

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI LECCE

Comuni:
Galatina e Galatone

Località "Santa Barbara"

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE - Potenza nominale **40.278,00 kWp in DC** e potenza in immissione di **34.000,00 kW in AC**

Codice Pratica Regione Puglia IPBXVW8

Sezione 9:

CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE E IMPIANTI

Titolo elaborato:

RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT

N. Elaborato: 9.2

Scala: -

Committente

Galatina 1 S.r.l.

Via Francesco Scandone,4
Montella (AV) - 83048
P.IVA 03126150642
galatina1@legalmail.it

Amministratore Unico
Geom. Braccia Gerardo Carmine

Progettazione




sede legale e operativa
San Martino Sannita (BN) Località Chianarile snc Area Industriale
sede operativa
Lucera (FG) via Alfonso La Cava 114
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	Agosto 2022	FDM sigla	MO sigla	NF sigla	Emissione Progetto Definitivo
Nome File sorgente	FV.GAL01.C1.PD.9.2.R00.doc	Nome file stampa	FV.GAL01.C1.PD.9.2.R00.pdf	Formato di stampa	A4/A3

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 1 di 22
---	--	--	--

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
2	DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO	3
3	CONDIZIONI AMBIETALI DI PROGETTO	3
4	SISTEMA ELETTRICO	4
4.1	Descrizione generale	4
4.2	Dati di impianto	8
5	CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CAVI.....	10
5.1	Caratteristiche elettriche	10
5.2	Tensione di isolamento del cavo.....	10
5.3	Temperature massime di esercizio e di cortocircuito.....	10
5.4	Caratteristiche funzionali e costruttive	11
5.4.1	Collegamenti MT impianto fotovoltaico (interno ed esterno).....	11
5.4.2	Collegamenti MT impianto fotovoltaico (interno ed esterno).....	11
5.4.3	Collegamenti MT interni alla stazione elettrica.....	12
5.5	Accessori.....	12
6	VERIFICHE RETI MT	13
6.1	Modalità e criterio di calcolo elettrico	13
6.2	Interpretazione dei risultati	13
6.3	Calcolo di load flow	14
6.4	Verifica della portata	17
6.5	Verifica della caduta di tensione	18
7	RISULTATI DI CALCOLO.....	18
7.1	Verifica delle perdite.....	20

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 2 di 22
---	--	--	--

1 INTRODUZIONE

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 34 MW e potenza di picco pari a 40,28 MWp da installare nel comune di Galatina (LE) in località "S. Barbara", e con opere di connessione ricadenti nello stesso territorio comunale e solo marginalmente nel territorio del comune di Galatone.

Proponente dell'iniziativa è la società Galatina 1 S.r.l. con sede a Montella (AV) in Via Francesco Scandone 4.


L'impianto fotovoltaico è costituito da 76720 moduli in silicio policristallino ognuno di potenza pari a 525 Wp. I moduli fotovoltaici sono montati su una struttura in acciaio zincato ancorata al terreno. Tali moduli sono collegati tra di loro in modo da costituire stringhe. L'impianto è organizzato in gruppi di stringhe collegati alle cabine di campo. L'impianto è suddiviso in 4 campi: i campi denominati 1-2-3-4 sono delimitati a Nord/Est dalla SP18 e a Sud/Ovest dalla SP294;

L'energia elettrica viene prodotta da ogni gruppo di moduli fotovoltaici in corrente continua e viene trasmessa all'inverter che provvede alla conversione in corrente alternata. Ogni inverter è posto all'interno di una cabina di campo all'interno della quale è ubicato il trasformatore MT/BT.

Le linee MT in cavo interrato collegheranno fra loro le cabine di campo e quindi proseguiranno alla cabina di raccolta prevista all'interno dell'area campo 4. Dalla cabina di raccolta si svilupperà il collegamento in cavo interrato MT a 30 kV per il trasferimento dell'energia prodotta alla sottostazione di trasformazione di utenza (150/30 kV) prevista all'interno di un'area condivisa con altri produttori che si collegherà in antenna a 150 kV con la futura stazione Terna "Galatina" RTN 380/150 kV da connettere in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Galatina – Taranto Nord".

