

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI FOGGIA

Comuni:

Località "Conca d'Oro- Sedia d'Orlando - Santo Spirito"

PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 134.904 MW_p E POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 125 MW

Sezione 9: **CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE E IMPIANTI**

Titolo elaborato:
Relazione di calcolo e dimensionamento rete MT

N. Elaborato: **9.2**

Scala: -

Proponente

EUROWIND S.r.l.

*Scalo ferroviario S.P. 99, snc
CAP 71022 - Ascoli Satriano (FG)
P.Iva 03241320716*

Amministratore Unico
ADAMO LOMAESTRO

Progettazione



sede legale e operativa
Loc. Chianarile snc Area Industriale - 82010 San Martino Sannita (BN)
sede operativa
Via A.La Cava 114 - 71036 Lucera (FG)

P.IVA 01465940623

Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873



Progettista
Dott. Ing. NICOLA FORTE



Rev.	Data	Elaborazione	Approvazione	Emissione	DESCRIZIONE
00	NOVEMBRE 2023	FDM sigla	FDM sigla	NF sigla	Emissione progetto definitivo
Nome file sorgente	FV.ASS06.PD.9.2.R00.doc	Nome file stampa	FV.ASS06.PD.9.2.R00.pdf	Formato di stampa	A4

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
2	DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO	3
3	CONDIZIONI AMBIETALI DI PROGETTO	3
4	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO	4
4.1	Sintesi della configurazione dell'impianto	4
4.2	Dati di impianto	5
5	CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CAVI	7
5.1	Caratteristiche elettriche	7
5.2	Tensione di isolamento del cavo.....	7
5.3	Temperature massime di esercizio e di cortocircuito.....	7
5.4	Caratteristiche funzionali e costruttive	7
5.4.1	Collegamenti MT impianto fotovoltaico (interno ed esterno).....	7
5.4.2	Collegamenti MT impianto fotovoltaico (interno ed esterno).....	8
5.4.3	Collegamenti MT interni alla stazione elettrica.....	8
5.5	Accessori.....	9
6	VERIFICHE RETI MT	10
6.1	Modalità e criterio di calcolo elettrico	10
6.2	Interpretazione dei risultati	10
6.3	Calcolo di load flow	11
6.4	Verifica della portata	12
6.5	Verifica della caduta di tensione	13
7	RISULTATI DI CALCOLO	13
7.1	Verifica delle perdite.....	13

1 INTRODUZIONE

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale installata pari a 134.904 MWp e potenza nominale di connessione pari a 125 MW da installare in provincia di Foggia, nei comuni di Ascoli Satriano, Ortona, Orta Nova, alle località "Conca d'Oro – Sedia d'Orlando – Santo Spirito", con opere di connessione ricadenti nel comune di Deliceto alla località "Piano d'Amendola".

Proponente dell'iniziativa è la società EUROWIND S.r.l. con sede in Ascoli Satriano alla Via Scalo Ferroviario SP 99, snc.

L'impianto fotovoltaico è costituito da 192720 moduli bifacciali in silicio monocristallino ognuno di potenza pari a 700 Wp. Tali moduli sono collegati tra di loro in modo da costituire:

- 305 strutture 2x22 moduli;
- 227 strutture 2x44 moduli;
- 1207 strutture 2x66 moduli.

L'impianto è organizzato in ventiquattro campi: un primo gruppo costituito da quattordici campi è sito alla località Conca d'Oro, nel comune di Ascoli Satriano; un secondo gruppo di otto campi si trova alla località Sedia d'Orlando nei comuni di Ascoli Satriano e Ortona; gli ultimi due campi, infine, si collocano nel comune di Orta Nova alla località Santo Spirito.

I campi sono delimitati da recinzione perimetrale e sono provvisti di cancello di accesso. Ogni stringa di moduli fotovoltaici è montata su una struttura metallica a inseguimento monoassiale (tracker) ancorata al terreno. L'energia elettrica viene prodotta da ogni gruppo di stringhe collegate in parallelo tramite quadri di parallelo DC in corrente continua ("denominati string box") e viene trasmessa agli inverter ubicati nelle cabine di campo, che provvedono alla conversione in corrente alternata. Le linee MT in cavo interrato collegano tra loro le cabine di campo, nelle quali sono ubicati i trasformatori MT/BT, e quindi proseguono alle cabine di raccolta. Da quest'ultime si sviluppano le linee 30 kV interrate per il trasferimento dell'energia alla stazione elettrica di utente 30/150 kV che, tramite un cavidotto a 150 KV si collega allo stallo arrivo linea AT di progetto all'interno della stazione elettrica esistente e in esercizio di altri produttori. Da quest'ultima, si sviluppa il cavidotto AT esistente e in esercizio per il collegamento all'esistente Stazione Elettrica RTN 150/380 kV Deliceto.

