

REGIONE MOLISE
PROVINCIA DI CAMPOBASSO

Comune:
Rotello

Località "Crocella - Mazzincollo - Difesa Grande - Piano Cavato"

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA E RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE 10 - Calcoli preliminari strutture ed impianti

Titolo elaborato:

Relazione di calcolo e dimensionamento rete MT

N. Elaborato: 10.2

Scala: -

Committente

WIND ENERGY ROTELLO S.r.l.

Via Caravaggio, 125
65125 Pescara (PE)
P.IVA 02257310686
PEC: windrotellosrl@legpec.it

Amministratore Unico
Fabio MARESCA

Progettazione



sede legale e operativa
San Giorgio Del Sannio (BN) via de Gasperi 61
sede operativa
Lucera (FG) S.S.17 loc. Vaccarella snc c/o Villaggio Don Bosco
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	LUGLIO 2019	RC sigla	MO sigla	NF sigla	Progetto definitivo
		Elaborazione	Approvazione	Emissione	
Nome File sorgente		GE.RTL01.PD.10.2.dwg	Nome file stampa	GE.RTL01.PD.10.2.pdf	Formato di stampa A4

1. INTRODUZIONE	2
2. DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO.....	2
3. CONDIZIONI AMBIENTALI DI PROGETTO	2
4. SISTEMA ELETTRICO	2
4.1 DESCRIZIONE GENERALE	2
4.2 DATI DI IMPIANTO.....	3
5. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CAVI	5
5.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE	5
5.2 TENSIONE DI ISOLAMENTO DEL CAVO	5
5.3 TEMPERATURE MASSIME DI ESERCIZIO E DI CORTOCIRCUITO.....	5
5.4 CARATTERISTICHE FUNZIONALI E COSTRUTTIVE.....	5
5.4.1 COLLEGAMENTI MT IMPIANTO EOLICO (INTERNO ED ESTERNO).....	5
5.5.1 COLLEGAMENTI IMPIANTO EOLICO (INTERNO ED ESTERNO)	6
5.5.2 COLLEGAMENTI MT INTERNI ALLA STAZIONE ELETTRICA.....	6
5.5 ACCESSORI	7
6. VERIFICA RETE MT	7
6.1 MODALITÀ E CRITERI DI CALCOLO ELETTRICO.....	7
6.2 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	8
6.3 CALCOLO DI LOAD FLOW.....	9
6.4 VERIFICA DELLA PORTATA.....	10
6.5 VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE	11
7. RISULTATI DI CALCOLO	11
7.1 VERIFICA DELLE PERDITE	12

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 2 di 14
---	---	---	---

1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione si riportano i calcoli di verifica dei cavi MT e Load Flow, nell'ambito della progettazione definitiva dell'impianto eolico proposto dalla società BLUNOVA s.r.l. da realizzarsi in nei comuni di Rotello (CB), località "Crocella - Mazzincollo - Difesa Grande - Piano Cavato"

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 (Um=1.2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um=7.2 kV) up to 30 kV (Um=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 (07/2006).

3. CONDIZIONI AMBIENTALI 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. SISTEMA ELETTRICO

4.1 Descrizione generale

L'impianto eolico è costituito da 12 aerogeneratori da 3850 kW per una potenza nominale complessiva di 46.20 MW.

In dettaglio l'impianto presenta

- 12 aerogeneratori ad asse orizzontale;
- 12 cabine di trasformazione poste all'interno della torre;
- Cavidotto interrato MT (18/30 kV) per il collegamento tra gli aerogeneratori, tra questi e la stazione elettrica di trasformazione;

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 3 di 14
---	---	---	---

- Una linea in fibra ottica che collega tra di loro gli aerogeneratori e la stazione elettrica di trasformazione per il telecontrollo del parco eolico
- 1 stazione elettrica di trasformazione a 150/30 kV nel comune di Rotello (CB).

L'energia elettrica viene prodotta da ogni singolo aerogeneratore in bassa tensione (690 V), trasmessa attraverso una linea in cavo al trasformatore MT/BT posto internamente alla base della torre dell'aerogeneratore, dove viene trasformata ed innalzata al valore di 30 kV. Diverse linee in cavo interrato collegano fra loro gli aerogeneratori e da questi ultimi mediante una linea in cavo interrato alla sezione in media tensione della stazione di trasformazione.