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.

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 3 di 22
---	--	--	--


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.

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 4 di 22
---	--	--	--

4 SISTEMA ELETTRICO

4.1 Descrizione generale

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico da realizzarsi nel comune di Galatina (LE) in località "S. Barbara". Parte dell'impianto è raggiungibile percorrendo la SP18, l'altra parte è raggiungibile percorrendo la SP294.

L'impianto fotovoltaico di progetto ha una potenza complessiva di picco installata pari a 40,28 MWp. Il suddetto impianto è costituito da 76720 moduli fotovoltaici, suddivisi in campi, sottocampi e stringhe, i quali sono collegati in serie o in parallelo a seconda del livello. Una serie di moduli costituisce una stringa, la quale si collega in parallelo ad altre stringhe per formare il sottocampo, il quale forma con altri sottocampi sempre collegati in parallelo il campo fotovoltaico.

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (tracker), in configurazione bifilare; ovvero un tracker con 2 filari da 28 moduli ognuno.

I pannelli fotovoltaici hanno dimensioni 2230 x 1134 mm, incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 35 mm, per un peso totale di 28,9 kg ognuno.

I tracker su cui sono montati i moduli sono realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato, resistente alla corrosione, e sono mossi da un motorino magnetico passo-passo.

Le strutture dei tracker sono costituite da pali verticali infissi al suolo e collegati da una trave orizzontale secondo l'asse nord-sud (mozzo) inserita all'interno di cuscinetti appositamente progettati per consentirne la rotazione lungo l'arco solare (asse est-ovest). Ogni tracker è dotato di un motorino a vite senza fine, che trasmette il moto rotazionale al mozzo.

L'altezza al mozzo delle strutture è di circa 2 m dal suolo; l'angolo di rotazione del mozzo è di $\pm 60^\circ$ rispetto all'orizzontale. La motorizzazione del mozzo è alimentata da un kit integrato comprendente un piccolo modulo fotovoltaico dedicato, una batteria di accumulo, e non necessita di alimentazione esterna.

Il progetto prevede n°1370 tracker da 56 moduli (ovvero 76720 moduli) per una potenza complessiva installata di 40,28 MWp.


L'impianto sarà corredato da 43 cabine di campo, 1 cabina di raccolta, un cavidotto di utenza interrato da 30 kV, 1 sottostazione di trasformazione di utenza (150/30 kV) prevista all'interno di un'area condivisa con altri produttori che si collegherà in antenna a 150 kV con la futura stazione Terna "Galatina" RTN 380/150 kV da connettere in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Galatina – Taranto Nord".

Ogni sottocampo è gestito dalla cabina di campo associata e in riferimento allo schema elettrico unifilare di progetto FV.GAL01.C1.5.7, le stringhe sono denominate con la seguente dicitura:

Ixx - Cyy - Szz


Dove:

- **Ixx** rappresenta il numero dell'inverter;
- **Cyy** rappresenta il numero del sottocampo;
- **Szz** rappresenta il numero della stringa.

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 5 di 22
---	--	--	--


Per necessità di disposizione sul sito ed ottimizzazione del layout, l'impianto è stato suddiviso in trentaquattro sottocampi:

- **SOTTOCAMPO 1:** composto da 2296 moduli (n.41 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest;
- **SOTTOCAMPO 2:** composto da 2296 moduli (n.41 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest;
- **SOTTOCAMPO 3:** composto da 2296 moduli (n.41 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest;
- **SOTTOCAMPO 4:** composto da 2296 moduli (n.41 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest;
- **SOTTOCAMPO 5:** composto da 2296 moduli (n.41 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest;
- **SOTTOCAMPO 6:** composto da 2296 moduli (n.41 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest;
- **SOTTOCAMPO 7:** composto da 2296 moduli (n.41 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest;
- **SOTTOCAMPO 8:** composto da 2296 moduli (n.41 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest;
- **SOTTOCAMPO 9:** composto da 2296 moduli (n.41 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest;
- **SOTTOCAMPO 10:** composto da 2296 moduli (n.41 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 10:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 11:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 12:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 13:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 14:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 15:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 16:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 17:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 6 di 22
---	--	--	--

- **SOTTOCAMPO 18:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 19:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 20:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 21:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 22:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 23:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 24:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 25:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 26:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 27:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 28:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 29:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 30:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 31:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 32:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 33:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.
- **SOTTOCAMPO 34:** composto da 2240 moduli (n.40 strutture da 56 moduli) installati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest.

Le uscite c.a. degli inverter di ogni sottocampo si collegano a relativi trasformatori MT/BT che elevano la tensione a 30 kV in particolare le cabine di campo saranno collegate tra di loro mediante un cavidotto MT interrato denominato "cavidotto interno".

	<p align="center">RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT</p>	<p>Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina</p>	<p>FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 7 di 22</p>
---	--	---	---

Quest'ultimo giungerà ad una cabina di raccolta a partire dalla quale si svilupperà un cavidotto MT interrato, denominato "cavidotto esterno" per il collegamento dell'impianto alla sottostazione di trasformazione di utenza (150/30 kV) prevista all'interno di un'area condivisa con altri produttori che si collegherà in antenna a 150 kV con la futura stazione Terna "Galatina" RTN 380/150 kV da connettere in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Galatina – Taranto Nord".

L'area d'impianto (ovvero quella destinata all'installazione dei pannelli fotovoltaici) sarà delimitata da una recinzione realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde collegata a pali in acciaio tinteggiati verdi infissi direttamente nel suolo. Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia si prevede di installare la recinzione in modo da garantire lungo tutto il perimetro dell'impianto un varco di 20 cm rispetto al piano campagna. L'accesso alle aree d'impianto avverrà attraverso diversi cancelli carrai a due ante, con luce netta 5 m ed ante montate su pali in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato collegati da cordolo.

All'interno dell'area d'impianto e perimetralmente alla recinzione è previsto un sistema di illuminazione e videosorveglianza che sarà montato su pali in acciaio zincato fissati al suolo con plinto di fondazione in cls armato. L'illuminazione avverrà dall'alto verso il basso in modo da evitare la dispersione verso il cielo della luce artificiale in accordo con quanto previsto dalla normativa regionale e nazionale in materia di inquinamento luminoso (ad esempio l.r. 23 novembre 2005, n. 15).

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) CAMPO 1 – CAMPO 2 – CAMPO 3 – CAMPO 4

- Tensione nominale 0.64 kV
- Potenza nominale 998 kW
- Inverter SUNWAY TG900 1500V TE 640 STD o similare

TRASFORMATORI MT/BT CAMPO 1 – CAMPO 2 – CAMPO 3 – CAMPO 4

- Potenza nominale 1000 kVA
- Rapporto trasformazione 30/0.64 kV
- Tensione di c.to c.to 6 %
- Collegamento Dyn11

TRASFORMATORE MT/AT

- Potenza nominale 63 MVA
- Rapporto nominale 150 ± 12x1.25% / 31 kV
- Tensione di c.to c.to 14 %
- Perdite nel ferro 31 kW
- Collegamento YNd11
- Isolamento olio minerale
- Raffreddamento ONAN-ONAF