La proposta progettuale presentata è stata sviluppata in modo da ottimizzare al massimo il rapporto tra le opere di progetto e il territorio, limitare al minimo gli impatti ambientali e paesaggistici e garantire la sostenibilità ambientale dell'intervento.

La presente relazione descrive, nel dettaglio, il calcolo e dimensionamento della rete in media tensione.

2 DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO

Le norme tecniche e i documenti di riferimento utilizzate per la stesura del progetto esecutivo sono:

- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m=1.2$ kV) up to 30 kV ($U_m=36$ kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m=7.2$ kV) up to 30 kV ($U_m=36$ kV) (03/2005);
- CEI EN 60909 (11-25) – Calcolo di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata (12/2001);
- IEC 60287: Electric cables – Calculation of the current rating (12/2006);
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo (10/2011).

3 CONDIZIONI AMBIETALI DI PROGETTO

- Altezza sul livello del mare < 1000 m;
- Temperatura ambiente -25 +40°C;
- Temperatura media 25°C;
- Umidità relativa 90%;
- Inquinamento leggero;
- Tipo di atmosfera non aggressiva.

4 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO

4.1 Sintesi della configurazione dell'impianto

L'impianto fotovoltaico di progetto ha una potenza complessiva nominale pari a 134.904 MWp e potenza nominale di connessione pari a 125 MW ed è costituito da 19.2720 moduli in silicio monocristallino ognuno di potenza pari a 700 Wp.

Dal punto di vista elettrico più moduli fotovoltaici vengono collegati in serie a formare una stringa e più stringhe vengono collegate in parallelo tramite quadri di parallelo DC (denominati "string box"). L'energia prodotta e convogliata attraverso cavi DC dalle string box ad un gruppo di conversione (dette Power Station), costituito da un inverter e da un trasformatore elevatore.

Nel dettaglio, il progetto prevede la realizzazione/installazione di:

- N. 19.2720 moduli fotovoltaici da 700 Wp collegati in stringhe installate su strutture di supporto;
- N°37 cabine di campo all'interno dell'area d'impianto comprensive di cabine "Spare";
- N°37 inverter di potenza nominale 4600 kVA comprensivi di inverter "Spare";
- N°37 trasformatori MT/BT potenza nominale 4600 kVA comprensivi di trasformatori "Spare";
- N°23 Cabine per i servizi ausiliari;
- N°3 cabina di raccolta 30 kV all'interno dell'area d'impianto;
- Recinzione esterna perimetrale alle aree di installazione dei pannelli fotovoltaici;
- Cancelli carrai da installare lungo la recinzione perimetrale per gli accessi di ciascuna area campo;
- Realizzazione di circa 7,4 km di viabilità a servizio dell'impianto;
- Adeguamento della viabilità esistente per circa 770 m;
- Un cavidotto MT interrato interno ai singoli campi fotovoltaici per il collegamento delle cabine di campo e alle cabine di raccolta, avente una lunghezza complessiva di circa 9,5 km;
- Un cavidotto MT interrato esterno ai campi fotovoltaici per il collegamento tra i vari campi e per il collegamento delle cabine di raccolta alla stazione elettrica di utente 30/150 kV, avente una lunghezza complessiva di circa 49,4 km;
- Una stazione elettrica di utente 30/150 kV di utente;
- Un cavidotto AT interrato di lunghezza circa a 25 m per il collegamento della stazione elettrica di utente 30/150 kV con lo stallo arrivo linea AT di progetto all'interno della stazione elettrica esistente e in esercizio di altri produttori;
- Fascia arborea prevista lungo il perimetro esterno della recinzione dei campi fotovoltaici.

