

**Valutazione d'impatto ambientale D.Lgs. 152/2006 e  
ss.mm.ii.**

**BOREAS**

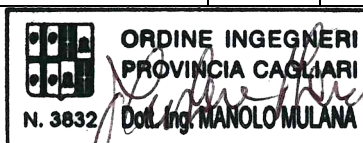
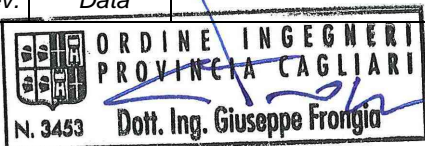
**Ampliamento del Parco Eolico di Ulassai  
e Perdasefogu nel territorio del Comune di  
Jerzu (NU)**



**PROGETTO DEFINITIVO INFRASTRUTTURE ELETTRICHE**

**CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI**

0	15/12/2020	Emissione per procedura di VIA	Sartec	IAT	Sartec/IAT
Rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	Appr.



Sede Amministrativa  
I-20122 Milano  
Galleria Passarella 2  
Tel. +39 02 77371  
Fax +39 02 7737209

Sede Legale  
Sesta Strada Ovest  
Z.I. Macchiareddu  
I-09068 Uta (CA)  
Tel. +39 070 24661780  
Fax +39 070 24661211

Stabilimento  
Parchi Eolici di Ulassai  
S.P. 13, km.11+500  
I-08040 Ulassai (NU)  
Tel. +39 3297518302  
Fax +39 078240594

Cap. Soc. € 56.696.00 int. vers.  
Reg. Imprese di Cagliari e  
Cod. Fisc. IT 01953460902  
Società appartenente al Gruppo IVA  
P. IVA 03868280920  
sardeolica@pec.grupposaras.it  
comunicazioni.sardeolica@pec.grupposaras.it



EN ISO 9001  
20100121257804  
EN ISO 14001  
20104121257807  
EN ISO 18001  
20116121257606  
EN ISO 50001  
TA270173002575

**Valutazione d'impatto ambientale D.Lgs. 152/2006 e  
ss.mm.ii.**

**BOREAS**

**Ampliamento del Parco Eolico di Ulassai  
e Perdasdefogu nel territorio del Comune di  
Jerzu (NU)**

**PROGETTO DEFINITIVO INFRASTRUTTURE ELETTRICHE**

**COORDINAMENTO GENERALE:**

**Ing. Manolo Mulana – SARTEC – Saras Ricerche e Tecnologie**

**Ing. Giuseppe Frongia – I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.**

**PROGETTAZIONE:**

**Ing. Giuseppe Frongia (Direttore tecnico) - I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.**

**Gruppo di lavoro:**

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Mariano Agus

Ing. Marianna Barbarino

Dott. Andrea Cappai

Ing. Enrica Batzella

Ing. Virginia Loddo

Ing. Gianluca Melis

Ing. Emanuela Pazzola

Dott.ssa Elisa Roych

Ing. Gianni Serpi

Ing. Emanuela Spiga

Ing. Francesco Schirru

**Collaborazioni specialistiche:**

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Aspetti archeologici: Dott. Matteo Tatti

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Alessandro Miele

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Mauro Casti

Aspetti pedologici ed uso del suolo: Dott. Marco Cocco

Rumore: Dott. Francesco Perria – Ing. Manuela Melis

Studio Previsionale per la valutazione delle interferenze con le telecomunicazioni - Prof. Ing. Giuseppe Mazzarella – Ing. Emilio Ghiani

