

- biogas
- biometano
- eolico
- fotovoltaico
- efficienza energetica

# Relazione elettrica e calcoli preliminari

Progetto definitivo

Rifacimento dell'esistente impianto eolico di "Alia Sclafani"  
Comuni di Alia, Sclafani Bagni, Valledolmo (PA)  
Località "Serra Tignino – Serra Caverò"

N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	IT/EOL/E-REAL/PDF/E/RT/013-a
a	Emissione	L. Mura	S. Giuliani	V. Pace	28/03/2024

Via Ivrea, 70 (To) Italia  
T +39 011.9579211  
asja.tecnico@hyperpec.it

The logo for ASJA, consisting of the lowercase letters 'asja' in a bold, green, sans-serif font. The letter 'a' is stylized with a white dot.

## SOMMARIO

1. Premessa .....	3
2. Quadro di riferimento normativo .....	4
3. Localizzazione del sito .....	6
4. Descrizione delle opere elettriche .....	7
4.1 Caratteristiche degli aerogeneratori .....	8
4.1.1 Trasformatore MT/BT interno WTG.....	8
4.1.2 Schema unifilare dell'aerogeneratore .....	8
4.1.3 Caratteristiche delle apparecchiature elettriche di manovra .....	9
4.2 Impianto di terra .....	9
4.3 Distribuzione elettrica interna ed esterna dell'impianto .....	10
4.3.1 Caratteristiche della rete .....	10
4.3.2 Collegamenti elettrici MT.....	10
4.3.3 Caratteristiche cavi MT .....	11
4.3.4 Dimensionamento delle protezioni .....	13
4.3.5 Dimensionamento cavi MT .....	15
4.3.6 Modalità di posa del cavo.....	29
4.4 Sottostazione elettrica di utente (SSEU) .....	30

## 1. Premessa

La presente relazione viene redatta al fine di descrivere tutti gli aspetti inerenti le attività di integrale ricostruzione dell'esistente impianto eolico denominato "Alia Sclafani", ubicato nei territori comunali di Alia, Sclafani Bagni e Valledolmo, in provincia di Palermo.

Il progetto di integrale ricostruzione dell'esistente impianto eolico consisterà nella rimozione e dismissione di 30 aerogeneratori attualmente presenti e funzionanti in sito, sostituendoli con un numero minore di aerogeneratori di nuova generazione più performanti: sulla base delle innovazioni tecnologiche ed al fine di migliorare l'efficienza impiantistica e le prestazioni ambientali si prevede l'installazione di n. 11 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 5 MW, per una potenza complessiva pari a 55 MW.

Il progetto è compreso tra le tipologie di opere di cui all'Allegato II alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., al punto 2) "impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 30 MW, sottoposte, ai sensi dell'art. 23 del medesimo decreto, a procedura di valutazione di impatto ambientale statale".

A tale proposito la Società Asja Ambiente Italia, attuale proprietaria dell'esistente impianto eolico sopraccitato, ai sensi dell'art. 7 bis comma 2 e dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. presenta al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica istanza di pronuncia di compatibilità ambientale per la costruzione ed all'esercizio dell'impianto eolico per una potenza complessiva di 55 MW.

Si precisa che l'impianto eolico esistente ed attualmente in esercizio:

- è stato autorizzato tramite concessione edilizia n. 34/03 prot. 9761 del 10 giugno 2005 rilasciata dal Comune di Alia e concessione edilizia n. 04 prot. 1095 del 30 maggio 2005 rilasciata dal Comune di Sclafani Bagni;
- è corredato di un giudizio di compatibilità ambientale mediante D.R.S. n. 856 del 04 agosto 2004 rilasciato dalla Regione Siciliana – Servizio 2/V.A.S.-V.I.A.;
- è corredato di Decreto di variante urbanistica n. 21 del 18 gennaio 2005 rilasciato dall'Assessorato del Territorio e dell'Ambiente della Regione Siciliana – Dipartimento Regionale Urbanistica.

## 2. Quadro di riferimento normativo

Le norme principali di riferimento sono le seguenti:

- R.D. n 1775 del 11/12/1933 – Testo Unico di Leggi sulle Acque e Impianti Elettrici;
- Legge Regionale 10 Maggio 1990, n. 42 “Norme in materia di opere concernenti linee ed impianti elettrici fino a 150 kV” e regolamenti locali in materia di rilascio delle autorizzazioni alla costruzione degli elettrodotti, qualora presenti ed in vigore;
- Codice Civile (relativamente alla stipula degli atti di costituzione di servitù: TU 1775/33 e 327/01 per coattive);
- Codice della strada (D.Lgs. n. 285/92) e successive modificazioni;
- Leggi regionali e regolamenti locali in materia di rilascio delle autorizzazioni alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti fino a 150 kV: LR 14/99;

Per quanto attiene l’aspetto tecnico, le norme che disciplinano la progettazione, la costruzione e l’esercizio delle linee elettriche sotterranee della distribuzione sono:

- DM 24/11/1984 “Norme di sicurezza per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo l’utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8”;
- DPCM – Dipartimento delle Aree Urbane 03/03/1999 “Sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici”;
- “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” e successive modificazioni - Legge n. 64 del 2/02/1974;
- “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada” (D.P.R. n.495 del 16/12/1992);

Norme CEI

- 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- 0-2 “Guida per la definizione della documentazione degli impianti elettrici”;
- 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo”;
- 11-46 “Strutture sotterranee e polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo – Criteri generali di e di sicurezza”;
- 11-47 “Impianti tecnologici sotterranei -Criteri generali di posa”;
- 81-10 “Protezione delle strutture contro i fulmini”;
- 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo la disposizione del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo;
- 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche”;

- 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione";
- D.Lgs. 81/2008, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;

#### Norme UNI

- UNI EN 1838, Illuminazione di emergenza;
- UNI EN 12464, Illuminazione di interni con luce artificiale;
- UNI EN 61936-1 (CEI 99-2), impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;
- UNI EN 50522 (CEI 99-3), messa a terra degli impianti con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- EN 50086 2-4 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati"

#### Specifiche TERNA

- Codice di rete;

#### Specifiche ENEL

- Guida per le connessioni alla rete elettrica di e-distribuzione;

#### Altre

- Prescrizioni di cui al Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 maggio 2008 concernente l'approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per elettrodotti;
- Documento e-Distribuzione "Linee Guida per l'applicazione del DM 29.05.08" – Distanza di Prima Approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche".

### 3. Localizzazione del sito

Le aree interessate dagli aerogeneratori, dai collegamenti elettrici tra gli stessi e dalla stazione utente elettrica di trasformazione ricadono nei Comuni di Alia, Sclafani Bagni e Valledolmo.

Di seguito è riportata nella tabella 1 con indicazione delle coordinate in UTM-WGS84 degli aerogeneratori autorizzati con i relativi fogli e particelle:

N° WTG	Coordinate UTM-WGS84 (Fuso 33)		Comune	Foglio	Particella
	E	N			
<b>TA di impianto</b>	391.994	4.179.853	Alia	24	575
<b>RAL 01</b>	389.866	4.180.639	Alia	15	270 – 73
<b>RAL 02</b>	390.280	4.180.633	Alia	15	270
<b>RAL 03</b>	390.738	4.180.601	Sclafani Bagni	39	174
<b>RAL 04</b>	391.152	4.180.601	Sclafani Bagni	39	172
<b>RAL 05</b>	391.505	4.180.239	Alia	23	39
<b>RAL 06</b>	392.210	4.179.785	Sclafani Bagni	39	160
<b>RAL 07</b>	392.624	4.179.783	Sclafani Bagni	39	153
<b>RAL 08</b>	393.017	4.179.563	Sclafani Bagni	40	77
<b>RAL 09</b>	393.405	4.179.809	Sclafani Bagni	39	153
<b>RAL 10</b>	393.806	4.179.499	Sclafani Bagni	40	158 – 178
<b>RAL 11</b>	394.609	4.179.282	Valledolmo	10	196 – 197

Tabella 1. Coordinate aerogeneratori a torre anemometrica rifacimento impianto

## 4. Descrizione delle opere elettriche

L'impianto eolico di Alia-Sclafani sarà costituito dai seguenti elementi:

- Aerogeneratori;
- Cavidotto interrato in media tensione (tensione di distribuzione 30 kV), interno ed esterno all'impianto, per il convogliamento dell'energia prodotta dalle turbine di nuova installazione fino al punto di connessione alla RTN;
- Stazione utente elettrica di trasformazione, per l'interfaccia con la RTN (esistente e da modificare);
- Opere civili come piazzole per l'ubicazione degli aerogeneratori, fondazioni in cls armato delle torri, tratti di viabilità o per quanto possibile adeguamento dei tratti esistenti.

## 4.1 Caratteristiche degli aerogeneratori

L’impianto eolico di Alia-Sclafani autorizzato sarà costituito da n. 11 aerogeneratori di potenza nominale 5 MW ed un’altezza al massimo pari a 184 m.

La potenza complessiva dell’impianto è pari a 55 MW.

### 4.1.1 Trasformatore MT/BT interno WTG

Il trasformatore, ubicato alla base della torre innalza la tensione prodotta ai morsetti del generatore in bassa tensione al livello di tensione della rete in media tensione interna al parco: 30 kV – 50 Hz.