Per la realizzazione dell'impianto sono previste le seguenti opere ed infrastrutture:

- **Opere civili:** installazione delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici; realizzazione della viabilità interna al campo fotovoltaico; realizzazione della recinzione perimetrale al campo fotovoltaico;

realizzazione degli scavi per la posa dei cavi elettrici; realizzazione delle cabine di campo, delle cabine per i servizi ausiliari, delle cabine di raccolta e della stazione elettrica;

- **Opere impiantistiche:** installazione dei moduli fotovoltaici collegati in stringhe; installazione degli inverter; installazione dei trasformatori all'interno delle cabine di campo; installazione delle apparecchiature e realizzazione dei collegamenti all'interno delle cabine di raccolta e delle cabine di consegna; esecuzione dei collegamenti elettrici, tramite cavidotti interrati, tra i moduli fotovoltaici, le cabine di campo, le cabine di raccolta, la stazione elettrica; realizzazione degli impianti di terra dei gruppi di campo, delle cabine di campo, della cabina di raccolta e della stazione elettrica.

4.2 Dati di impianto

Lo schema della rete utilizzato per le valutazioni relative ai calcoli di Load Flow è rappresentato nell'*Allegato 1*. In seguito si riportano i dati relativi ai vari componenti dell'impianto.

RETE MT- AT

- Sistema trifase
- Frequenza 50 Hz
- Tensione nominale (lato MT) 30 kV
- Tensione nominale (lato AT) 150 kV
- Corrente massima di corto circuito trifase (lato AT-RTN)¹ 31.5 kA
- Corrente massima di corto circuito monofase (lato AT-RTN)¹ 20 kA

GENERATORI STATICI (INVERTER)

- Tensione nominale CA 0.69 kV
- Tensione massima CC 1,5 kV
- Potenza nominale 4600 kW
- Corrente nominale 3850 A

TRASFORMATORI MT/BT (CABINA DI CAMPO)

- Potenza nominale 4600 kVA
- Rapporto trasformazione 30/0.69 kV
- Tensione di c.to c.to 6 %
- Collegamento Dy11

¹ Valore raccomandato dall'Allegato A.8 al Codice di Rete per stazioni vicine a punti di interconnessione 150 kV.

TRASFORMATORE MT/AT

- Potenza nominale 50 MVA
- Rapporto nominale $150 \pm 12 \times 1.25\%$ / 31 kV
- Tensione di c.to c.to 14 %
- Perdite nel ferro 31 kW
- Collegamento YNd11
- Isolamento olio minerale
- Raffreddamento ONAN-ONAF

TRASFORMATORE SA

- Potenza nominale 100 kVA
- Rapporto nominale $30 \pm 2 \times 2.5\%$ / 0.4 kV
- Tensione di c.to c.to 4 %
- Collegamento Dyn11
- Isolamento olio minerale
- Raffreddamento ONAN

COLLEGAMENTI MT

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche geometriche dei collegamenti dei cavi MT oggetto del calcolo.

Tabella 1: Collegamenti MT, sezione e materiale dei conduttori.

COLLEGAMENTI IMPIANTO FOTOVOLTAICO (CAVIDOTTO ESTERNO)	SEZIONE CONDUTTORE [mm ²]	MATERIALE CONDUTTORE	LUNGHEZZA [m]
CABR1-SE	630	Al	10430
CABR2-SE	800	Al	12100
CABR2-SE	630	Al	24720

Le caratteristiche tecniche dei cavi utilizzati per i calcoli sono ricavate dai data-sheet del costruttore PRYSMIAN, ad essi si rimanda per ulteriori approfondimenti.

5 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CAVI

Scopo del presente paragrafo è quello di fornire le caratteristiche tecniche ed elettriche dei cavi che verranno utilizzati per il collegamento in media tensione.

5.1 Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche elettriche principali del sistema elettrico in media tensione sono:

- Sistema elettrico 3 fasi – c.a.
- Frequenza 50 Hz
- Tensione nominale 30 kV
- Tensione massima 36 kV
- Categoria sistema B

5.2 Tensione di isolamento del cavo

Dalla tab. 4.1.4 della norma CEI 11-17 in base a tensione nominale e massima del sistema la tensione di isolamento U_0 corrispondente è 18 kV.

Nel dettaglio le sezioni di posa del cavidotto sono riportate nell'elaborato di progetto (Consultare l'elaborato FV.ASS06.PD.4.9.R00).

5.3 Temperature massime di esercizio e di cortocircuito

Dalla tab. 4.2.2.a della norma CEI 11-17 per cavi con isolamento estruso in polietilene reticolato ed in gomma ad alto modulo la massima temperatura di esercizio è di 90°C mentre quella di cortocircuito è di 250°C.

5.4 Caratteristiche funzionali e costruttive

5.4.1 Collegamenti MT impianto fotovoltaico (interno ed esterno)

I cavi MT utilizzati per le linee elettriche interrate, per il collegamento di potenza tra le cabine di campo e la cabina raccolta e quest'ultima con la stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV, sono adatti a posa interrata, con conduttore in Al, isolamento XLPE, schermo in tubo Al, guaina in PE.