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>LEGGI, NORME E REGOLAMENTI .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE INFRASTRUTTURE ELETTROMECCANICHE .....</b>	<b>8</b>
3.1	AEROGENERATORI .....	8
3.1.1	<i>Generatore .....</i>	8
3.1.2	<i>Convertitore .....</i>	8
3.1.3	<i>Trasformatore elevatore di macchina .....</i>	9
3.2	QUADRO ELETTRICO MT CONNESSIONE RETE (COLLETTORE DI IMPIANTO) .....	9
3.3	SOTTOSTAZIONE MT/AT UTENTE .....	10
<b>4</b>	<b>DIMENSIONAMENTO LINEE MT .....</b>	<b>12</b>
4.1	CRITERI DI PROGETTO .....	12
4.2	VERIFICA PORTATE IN REGIME PERMANENTE .....	12
4.3	CAVI PER LA DISTRIBUZIONE ELETTRICA IN MT .....	12
4.4	VERIFICA DELLE PORTATE .....	14
4.5	VERIFICA CADUTE DI TENSIONE .....	15
4.6	VERIFICA TERMICA ALLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO .....	16
4.7	PROTEZIONE DEI CIRCUITI MT .....	17
4.8	PROTEZIONE DEI CIRCUITI BT .....	18
4.8.1	<i>Protezione contro i sovraccarichi .....</i>	18
4.8.2	<i>Protezione contro i cortocircuiti .....</i>	18
4.9	CONTRIBUTO ALLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO .....	19

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica costituisce parte integrante dello Studio di impatto ambientale relativo al progetto del parco eolico denominato “*BOREAS*” proposto dalla società Sardeolica S.r.l. del Gruppo SARAS, nel territorio di Jerzu (NU).

Tale progetto nasce come ampliamento degli esistenti parchi eolici di Ulassai e Maistu, di proprietà della stessa società, siti nei territori comunali di Ulassai e Perdasdefogu, rispetto ai quali, la nuova centrale dovrà svilupparsi in contiguità.

Il nuovo impianto sarà composto da n. 10 aerogeneratori di potenza pari a 6,0 MW collegati alla stessa Sottostazione Elettrica (SSE) utente di proprietà di Sardeolica, secondo una distribuzione elettrica di tipo radiale, in accordo con la disposizione planimetrica illustrata in Figura 1.

La suddetta SSE sarà ampliata e resa idonea all'immissione verso la Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) dell'energia prodotta dalla centrale BOREAS e dal parco eolico denominato ABBILA - per il quale la società Sardeolica ha già avviato nell'aprile 2020 il procedimento di VIA nazionale.

L'ampliamento riguarderà l'installazione di due nuovi stalli di trasformazione 30/150 kV 50/63 MVA, destinati alle due centrali sopraccitate, e di un montante cavo a 150 kV dalla SSE verso l'attigua stazione RTN di Terna. Le opere elettriche per l'ampliamento della SSE saranno realizzate tutte nell'ambito del progetto BOREAS, fatta eccezione per l'installazione del secondo trasformatore che costituirà parte integrante del progetto di realizzazione del parco eolico di ABBILA, al quale sarà destinato.