### 4.1.2 Schema unifilare dell’aerogeneratore

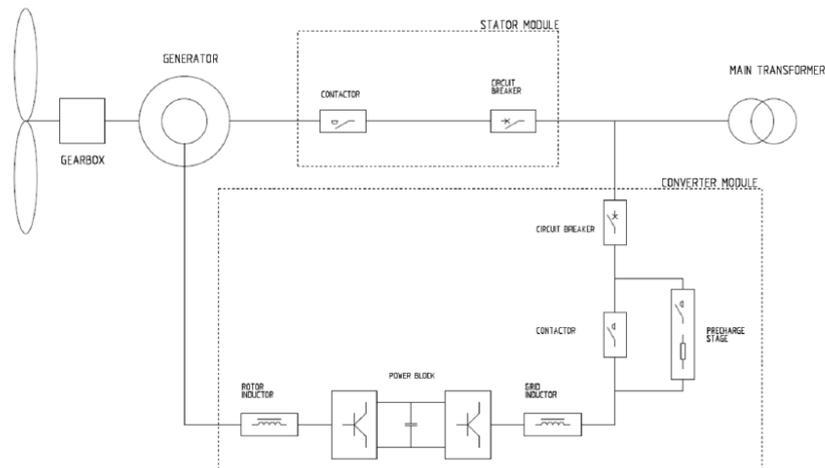


Figura 1. Tipologico schema unifilare WTG

### 4.1.3 Caratteristiche delle apparecchiature elettriche di manovra

Alla base dell'aerogeneratore ed internamente alla torre, saranno ubicati: il quadro di controllo, il quadro di comando e gli scomparti di protezione del trasformatore.

#### Technical Data for Switchgear

<b>Switchgear</b>		<b>Circuit breaker feeder</b>	
Type	Gas-insulated switchgear	Rated current , Cubicle	630 A
Operating voltage	30 - 36 kV	Rated current , circuit breaker	630 A
Rated current	630 A	Short time withstand current	20 kA/1s
Short time withstand current	20 kA/1s	Short circuit making current	50 kA/1s
Peak withstand current	50 kA	Short circuit breaking current	20 kA/1s
Power frequency withstand voltage	70 kV	Three position CB switch	Closed, open, earthed
Lightning withstand voltage	170 kV	Switch mechanism	Spring operated
Insulating medium	SF <sub>6</sub>	Tripping mechanism	Stored energy
Switching medium	vacuum	Motor voltage	Under request
Consist of	1, 2 or 3 panels	Control	Local
Grid cable feeder	Load break switch or direct cable riser	Coil for external trip	230 V AC
Circuit breaker feeder	Circuit breaker	Voltage detection system	Capacitive
Degree of protection, vessel	IPX8	<b>Protection</b>	
Degree of protection, front cover	IP2XD	Over-current relay	Ekor.wtp
Degree of protection, LV Comp.	IP2XD	Functions	50/51 50N/51N
Internal arc classification IAC:	A FL 20 kA 1s	Power supply	Dual (Self & Aux. powered)
Pressure relief	Down	Current transformer	300/1A; 0.18VA, Cl. 5P20
Standard	IEC 62271	<b>Interface- MV Cables</b>	
Temperature range	-30°C to +40°C	Grid cable feeder	630A bushings type C M16 Max 2 feeder cables
<b>Grid Cable feeder</b>		Cable entry	From bottom
Rated current , cubicle	630 A	Cable clamp size (cable outer diameter)	up to 48mm
Rated current , load breaker	630 A	Circuit breaker feeder	630 A bushings type C M16
Short time withstand current	20 kA/1s	Cable entry	From bottom
Short circuit making current	50 kA/1s	<b>Interface to turbine control</b>	
Three position switch	Closed, open, earthed	Breaker status	1 NO + 1 NC contacts
Switch mechanism	Spring operated	Insulation supervision	Under request
Control	Local	External trip	230 V AC
Voltage detection system	Capacitive		

## 4.2 Impianto di terra

La corrente di fulmine che giunge a terra attraverso la struttura metallica della torre deve essere opportunamente dispersa nel terreno da un sistema di messa a terra, il quale deve condurre correnti ad elevata intensità e frequenza senza che esse producano effetti termici o elettrodinamici pericolosi. Il sistema di messa a terra per la protezione dalle scariche atmosferiche e l'usuale messa a terra di funzionamento e/o protezione dell'impianto saranno collegati tra di loro in modo da creare un singolo sistema di dispersione.

I ferri e/o armature di fondazione saranno collegati all'impianto di terra per ridurre il più possibile il valore della resistenza di terra. Ovviamente ogni aerogeneratore avrà il suo proprio impianto di messa a terra, ognuno dei quali è collegato all'impianto globale di messa a terra relativo all'impianto eolico attraverso una corda di rame nudo da 50 mm<sup>2</sup>. Inoltre, in corrispondenza degli aerogeneratori iniziale e terminale, sarà installata una ulteriore corda di rame nudo della sezione di 50 mm<sup>2</sup> che si estenderà per altri 100 m e che al suo punto terminale presenterà un picchetto di rame del diametro di 20 mm e della lunghezza di almeno 2 m.