I cavi previsti sono destinati a sistemi elettrici di distribuzione con $U_0/U=18/30$ kV e tensione massima $U_m=36$ kV, sigla di designazione ARE4H5E.

La stessa tipologia di cavi è utilizzata per i collegamenti MT tra quadri e trafo SA, tra quadri e trasformatore AT/MT all'interno della stazione elettrica di trasformazione.

5.4.2 Collegamenti MT impianto fotovoltaico (interno ed esterno)

Il cavidotto MT che interessa il collegamento tra la cabine di campo e la cabina di raccolta e quest'ultima con la stazione elettrica di trasformazione, seguirà le modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17, sarà costituito da cavi unipolari direttamente interrati, ovvero modalità di posa tipo **M**, ad eccezione degli attraversamenti di opere stradali e o fluviali richieste dagli enti concessionari, per i quali sarà utilizzata una tipologia di posa che prevede i cavi unipolari in tubo interrato, modalità di posa **N**, mediante l'uso della tecnica con trivellazione orizzontale controllata. La posa verrà eseguita ad una profondità di 1.20 m in uno scavo di profondità 1.30-1.50 m (la seconda profondità è da considerarsi in terreno agricolo) e larghezza alla base variabile in base al numero di conduttori presenti. La sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, sarà la seguente.

- Strato di sabbia di 10 cm;
- Cavi posati a trifoglio di sezione 95, 185, 300, 400, 630 direttamente sullo strato di sabbia;
- Posa della lastra di protezione supplementare;
- Ulteriore strato di sabbia per complessivi 30 cm;
- Posa del tubo in PEHD del diametro esterno di 63 mm per inserimento di una linea in cavo di telecomunicazione (Fibra Ottica);
- Riempimento con il materiale di risulta dello scavo di 60÷90 cm;
- Nastro segnalatore (a non meno di 20 cm dai cavi);
- Riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale ove necessario, secondo le indicazioni riportate nelle concessioni degli enti proprietari.

Lungo tutto lo scavo dei collegamenti tra le cabine di campo sarà posata una corda in rame nudo di sezione 16 mm² per la messa a terra dell'impianto.

Nel dettaglio le sezioni di posa del cavidotto sono riportate nell'elaborato di progetto (Consultare l'elaborato FV.ASS06.PD.4.9.R00).

5.4.3 Collegamenti MT interni alla stazione elettrica

Le linee in media tensione che interessano il collegamento tra il quadro MT ed il trasformatore di potenza MT/AT seguiranno le modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17, saranno costituite da terne di cavi unipolari (ad elica visibile) posate ciascuna in tubo di polietilene ad alta densità, inglobati in calcestruzzo, ovvero modalità di posa tipo **O.1** (manufatti gettati in opera). La posa verrà eseguita ad una profondità di 0.50 m in uno scavo di profondità 0.60 m e larghezza alla base variabile in base al numero di tubi presenti. La medesima modalità di posa verrà eseguita per i cavi di collegamento in media tensione tra i 4 Container PCS HC ISO ed il quadro MT.

La linea in media tensione che interessa il collegamento tra il quadro MT ed il trasformatore dei servizi ausiliari di stazione seguirà la modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17, costituita da una terna di cavi unipolari

posate su passerella porta-cavi o in cunicolo areato/chiuso, ovvero modalità di posa tipo **F oppure P.1/P.2** all'interno del locale utente della stazione elettrica di trasformazione.

5.5 Accessori

Le terminazioni e le giunzioni per i cavi di energia devono risultare idonee a sopportare le sollecitazioni elettriche, termiche e meccaniche previste durante l'esercizio dei cavi in condizioni ordinarie ed anomale (sovracorrenti e sovratensioni).

La tensione di designazione U degli accessori deve essere almeno uguale alla tensione nominale del sistema al quale sono destinati, ovvero 30 kV. I componenti e i manufatti adottati per la protezione meccanica supplementare devono essere progettati per sopportare, in relazione alla profondità di posa, le prevedibili sollecitazioni determinate dai carichi statici, dal traffico veicolare o da attrezzi manuali di scavo, secondo quanto previsto nella norma CEI 11-17.

