della lunghezza di circa 26,8 Km, che si collegherà alla sezione 36 kV della nuova stazione di trasformazione 150/36 kV per immettere l'energia prodotta dal parco fotovoltaico alla Rete di Trasmissione Nazionale.

3 CARATTERISTICHE COMPONENTI PARCO FV

3.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, è previsto di utilizzare moduli di marca "Trina Solar", modello "TSM-DE21", le cui caratteristiche tecniche principali sono riportate nella tabella seguente:

Potenza nominale:	670 [Wp]
Celle:	Silicio monocristallino
Tensione circuito aperto VOC:	46,01 [V]
Corrente di corto circuito ISC:	18,62 [A]
Tensione VMPPT:	38,2 [V]
Corrente IMPPT:	17,55 [A]
Grado di efficienza:	21,6 %
Dimensioni:	2384 x 1303 x 35 [mm]

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

3.2 GRUPPO DI CONVERSIONE CC/CA

Il gruppo di conversione previsto nell'impianto fotovoltaico sarà costituito da:

N. 18 inverter "HUAWEI - SUN2000-215KTL-H0" le cui caratteristiche sono riportate nella tabella che segue:

HUAWEI – SUN2000-215KTL-H0	
Tensione max di sistema	1500 [V]
Tensioni MPPT	500-1500 [V]
Numero di ingressi	18
Numero di MPPT indipendenti	9
Corrente massima di uscita a 40°C	144,4 [A]
Efficienza massima	99,00 [%]
Peso	86 [kg]

3.3 CABINA DI TRASFORMAZIONE 0,8/36 kV

L'impianto fotovoltaico è suddiviso in 5 sottocampi ed ognuno di questi è dotato di una cabina di campo. La cabina di campo è composta da n. 3 vani:

- Vano BT (QGBT)
- Vano AT (quadri in AT e protezione trasformatore)
- Vano TRAFO (Trasformatore BT/AT 0,80kV-30Kv)

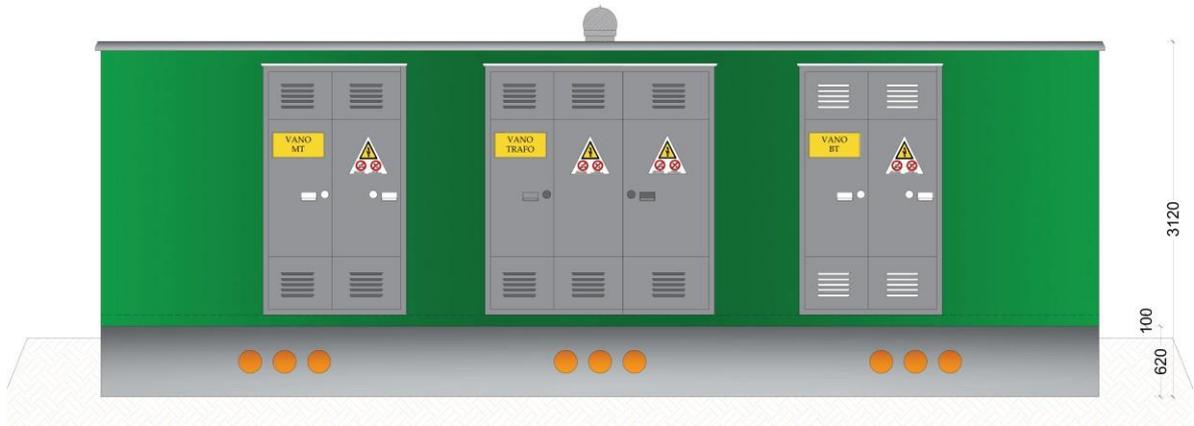
La cabina di campo, di dimensioni pari a 8,70 [m] x 2,50 [m] ed altezza fuori terra pari a 2,60 [m], sarà realizzata in c.a.v. prefabbricato e si compone di 2 elementi monolitici ovvero la vasca, che svolge la doppia funzione di fondazione e di alloggio dei cavi in arrivo dal campo o in partenza per la sottostazione, e il corpo in elevazione.

I quadri ausiliari e QGC verranno realizzati in carpenteria a struttura modulare in lamiera non ossidabile stampata nel rispetto della normativa CEI 17-13/1, mentre i quadri impianti speciali e consegna saranno in materiale termoplastico nel rispetto della normativa CEI 23-51 con particolare riferimento a:

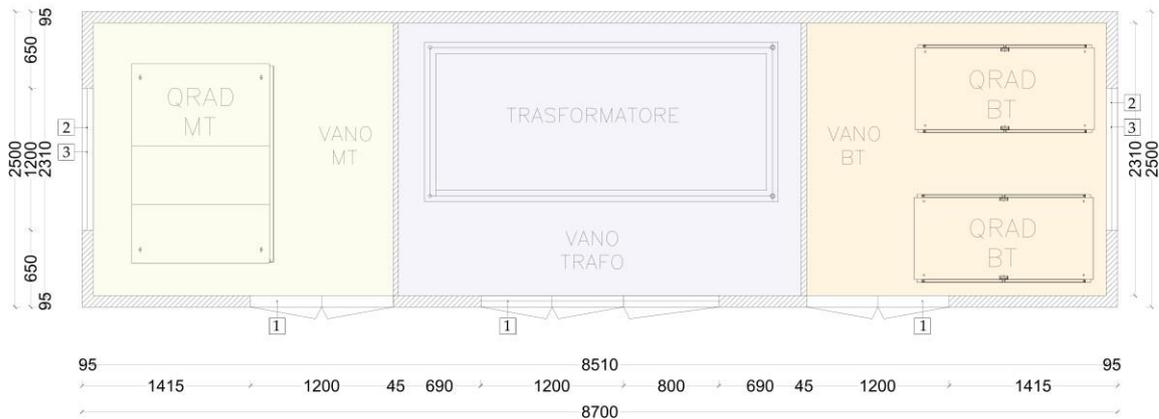
- determinazione della effettiva corrente all'ingresso del quadro;
- dimensionamento e scelta degli interruttori adeguati ai valori delle correnti di corto circuito presenti;
- calcolo delle sovratemperature interne massime ammesse in condizioni di esercizio in conformità alle Norme CEI 17-43 fascicolo 1873;
- verifica della corrente di corto circuito in conformità alle Norme CEI 17-52.

Per i quadri verrà prodotta la schemistica richiesta dalle vigenti disposizioni normative come allegato alla dichiarazione di conformità dell'impianto in oggetto.

PROSPETTO FRONTALE



LEGENDA
1 PORTA IN VTR
2 GRIGLIA ALTA IN VTR
3 GRIGLIA BASSA IN VTR



Gli elementi della cabina, prefabbricati in stabilimento, saranno trasportati in cantiere ed eventualmente montati contemporaneamente alla fase di scarico.

Prima della posa della cabina sarà predisposto il piano di posa con un fondo di pulizia e livellamento in magrone di cls oppure con una massiccata di misto di cava.