Gli aerogeneratori del parco eolico in oggetto, ciascuno di potenza attiva pari a 3.85 MW, sono collegati elettricamente tra loro a formare una rete radiale, le lunghezze di ciascuna linea, comprensive di scorta cabina e macchina, relative al collegamento interno ed esterno, sono riportate in tabella 1.

Le ragioni di questa suddivisione sono legate alla topologia della rete elettrica, alla potenza complessiva trasmessa su ciascuna linea in cavo, alle perdite connesse al trasporto dell'energia elettrica prodotta. (Consultare l'elaborato n.3.2).

Il collegamento alla RTN del parco eolico sarà eseguito mediante la realizzazione della citata stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV che sarà collegata, mediante cavidotto AT interrato, alla sezione 150 kV della esistente stazione elettrica 150/380 kV RTN di Rotello (CB).

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 |

GENERATORI ASINCRONI


- | | |
|----------------------------|---------|
| • Tensione nominale | 0.69 kV |
| • Potenza nominale tipo 1 | 3850 kW |
| • Corrente rotore bloccato | 1.22 In |

TRASFORMATORI MT/BT

- | | |
|---------------------------|------------|
| • Potenza nominale | 4200 kVA |
| • Rapporto trasformazione | 30/0.69 kV |
| • Tensione di c.to c.to | 9 % |

Ten Project

Sede legale ed operativa: Via A. De Gasperi 61 - 82018 San Giorgio del Sannio (BN) - Sede Operativa: S.S. 17 loc. Vaccarella - 71036 Lucera (FG)

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 4 di 14
---	---	---	---

- Perdite nel ferro 8.2 kW
- Collegamento Dyn 5
- Regolazione $\pm 2 \times 2.5 \%$

TRASFORMATORE MT/AT

- Potenza nominale 45/55 MVA
- Rapporto nominale $150 \pm 10 \times 1.25\% / 31 \text{ kV}$
- Tensione di c.to c.to 15 %
- Perdite nel ferro 44 kW
- Collegamento YNd11
- Isolamento olio minerale
- Raffreddamento ONAN-ONAF

TRASFORMATORE SA


- Potenza nominale 100 kVA
- Rapporto nominale $30 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4 \text{ kV}$
- 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 EOLICO (INTERNO ED ESTERNO)		SEZIONE CONDUTTORE [mm ²]	MATERIALE CONDUTTORE	LUNGHEZZA [m]
GRUPPO 1	A05 – A04	95	Al	2690
	A04 – A03	95	Al	1530
	A03 – SE	300	Al	6540
GRUPPO 2	A01 – A02	95	Al	2370
	A02 – A09	95	Al	4330
	A09 – SE	300	Al	3330
GRUPPO 3	A06 – A07	95	Al	1160
	A07 – A08	95	Al	1250
	A08 – SE	300	Al	4580

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 5 di 14
---	---	---	---

GRUPPO 4	A10 – A11	95	Al	1750
	A11 – A12	95	Al	1250
	A11 – SE	300	Al	1930

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.

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 eolico (interno ed esterno)

I cavi MT utilizzati per le linee elettriche interrato, per il collegamento di potenza tra gli aerogeneratori e tra questi ultimi e la stazione elettrica, sono adatti a posa interrato, 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.

Ten Project

Sede legale ed operativa: Via A. De Gasperi 61 - 82018 San Giorgio del Sannio (BN) - Sede Operativa: S.S. 17 loc. Vaccarella - 71036 Lucera (FG)

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 6 di 14
---	---	---	---

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

5.5.1 Collegamenti impianto eolico (interno ed esterno)

Il cavidotto MT che interessa il collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione elettrica seguirà le modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17, sarà costituito da cavi unipolari (posati a trifoglio) 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, 300, direttamente sullo strato di sabbia;
- Posa della lastra di protezione supplementare;
- Posa di tritubo in PEHD del diametro esterno di 50 mm per inserimento di una linea in cavo di telecomunicazione (Fibra Ottica);
- Ulteriore strato di sabbia per complessivi 30 cm;
- Riempimento con il materiale di risulta dello scavo di 70÷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 gli aerogeneratori 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 "3.2.5"

5.5.2 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 3 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 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

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 7 di 14
---	---	---	---

di cavi unipolari (ad elica visibile) 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: 2006-07.