I percorsi interrati dei cavi devono essere segnalati, in modo tale da rendere evidente la loro presenza in caso di ulteriori scavi, mediante l'utilizzo di nastri monitori posati nel terreno a non meno di 0.2 m al di sopra dei cavi, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 11-17: 2011-10. I nastri monitori dovranno riportare la dicitura "Attenzione Cavi Energia in Media Tensione".

6 VERIFICHE RETI MT

6.1 Modalità e criterio di calcolo elettrico

Nel seguito si illustrano i risultati di calcolo, atti a verificare che le scelte operate sulle sezioni dei cavi della rete del impianto fotovoltaico, in accordo alla normativa vigente.

Il calcolo delle correnti a regime, delle cadute di tensione, delle perdite e le correnti di corti circuito ai nodi è effettuato con il software Neplan®, mediante un calcolo di load flow (con metodo Newton Raphson), in accordo alla Norma IEC 60909/2001 (CEI 11-25).

Il processo di calcolo è iterativo, se uno dei vincoli imposti non è rispettato si maggiora la sezione dei cavi, e si risolve di nuovo il problema.

Questa operazione sarà realizzata tante volte fino a quando tutti i vincoli sono stati rispettati.

I criteri di verifica sono i seguenti:

- Verifica della portata nei diversi tratti, alla reale condizione di posa;
- Verifica delle perdite complessive delle linee in MT (limite totale = 4%);
- Verifica della caduta di tensione delle linee MT per il collegamento tra la cabina di raccolta e la stazione elettrica di trasformazione (limite = 4%).

Le condizioni di calcolo sono le seguenti:

- Potenza di ciascuna tratta corrispondente alla potenza nominale dei gruppi di generazione (cabina di campo);
- Tensione nominale 30 kV;
- Resistenza dei cavi riportata alla massima temperatura operativa (90 °C);

6.2 Interpretazione dei risultati

Nelle tabelle che seguono sono riassunti i risultati di calcolo del load flow.

Nelle colonne viene indicato con la sigla **N**___ l'elemento nodo in bassa tensione, con la sigla **M**___ l'elemento nodo in media tensione, con la sigla **A**___ l'elemento generatore, con la sigla **TR**___ l'elemento trasformatore e con la sigla **L**___ l'elemento Linea.

6.3 Calcolo di load flow

In *Allegato 2* sono riportati, rappresentati graficamente, i risultati del calcolo di load flow e qui riportati in forma tabellare:

Tabella 2 - Risultati Load Flow

IMPIANTO FOTOVOLTAICO - LOAD FLOW						
Element	Type	P	Ib	Loadin	P Loss	P Fe
name		kW	A	%	kW	kW
DA CAMPO 1 A CAMPO 14 INVETER	Generatore Statico	-44400	839,6			
DA CAMPO 15 A CAMPO 22 INVETER	Generatore Statico	-47540	899,6			
DA CAMPO 23 A CAMPO24 INVETER	Generatore Statico	-33000	607,4			
CAB1-SE	Linea	44400	839,6	69,4	544,123	
CAB2-SE	Linea	47540	899,6	59,56	752,713	
CAB3-SE	Linea	33000	607,4	66,34	1017,9	
TR1 AT/MT	Trasformatore di potenza	43855,88	841,4	87,86	269,542	44,021
TR2 AT/MT	Trasformatore di potenza	46787,29	900,3	93,61	302,028	44,021
TR3 AT/MT	Trasformatore di potenza	31982,08	613,6	42,51	164,251	44,021
RTN	Alimentazione rete	121889,42	469,8			

6.4 Verifica della portata

La portata dei cavi in regime permanente viene determinata in accordo alla norma IEC 60502-2, tenendo conto del declassamento dovuto alla temperatura, profondità e tipologia di posa.

In particolare è utilizzata la formula seguente:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$$

dove:

I_0 = portata in condizioni nominali dei conduttori con isolante polimerico, E4 e G7, ed è ricavata dai datasheet del costruttore;

k_1 = coefficiente di correzione per temperatura del terreno diversa da quella di riferimento;

k_2 = coefficiente di correzione che tiene conto del numero di circuiti affiancati (più cavi o più tubi);

k_3 = coefficiente di correzione per resistività termica del terreno diversa da quella di riferimento

k_4 = coefficiente di correzione per profondità di posa diversa da quella di riferimento;

Il valore di I_0 ricavato dalle tabelle del fornitore ed è riferito alle seguenti condizioni:

- temperatura del terreno 20°C;
- profondità di posa 0,8 m;
- resistività termica del terreno ad 1,0 K*m/W o 2,0 K*m/W.

Per la temperatura del terreno è mantenuto il valore di riferimento di 20 °C.