Le cabine saranno dotate di porte in VTR, aperture grigliate sempre VTR nonché una maglia di terra in corda di rame nudo.

All'interno delle cabine di campo saranno alloggiare le seguenti componenti elettromeccaniche:

- Quadri di parallelo inverter;
- Quadri di linea in BT;
- Quadri in AT di protezione trafo e arrivo/partenza linea AT;
- Trasformatore 800V/36kV da 4000 KVA;

- Quadri servizi ausiliari.

3.3.1 *Trasformatore elevatore*

Nella cabina di campo bt/AT il trasformatore elevatore necessario per portare il livello di tensione da quello all'uscita del gruppo di conversione a quello proprio della rete AT di utenza a 36 [kV] sarà del tipo con isolamento in resina, a perdite ridotte.

Le armature del nucleo sono realizzate in acciaio ed idonee a sostenere eventuali sforzi elettrodinamici dovuti a corto circuito.

Il trasformatore è equipaggiato con terminali di messa a terra, golfari di sollevamento, targa dati, ganci traino, ruote orientabili, commutatore a vuoto lato MT sul coperchio, sonde di temperatura PT100.

In tabella seguente si riportano le caratteristiche elettriche del trasformatore elevatore:

Modello	<i>Trasformatore in resina GBE o Altrafo o similare</i>
Potenza nominale	4000 [kVA]
Frequenza	50 [Hz]
Rapporto tensioni a vuoto	800 [V] / 36000 [V] $\pm 2 \times 2,5 \%$
Vcc a 75°C	6%
Collegamenti	<i>Stella/triangolo</i>
Dimensioni indicative (mm)	2200 x 1000 x 2030
Numero	5

3.3.2 *Trasformatore S.A.*

Per alimentare i servizi ausiliari della cabina sarà installato, per ciascuna cabina, un trasformatore avente le seguenti caratteristiche:

Modello	Trasformatore in resina GBE o Altrafo o similare
Potenza nominale	30 [kVA]
Frequenza	50 [Hz]
Rapporto tensioni a vuoto	800 [V] / 230 [V]
Vcc a 75°C	6%

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

Collegamenti	Triangolo/stella
--------------	------------------

3.3.3 Quadro elettrico 36 kV

Nella cabina di trasformazione è installato uno scomparto di protezione trasformatore (interruttore di manovra con fusibili).

I quadri e le apparecchiature MT sono progettate, costruite e collaudate in conformità alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e IEC (International Electrical Code) in vigore, in particolare CEI 17-6 (IEC 298). Il prodotto sarà inoltre conforme alle regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni (D.P.R. 547 del 27.04.1955 e successivi emendamenti e integrazioni).

Caratteristiche Tecniche Generali Quadri AT:

Tensione nominale 36 [kV];

Grado di protezione involucro IP 2X Frequenza nominale 50 [Hz];

Livelli nominali d'isolamento 50 - 125 [kV].

3.3.4 Quadri elettrici BT

I quadri ausiliari verranno realizzati in carpenteria a struttura modulare in lamiera non ossidabile stampata nel rispetto della normativa CEI 17-13/1, mentre i quadri impianti speciali e consegna saranno in materiale termoplastico nel rispetto della normativa CEI 23-51 con particolare riferimento a:

- determinazione della effettiva corrente all'ingresso del quadro;
- dimensionamento e scelta degli interruttori adeguati ai valori delle correnti di corto circuito presenti;
- calcolo delle sovratemperature interne massime ammesse in condizioni di esercizio in conformità alle Norme CEI 17-43 fascicolo 1873;
- verifica della corrente di corto circuito in conformità alle Norme CEI 17-52.

Per i quadri verrà prodotta la schemistica richiesta dalle vigenti disposizioni normative come allegato alla dichiarazione di conformità dell'impianto in oggetto.

3.4 CABINA DI RICEZIONE

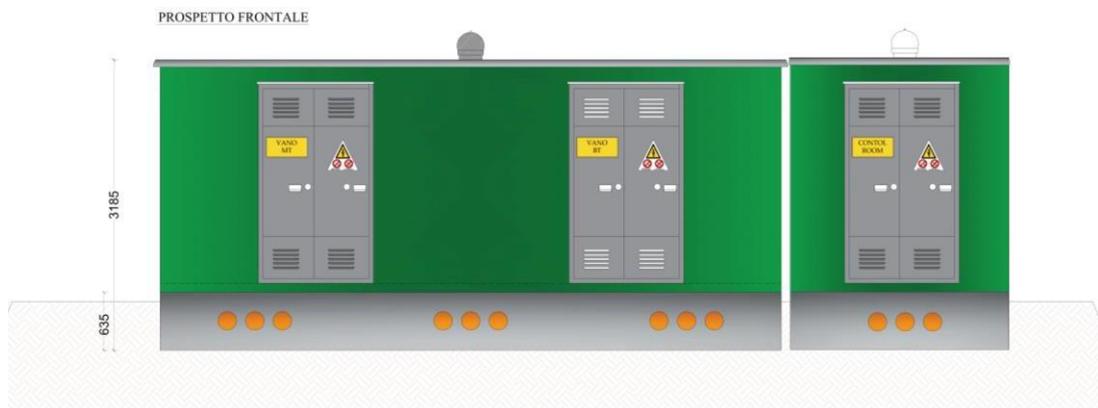
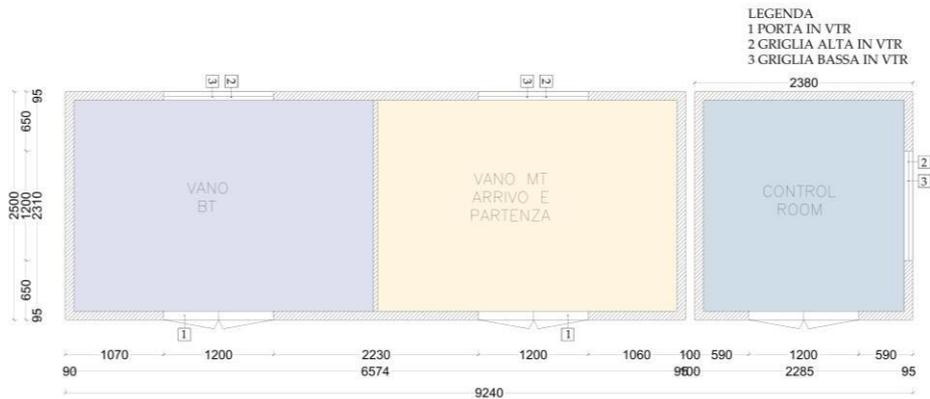
Ai margini dell'impianto fotovoltaico, in posizione tale da essere facilmente collegata alle cabine di campo, verrà realizzato una cabina di consegna.

Come innanzi descritto, la produzione di energia fotovoltaica sarà immessa nei sottocampi, collegati tra loro con cavi interrati a 36 kV in modalità entra-esce ad anello, confluirà in una stazione di smistamento e raccolta a 36 kV secondo lo schema unifilare allegato al progetto.