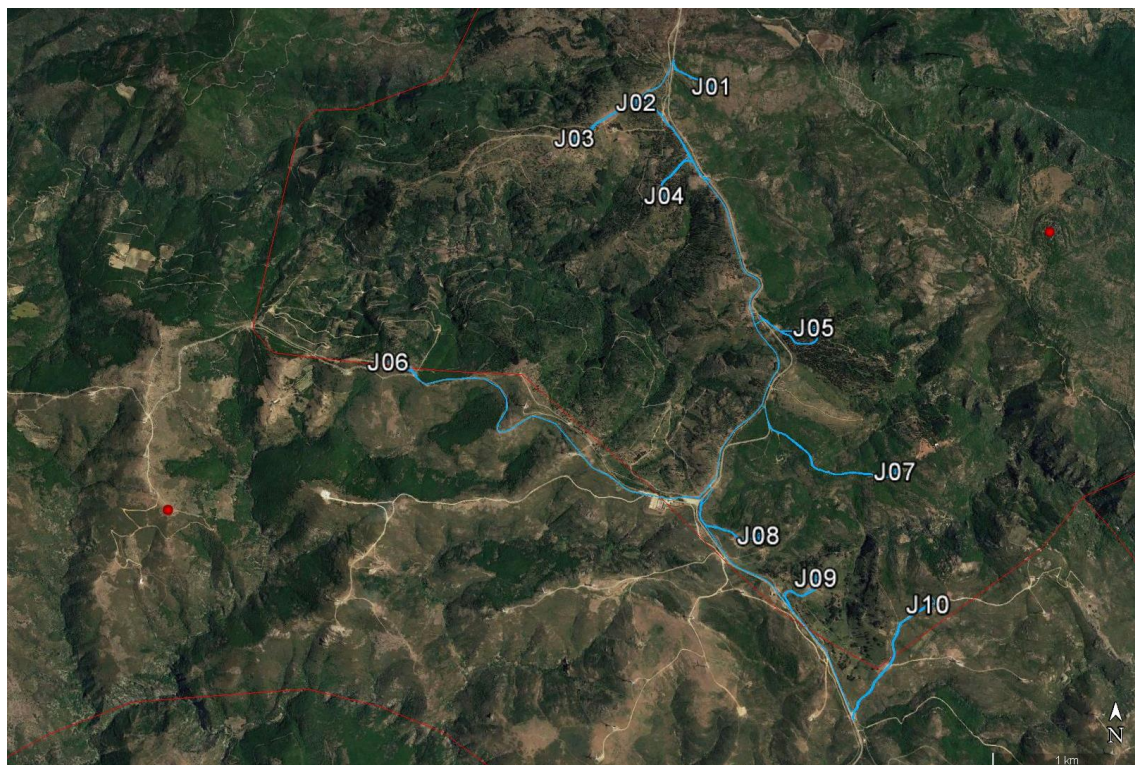


Figura 1 – Parco eolico Boreas - Nuovi aerogeneratori in progetto ed elettrodotti MT (in azzurro)

I criteri progettuali illustrati nella presente relazione sono principalmente quelli di pervenire ad una configurazione impiantistica tale da garantire il corretto funzionamento dell'impianto eolico nelle diverse condizioni operative.

Il dimensionamento degli impianti è sviluppato in conformità alla Norma CEI 0-2 con lo scopo di:

- determinare i parametri elettrici fondamentali di funzionamento dell'impianto, sia in condizioni normali che in condizione di guasto;
- determinare i parametri elettrici di riferimento per l'acquisizione dei principali componenti di impianto, determinando i criteri generali di scelta delle soluzioni impiantistiche adottate;
- definire i criteri e le soluzioni impiantistiche ai fini della sicurezza delle persone nei confronti dei contatti diretti e indiretti.

Nell'ambito del progetto si è tenuto conto delle seguenti condizioni ambientali:

- temperatura interna da  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$ ,
- temperatura esterna da  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$ ,
- umidità interna variabile dal 20 % al 85 %.

## 2 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

L'impianto dovrà essere realizzato "a regola d'arte", sia per quanto riguarda le caratteristiche di componenti e materiali, sia per quel che concerne l'installazione. A tal fine dovranno essere rispettate norme, prescrizioni e regolamentazioni emanate dagli organismi competenti in relazione alle diverse parti dell'impianto stesso, alcune delle quali richiamate nella presente relazione.

Si riportano a titolo esemplificativo ma non esaustivo le principali leggi, norme e regolamenti applicati nell'ambito del progetto:

### Norme tecniche

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT.
- EN 61936-1 (CEI 99-2): Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a..
- CEI EN 50522 -2: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 20-89 - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di MT.
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

### Riferimenti legislativi

- D.M. 06.07.2012. Incentivi alla produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici.
- L.R. N°43/89 del 20 Giugno 1989 "Norme in materia di opere concernenti linee ed impianti elettrici".
- Decreto 22 Gennaio 2008, n. 37 – (sostituisce Legge 46/90) – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (G.U. n. 61 del 12-3-2008).
- Decreto Legislativo 09/04/2008 n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (Suppl. Ordinario n.108) – (sostituisce e abroga tra gli altri D. Lgs. 494/96, D.Lgs. n. 626/94, D.P.R. n. 547/55).

### 3 CARATTERISTICHE INFRASTRUTTURE ELETTROMECCANICHE

#### 3.1 Aerogeneratori

Si riporta la lista dei principali item elettrici costituenti l'aerogeneratore:

- generatore;
- convertitore;
- trasformatore elevatore di macchina;
- quadro elettrico MT dotato di dispositivi di sezionamento e protezione;
- quadro elettrico BT per servizi ausiliari di torre.

##### 3.1.1 Generatore

Si riportano le principali caratteristiche del generatore:

- Tipo sincro a magneti permanenti
- Potenza nominale: 6250 kW
- Tensione statorica: 3x800 V (a velocità nominale)
- Numero di poli: 36
- Range di velocità: 0-460 rpm
- Fattore di potenza:  $0,95_{CAP} - 1 - 0,95_{IND}$  ai carichi parziali e a pieno carico
- Frequenza: 0-138 Hz
- classe di protezione involucro: IP54.