La distanza tra cavi è stata considerata pari a 7 cm qualora nello scavo siano presenti due cavi o 25 cm per 3 cavi, per più circuiti affiancati le tabelle del costruttore prevedono i seguenti coefficienti di abbattimento della portata:

Tabella 3 - Coefficienti di derating della portata per più circuiti affiancati

Distanza tra i cavi o terne	Numero di cavi o terne (in orizzontale)	
	2	3
7 cm	0.84	\
25 cm	\	0.78

In assenza di informazioni specifiche sulle caratteristiche termiche del terreno, variabili sulla base di diversi fattori (composizione, umidità, ecc...), è stata considerata una resistività termica pari a 2 °C*m/W per tutti i collegamenti. Tale valore risulta essere cautelativo e rappresenta una media tra i valori di resistività dei materiali costituenti il letto di posa (sabbia, materiale di risulta, ecc...).

È stata infine considerata una profondità di posa media pari a 1,2 m.

Per i dettagli sul percorso e le modalità di posa dei collegamenti interni ed esterni dell'impianto fotovoltaico, si rimanda all'elaborato di progetto FV.ASS06.PD.4.9.R00).

6.5 Verifica della caduta di tensione

Il calcolo della caduta di tensione è ricavato dal calcolo di load flow ed è atto a stabilire il valore totale per l'intero cavidotto a partire dai gruppi fino alla stazione elettrica di trasformazione. I valori delle tensioni ai nodi sono deducibili dal diagramma di *Allegato 2*.

7 RISULTATI DI CALCOLO

Nella tabella seguente sono riportati i risultati di calcolo relativi alla portata effettiva, alla caduta di tensione ed alla tenuta al cortocircuito di ciascuna tratta in media tensione costituente la rete dell'impianto fotovoltaico.

Tabella 4 – Portata effettiva, caduta di tensione di ciascuna tratta.

node 1	node 2	Element name	mat	n	sec [mm ²]	Iz [A]	ΔUn [%]
Cabina di raccolta 1	SE	LCAB1-SE	Al	3	630	1209,9	1,3
Cabina di raccolta 2	SE	LCAB2-SE	Al	2	800	1510,3	1,7
Cabina di raccolta 3	SE	LCAB3-SE	Al	2	630	915,6	3,5

Come si evince dalla tabella il **valore della C.d.T. relative alle linee MT del collegamento le cabina di raccolta con la stazione elettrica di utente è inferiore al 4% previsto nei criteri di verifica descritti nel paragrafo 6.1.**

7.1 Verifica delle perdite

Il calcolo delle perdite è ricavato dal calcolo di load flow ed è atto a stabilire la somma delle perdite dell'intera rete MT in cavo interrato, dei trasformatori della cabina di campo e del trasformatore elevatore, nelle condizioni di progetto previste. La tabella 6 riporta le perdite complessive per impianto fotovoltaico:

Tabella 5 - Perdite complessive

IMPIANTO FOTOVOLTAICO- SOMMARIO				
	N.	P TOT		kW
CAMPO FV	24			125000
Un	Perdite Linee		Perdite trasformatori	
kV	kW	%	kW	%
30	2314,76	1,85%	548,49	0,44%
150	0		735,82	0,59%
Perdite totali impianto				
kW	3599,07	%	2,88%	

Come si evince dalla tabella, il valore delle perdite totali delle linee MT è pari a 1,85%, inferiore al 4% previsto.