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: 2006-07. I nastri monitori dovranno riportare la dicitura "Attenzione Cavi Energia in Media Tensione".

6. VERIFICA RETE MT

6.1 Modalità e criteri 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 eolico, in accordo alla normativa vigente.


Il calcolo delle correnti a regime, delle cadute di tensione, delle perdite e le correnti di corto circuito ai nodi è effettuato con il software Neplan®, mediante un calcolo di load flow (con metodo Newton Raphson) e un calcolo del corto circuito ai nodi, 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.

Per la scelta delle caratteristiche delle apparecchiature elettriche e per la scelta definitiva dei cavi, si risolve sulla rete precedentemente modellata (con i cavi che rispettano tutti i vincoli imposti), il problema del corto circuito con la norma IEC 60909/2001 equivalente alla norma CEI 11-25.

Risolto il problema del corto circuito, si verifica se tutti i cavi precedentemente scelti, sono in grado di sostenere la corrente presunta di corto circuito per un secondo. Se si verifica che una data linea non è

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 8 di 14
---	---	---	---

in grado di sostenere il corto circuito, si aumenta la sezione e si procede di nuovo alla verifica, il tutto fino a quando i risultati sono coerenti.

Dall'analisi dei valori ottenuti dalla risoluzione dei problemi del load flow e del corto circuito, si passa alla scelta dei quadri elettrici e dei componenti di protezione, manovra e misura (interruttori, sezionatori, TA, TV, relé ecc.)

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 gli aerogeneratori (limite = 1%);
- Verifica della caduta di tensione delle linee MT per i collegamenti tra gli aerogeneratori e la stazione elettrica (limite = 3%);


Le condizioni di calcolo sono le seguenti:

- Potenza di ciascuna tratta corrispondente alla potenza nominale dei gruppi di generazione;
- Tensione nominale 30 kV;
- Resistenza dei cavi riportata alla massima temperatura operativa (90 °C);
- Fattore di potenza dei gruppi pari a 1;

6.2 Interpretazione dei risultati

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

Nelle colonne viene indicato con la sigla **G**___ l'elemento generatore, con la sigla **T/TR**___ l'elemento trasformatore e con la sigla **L**___ l'elemento Linea


	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 9 di 14
---	---	---	---

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

Element name	Type	P kW	Ib A	Loading %	P Loss kW	P Fe kW
G1	Asynchronous Machine	-3850	3136			
G2	Asynchronous Machine	-3850	3148			
G3	Asynchronous Machine	-3850	3178			
G4	Asynchronous Machine	-3850	3161			
G5	Asynchronous Machine	-3850	3147			
G6	Asynchronous Machine	-3850	3169			
G7	Asynchronous Machine	-3850	3175			
G8	Asynchronous Machine	-3850	3188			
G9	Asynchronous Machine	-3850	3195			
G10	Asynchronous Machine	-3850	3193			
G11	Asynchronous Machine	-3850	3202			
G12	Asynchronous Machine	-3850	3195			
L1-2	Line	3812	72	44	15	
L2-9	Line	7608	144	88	112	
L9-SE	Line	11306	218	88	64	
L5-4	Line	3812	72	44	18	
L4-3	Line	7605	145	88	40	
L3-SE	Line	11376	218	88	127	
L6-7	Line	3811	73	44	8	
L7-8	Line	7615	146	89	33	
L8-SE	Line	11392	219	89	89	
L10-11	Line	3811	73	45	12	
L11-12	Line	3811	73	51	8	
L11-SE	Line	11412	220	89	38	
T1	2W Transformer	-3812	72	89	38	3
T2	2W Transformer	-3812	72	90	38	3
T3	2W Transformer	-3811	73	90	39	3
T4	2W Transformer	-3811	73	90	39	3
T5	2W Transformer	-3812	72	90	38	3
T6	2W Transformer	-3811	73	90	39	3
T7	2W Transformer	-3811	73	90	39	3
T8	2W Transformer	-3811	73	90	39	3
T9	2W Transformer	-3812	73	91	39	3
T10	2W Transformer	-3811	73	91	38	3
T11	2W Transformer	-3810	74	91	40	3
T12	2W Transformer	-3811	73	91	39	3
TR MT	2W Transformer	45168	874	83	192	44
TR AT	2W Transformer	-44976	175	83	192	44