Dalle sbarre 36 kV della cabina di raccolta è derivato un cavo, della lunghezza di circa 26,8 Km, che si collegherà alla sezione 36 kV della nuova stazione di trasformazione 150/36 kV per immettere l'energia prodotta dal parco fotovoltaico alla Rete di Trasmissione Nazionale.

La cabina di ricezione è del tipo prefabbricato le cui dimensioni sono indicate nella figura seguente.

Inoltre, adiacente a questa cabina ci sarà un'altra cabina dedicata al controllo e gestione dell'impianto fotovoltaico. Nella figura seguente sono indicate le misure delle cabine.



All'interno della cabina sarà presente un quadro MT con isolamento in aria a 8 scomparti.

N.5 scomparti per gli arrivi dei cavi dai sottocampi

N1 scomparto per la partenza del cavo 36 kV che si collega alle sbarre 36 kV della SE trasformazione 150/36 kV

N.1 Scomparto risalita

N.1 Scomparto congiuntore

N.1 Scomparto cella misure

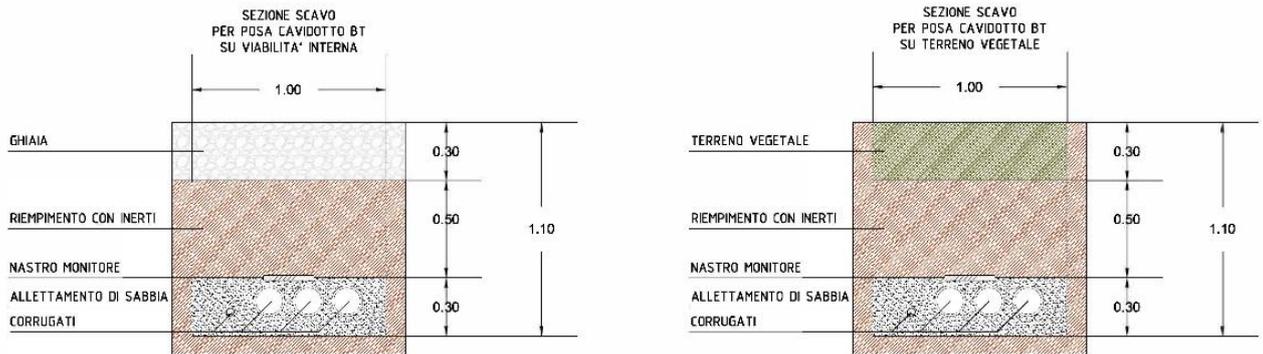
3.5 CAVIDOTTI

I collegamenti elettrici dei componenti costituenti l'impianto fotovoltaico sono realizzati tramite posa di cavi interrati. In particolare distinguiamo:

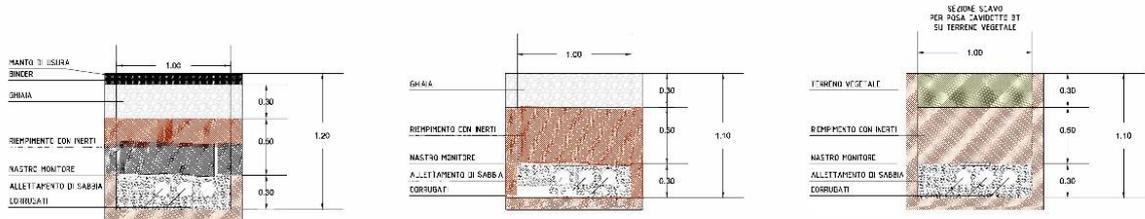
- i cavidotti in bassa tensione per lo più costituiti dal collegamento tra gli inverter e i Quadri Generali di Bassa Tensione posti all'interno delle cabine di campo, e i cavi di bassa tensione degli ausiliari;

- i cavidotti in media tensione che collegano tra loro le cabine di campo e queste alla cabina di ricezione interna al campo.

Le sezioni degli scavi per i cavidotti in BT avranno larghezza variabile in funzione del grado di riempimento dei corrugati in quanto, per ogni campo, sono presenti diversi inverter trifase da cui partono 3+1+1 cavi di sezione variabile a seconda della distanza dello stesso dalla cabina di campo. Si riportano di seguito alcune sezioni tipo dei cavidotti BT:



I cavidotti AT collegheranno le cabine di campo tra di loro e da queste alla cabina di ricezione. Si riportano di seguito le sezioni tipo dei cavidotti AT interne al parco fotovoltaico:



3.6 CRITERI DI SCELTA DEI CAVI E DEI SISTEMI DI PROTEZIONE

3.6.1 Dimensionamento delle linee e caduta di tensione

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata di vita soddisfacente degli stessi e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio.

Partendo dai dati elettrici caratteristici di ciascuna utenza (tensione nominale, potenza, corrente di impiego I_b , corrente nominale dell'interruttore posto a protezione della sua linea di alimentazione, lunghezza di tale linea, stato del neutro), dalle tabelle CEI UNEL, in base al tipo di cavo e tipo di posa, è stata verificata la portata del cavo rilevato confrontandolo con la corrente di impiego della conduttura.

Sempre dalle tabelle sono state calcolati gli eventuali coefficienti di riduzione (da moltiplicare alla portata, in modo che questa superi la corrente di impiego), che terranno conto:

del tipo di posa;

- della temperatura ambiente;
- della presenza di più circuiti o più cavi raggruppati.

Per quanto riguarda il calcolo della caduta di tensione a regime, è utilizzata seguente relazione:

$$\Delta V = m \cdot L \cdot I_b \cdot [r \cdot \cos\phi + (2\pi f) \cdot l \cdot \sin\phi] \cdot (100/V_n)$$

dove:

m è pari a 2 per circuiti monofasi e a $\sqrt{3}$ se trifase;

L rappresenta la lunghezza della linea;

I_b rappresenta la corrente d'impiego;

r rappresenta la resistenza unitaria riportata alla temperatura di funzionamento [$\Omega mmq/m$];

l rappresenta l'induttanza unitaria riportata alla frequenza di funzionamento [$H mmq/m$];

f è la frequenza di funzionamento;

$\cos\varphi$ è il fattore di potenza del carico;

V_n rappresenta la tensione nominale dell'impianto.

I limiti imposti quali valori massimi di caduta di tensione ammissibili sono pari al 4% per circuiti in corrente alternata per utenze di servizio, 2% per le linee DC.

La corrente di impiego I_b è stata assunta pari alla corrente di corto circuito dei moduli fotovoltaici riferita alle condizioni STC.

In AT la caduta di tensione non è un parametro rilevante, dato che si riduce notevolmente la caduta di tensione percentuale rispetto alla BT.