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

TRASFORMATORE SA


- Potenza nominale 100 kVA
- Rapporto nominale 30 ± 2x2.5% / 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 (INTERNO ED ESTERNO)		SEZIONE CONDUTTORE [mm ²]	MATERIALE CONDUTTORE	LUNGHEZZA [m]
CAMPO 1	CAB1-CAB2	95	Al	20
	CAB2-CAB3	95	Al	80
	CAB3-CAB4	95	Al	20
	CAB4-CAB5	95	Al	20
	CAB5-CAB6	95	Al	20
	CAB6-CAB7	95	Al	170
	CAB7-CAB8	95	Al	20
	CAB8-CABR	185	Al	2000
CAMPO 2	CAB25-CAB24	95	Al	20
	CAB24-CAB23	95	Al	80
	CAB23-CAB22	95	Al	20
	CAB22-CAB21	95	Al	170
	CAB21-CAB20	95	Al	210
	CAB20-CAB19	95	Al	160
	CAB19-CAB18	240	Al	20
	CAB18-CAB17	95	Al	145
	CAB17-CAB16	95	Al	20
	CAB16-CAB15	185	Al	155
	CAB15-CAB14	185	Al	20
	CAB14-CAB13	185	Al	450
	CAB13-CAB12	185	Al	20
CAB12-CABR	240	Al	480	
CAMPO 3	CAB33-CAB32	95	Al	20
	CAB32-CAB31	95	Al	180
CAMPO 3-	CAB30-CAB34	95	Al	680

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 10 di 22
---	--	--	---

CAMPO 4				
CAMPO 4	CAB42-CAB41	95	AI	150
	CAB41-CAB40	95	AI	20
	CAB40-CAB39	95	AI	140
	CAB39-CAB38	95	AI	20
	CAB38-CAB37	95	AI	190
	CAB37-CAB36	95	AI	20
	CAB36-CAB35	95	AI	160
	CAB35-CAB34	95	AI	20
	CABR-SE	500	AI	5470
	CABR-SE	500	AI	5470

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.GAL01.PD.3.3).

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.

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 11 di 22
---	--	--	---

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 cabina 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, 240, 500 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 50 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.GAL01.PD.3.3).

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 12 di 22
---	--	--	---

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".

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 13 di 22
---	--	--	---

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 migliora 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 i collegamenti tra le cabine di campo (limite = 1%);
- Verifica della caduta di tensione delle linee MT per il collegamento tra il gruppo di cabina di campo e la cabina di raccolta (limite = 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	Loading	P Loss	P Fe
name		MW	kA	%	MW	MW
CAMPO 1 - INVETER 1	Generatore Statico	-0,998	0,864			
CAMPO 1 - INVETER 2	Generatore Statico	-0,998	0,864			
CAMPO 1 - INVETER 3	Generatore Statico	-0,998	0,865			
CAMPO 1 - INVETER 4	Generatore Statico	-0,998	0,865			
CAMPO 1 - INVETER 5	Generatore Statico	-0,998	0,865			
CAMPO 1 - INVETER 6	Generatore Statico	-0,998	0,865			
CAMPO 1 - INVETER 7	Generatore Statico	-0,998	0,865			
CAMPO 1 - INVETER 8	Generatore Statico	-0,998	0,865			
CAMPO 2 - INVETER 12	Generatore Statico	-0,998	0,865			
CAMPO 2 - INVETER 13	Generatore Statico	-0,998	0,867			
CAMPO 2 - INVETER 14	Generatore Statico	-0,998	0,867			
CAMPO 2 - INVETER 15	Generatore Statico	-0,998	0,867			
CAMPO 2 - INVETER 16	Generatore Statico	-0,998	0,867			
CAMPO 2 - INVETER 17	Generatore Statico	-0,998	0,867			
CAMPO 2 - INVETER 18	Generatore Statico	-0,998	0,867			
CAMPO 2 - INVETER 19	Generatore Statico	-0,998	0,867			
CAMPO 2 - INVETER 20	Generatore Statico	-0,998	0,867			
CAMPO 2 - INVETER 21	Generatore Statico	-0,998	0,867			
CAMPO 2 - INVETER 22	Generatore Statico	-0,998	0,866			