## 4.3 Distribuzione elettrica interna ed esterna dell'impianto

### 4.3.1 Caratteristiche della rete

I valori standard della RTN – TERNA SPA sono i seguenti:

Tensione di esercizio del sistema: 150 kV

- Tensione massima del sistema: 170 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
- Corrente max di corto circuito trifase - Icc: 40 kA;
- Corrente max di corto circuito monofase a terra – Icc: 31,5 kA

I dati relative al Sistema di distribuzione in Media Tensione (cavo interrato)

- Valore efficace della tensione tra due conduttori qualsiasi: 20-30 kV;
- Frequenza nominale: 50 Hz

I dati degli aerogeneratori:

- Numero aerogeneratori: 11;
- Tipo: Asincrono (DFIG);
- Poli: 3;
- Potenza nominale unitaria aerogeneratore: 5 MW;
- Potenza nominale complessiva dell'impianto: 55 MW (n.11 wtgs x 5 MW)
- Tensione generatore BT: 690 V;
- Frequenza nominale: 50/60 Hz;
- Trasformatore 30/0,69 kV – 5,50 MVA

### 4.3.2 Collegamenti elettrici MT

I collegamenti elettrici fra i diversi aerogeneratori e la sottostazione elettrica dell'utente (SSEU) saranno realizzati con cavi interrati, in media tensione a 30 kV. Inoltre, dove possibile, verranno sfruttate le trincee già realizzate per l'impianto esistente. Saranno riaperte per poter posare i nuovi cavi eliminando quelli esistenti, con lo scopo di minimizzare l'impatto ambientale e paesaggistico.

Il collegamento tra l'impianto eolico di produzione e la SSEU 150/30/20 kV, sarà realizzato da tre trincee di cavi; per il cui dimensionamento sono stati considerati i seguenti collegamenti:

- Linea 1: RAL 08 → RAL 10 → RAL 11
- Linea 2: RAL 05 → RAL 06 → RAL 07 → RAL 09
- Linea 3: RAL 01 → RAL 02 → RAL 03 → RAL 04

I cavi dotti saranno realizzati su terreni di tre tipi:

- Terreno agricolo: di questo tipo saranno le parti terminali dei cavidotti, nella parte più prossima alle WTG;
- Strada sterrata
- Strada asfaltata

#### 4.3.2.1 Cavidotto su terreno agricolo

I cavidotti su terreno agricolo saranno di una larghezza di 60 cm e una profondità di circa 1-1,5 m. Ad una profondità di circa 1 m sarà posato il nastro monitor recante la scritta "CAVI DI MEDIA TENSIONE" (o similare); i cavi saranno posati sul fondo dello scavo mentre il tubo contenente la fibra ottica sarà posto ad almeno 30 cm di distanza dal cavo di energia.

Man mano che vengono posati i cavi, il tubo e il nastro; lo scavo sarà riempito con il materiale proveniente dallo scavo stesso.

#### 4.3.2.2 Cavidotto su strada sterrata

I cavidotti realizzati sulla strada sterrata saranno di una larghezza di 60 cm e una profondità di circa 1-1,5 m. Ad una profondità di circa 1 m sarà posato il nastro monitor recante la scritta "CAVI DI MEDIA TENSIONE" (o similare); i cavi saranno posati sul fondo dello scavo, cercando di avere circa 30 cm di distanza tra le varie linee; mentre il tubo contenente la fibra ottica sarà posto ad almeno 30 cm di distanza dal cavo di energia.

Man mano che vengono posati i cavi, il tubo e il nastro; lo scavo sarà riempito con il materiale proveniente dallo scavo stesso, la parte superiore dello scavo, circa 40-50 cm, sarà riempita con un misto stabilizzato di cava e compattato.

#### 4.3.2.3 Cavidotto su strada asfaltata

I cavidotti realizzati sulla strada sterrata saranno di una larghezza di 60 cm e una profondità di circa 1-1,5 m. Ad una profondità di circa 80 cm sarà posato il nastro monitor recante la scritta "CAVI DI MEDIA TENSIONE" (o similare); i cavi saranno posati sul fondo dello scavo, cercando di avere circa 30 cm di distanza tra le varie linee; mentre il tubo contenente la fibra ottica sarà posto ad almeno 30 cm di distanza dal cavo di energia.

I cavi di media tensione saranno posati su un letto di sabbia; lo scavo sarà riempito fino a 30 cm sopra i cavi, con sabbia, poi con un inerte prescritto dello spessore di circa 30 cm, poi con uno stabilizzato di cava o misto cementizio, per uno spessore di circa 30 cm, poi con una pavimentazione in conglomerato bitumoso, dello spessore di circa 15 cm e infine con uno strato di asfalto di circa 3 cm di spessore

### 4.3.3 Caratteristiche cavi MT

L'energia prodotta dagli aerogeneratori viene convogliata verso la stazione utente elettrica di trasformazione mediante i cavi interrati in media tensione  $U_0/U = 18/30$  kV.

La posa dei suddetti cavi verrà realizzata in conformità alle modalità di posa descritte nella norma CEI 11-17, interessando i margini delle strade esistenti. Oltre ai cavi elettrici interrati, nello scavo verranno posati il cavo di segnale in fibra ottica, all'interno di tubazione di protezione, e la corda di rame (quest'ultima nella sola parte interna al parco eolico) per il collegamento della maglia di

terra dell'impianto. Comunque sarà previsto l'impiego dei cavi del tipo Air-bag compact unipolare ARP1H5 (AR) E – 18/30 kV:



Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV  
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