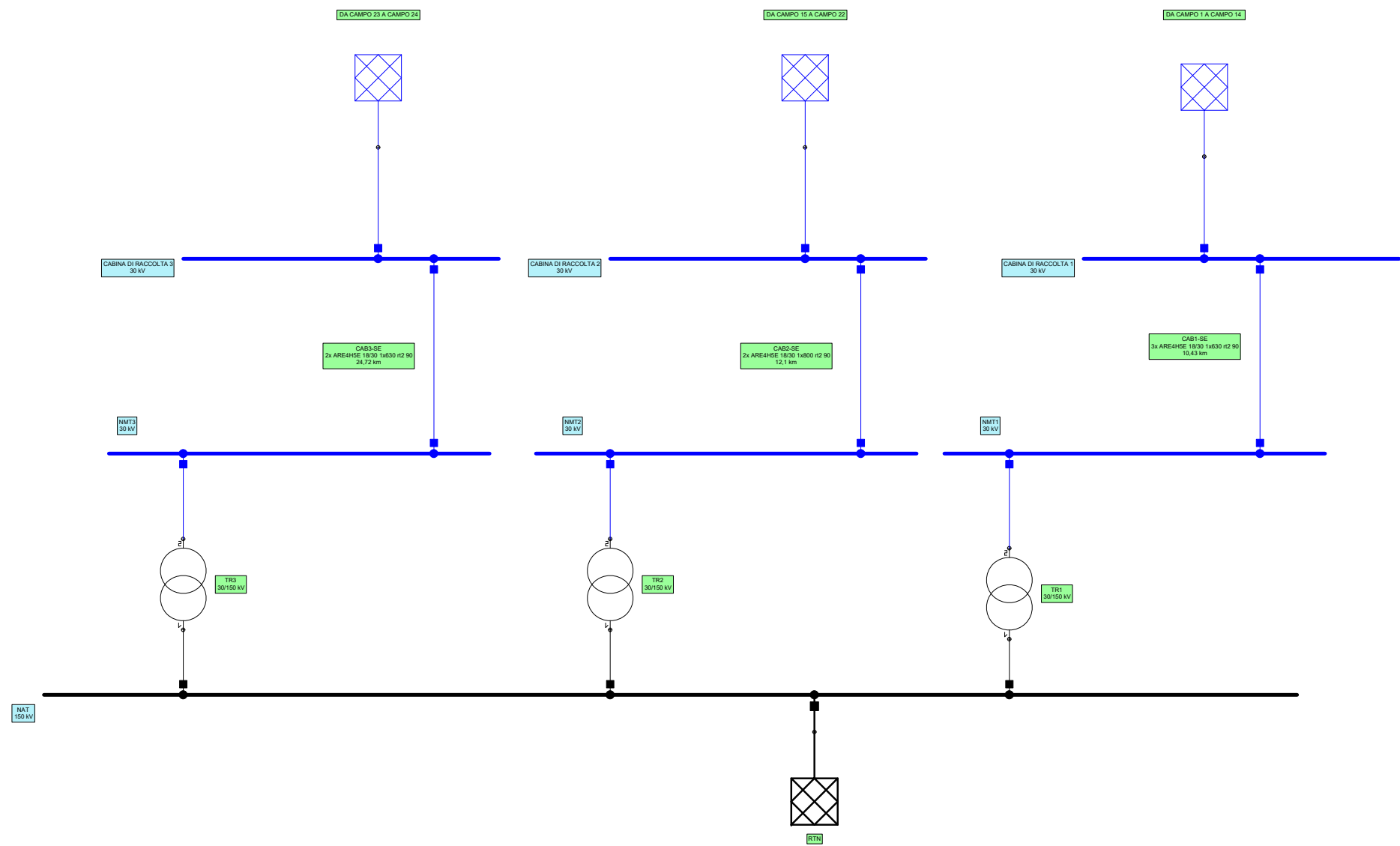
Complessivamente considerando le perdite dei trasformatori della stazione elettrica, si ottiene che il valore delle perdite complessive raggiunge il 2,88%.

I risultati dei calcoli di cui sopra dimostrano la correttezza delle scelte operate sulle sezioni dei cavi per l'impianto in progetto.

Si fa presente che il calcolo delle perdite sopra esposto non tiene conto delle perdite intrinseche dell'impianto fotovoltaico.