CAMPO 2 - INVETER 23	Generatore Statico	-0,998	0,866			
CAMPO 2 - INVETER 24	Generatore Statico	-0,998	0,866			
CAMPO 2 - INVETER 25	Generatore Statico	-0,998	0,866			
CAMPO 3- INVETER 30	Generatore Statico	-0,998	0,868			
CAMPO 3- INVETER 32	Generatore Statico	-0,998	0,868			
CAMPO 3- INVETER 33	Generatore Statico	-0,998	0,868			
CAMPO 3- INVETER 34	Generatore Statico	-0,998	0,868			
CAMPO 4- INVETER 35	Generatore Statico	-0,998	0,868			
CAMPO 4- INVETER 36	Generatore Statico	-0,998	0,868			
CAMPO 4- INVETER 37	Generatore Statico	-0,998	0,868			
CAMPO 4- INVETER 38	Generatore Statico	-0,998	0,868			
CAMPO 4- INVETER 39	Generatore Statico	-0,998	0,868			
CAMPO 4- INVETER 40	Generatore Statico	-0,998	0,868			
CAMPO 4- INVETER 41	Generatore Statico	-0,998	0,868			
CAMPO 4- INVETER 42	Generatore Statico	-0,998	0,868			
TR1	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,864	95,82	0,0319	0,003
TR2	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,864	95,82	0,0319	0,003
TR3	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,864	95,82	0,0319	0,003
TR4	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,864	95,82	0,0319	0,003
TR5	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR6	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR7	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR8	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR10	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR11	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR12	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR13	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR14	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR15	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR16	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR17	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR18	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003

TR19	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR20	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR21	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR22	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR23	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR24	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR25	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR30	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR32	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR33	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR34	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR35	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR36	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR37	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR38	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR39	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR40	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR41	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
TR42	Trasformatore 2 avv.	0,998	0,867	96,75	0,0319	0,003
L1-CAB2	Linea	0,966	0,018	11,17	0	
L2-CAB3	Linea	1,932	0,037	22,34	0,0001	
L3-CAB4	Linea	2,898	0,055	33,51	0,0001	
L4-CAB5	Linea	3,864	0,074	44,68	0,0005	
L5-CAB6	Linea	4,83	0,092	43,26	0,0002	
L6-CAB7	Linea	5,796	0,11	51,92	0,0026	
L7-CAB8	Linea	6,759	0,129	60,57	0,0004	
L8-CABR	Linea	7,725	0,166	69,63	0,0056	
L22-CAB21	Linea	12,546	0,239	78,02	0,0062	
L23-CAB22	Linea	2,898	0,055	26	0,0001	
L24-CAB23	Linea	1,932	0,037	22,38	0,0001	
L25-CAB24	Linea	0,966	0,018	11,19	0,0001	
L30-CAB34	Linea	3,863	0,074	34,73	0,0001	
L32-CAB31	Linea	1,932	0,037	17,37	0,0003	
L33-CAB32	Linea	0,966	0,018	8,68	0,0003	
L35-CAB34	Linea	8,685	0,166	78,07	0,0007	
L36-CAB35	Linea	7,723	0,147	69,39	0,0043	
L37-CAB36	Linea	6,758	0,129	60,71	0,0004	
L38-CAB37	Linea	5,795	0,111	52,03	0,0029	
L39-CAB38	Linea	4,829	0,092	43,36	0,0002	
L40-CAB39	Linea	3,864	0,074	44,77	0,0002	
L41-CAB40	Linea	2,898	0,055	33,58	0,0001	
L42-CAB41	Linea	1,932	0,037	22,39	0,0003	
L43-CAB42	Linea	0,966	0,018	11,19	0	
L12-CABR	Linea	22,158	0,424	80,81	0,0207	
CABR-SE		35,629	0,682	84,71	0,339	
TR AT/MT	Trasformatore 2 avv.	32,46	0,681	51,6	0,1227	0,044
RTN	Alimentazione rete	32,35				

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 17 di 22
---	--	--	---

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.GAL01.PD.3.3).