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 10 di 14
---	---	---	--

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 che tiene conto del numero di circuiti affiancati (più cavi o più tubi);

k_2 = coefficiente di correzione per temperatura del terreno diversa da quella di riferimento;

k_3 = coefficiente di correzione per profondità di posa diversa da quella di riferimento;

k_4 = coefficiente di correzione per resistività termica del terreno diversa da quella di riferimento:

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

- Temperatura del terreno 20°C;
- Profondità di posa 1.20 m;
- Resistività termica del terreno 2 K*m/W;

In assenza di informazioni specifiche sulle caratteristiche termiche del terreno, variabili sulla base di diversi fattori (composizione, umidità, ecc...), è stato considerato una resistività termica pari a 2 K*m/W. 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...).


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

Per i circuiti affiancati, la distanza tra le terne considerata è 7 cm, 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	4	6
7	0.84	0.74	0.67	0.60

Per i dettagli sul percorso e le modalità di posa si rimanda all'elaborato di progetto "3.2"

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 11 di 14
---	---	---	--

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 cabina di smistamento e da questa 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 eolico.

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

node 1	node 2	Element name	mat	n	sec [mm ²]	Iz [A]	ΔUn [%]
A05	A04	L5 - 4	Al	1	95	164.6	0.5
A04	A03	L4 - 3	Al	1	95	164.6	0.5
A03	SE	L3 - SE	Al	1	300	247.2	1.1
A01	A02	L1 - 2	Al	1	95	164.6	0.4
A02	A09	L2 - 9	Al	1	95	164.6	0.9
A09	SE	L9 - SE	Al	1	300	247.2	0.6
A06	A07	L6 - 7	Al	1	95	164.6	0.2
A07	A08	L7 - 8	Al	1	95	164.6	0.4
A08	SE	L8 - SE	Al	1	300	247.2	0.8
A10	A11	L10 - 11	Al	1	95	164.6	0.3
A12	A11	L12 - 11	Al	1	95	164.6	0.2
A11	SE	L11 - SE	Al	1	300	247.2	0.3

Come si evince dalla tabella il **valore della C.d.T. relativa alle linee MT di ogni collegamento tra gli aerogeneratori è inferiore al 1% previsto. Il valore della C.d.T. della linea MT più lunga relativa al collegamento tra aerogeneratori e stazione elettrica è inferiore al 3% previsto.**

	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 12 di 14
---	---	---	--

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, dei trasformatori di macchina, del trasformatore elevatore e dei servizi ausiliari, nelle condizioni di progetto previste.

La tabella 5 riporta le perdite complessive per l'impianto eolico di Blunova s.r.l.:


Tabella 5 - Perdite complessive

IMPIANTO EOLICO RTL01 - SOMMARIO				
WTG	N.	P TOT		kW
	12			46200
Un	Perdite Linee		Perdite trasformatori	
kV	kW	%	kW	%
30	564,89	1,22%	467,35	1,01%
150	0		191,58	0,41%
Perdite totali impianto				
kW	1223,82	%	2,65%	