3.6.2 Scelta delle protezioni

La protezione dal sovraccarico è stata effettuata con interruttori automatici, il cui scopo è quello di interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito, prima che queste possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolante o ai collegamenti, permettendo però la conduzione dei sovraccarichi di breve durata che si produrranno nel normale esercizio. In particolare devono essere rispettate le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b è la corrente di impiego della conduttura protetta;

I_z è la portata della conduttura protetta;

I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_f è la corrente convenzionale di intervento.

In tal caso le condutture sono protette da sovraccarico

- Con fusibili idonei sui cavi di stringa;
- Con interruttori automatici magnetotermici adatti alla DC ed ai livelli di tensione d'impiego;
- Con interruttori automatici sulle linee ausiliari e di potenza.

In alta tensione, per le protezioni contro il sovraccarico, sono utilizzate le metodologie impiegate per i cavi di bassa tensione, tarando le protezioni della linea ad un valore (I_{tr}) tale che una corrente di poco superiore alla portata del cavo (I_z) che non provochi un invecchiamento eccessivo portando la temperatura del conduttore a valori troppo alti.

Resta rispettata quindi la relazione:

$$I_{tr} \leq I_z$$

In bassa tensione, gli stessi dispositivi sono in grado di assicurare la protezione contro i corto circuiti se, avendo un potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione, intervenendo in tempi sufficientemente brevi da evitare che l'integrale di Joule (energia specifica passante) superi il valore sopportabile dal cavo:

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

S è la sezione del cavo [mm^2];

K è un coefficiente dipendente dalla natura del conduttore e dell'isolante costituenti il cavo.

La verifica della relazione sopra riportata è stata effettuata confrontando l'andamento della caratteristica dell'energia specifica passante dei dispositivi di protezione con il termine $K^2 S^2$ (energia tollerabile dal conduttore). L'intersezione di queste due curve permette di determinare un valore minimo di corrente di corto circuito $I_{cc_{min}}$ e un valore massimo $I_{cc_{max}}$.

Verificata la protezione delle singole linee contro i sovraccarichi, in accordo con l'art. 435.1 delle norme CEI 64/8-4 sarà lecito ritenere che le stesse siano pure protette contro le correnti di corto circuito e quindi non necessario verificare la lunghezza massima protetta.

Nel caso specifico, la protezione contro il sovraccarico ed il cortocircuito è determinata nel modo seguente:

- Sistema in corrente continua - lato generatore FV

La protezione è realizzata, per mezzo di fusibili a protezione di ciascuna stringa, cablati all'interno dei quadri di parallelo; un eventuale corto circuito su uno dei cavi di cui sopra potrà essere alimentato a monte solo da una corrente di poco superiore a quella nominale (peculiarità dovuta alla caratteristica tensione-corrente dei moduli fotovoltaici), mentre a valle, ci potrà essere solo il contributo delle rimanenti stringhe; è quindi, necessario proteggere il cavo da quest'ultimo apporto.

La taglia del fusibile è dimensionata tenendo conto anche della massima corrente inversa sopportabile dal modulo fotovoltaico.

- Sistema in corrente alternata - lato BT

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

La protezione è realizzata per mezzo di interruttori automatici magnetotermici a valle di ciascun inverter e a protezione dei circuiti ausiliari derivati dal trasformatore dedicato vi sono interruttori magnetotermici differenziali ad alta sensibilità.

3.7 CAVI AT INTERNI AL PARCO FV

Per i collegamenti interni al parco dei sottocampi in alta tensione a 36 kV saranno utilizzati cavi unipolari per tensione 26/45 kV da 70 mm² tipo ARE4H5E con anima in alluminio in accordo alla Norma CEI EN 60228 per posa interrata isolamento in XLPE. Portata 289 A a 20°C e temperatura di funzionamento di 90°C.

3.8 CAVI BT- INTERNI AL PARCO FV

I cavi utilizzati per tale distribuzione sono del tipo ARG7R per il collegamento dagli inverter alla cabina di campo sezione 120 mm² e cavi FG16R da 240 mm² per i collegamenti al primario del trasformatore elevatore 800/36 kV, non propaganti la fiamma e con ridotta emissione di gas corrosivi conformi alle norme CEI 20-22 II e 20-13. Gli isolamenti dei conduttori sono opportunamente contraddistinti in base alle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI UNEL 00722 e 00712.

3.9 SICUREZZA ELETTRICA

3.9.1 Misure di protezione dai contatti diretti

Tutte le parti attive risultano completamente ricoperte con un isolamento che potrà essere rimosso solo mediante distruzione. Gli involucri delle parti attive o le barriere assicurano un grado di protezione pari almeno a IPXXB, secondo CEI 70-1 (IPXXD min. per le parti orizzontali a portata di mano), ed inoltre sono consoni all'ambientazione di posa secondo il loro grado di protezione IP.

Per le operazioni di manutenzione che prevedano l'asportazione di involucri o barriere, questo avviene solo mediante l'uso di chiavi o attrezzi, a meno di quelle apparecchiature dotate di sistemi di disalimentazione automatica a sicurezza positiva delle parti attive.

L'accesso alle parti interne dei quadri assicura l'incolumità delle persone e la impossibilità di venire accidentalmente a contatto con parti sotto tensione (norma CEI 17-82).

3.9.2 Misure di protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti è stata realizzata nel modo seguente:

- Sistema in corrente alternata - lato BT

Il sistema avrà origine dall'inverter, lato uscita in c.a. a tensione 800 [V] trifase fino al secondario del trasformatore MT/BT, mentre per i servizi ausiliari, viene ridotta a 400 [V] tramite trasformatore di servizio.

La distribuzione dei circuiti ausiliari ha origine dal quadro generale BT (quadro ausiliari).

La protezione contro i contatti indiretti per guasti lato BT sarà assicurata con collegamenti equipotenziali al conduttore di protezione di tutte le masse, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II.

Per i sistemi TT, circuiti ausiliari, con la verifica della condizione:

$$R_t \times I_d \leq U_o$$

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

Per i sistemi TN, circuiti ausiliari, con la verifica della condizione:

$$Z_e \times I_d \leq U_0$$

- Sistema in corrente continua - lato generatore FV

Il generatore fotovoltaico è previsto con il funzionamento senza punto elettrico a terra, pertanto il sistema elettrico è isolato tipo IT.

I moduli fotovoltaici sono con involucro metallico pertanto connessi con collegamenti equipotenziali, all'impianto generale di terra. L'inverter è inoltre dotato di controllore d'isolamento lato c.c.

Gli scaricatori di sovratensione (SPD) sono collegati a terra con idonei conduttori di protezione, le masse dei quadri (ove in carpenteria metallica) e degli inverter cc/ca sono connesse all'impianto di terra con adeguati conduttori di protezione PE identificati con guaina esterna in pvc colore giallo-verde.

- Sistema media tensione

Per guasti lato MT, la protezione sarà verificata limitando i valori delle tensioni di passo e contatto, come da norma CEI EN 50522:2011-07 (CEI 99-3), tramite la verifica del coordinamento tra i sistemi di protezione a monte e il sistema disperdente da cui dipende la distribuzione del potenziale sulla superficie del terreno.