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 5 – Portata effettiva, caduta di tensione di ciascuna tratta.

node 1	node 2	Element name	mat	n	sez [mm ²]	Iz [A]	ΔUn [%]
B1	B2	L1-CAB2	Al	1	95	164,6	0
CABR	NMTN1	CABR-SE	Al	2	500	804,7	0,9
B3	B2	L2-CAB3	Al	1	95	164,6	0
B3	B4	L3-CAB4	Al	1	95	164,6	0
B5	B6	L5-CAB6	Al	1	95	212,5	0
B5	B4	L4-CAB5	Al	1	95	164,6	0
B7	B6	L6-CAB7	Al	1	95	212,5	0
B7	B8	L7-CAB8	Al	1	95	212,5	0
B8	B34	L8-CABR	Al	1	185	306,6	0,4
B25	B24	L25-CAB24	Al	1	95	164,6	0
B23	B24	L24-CAB23	Al	1	95	164,6	0
B23	B22	L23-CAB22	Al	1	95	212,5	0
B31	B34	L32-CAB31	Al	1	95	212,5	0
B7	B8	L7-CAB8	Al	1	95	212,5	0
B9	B22	L9-CAB22	Al	1	95	237,7	0,1
B21	B22	L22-CAB21	Al	1	185	212,5	0
B20	B21	L22-CAB20	Al	1	95	212,5	0
B19	B20	L20-CAB19	Al	1	95	212,5	0
B18	B19	L19-CAB18	Al	1	95	212,5	0
B17	B18	L17-CAB18	Al	1	95	212,5	0
B16	B17	L17-CAB16	Al	1	95	306,6	0
B15	B16	L16-CAB15	Al	1	185	306,6	0
B14	B15	L15-CAB14	Al	1	185	306,6	0
B13	B14	L14-CAB13	Al	1	185	306,6	0,1
B12	CABR	L12-CABR	Al	1	240	355,3	0,1
B12	B13	L13-CAB12	Al	1	500	306,6	0

B32	B33	L33-CAB32	AI	1	95	212,5	0
B41	B40	L41-CAB40	AI	1	95	164,6	0
B41	B42	L42-CAB41	AI	1	95	164,6	0
B39	B38	L39-CAB38	AI	1	95	212,5	0
B37	B38	L38-CAB37	AI	1	95	212,5	0
B39	B40	L40-CAB39	AI	1	95	164,6	0
B37	B36	L37-CAB36	AI	1	95	212,5	0
B36	B35	L36-CAB35	AI	1	95	212,5	0,1
B35	B34	L35-CAB34	AI	1	95	212,5	0
B30	B34	L30-CAB34	AI	1	95	212,5	0
B34	CABR	L34-CABR	AI	1	240	355,3	0,2

Come si evince dalla tabella il **valore della C.d.T. relativa alle linee MT di ogni collegamento tra le cabine di campo è inferiore al 1% previsto. Il valore della C.d.T. relative alle linee MT del collegamento tra le cabine di campo e la cabina di raccolta e quest'ultima con la stazione elettrica di trasformazione 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 6 - Perdite complessive


IMPIANTO FOTOVOLTAICO GALATINA - SOMMARIO				
	N.	P TOT	kW	
CAMPO FV	34		34000	
Un	Perdite Linee		Perdite trasformatori	
kV	kW	%	kW	%
30	386	1,1%	1087	3,2%
150	0		137	0,4%
Perdite totali impianto				
kW	1610	%	4,7%	