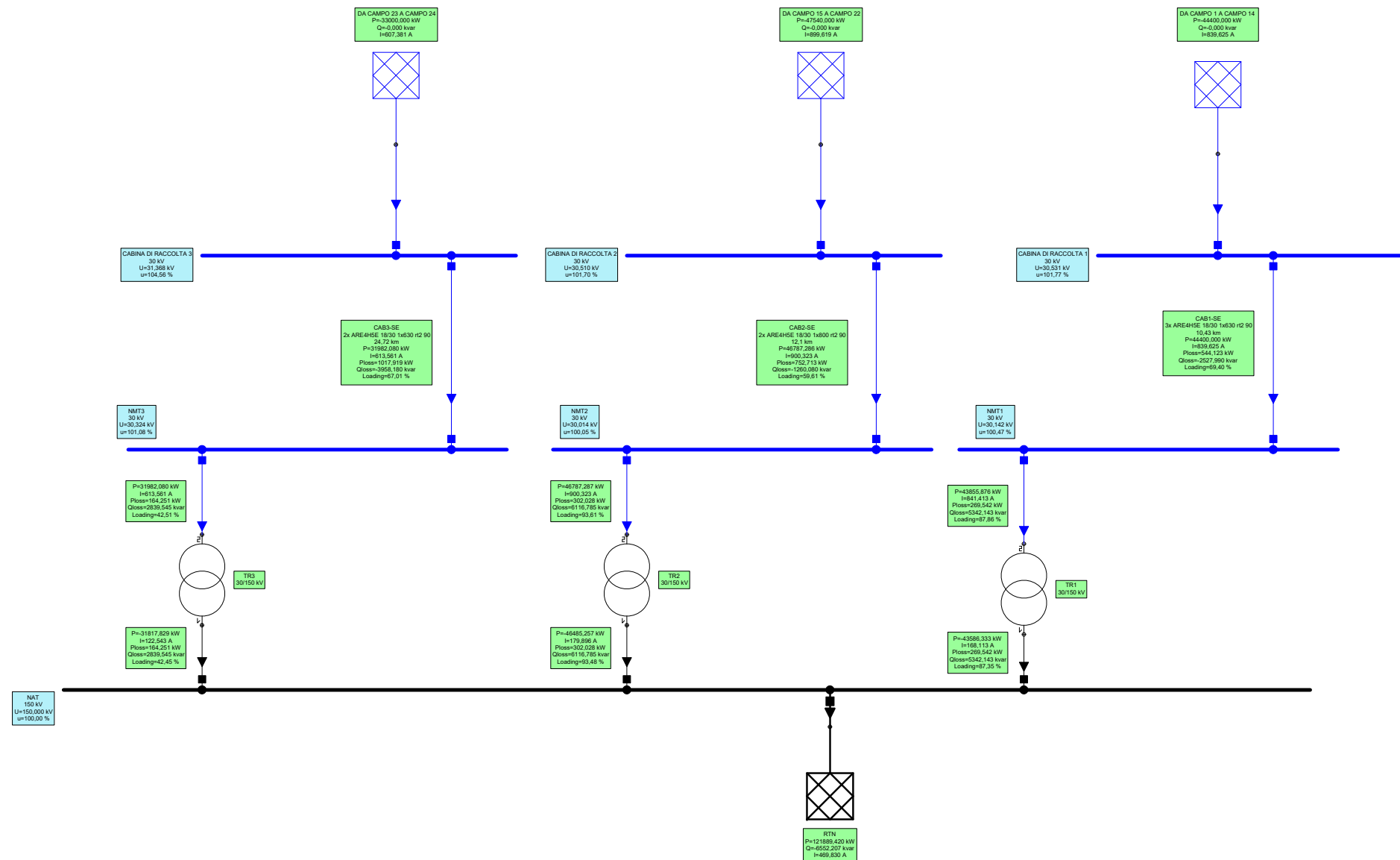
**ALLEGATO 1
RETE ELETTRICA**



distanza 2 terne 7 cm	distanza 3 terne 7 cm	distanza 4 terne 7 cm
K1=0,84	K1=0,74	K1=0,67
distanza 2 terne 25 cm	distanza 3 terne 25 cm	distanza 4 terne 25 cm
K1=0,86	K1=0,78	K1=0,74
distanza 6 terne 25 cm	Didascalia Carichi in linea 30,000 kV 150,000 kV	
K1=0,69		

Project: FV ASS06	created	FDM	FDM
Impianto Fotovoltaico	changed		
Variant: rev 00	changed		
Impianto fotovoltaico	changed		
BCP Busarello + Cott + Partner Bahnhofstr. 40 CH-8703 Erlenbach (Salzlerland) www.neplan.com	Date:	16-nov-2023	
	NEPLAN		

**ALLEGATO 2
CALCOLO LOAD FLOW**



distanza 2 terne 7 cm	distanza 3 terne 7 cm	distanza 4 terne 7 cm
KI=0.84	KI=0.74	KI=0.67
distanza 2 terne 25 cm	distanza 3 terne 25 cm	distanza 4 terne 25 cm
KI=0.86	KI=0.78	KI=0.74
distanza 6 terne 25 cm		
KI=0.69		

Didascalìa

- Elementi sovraccarichi
- Carichi in linea
- 30.000 kV
- 150.000 kV

Project:	FV ASS06	created	FDM	FDM
Impianto Fotovoltaico		changed		
Variant:	rev 00	changed		
Impianto fotovoltaico		changed		
SCP Bussetto - Cott - Partner Bahnhofstr. 40 CH-8703 Erlenbach (Switzerland) www.neplan.com		Date:	16-nov-2023	
			NEPLAN	