Per i sistemi TN le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti sono tali che se in una qualsiasi parte di impianto si dovesse presentare un guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di fase ed uno di protezione o una massa, l'interruzione automatica della alimentazione dovrebbe avvenire entro il tempo specificato, soddisfacendo la relazione:

$$Z_S \times I_F \leq U_0$$

Dove:

Z_S = impedenza dell'anello di guasto;

I_F = corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro il tempo definito dalla tabella 41A delle norme CEI 64-8;

U_0 = valore efficace della tensione nominale tra fase e terra.

Inoltre tutti i componenti del sistema disperdente avranno caratteristiche tali da resistere a sollecitazioni meccaniche, alla corrosione e a sollecitazioni termiche dovute alle correnti di guasto a terra

3.9.3 Impianto di terra

L'impianto di terra, unico e generale per MT e BT, sarà costituito da un dispersore orizzontale in corda di rame nuda interrata di sezione pari a 35 [mm²] che forma un anello attorno alle cabine di trasformazione e ricezione e si estende lungo i cavidotti centrali dell'impianto fotovoltaico. I ferri di armatura dei basamenti eventualmente collegati alle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici fungono invece da dispersori naturali. Per garantire l'unicità dell'impianto, le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici verranno collegati tra loro mediante un conduttore giallo-verde di sezione pari a 16 [mm²], mentre ogni fila è connessa al dispersore orizzontale di cui sopra, interrato lungo il cavidotto centrale.

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

All'interno delle cabine sono presenti collettori di terra ai quali sono collegate tutte le masse presenti all'interno dei locali oltre al dispersore generale.

3.9.4 Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche

In seguito alla valutazione del rischio dovuto al fulmine, l'impianto fotovoltaico in oggetto risulta autoprotetto. Tuttavia l'impianto occupa una notevole estensione su terreno, con lunghi percorsi di cavi per il collegamento alle apparecchiature pertanto sono presenti idonee misure di protezione quali: collegamenti equipotenziali delle masse, delle masse estranee, inserimento dei dispositivi SPD (scaricatori di sovratensione) sui circuiti in c.c., adeguato impianto di dispersori di terra (vedasi descrizione al paragrafo precedente).

3.10 IMPIANTI TECNOLOGICI INTERNI AL PARCO

3.10.1 Impianto illuminazione

L'impianto di illuminazione sarà minimo ed è costituito da luci posizionate solo intorno alla cabina per consentire l'accesso in sicurezza del personale in caso di emergenza. È tuttavia installato un selettore manuale/automatico per permettere l'accensione permanente dell'impianto in caso di necessità. L'illuminazione dei locali tecnici è effettuata mediante lampade LED di idonea potenza.

3.10.2 Impianto antiintrusione

La protezione perimetrale di un parco fotovoltaico è la prima linea di difesa contro intrusioni o accessi non autorizzati nelle aree da proteggere. I sistemi ad oggi in commercio per tale protezione svolgono un ruolo di fondamentale importanza nella sicurezza globale e personale. Inoltre, l'utilizzo di un sistema nella protezione perimetrale, scoraggia l'accesso non autorizzato alle aree riservate e fornisce segnalazioni dettagliate di allarme prevenendo così qualsiasi tentativo di aggressione o sabotaggio, fornendo al tempo stesso il frangente necessario per poter effettuare l'azione di difesa più idonea contro la minaccia.

Per l'impianto in oggetto, il sistema di protezione perimetrale sarà composto da sistema di rilevazione a differenza di pressione della GPS Standard, costituito da due tubi paralleli contenenti acqua, una valvola e un analizzatore PGPS2002/I collegato alla linea dati COM115 del sistema Multiplex2000. Il perimetro è suddiviso in zone di lunghezza inferiore a 100 [m] ed individuabili da pozzetti in cui può essere presente l'accoppiamento valvola-valvola, valvola-sensore o sensore-sensore.

3.10.3 Impianto TVCC

L'impianto di TVCC sarà installato lungo il perimetro del parco immediatamente all'interno della recinzione. Essenzialmente esso sarà composto da telecamere fisse per la ripresa delle immagini e da un videoregistratore digitale. Le telecamere che attualmente meglio rispondono ad esigenze di tipo perimetrale per l'uso in parchi fotovoltaici sono le così dette Night and Day, cioè camere dotate di illuminatori agli infrarossi che riescono con buona qualità video a registrare immagini anche in condizioni di scarsa illuminazione. Questo permette di dare all'utente una soluzione di protezione dai tentativi di intrusione anche di notte.

Il sistema di videoregistrazione digitale (e-vision G2) sarà del tipo con memorizzazione digitale delle immagini su hard disk per consentire sia la riproduzione per periodi di tempo più lunghi senza diminuirne la qualità dell'immagine sia una migliore flessibilità per la ricerca delle immagini. Semplici funzioni di ricerca, in funzione della data, ora, numero telecamera o della tipologia di evento d'allarme registrato, permettono una veloce e precisa individuazione delle immagini registrate.

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

3.10.4 Sistema di monitoraggio

L'impianto di produzione sarà dotato di un sistema per l'acquisizione e la trasmissione dei dati di produzione.

Esso si compone di un modulo di misura e registrazione dell'energia (E2M-PV) e un modulo di misura delle grandezze meteo (MTM-PV).

Il modulo E2M-PV sarà equipaggiato con un'interfaccia per la lettura del contatore fiscale con emettitore di impulsi (modulo ES), è inoltre dotato di interfacce di comunicazione (GSM/GPRS, Ethernet/ADSL) che attraverso l'utilizzo di una struttura di rete (router, switch, rete cablata) permette la trasmissione di dati potendo così parlare di rete di monitoraggio remoto. Presenta inoltre un bus di campo RS485, per la connessione a dispositivi locali di misura delle grandezze meteo (MTM-PV).

E2M-PV sarà allestito in un contenitore IP65 con sportello a chiave e passacavi stagni. Sarà dotato inoltre di morsettiere di appoggio per la connessione alla rete AC, a inverter e a moduli di campo.

E2M-PV sarà dotato di un'alimentazione tamponata a batteria, per assicurare la possibilità di invio di segnalazioni di allarme anche in condizioni di mancanza di rete.

Il modulo di misura MTM-PV effettua le seguenti misure:

- Radiazione solare da piranometro di classe 2 posto in prossimità del pannello (range 0 ÷ 1500 W/m²).
- Temperatura del modulo fotovoltaico, da termometro a contatto posta sul retro del modulo (range -40°C ÷ +100°C).
- Temperatura ambiente da termometro in aria (range -40°C ÷ +70°C).

Il modulo di misura per grandezze meteo MTM-PV sarà installato in prossimità del campo fotovoltaico per assicurare segnali integri, non soggetti a disturbi.