##### 3.1.2 Convertitore

Il convertitore è del tipo full-scale converter e consente di controllare la potenza e la frequenza della potenza generata e immessa in rete al variare della velocità di rotazione delle pale. Il convertitore consente altresì di regolare la potenza reattiva al fine di soddisfare eventuali servizi richiesti dal gestore della rete.

Si riportano le principali caratteristiche:

- Potenza nominale: 6550 kVA ( $A_n$ )
- Tensione lato rete: 3x720V
- Tensione lato generatore: 3x800V
- Corrente nominale lato rete: 5250A
- Classe di protezione involucro: IP54.



### 3.1.3 *Trasformatore elevatore di macchina*

Il trasformatore elevatore di macchina ha la funzione di innalzare la tensione BT in output dal convertitore (720V) al valore di tensione MT (30kV) previsto all'interno del parco eolico.

Di seguito i dati di targa della macchina:

- Potenza nominale: 7000 kVA ( $A_n$ )
- Rapporto di trasformazione:  $33\pm 2,5\%\pm 5\%/0,720$  kV
- Gruppo Vettoriale: Dyn5 / YNyn0
- Frequenza: 50 Hz
- Tensione di Cto.Cto - Vcc: 9%
- Classe isolamento: F
- Temperatura massima di funzionamento: 90°C
- Classe Comportamento al fuoco: F1
- Classe climatica e ambientale: C2, E2.

### 3.2 **Quadro elettrico MT connessione rete (collettore di impianto)**

Ciascun aerogeneratore sarà connesso alla rete di distribuzione interna mediante un quadro elettrico in media tensione a 30 kV avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale/esercizio: 30 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- N° fasi: 3
- Corrente nominale delle sbarre principali: 1250 A
- Corrente nominale ammissibile di breve durata: 12,5 kA
- Corrente nominale di picco: 31,5 kA
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 12,5 kA
- Durata nominale del corto circuito: 1s.

I quadri MT e le relative apparecchiature di sezionamento e protezione saranno progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (*International Electrotechnical Commission*) in vigore.

### 3.3 Sottostazione MT/AT Utente

L'energia prodotta dalla centrale eolica *BOREAS* sarà immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale mediante la sottostazione elettrica di proprietà della società Sardeolica S.r.l., attualmente al servizio dei parchi in esercizio di Ulassai e Maistu. A tale scopo la sottostazione sarà opportunamente adeguata ed ampliata, come descritto al Capitolo 1 e riportato nell'elaborato "*EL-SH3512 -Schema unifilare di potenza adeguamento SSE utente e opere di connessione*", allegato.

Si riportano a titolo informativo le principali caratteristiche del trasformatore elevatore MT/AT e delle apparecchiature AT previsti nella SSE:

#### **Trasformatore MT/AT**

- Tensione nominale primaria: 150kV
- Tensione nominale secondaria: 30kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Potenza nominale: 50 MVA
- Vcc%: 12,6 %
- Regolazione della tensione AT:  $\pm 10$  gradini da 1,5 % della tensione nominale
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF
- Gruppo Y/ynO.

#### **Apparecchiature e componenti AT:**

- Tensione massima sezione: 170 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Potere di interruzione interruttori: 31.5 kA
- Corrente di breve durata: 31.5 kA
- Condizioni ambientali limite: -25/+40°C
- Salinità di tenuta superficiale degli isolamenti: 56 g/l
- Durata nominale del corto circuito trifase prevista è di 1 s.
- Componenti AT saranno dimensionati per una corrente di cto-cto di 31,5 kA.
- Correnti termiche dello stallo linea dovranno essere di 1250A , per le sbarre di 2000A

Sovratensioni temporanee di prova:

- sovratensione ad impulso atmosferico (1.2/50 $\mu$ s);
- sovratensione ad impulso di manovra (250/2500 $\mu$ s);
- sovratensione di breve durata a frequenza industriale (a secco o sotto pioggia).