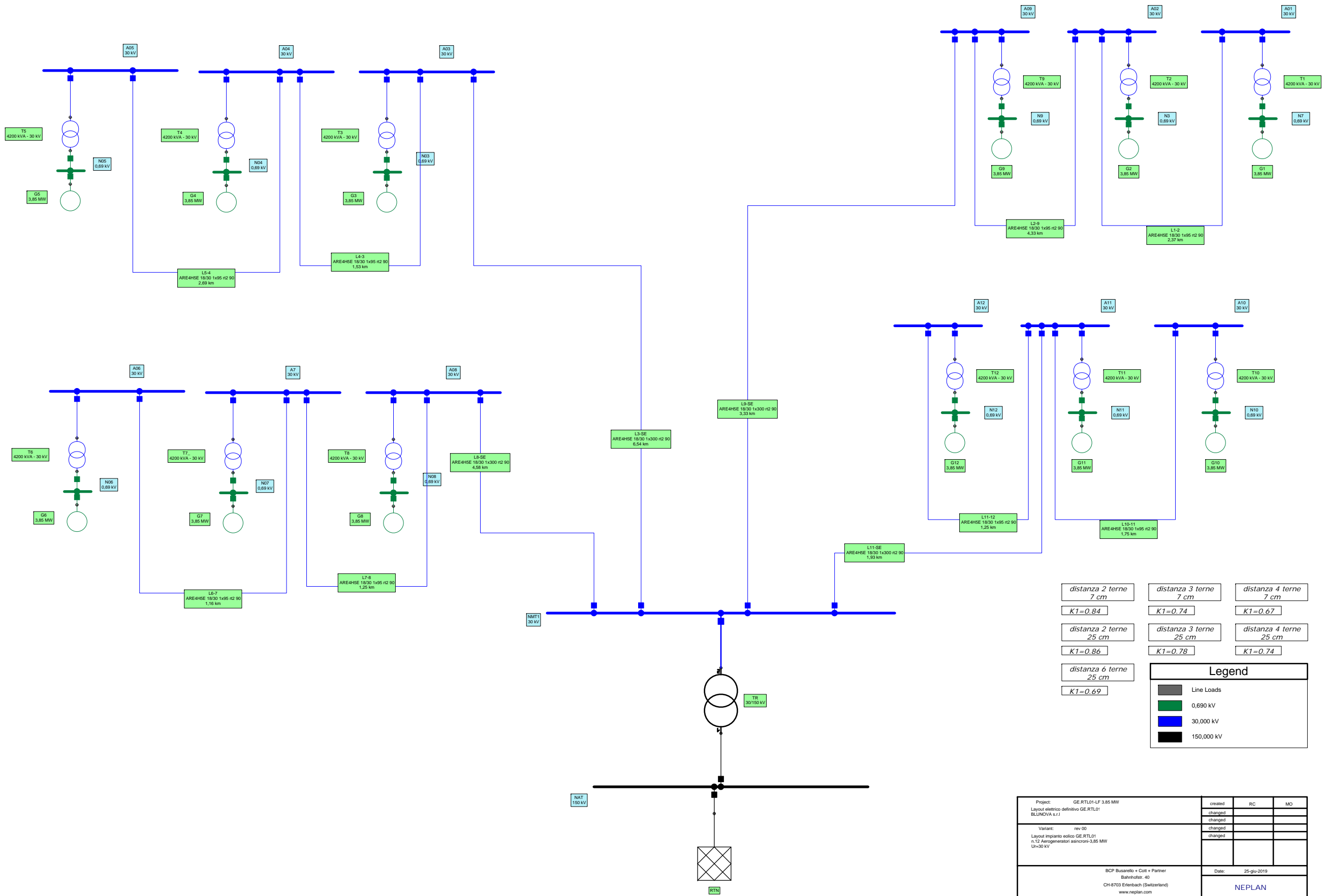
Come si evince dalla tabella, il valore delle perdite totali delle linee MT è pari a 1.22%, inferiore al 4% previsto.


Complessivamente considerando le perdite dei trasformatori di ciascun aerogeneratore e del trasformatore di stazione il valore di perdite complessive raggiunge il 2.65%.

I risultati dei calcoli di cui sopra dimostrano la correttezza delle scelte operate sulle sezioni dei cavi per tutti i tratti.