**Norma di riferimento**  
HD 620/IEC 60502-2

**Descrizione del cavo**

**Anima**  
Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio  
**Semiconduttivo interno**  
Mescola estrusa  
**Isolante**  
Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)  
**Semiconduttivo esterno**  
Mescola estrusa  
**Rivestimento protettivo**  
Nastro semiconduttore igroespandente  
**Schermatura**  
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)  
**Protezione meccanica**  
Materiale Polimerico (Air Bag)  
**Guaina**  
Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)  
**Marcatura**  
PRYSMIAN (\*\*\*) ARP1H5(A)R)E <tensione>  
<sezione> <anno>

(\*\*) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro  
Marcatura metrica ad inchiostro

**Applicazioni**

Temperatura di sovraccarico massima 140°C  
Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300°C: K = 100  
**N.B.** Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

**Accessori idonei**

**Terminali**

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

**Giunti**

ECOSPEED™ (pag. 140)

**Standard**

HD 620/IEC 60502-2

**Cable design**

**Core**  
Compact stranded aluminium conductor  
**Inner semi-conducting layer**  
Extruded compound  
**Insulation**  
Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)  
**Outer semi-conducting layer**  
Extruded compound  
**Protective layer**  
Semiconductive watertight tape  
**Screen**  
Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)  
**Mechanical protection**  
Polymeric material (Air Bag)  
**Sheath**  
Polyethylene: red colour (DMP 2 type)  
**Marking**  
PRYSMIAN (\*\*\*) ARP1H5(A)R)E <rated voltage>  
<cross-section> <year>

(\*\*) production site label

Embossed marking each meter  
Ink-jet meter marking

**Applications**

Overload maximum temperature 140°C  
K coefficient for short-circuit temperatures at 300°C: K = 100  
**N.B.** According to HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

**Suitable accessories**

**Terminations**

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

**Joints**

ECOSPEED™ (pag. 140)



**Condizioni di posa / Laying conditions**



Figura 2. Scheda tecnica cavi MT

#### 4.3.4 Dimensionamento delle protezioni

Le protezioni sono state dimensionate in base alle correnti di impiego dell'impianto e alle correnti di guasto che si possono verificare. In particolare, sono state calcolate le seguenti correnti di impiego nelle varie linee, tenendo conto del fatto che alcune linee alimentano più di una WTG e di possibili sovraccarichi del 5%.

Partenza	Arrivo	Potenza sottesa [kVA]	Corrente di impiego $I_b$ [A]
SSEU	RAL 08	15.750	322,46
RAL 08	RAL 10	10.500	214,97
RAL 10	RAL 11	5.250	107,49
SSEU	RAL 05	21.000	429,94
RAL 05	RAL 06	15.750	322,46
RAL 06	RAL 07	10.500	214,97
RAL 07	RAL 09	5.250	107,49
SSEU	RAL 01	21.000	429,94
RAL 01	RAL 02	15.750	322,46
RAL 02	RAL 03	10.500	214,97
RAL 03	RAL 04	5.250	107,49
TR AT/MT	QMT	66.000	1.351,25

In seguito, sono state calcolate le correnti di corto circuito nei vari nodi dell'impianto considerando i vari contributi alla corrente di corto circuito derivanti dalle turbine e dalla rete e considerando la distanza tra i vari punti di calcolo, di seguito si riportano i risultati ottenuti:

Nodo	Corrente di cortocircuito trifase $I_{cc}$ [kA] @60 MVA	Corrente di cortocircuito trifase $I_{cc}$ [kA] @70 MVA
RAL 08	9,56	11,10
RAL 10	9,56	11,10
RAL 11	9,56	11,10
RAL 05	9,66	11,20
RAL 06	9,66	11,20
RAL 07	9,66	11,20
RAL 09	9,66	11,20
RAL 01	9,66	11,20
RAL 02	9,66	11,20
RAL 03	9,66	11,20
RAL 04	9,66	11,20
QMT	10,40	11,94

Sulla base di questi dati si è scelto un quadro di media tensione con una barratura da 2.500 A e che possa sopportare una corrente di corto circuito di 20 kA per 1s. Le varie partenze del quadro invece sono state dimensionate per una corrente massima di 1250 A e con le seguenti tarature:

Scomparti	Protezioni					
	51		50		50N	
	A	ms	A	ms	A	ms
<b>Arrivo MT</b>	2.000	500	2.300	120	70	170
<b>Partenza linea 1</b>	650	500	900	120	70	170
<b>Partenza linea 2</b>	650	500	900	120	70	170
<b>Partenza linea 3</b>	650	500	900	120	70	170
<b>Riserva</b>	/		/		/	/

La taratura della protezione 67N invece sarà uguale per le tre partenze delle linee verso le WTG e avrà queste tarature:

Scomparti	Protezione 67N				
	A	V	$\delta 1$	$\delta 2$	ms
<b>Soglia S1</b>	2	5	60	250	450
<b>Soglia S2</b>	2	2	60	120	170

A questi sono aggiunti altri due scomparti:

- Misure: per la protezione dei TV attraverso un fusibile MT da 2 A;
- TR ausiliari: per la protezione del TR dei servizi ausiliari in BT attraverso un fusibile da 10 A.