Principali distanze:

---

**Progetto Boreas - Ampliamento Parco Eolico di Ulassai e Perdasdefogu nel territorio di Jerzu (NU) - Dicembre 2020**

---

- Distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori: 2,20m
- Altezza dei conduttori di stallo (asse morsetti sezionatori di sbarra): 4,50m

## 4 DIMENSIONAMENTO LINEE MT

### 4.1 Criteri di progetto

Al fine di razionalizzare e ottimizzare dal punto di vista tecnico-economico la prevista configurazione impiantistica, la progettazione è stata preceduta da un'attenta analisi dello stato attuale del parco eolico di Ulassai sotto il profilo delle infrastrutture elettriche.

Sulla base delle informazioni progettuali disponibili, l'impianto per la distribuzione dell'energia verso la stazione di connessione alla RTN verrà realizzato con cavidotti interrati entro uno scavo di profondità variabile nell'intervallo 1m - 1,5m, linee MT a 30 kV in cavo cordato ad elica con conduttore in alluminio, con sezione variabile da 50 mm<sup>2</sup> a 630mm<sup>2</sup>.

Tenuto conto delle soluzioni individuate si è proceduto alle seguenti verifiche elettriche del cavo scelto:

- portata in regime permanente;
- caduta di tensione;
- tenuta termica alle correnti di forte intensità e di breve durata.

### 4.2 Verifica portate in regime permanente

I cavi elettrici sono stati dimensionati in modo tale che risulti soddisfatta la relazione:

$$I_b \leq I_z \quad (1)$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego del cavo corrispondente alla potenza massima in transito sul tratto di linea considerata;
- $I_z$  è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa.

### 4.3 Cavi per la distribuzione elettrica in MT

Le linee di distribuzione in MT sono state dimensionate considerando la modalità e profondità di posa e le lunghezze delle linee in progetto.

I cavi utilizzati sono unipolari, del tipo ARE4H1RX - 18/30 kV -  $U_{max}$ : 36 kV elicordati, con le seguenti caratteristiche costruttive:

- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso
- Isolamento: polietilene reticolato XLPE senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo

**Progetto Boreas - Ampliamento Parco Eolico di Ulassai e Perdasdefogu nel territorio di Jerzu (NU) - Dicembre 2020**

- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità ST2
- Colore: rosso.

Le caratteristiche dei cavi sono illustrate nelle tabelle di seguito riportate:

### Caratteristiche tecniche

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno max	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 35	7,0	8,0	33,5	1030	144	152	142	149
1 x 50	8,1	8,0	34,1	1150	174	183	168	177
1 x 70	9,7	8,0	36,2	1300	218	229	207	218
1 x 95	11,4	8,0	38,2	1450	266	280	247	260
1 x 120	12,9	8,0	40,0	1650	309	325	281	296
1 x 150	14,3	8,0	41,0	1800	352	371	318	335
1 x 185	16,0	8,0	43,1	2020	406	427	361	380
1 x 240	18,3	8,0	45,0	2300	483	508	418	440
1 x 300	21,0	8,0	47,0	2620	547	576	472	497
1 x 400	23,6	8,0	51,1	3080	640	674	543	572
1 x 500	26,5	8,0	53,0	3630	740	779	621	654
1 x 630	30,1	8,0	60,2	4250	862	907	706	743

\* Resistività termica del terreno 100°C cm/W

Tabella 1 - Caratteristiche tecniche cavi in MT tipo ARE4H1R - 18/30 kV

## Caratteristiche elettriche

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz		Reattanza di fase		Capacità a 50Hz
		$\Omega/\text{km}$	$\Omega/\text{km}$	$\Omega/\text{Km}$	$\Omega/\text{Km}$	
n° x mm <sup>2</sup>	$\Omega/\text{Km}$	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	$\mu\text{F}/\text{km}$
1 x 35	0,868	1,113	1,113	0,16	0,21	0,15
1 x 50	0,641	0,822	0,822	0,15	0,20	0,15
1 x 70	0,433	0,568	0,568	0,14	0,20	0,16
1 x 95	0,320	0,411	0,411	0,13	0,19	0,18
1 x 120	0,253	0,325	0,325	0,13	0,18	0,19
1 x 150	0,206	0,265	0,265	0,12	0,18	0,20
1 x 185	0,164	0,211	0,211	0,12	0,18	0,22
1 x 240	0,125	0,161	0,161	0,11	0,17	0,24
1 x 300	0,100	0,130	0,129	0,11	0,17	0,27
1 x 400	0,0778	0,102	0,101	0,11	0,16	0,29
1 x 500	0,0605	0,0801	0,0794	0,10	0,16	0,32
1 x 630	0,0469	0,0635	0,0625	0,099	0,16	0,36