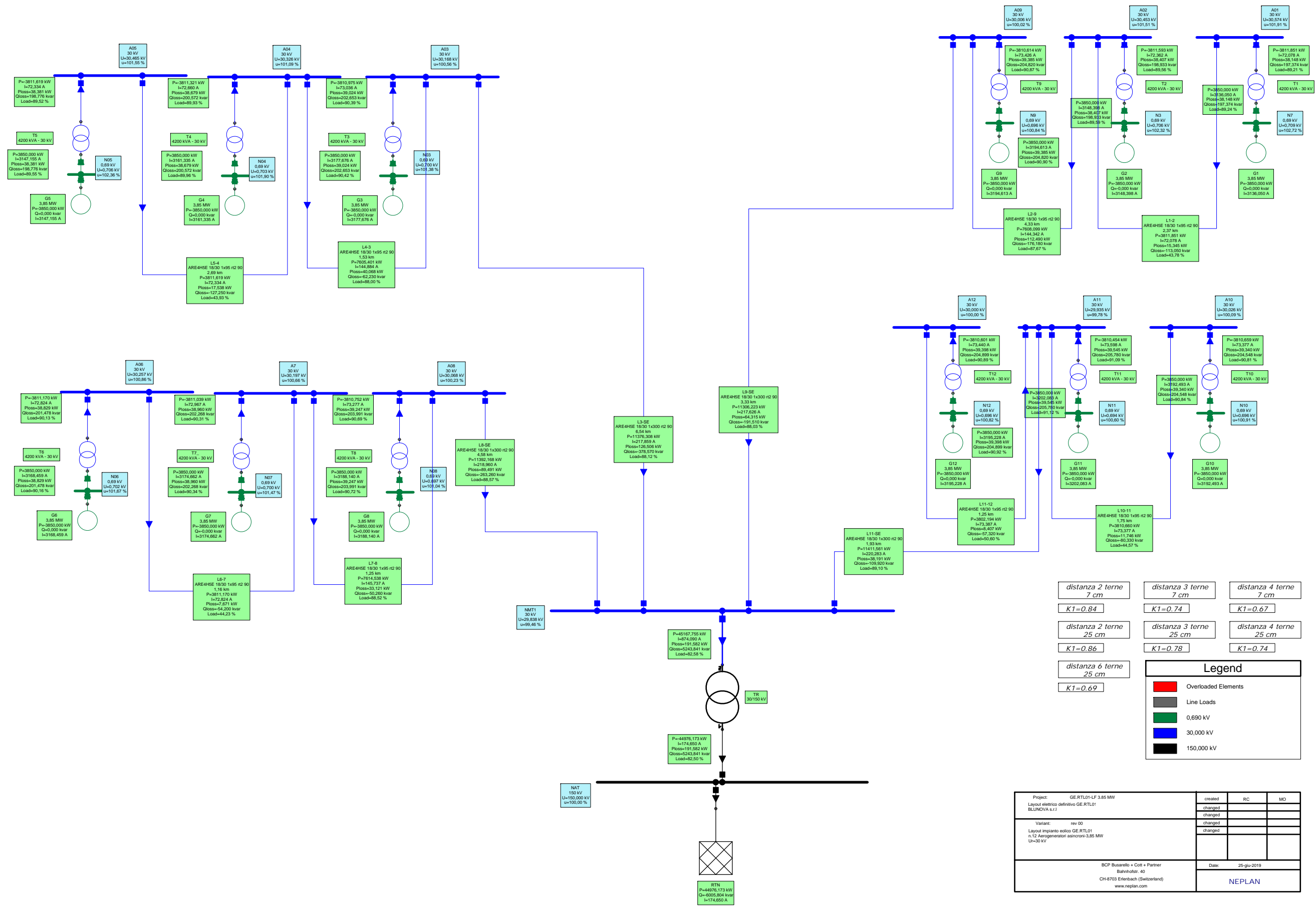
 TENPROJECT	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 13 di 14
---	---	---	--

ALLEGATO 1
RETE ELETTRICA



 TENPROJECT	RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO RETE MT	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.RTL01.PD.10.2 11/07/2017 11/07/2017 00 14 di 14
---	---	---	--

ALLEGATO 2
CALCOLO LOAD FLOW



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		
$K1=0.69$		

Legend

- Overloaded Elements
- Line Loads
- 0,690 kV
- 30,000 kV
- 150,000 kV

Project: GE.RTL01-LF 3.85 MW Layout elettrico definitivo GE.RTL01 BLUNOVA s.r.l	created	RC	MO
Variant: rev.00	changed		
Layout impianto elettrico GE.RTL01 n.12 Aerogeneratori asincroni-3.85 MW U=30 kV	changed		
BCP Bussetello + Cott + Partner Bahnhofstr. 40 CH-8703 Erlenbach (Switzerland) www.neplan.com	Date:	25-giu-2019	
	NEPLAN		