### 4.3.5 Dimensionamento cavi MT

Le verifiche svolte sulle linee in media tensione sono atte a soddisfare le seguenti prescrizioni:

- Caduta di tensione massima sulla linea < 5%;
- Corrente di utilizzo  $I_b < I_n < I_z$
- Temperatura alla corrente di utilizzo inferiore alla temperatura massima di funzionamento  $T_{Ib} < T_{max}$ ;
- Corrente di corto circuito ammissibile.

Le formule utilizzate per il calcolo sono.

- Caduta di tensione

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} I_b l (r l \cos\varphi + x l \sin\varphi)}{n}$$

Dove:

- $I_b$  è la corrente di esercizio alla massima potenza
- $l$  è la lunghezza della linea espressa in km
- $r$  è la resistenza specifica della linea espressa in  $\Omega/\text{km}$
- $x$  è la reattanza specifica della linea espressa in  $\Omega/\text{km}$
- $\cos\varphi$  è il fattore di potenza
- $n$  è il numero di cavi in parallelo per ogni fase

da questa è stata poi calcolata la caduta di tensione percentuale:

$$\Delta v\% = \frac{\Delta V}{V_n} 100$$

- Corrente di utilizzo

$$I_b = \frac{S_n}{\sqrt{3} V_n \cos\varphi}$$

Dove:

- $S_n$  è la potenza apparente dell'impianto espressa in VA
- Portata del conduttore

La portata del conduttore è stata definita prendendo in considerazione la portata da datasheet dei cavi nella condizione di posa desiderata. In particolare, nei datasheet era considerata una posa a 0,8 m di profondità e con una resistività termica del terreno pari a 1,5 °Cm/W. Si sono allora applicati i fattori correttivi alle modalità di posa previste:

- $K1 = 1$  poiché la temperatura del terreno è prevista a 20°C
- $K2 = 1$  poiché non è previsto il raggruppamento con cavi di altri circuiti
- $K3 = 0,96$  oppure 0,95 (se  $S < 185 \text{ mm}^2$  oppure  $S > 185 \text{ mm}^2$ ) perché la posa è prevista a 1,2;
- $K4 = 1$  perché è prevista una resistività termica pari a 1,5 °Cm/W
- $K5 = 1$  perché la temperatura ambiente si è considerata a 30 °C

- Temperatura alla corrente di utilizzo calcolata come:

$$T_{Ib} = T_{max} \left( \frac{I_b}{I_z} \right)^2 - T_{amb} \left[ \left( \frac{I_b}{I_z} \right)^2 - 1 \right]$$

Dove:

- $T_{Ib}$  è la temperatura alla corrente di utilizzo
- $T_{max}$  è la massima temperatura di lavoro del cavo
- $T_{amb}$  è la temperatura del terreno
- Corrente di corto circuito ammissibile calcolata come:

$$I_{cc\text{ammissibile}} = \frac{S K}{\sqrt{t}}$$

Dove:

- $S$  è la sezione del cavo
- $K$  è un coefficiente che dipende dal tipo di isolante del cavo
- $t$  è il tempo di intervento della protezione magnetica: 0,12 s

## 4.3.5.1 Tratto SSEU - RAL 08

DATI PRINCIPALI			
Tratta		SSEU - RAL 08	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	16755	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	15000	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	15750	
Potenza reattiva	kVAr	5716	
DIMENSIONAMENTO CAVO			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	322,5	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x400 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	400	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	396,0	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,95
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	376,2	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	82,45	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
VERIFICA CORTO CIRCUITO			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,1	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	108,5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
VERIFICA CADUTA DI TENSIONE			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,11	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,08	
Lunghezza	m	6066	
Caduta di tensione operativa	%	1,67	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
ALTRI DATI			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,29	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	497,1	
Diametro esterno	mm	53	

## 4.3.5.2 Tratto RAL 08 - RAL 10

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		RAL 08 - RAL 10	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	11170	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	10000	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	10500	
Potenza reattiva	kVAr	3811	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	215,0	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x150 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	150	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	280,9	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,96
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	269,7	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	74,01	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,1	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	40,7	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,12	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,19	
Lunghezza	m	1498	
Caduta di tensione operativa	%	0,42	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,20	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	84,7	
Diametro esterno	mm	41	

## 4.3.5.3 Tratto RAL 10 - RAL 11

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		RAL 10 - RAL 11	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	5585	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	5000	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	5250	
Potenza reattiva	kVAr	1905	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	107,5	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x95 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	95	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	220,2	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,96
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	211,4	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	41,97	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,1	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	25,8	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,13	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,30	
Lunghezza	m	1052	
Caduta di tensione operativa	%	0,21	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,17	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	50,5	
Diametro esterno	mm	39	

## 4.3.5.4 Tratto SSEU - RAL 05

DATI PRINCIPALI			
Tratta		SSEU - RAL 05	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	22340	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	20000	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	21000	
Potenza reattiva	kVAr	7622	
DIMENSIONAMENTO CAVO			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	429,9	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x630 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	630	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	515,4	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,95
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	489,7	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	85,53	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
VERIFICA CORTO CIRCUITO			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,2	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	171,0	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
VERIFICA CADUTA DI TENSIONE			
Reattanza chilometrica cavo	Ω/km	0,10	
Resistenza chilometrica cavo	Ω/km	0,05	
Lunghezza	m	4086	
Caduta di tensione operativa	%	1,13	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
ALTRI DATI			
Capacità chilometrica cavo	μF/km	0,36	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	415,7	
Diametro esterno	mm	61	