Tabella 2 - Caratteristiche elettriche cavi in MT tipo ARE4H1R - 18/30 kV

## 4.4 Verifica delle portate

La seguente tabella riporta i valori di portata nominali:

Tratta	Ib [A]	S [mmq]	Iz [A]
<b>CLUSTER 1</b>			
SSE-J04	513,81	630	706
J04-J03	385,36	400	543
J03-J02	256,90	185	361
J02-J01	128,45	50	168
<b>CLUSTER 2</b>			
SSE-J06	128,45	50	168
<b>CLUSTER 3</b>			
SSE-J07	256,90	185	361
J07-J05	128,45	50	168
<b>CLUSTER 4</b>			
SSE-J08	385,36	400	543
J08-J09	256,90	185	361
J09-J10	128,45	50	168

Tabella 3 –Portate in progetto

#### 4.5 Verifica cadute di tensione

I cavi elettrici sono stati dimensionati in modo tale che sia soddisfatta la relazione:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = \frac{\Delta V \cdot L \cdot I_b}{V} \cdot 100 \leq 5\%$$

Dove:

- $\Delta V\%$  è la caduta di tensione percentuale nell'impianto.
- $\Delta V$  è la caduta di tensione specifica (V/A·km);
- $I_b$  è la corrente di impiego del cavo(A).

La verifica delle cadute di tensione è stata effettuata per le diverse tratte considerando gli opportuni dati tecnici di riferimento in Tabella 1. La verifica della caduta di tensione nelle reti MT in cavo, sia per la loro limitata lunghezza sia per i bassi valori di impedenza specifica, non è in genere determinante nella scelta delle sezioni; i valori calcolati sono riportati in Tabella 4, il valore massimo di caduta di tensione è del 2,56% per il cluster 3.

Tratta	I <sub>b</sub> [A]	S [mmq]	R (Ω/km)	L (km)	ΔV%
<b>CLUSTER 1</b>					
SSE-J04	513,81	630	0,0635	3,85	1,14
J04-J03	385,36	400	0,102	1,75	0,54
J03-J02	256,90	185	0,211	0,62	0,22
J02-J01	128,45	50	0,822	1,00	0,60
<b>CLUSTER 2</b>					
SSE-J04	513,81	630	0,822	2,86	1,71
<b>CLUSTER 3</b>					
SSE-J07	256,90	185	0,211	2,56	0,92
J07-J05	128,45	50	0,822	2,75	1,64
<b>CLUSTER 4</b>					
SSE-J08	385,36	400	0,102	1,29	0,40
J08-J09	256,90	185	0,211	1,90	0,68
J09-J10	128,45	50	0,822	2,37	1,41

Tabella 4 – Verifica cadute di tensione

#### 4.6 Verifica termica alle correnti di corto circuito

In caso di corto circuito occorre verificare che le relative correnti non determinino temperature eccessive nei conduttori e nell'isolamento.

La massima corrente di corto circuito sopportabile dal cavo può essere determinata con la seguente formula:

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

dove:

- $I_{cc}$  corrente di corto circuito (A)
- S sezione del conduttore (mm<sup>2</sup>)
- t durata del corto circuito (tempo di intervento delle protezioni <1s)
- K coefficiente che dipende dalle caratteristiche del materiale conduttore e dalla differenza di temperatura all'inizio e alla fine del corto circuito. Con temperatura del conduttore all'inizio di 90°C e alla fine del corto circuito di 250°C per conduttore di alluminio K=92.