Il modulo sarà alloggiato in un contenitore IP66 e preleva la tensione di alimentazione direttamente dal bus di campo che lo connette al modulo E2MPV, a cui sarà connesso tramite bus RS485 su protocollo Modbus RTU.

4 COLLEGAMENTO A 36 KV "PARCO FV-SE TERNA 150/36 KV"

La sezione di impianto, relativa al presente paragrafo, è quella rappresentata negli schemi elettrici d'impianto, a partire dall'uscita della cabina di ricezione, fino alla stazione di trasformazione 36/150 kV.

Come è stato detto in premessa, la Terna con la STMG ha indicato che il parco FV dell'AUDAX di Anzi per potersi allacciare alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale) debba connettersi alla sezione 36 kV della nuova stazione di trasformazione 150/36 kV.

Pertanto, per realizzare detta connessione, che costituisce opera di utenza, è stato previsto un collegamento in cavo interrato a 36 kV tra la cabina di ricezione sita all'interno del parco fotovoltaico e la nuova stazione in autorizzazione 150/36 kV.

4.1 TRACCIATO

Il tracciato del cavo interrato si evince dalla Corografia su CTR "A.12.a.20" e dalla planimetria catastale "A.12.a.19" ed è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze delle opere in argomento con gli interessi pubblici e privati coinvolti. Tra le

possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale che tiene conto delle possibili ripercussioni sull'ambiente che occupi prevalentemente strade esistenti.

Le modalità di posa sono riportati nell'elaborato A.12.b.5.1. e qui riportate in uno stralcio

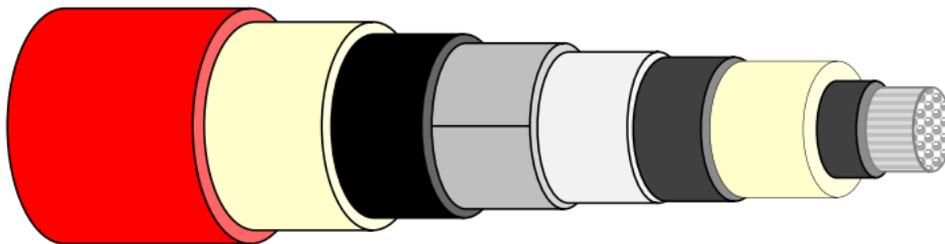
4.2 CARATTERISTICHE CAVO 36 KV E RELATIVI ACCESSORI

4.2.1 Composizione dell'elettrodotto in cavo

L'elettrodotto sarà costituito da tre cavi unipolari a 36 kV.

Ciascun cavo d'energia a 36 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 500 mm², tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in politenereticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in politene con grafitatura esterna.

SCHEMA TIPO DEL CAVO



DATI TECNICI DEL CAVO

Cavo 36 kV sezione 500 mm² in alluminio

CARATTERISTICHE DI COSTRUZIONE

Materiale del conduttore	Alluminio
Isolamento	XLPE (chemical)
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta
Guaina metallica	Alluminio termosaldato

Caratteristiche dimensionali

Diametro del conduttore	25.3 mm
Sezione	500 mm ²
Diametro esterno nom.	56 mm
Sezione schermo	520 mm ²
Peso approssimativo	3.8 kg/m

Caratteristiche elettriche

Max tensione di funzionamento	45 kV
-------------------------------	-------

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

Messa a terra degli schermi - posa a trifoglio	assenza di correnti di circolazione
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio	543 A
Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c.	0,060 Ohm/km
Capacità nominale	0,3μF / km
Tensione operativa	26/45 kV

Tali dati potranno subire adattamenti, in ogni caso non essenziali, dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

4.2.2 Dimensionamento cavidotto 36 kV

Il trasporto dell'energia avviene mediante l'utilizzo di cavi interrati posati in trincea a sezione rettangolare secondo quanto descritto dalle modalità previste dalle norme CEI 11-17. Per i cavi interrati le Norme CEI 11-17 prevedono una protezione meccanica che può essere intrinseca al cavo stesso oppure supplementare, a seconda del tipo di cavo e della profondità di posa. Nel caso specifico, nella posa di cavi in trincea a cielo aperto si utilizza, quale protezione meccanica, la disposizione di un apposito tegolino in PVC posto ad almeno 20 cm rispetto al cavo stesso, qualora non si provveda alla realizzazione di altre protezioni meccaniche, come l'inserimento del cavo in media tensione all'interno di un apposito tubo corrugato. In entrambe le soluzioni è comunque previsto la giustapposizione di un nastro di segnalazione di colore rosso con l'indicazione: CAVI ELETTRICI.

Per i calcoli seguenti, essendo il terreno del territorio di tipo argilloso, si è supposta una resistività termica del terreno media pari a 1,5°Cm/W.

Gli elementi essenziali che costituiscono un cavo sono il conduttore, il quale deve assolvere la funzione del trasporto della corrente elettrica e l'isolamento, destinato a isolare elettricamente la parte attiva (il conduttore) dall'ambiente di posa e sostenere, nel tempo, la tensione di esercizio.

I cavi AT per posa interrata si distinguono in unipolari, tripolari a elica visibile (a campo radiale), tripolari cinturati (a campo non radiale).

La sezione dei cavi per tale collegamento è stata determinata in modo da minimizzare le perdite di potenza per effetto joule ed essere adeguata ai carichi da trasportare nelle condizioni di massima produzione del parco fotovoltaico, ossia alla potenza massima di 36 MW.

Tutti i cavi AT sono stati dimensionati in modo tale che risultino soddisfatte le seguenti relazioni:

- a) $I_c \leq I_n$
- b) $\Delta V\% \leq 5\%$

Dove:

- I_c è la corrente di impiego del cavo;
- I_n è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;
- $\Delta V\%$ è la massima caduta di tensione calcolata a partire dalla cabina d'impianto fino alla stazione di trasformazione 150/36 kV.

Per il calcolo della portata "In" è stato assunto un coefficiente di correzione variabile "K" che tiene conto del numero di cavi all'interno dello stesso scavo e del tipo di posa interrata.

Tale coefficiente è stato ricavato dalle tabelle di riferimento e/o dal data-sheet cavi.

4.2.3 Scelta della sezione

Per la scelta della sezione si è tenuto conto della lunghezza del cavo, che è stata valutata come lunghezza di trincea maggiorata del 5% e con 40 m di scorta.

In funzione della potenza nominale dell'impianto è definita una corrente massima di impianto denominata I_c .

È stata, quindi, individuata una sezione per il cavo e, ipotizzando un coefficiente del terreno K_t pari a $1,5^\circ\text{C}/\text{m}/\text{W}$, viene individuata la corrispondente corrente nominale di cavo I_n . Il coefficiente K_t è ricavato dai data-sheet dei costruttori.

Tale corrente nominale di cavo viene corretta da un coefficiente K che tiene conto dell'influenza reciproca di più cavi in trincea ottenendo il valore di corrente nominale I di cavo da paragonare al valore di corrente I_c di impianto. Se la corrente I è maggiore della effettiva portata del cavo I_c , la scelta della sezione risulta adeguata.