## 4.3.5.5 RAL 05 - RAL 06

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		RAL 05 - RAL 06	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	16755	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	15000	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	15750	
Potenza reattiva	kVAr	5716	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	322,5	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x300 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	300	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	421,4	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,95
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	400,3	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	75,16	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,2	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	81,4	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,11	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,10	
Lunghezza	m	1151	
Caduta di tensione operativa	%	0,28	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,26	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	84,6	
Diametro esterno	mm	49	

## 4.3.5.6 Tratto RAL 06 - RAL 07

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		RAL 06 - RAL 07	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	11170	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	10000	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	10500	
Potenza reattiva	kVAr	3811	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	215,0	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x150 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	150	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	280,9	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,96
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	269,7	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	74,01	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,2	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	40,7	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,12	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,19	
Lunghezza	m	502	
Caduta di tensione operativa	%	0,38	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,20	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	28,4	
Diametro esterno	mm	41	

## 4.3.5.7 Tratto RAL 07 - RAL 09

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		RAL 07 - RAL 09	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	5585	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	5000	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	5250	
Potenza reattiva	kVAr	1905	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	107,5	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x95 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	95	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	220,2	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,96
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	211,4	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	41,97	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,2	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	25,8	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,13	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,30	
Lunghezza	m	1208	
Caduta di tensione operativa	%	0,24	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,17	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	58,0	
Diametro esterno	mm	39	

## 4.3.5.8 Tratto SSEU - RAL 01

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		SSEU - RAL 01	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	22340	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	20000	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	21000	
Potenza reattiva	kVAr	7622	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	429,9	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x630 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	630	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	515,4	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,95
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	489,7	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	85,53	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,2	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	171,0	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	Ω/km	0,10	
Resistenza chilometrica cavo	Ω/km	0,05	
Lunghezza	m	2446	
Caduta di tensione operativa	%	0,70	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	μF/km	0,36	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	248,8	
Diametro esterno	mm	61	

## 4.3.5.9 RAL 01 - RAL 02

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		RAL 01 - RAL 02	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	16755	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	15000	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	15750	
Potenza reattiva	kVAr	5716	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	322,5	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x300 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	300	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	421,4	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,95
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	400,3	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	75,16	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,2	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	81,4	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,11	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,10	
Lunghezza	m	792	
Caduta di tensione operativa	%	0,19	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,26	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	58,2	
Diametro esterno	mm	49	

## 4.3.5.10 Tratto RAL 02 - RAL 03

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		RAL 02 - RAL 03	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	11170	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	10000	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	10500	
Potenza reattiva	kVAr	3811	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	215,0	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x150 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	150	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	280,9	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,96
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	269,7	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	74,01	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,2	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	40,7	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,12	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,19	
Lunghezza	m	572	
Caduta di tensione operativa	%	0,29	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,20	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	32,3	
Diametro esterno	mm	41	

## 4.3.5.11 Tratto RAL 03 - RAL 04

DATI PRINCIPALI			
Tratta		RAL 03 - RAL 04	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	5585	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	5000	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	5250	
Potenza reattiva	kVAr	1905	
DIMENSIONAMENTO CAVO			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	107,5	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x95 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	95	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	220,2	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,96
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	211,4	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	41,97	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
VERIFICA CORTO CIRCUITO			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,2	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	25,8	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
VERIFICA CADUTA DI TENSIONE			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,13	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,30	
Lunghezza	m	664	
Caduta di tensione operativa	%	0,13	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
ALTRI DATI			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,17	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	31,9	
Diametro esterno	mm	39	

## 4.3.5.12 Tratto TR AT/MT - QMT\_SSEU

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		TR AT - QMT	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	70213	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	55000	
Sovraccarico considerato	%	20	
Potenza attiva con margine	kW	66000	
Potenza reattiva	kVAr	23955	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	1351,2	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x400 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	400	
Numero di cavi per fase		4	
Formazione		4x(3x1)	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	396,0	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,95
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_z$ )	A	1504,8	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	88,54	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,9	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	108,5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,11	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,08	
Lunghezza	m	61	
Caduta di tensione operativa	%	0,01	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,29	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	5,0	
Diametro esterno	mm	53	

### 4.3.6 Modalità di posa del cavo

I cavi di media tensione 30 kV utilizzati per il collegamento elettrico tra gli aerogeneratori e, tra questi ultimi e la SSEU saranno del tipo unipolare con conduttore in alluminio (Al) posati direttamente nel terreno senza l'utilizzo di una protezione meccanica aggiuntiva ovvero tipo Air Bag, in conformità alla norma CEI 11-17, ad eccezione degli attraversamenti di opere stradali e o fluviali richieste dagli enti di competenza, per i quali è stata prevista una tipologia di posa che comporta l'inserimento della terna di cavi unipolari in tubo interrato, mediante l'uso della tecnica con trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).