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

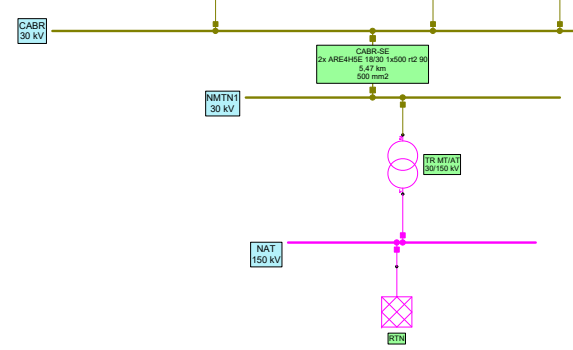
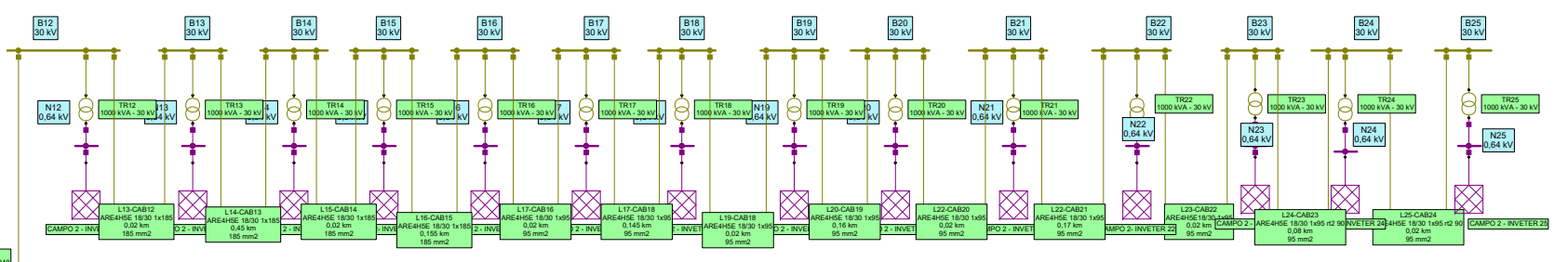
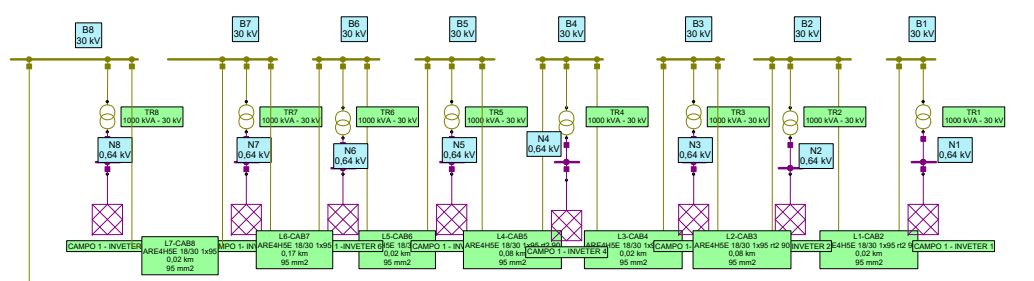
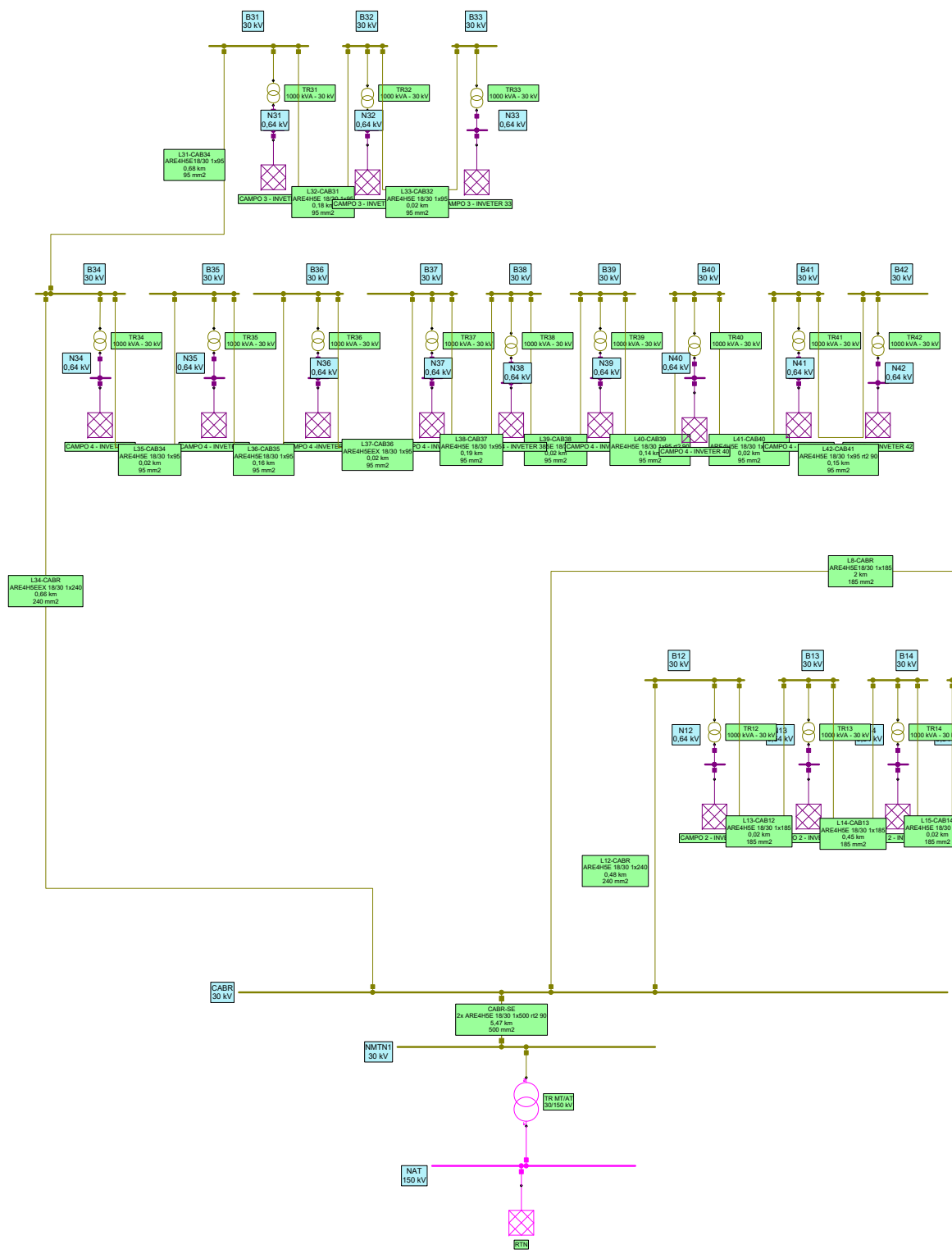
Complessivamente considerando le perdite dei trasformatori di ciascuna cabina di campo e del trasformatore della stazione elettrica, si ottiene che il valore delle perdite complessive raggiunge il 4,7%.

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.

 TENPROJECT	RELAZIONE DI CACOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 21 di 22
---	---	--	---


**ALLEGATO 1
RETE ELETTRICA**



Distancia de línea		Distancia de línea		Distancia de línea	
0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km
0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km
0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km
0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km
0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km	0,02 km

Didascalia	
0,02 km	0,02 km
0,02 km	0,02 km
0,02 km	0,02 km
0,02 km	0,02 km
0,02 km	0,02 km

Projetto	Tipologia	Autore	Data	Scale
...
...
...
...
...

 TENPROJECT	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO MT	Codice Revisione Data di creazione Data revisione Pagina	FV.GAL01.PD.9.2 00 22/08/2022 01/09/2022 22 di 22
---	--	--	---

**ALLEGATO 2
CALCOLO LOAD FLOW**