Individuata quindi tra le sezioni riportate nel data-sheet dei cavi la sezione più idonea per la tratta si procede alla verifica della perdita di potenza con la seguente formula:

$$\Delta P = 3\rho \frac{LI^2}{S}$$

con ρ la resistività elettrica del conduttore espressa in $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;

L la lunghezza della linea in metri;

I la corrente nominale trasportata;

S la sezione del cavo in mm^2 ;

ed alla verifica della caduta di tensione con la seguente formula

$$\Delta V = \sqrt{3}LI(R_1 \cos\phi + X_1 \sin\phi)$$

con ΔV la tensione di esercizio espressa in Volt.

R_1 la resistenza per unità di lunghezza;

X_1 la reattanza induttiva per unità di lunghezza;

L la lunghezza del collegamento;

I la corrente trasportata;

$\cos\phi$ il fattore di potenza.

Per quanto su detto si riporta di seguito il calcolo delle perdite per effetto joule considerando di utilizzare cavi unipolari di sezione pari a 500 mm².

La tabella riepilogativa che segue riporta il dimensionamento dell'elettrodotto e i dati per la determinazione delle perdite totali al 100% della potenza nominale massima erogabile che risulta essere pari a 523,58 KW

CAVO	TRATTA		N.cavi	Lungh. (m)	Ic (A)	Sez. (mmq)	N. cavi trincea	I (A)	ΔP (KW)
	Parco PFV	SE Terna							
			3	28206	321,1	500	1	446	523,58
TOTALI									523,58

Le perdite sono abbastanza contenute e rappresentano il 2,6% della potenza nominale di impianto.

4.2.4 Modalità di posa

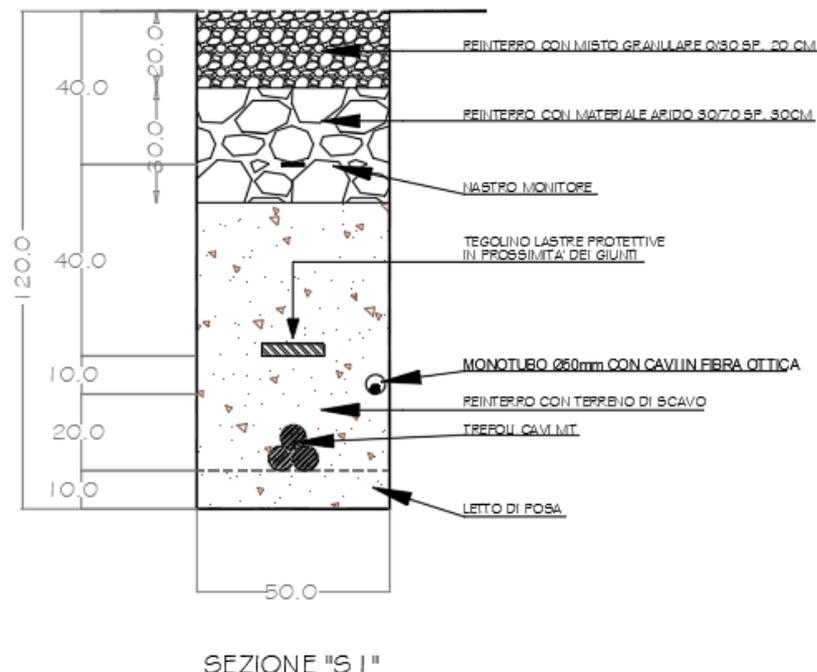
I cavi saranno interrati alla profondità di circa 1,20 m, con disposizione delle fasi a trifoglio.

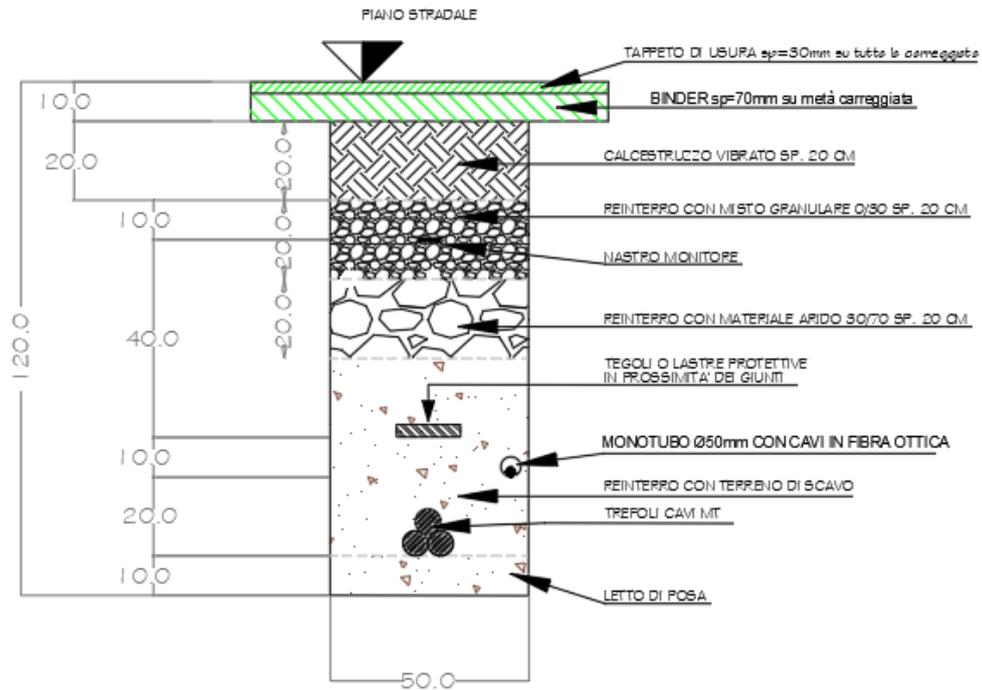
Nello stesso scavo della trincea, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

La terna di cavi sarà alloggiata in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

La terna di cavi sarà protetta e segnalata superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Di seguito sono evidenziate alcune tipiche modalità di posa.





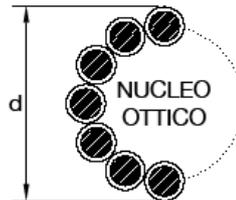
SEZIONE "A I"

4.2.5 Giunti e buche giunti

In considerazione della lunghezza dei cavi sono previsti giunti e buche giunti ogni 500-600 metri

4.2.6 Sistema di telecomunicazioni

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazioni tra la stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV condivisa e la stazione elettrica di trasformazione 380/150kV di Terna, costituito da un cavo con 48 fibre ottiche.