La corrente di cortocircuito che i cavi possono sopportare per 1 secondo sono indicati nella seguente tabella:

Tratta	S [mmq]	I <sub>cc</sub> (1 s) [kA]
<b>CLUSTER 1</b>		
SSE-J04	630	57,96
J04-J03	400	36,80
J03-J02	185	17,02
J02-J01	50	4,60
<b>CLUSTER 2</b>		
513,81	50	4,60
<b>CLUSTER 3</b>		
SSE-J07	185	17,02
J07-J05	50	4,60
<b>CLUSTER 4</b>		
SSE-J08	400	36,80
J08-J09	185	17,02
J09-J10	50	4,60

Tabella 5 – Verifica Correnti di Corto Circuito



#### 4.7 Protezione dei circuiti MT

Le unità di protezione elettrica dei circuiti MT saranno basate su tecnologia a microprocessore e adatte a garantire elevata affidabilità e disponibilità di funzionamento.

Le unità di protezione saranno di tipo espandibile e potranno essere dotate, anche in un secondo tempo, di ulteriori accessori che permetteranno di realizzare:

- automatismi di richiusura per linee MT;
- gestione dei segnali dai trasformatori;
- acquisizione dei valori di temperatura da sonde termiche;
- emissione di una misura analogica associabile ad una delle grandezze misurate dall'unità stessa (correnti, temperature, ecc.).

La regolazione delle soglie, avverrà direttamente in valori primari nelle relative grandezze espresse in corrente o tempo rendendo più semplice l'utilizzo e la consultazione all'operatore.

Saranno implementate le seguenti protezioni:

- massima tensione concatenata (59 - senza ritardo intenzionale);
- massima tensione omopolare (59N - ritardata);
- minima tensione concatenata (27- ritardo tipico: 300 ms);
- massima frequenza (81> senza ritardo intenzionale);
- minima frequenza (81< senza ritardo intenzionale);
- protezione contro la perdita di rete con PLC di richiusura DDI con rete presente;
- protezione direzionale di terra 67N;
- massima corrente 50/51;
- massima corrente di terra 50N/51N;
- sequenza negativa / squilibrio 46;
- mancata apertura interruttore 50BF.

Il valori di taratura delle diverse protezioni saranno definiti in fase di progettazione esecutiva.

## 4.8 Protezione dei circuiti BT

### 4.8.1 Protezione contro i sovraccarichi

La protezione dei sovraccarichi è effettuata secondo la norma CEI 64-8/4 rispettando le condizioni seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove:

- $I_b$  = Corrente di impiego del circuito
- $I_n$  = Corrente nominale del dispositivo di protezione
- $I_z$  = Portata in regime permanente della conduttura
- $I_f$  = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

### 4.8.2 Protezione contro i cortocircuiti

La protezione dei cortocircuiti sarà effettuata secondo la norma CEI 64-8/4 rispettando le condizioni seguenti:

$$I_{cc_{max}} \leq P.d.I.$$

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

Dove:

- $I_{cc_{max}}$  = Corrente di cortocircuito massima
- P.d.I. =Potere di interruzione apparecchiatura di protezione
- $I^2t$  = Integrale di Joule della corrente di cortocircuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)
- K = Coefficiente della conduttura utilizzata
  - 115 per cavi isolati in PVC;
  - 135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica;
  - 143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato;
- S = Sezione della conduttura.

#### **4.9 Contributo alle correnti di corto circuito**

Il calcolo del contributo dell'impianto alla corrente di corto circuito al punto di consegna (Point of Common Coupling - PCC) è fatto considerando la situazione più gravosa valutando il contributo al corto circuito dell'impianto eolico.

Il contributo alla corrente di corto circuito lato c.a. AT a 150kV è in genere trascurabile rispetto al contributo della rete in quanto i sistemi di controllo degli aerogeneratori limitano la corrente in uscita ad un valore doppio della corrente nominale e si portano in stand-by in pochi decimi di secondo per intervento delle protezioni interne. Il contributo al corto circuito sul lato c.a. AT può essere calcolato considerando il contributo proveniente dagli aerogeneratori e maggiorando del 100% il valore della corrente nominale complessiva.

Di conseguenza, tenuto conto che la potenza nominale di ciascun convertitore associato agli aerogeneratori è di 6550 kVA ( $A_n$ ) e che alla tensione di 720V la corrente nominale è di 5250A, il contributo al c.to c.to al punto di consegna a 150kV dovuto ai n°10 aerogeneratori risulta pari a 504 A.