La posa dei cavi MT avverrà all'interno di uno scavo di profondità variabile in base al numero di terne presenti: 1,10 – 1,50 m e di larghezza pari a 0,60 metri. Comunque, oltre ai cavi MT, verranno posati all'interno dello scavo la corda di rame di sezione 50 mm<sup>2</sup>, dover prevista, e due tubi PEHD del diametro esterno di 63 mm e con resistenza allo schiacciamento 750N, per il passaggio della fibra ottica.

I cavi in media tensione utilizzati per il collegamento elettrico tra il trasformatore AT/MT all'interno della SSEU ed il quadro di media tensione saranno installati all'interno di tubazioni in corrugato del diametro di 210 mm posate al di sotto del piano stradale interno alla stazione ad una profondità di 1,20 m.

## 4.4 Sottostazione elettrica di utente (SSEU)

Come già dichiarato nella premessa, l'impianto eolico di Alia-Sclafani, sarà collegato alla sottostazione esistente a servizio dell'attuale parco eolico. La sottostazione manterrà inalterata la sua configurazione in alta tensione in quanto adeguata alla potenza del nuovo impianto; la parte di impianto che si andrà a modificare sarà tutta la parte in media tensione, trasformatore AT/MT compreso.

A valle del trasformatore esistente partono due linee:

- La prima alimenta l'impianto composto da 30 WTG della potenza totale di 25,5 MW che si andrà a rimuovere;
- La seconda alimenta un impianto separato composto da 2 WTG, di recente installazione, della potenza totale di 5,12 MW che si manterrà.

Le opere previste sono quindi:

- Lo smantellamento del quadro in media tensione attuale;
- Lo smantellamento della linea in media tensione in arrivo dal trasformatore;
- La rimozione del trasformatore AT/MT esistente;
- La rimozione del contatore di energia elettrica prodotta;
- L'installazione del nuovo trasformatore in olio AT/MT 150±10x1,25%/30/20 kV da 60/70 MVA;
- L'installazione del nuovo quadro MT;
- L'installazione della nuova linea MT tra il trasformatore e il quadro di media tensione. A causa dell'elevato numero di cavi per fase della nuova linea sarà necessario realizzare delle nuove condutture di dimensioni adeguate al passaggio dei nuovi cavi.
- L'installazione del nuovo gruppo di misura dedicato all'impianto. A questo saranno aggiunti tre gruppi di misura al fine di misurare l'energia proveniente da ognuna delle tre linee in partenza.

La soluzione tecnica prevista per la realizzazione della stazione utente elettrica di trasformazione AT/MT a servizio dei suddetti impianti è stata elaborata in conformità del codice di rete di Terna e della normativa vigente.

In particolare, la stazione utente di trasformazione elettrica sarà dotata di:

- Arrivo da stazione e-distribuzione AT esistente;
- Trasformatore di tensione di tipo capacitivo esistente;
- Un interruttore AT compatto comprendente interruttore, sezionatore, sezionatore a terra e trasformatori di corrente (esistente) del tipo a comando uni-tripolare per i montanti delle linee in modo da non impedire l'adozione di richiuse rapide automatiche unipolari;
- Trasformatore di tensione induttivo esistente;

- Scaricatore di sovratensione AT esistente;
- Gli avvolgimenti AT del/dei trasformatore/i MT/AT saranno ad isolamento uniforme e collegati a stella, con terminale di neutro accessibile e predisposto per l'eventuale connessione a terra, e gli avvolgimenti MT sono collegati a triangolo (YNd11).
- La connessione a terra dell'avvolgimento AT sarà decisa dal Gestore in relazione alle esigenze della rete nel punto di connessione e dovrà essere realizzata senza interposizione di organi di manovra (interruttori o sezionatori);
- Gli avvolgimenti AT dei trasformatori elevatori MT/AT sono dotati di un variatore di tensione sotto carico con regolatore automatico in grado di consentire, con più gradini, una variazione della tensione a vuoto compresa almeno tra  $\pm 12\%$  della tensione nominale;
- I trasformatori AT/MT sono opportunamente dimensionati per consentire il transito contemporaneo della potenza attiva e reattiva massima, e comunque con una potenza apparente complessiva almeno pari al 110% della potenza nominale dell'impianto.

In particolare, la taglia del trasformatore sarà pari a:

- Potenza nominale installata "Impianto Alia-Sclafani":  $55+5,12 = 60,12$  MW
- Potenza trasformatore: 60-70 MVA

Saranno inoltre presenti

- Le cabine ospitanti
  - I quadri MT, BT, e RTU/SCADA;
  - Il trasformatore per i servizi ausiliari;
  - Il gruppo elettrogeno di emergenza;
  - Gli UPS alimentanti i servizi ausiliari
- Servizi ausiliari
  - Quadro servizi ausiliari in corrente alternata;
  - Quadro servizi ausiliari in corrente continua 110 V;
  - Quadro raddrizzatore;
  - Quadro contatori;
  - Quadro rivelazione antintrusione;
- Sistema di protezione, controllo e misure;
- RTU/SCADA.