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO		(mm)	≤ 11,5	
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)		(kg/m)	≤ 0,6	
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C		(ohm/km)	≤ 0,9	
CARICO DI ROTTURA		(daN)	≥ 7450	
MODULO ELASTICO FINALE		(daN/mm ²)	≥ 10000	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA		(1/°C)	≤ 16,0E-6	
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s		(kA)	≥ 10	
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	≤ 0,36
		a 1550 nm	(dB/km)	≤ 0,22
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm · km)	≤ 3,5
a 1550 nm		(ps/nm · km)	≤ 20	

4.3 ATTRAVERSAMENTI

I servizi sotterranei che incrociano il percorso del cavo devono essere di regola sottopassati. Solo in casi particolari il servizio può essere sovrappassato purché venga realizzato un manufatto armato a protezione dei cavi (ad esempio quando i servizi, quali fogne o acquedotti, sono ad una profondità tale da richiedere lo scavo di trincee profonde 4 o più metri oppure quando la falda freatica è molto superficiale e rende difficoltoso lo scavo di trincee profonde anche solo 2 metri). Il progetto degli attraversamenti ed i parallelismi dovranno essere eseguiti in conformità a quanto riportato nella norma CEI 11-17.

4.4 DISTANZE DA SERVIZI MANUFATTI_PIANTE

4.4.1 Interferenze con tubazioni metalliche fredde o manufatti metallici interrati

Le norme CEI 11-17 prescrivono le distanze minime da rispettare nei riguardi di:

- serbatoi contenenti gas e liquidi infiammabili;
- gasdotti e metanodotti;
- altre tubazioni.

Tuttavia, qualora sia possibile, è consigliabile mantenere tra le tubazioni metalliche interrate e i cavi energia le seguenti distanze:

- m 3,00 dalle tubazioni esercite ad una pressione uguale o superiore a 25 atm;
- m 1,00 dalle tubazioni esercite ad una pressione inferiore alle 25 atm.

La necessità di mantenere stabili nel tempo le caratteristiche fisiche dell'ambiente che circonda il cavo consiglia comunque di mantenere, di norma, una distanza minima di almeno m 0,50 tra le trincee dei cavi di energia e i servizi sotterranei, in modo da evitare che eventuali interventi di riparazione su detti servizi vadano ad interessare lo strato di cemento magro (cement-mortar) o sabbia posto a protezione dei cavi, modificandone le caratteristiche termiche.

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

Per quanto riguarda interferenze con gasdotti e metanodotti la coesistenza degli impianti è regolamentata dal dm 24/11/84 “norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale”.

4.4.2 *Interferenze con cavi di energia*

Per interferenze con altri cavi energia a media e alta tensione è necessario mantenere, in caso di parallelismo, una distanza di almeno 5 m tra l’estradosso dei cavi da installare e gli altri cavi energia e di almeno 4 m in caso di semplice incrocio.

Tale limitazione è dettata dalla necessità di limitare la mutua influenza termica e non ridurre di conseguenza la corrente trasportata dai cavi.

Deroga a dette distanze può essere accordata previa verifica della reciproca interferenza nel calcolo della portata elettrica del cavo. Tale situazione dovrà essere verificata in corrispondenza dell’arrivo sulla stazione Terna dove potrà verificarsi una situazione di coesistenza di più cavi interrati in alta tensione.

4.4.3 *Interferenze con cavi telefonici*

In caso di eventuale guasto o di sovratensione nel corso dell’esercizio nei cavi di energia possono verificarsi sui cavi telefonici interferenti fenomeni induttivi.

Le norme CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto” fissano i valori massimi e le modalità di calcolo delle f.e.m.

Nell’elaborato MD-C1-S139-03 viene riportato la modalità di incrocio o parallelismo con cavi telefonici.

4.4.4 *Interferenze con altri manufatti*

Nel caso di manufatti sottostanti o paralleli al cavo di energia da installare non esistono particolari prescrizioni o valori di distanze da rispettare.

Nel caso di manufatti da sottopassare la protezione dei cavi verrà realizzata mediante polifera armata o mediante tubazione posta in opera con l’ausilio di macchina spingitubo o teleguidata.

4.4.5 *Distanze da piante*

Si deve mantenere una distanza del bordo dello scavo non inferiore a 2,5 m dall’esterno del tronco della pianta, salvo diversa prescrizione data dal Comune.

In corrispondenza di eventuali attraversamenti di canali, svincoli stradali, ferrovia o di altro servizio che non consenta l’interruzione del traffico, l’installazione potrà essere realizzata con il sistema dello spingitubo o della perforazione teleguidata, che non comportano alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti che verranno attraversate in sottopasso.

In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

4.4.6 *Distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi*

Lungo il tracciato del cavo non sono stati rilevati punti sensibili relativi alla normativa del rischio incendio.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

4.5 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Si rimanda alla consultazione dell'elaborato A.8 "Relazione campi elettromagnetici". Di seguito si riportano i risultati dei calcoli effettuati per la determinazione delle fasce di rispetto ai sensi della normativa vigente calcolate in funzione del valore di corrente permanente nominale del cavo prescelto come prescritto dal DM Ministero Ambiente del 29.05.2008 e s.m.i.

I calcoli sono stati effettuati utilizzando il programma EMF 4.05 elaborato dal CESI per conto di Terna.

All'interno del parco non sono stati effettuati i calcoli per la determinazione del campo magnetico e della Dpa in quanto non ricorrono le condizioni previste dalla normativa vigente.

4.6 AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto in cavo sono di norma pari a circa:

- 5 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 380 kV.
- 3,5 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 220 kV.
- 2 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 150 kV.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04). L'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà di circa:

- 5 m dall'asse linea per parte per elettrodotti in cavo interrato a 150 kV e 30 kV.

La planimetria catastale scala 1:2000 riporta l'asse indicativo del tracciato e le aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella sono riportati nell'allegato elenco, come desunti dal catasto.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree potenzialmente impegnate dalla stessa con conseguente riduzioni di porzioni di territorio soggette ad asservimento.

4.7 FASCE DI RISPETTO

Le "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Le fasce di rispetto indicate sono state definite in conformità alla metodologia di calcolo emanata dall'APAT, in applicazione del D.P.C.M. 08/07/2003, con pubblicazione sul supplemento ordinario della G.U. n° 160 del 05.07.2008

Come si evince dall'elaborato "Planimetria catastale con DPA", all'interno dell'area di prima approssimazione (Dpa) calcolata, non ricadono edifici o luoghi adibiti ad abitazione con permanenza di persone non inferiore alle 4 ore. Pertanto, dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica le opere elettriche progettate, sono conformi alla normativa vigente.

	RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE	Cod. A.7.3	
		Data Febbraio 2022	Rev. 00

TRATTA	Dpa (m)	Fascia di rispetto (m)
Cavi AT interni al parco	0	0
Elettrodotta in cavo 36 kV di collegamento alla SE 150/36 kV	1,47	4

La Fascia di rispetto sarà quindi +2m dall'asse cavo con un'ampiezza complessiva di 4m

5 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia di cui al Testo Unico Sicurezza DECRETO LEGISLATIVO 9 Aprile 2008, n. 81 e sue modifiche e integrazioni.

Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione esecutiva si provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.