Regione Autonoma della Sardegna	Provincia di Sassari	Comune di Ittiri (SS)	Comune di Villanova Monteleone (SS)

Committente:

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma
P.IVA/C.F. 06400370968

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "ALAS"

- Comuni di Ittiri e Villanova Monteleone (SS) -

Documento: **PROGETTO DEFINITIVO INFRASTRUTTURE ELETTRICHE**				N° Documento: PEALAS-E04			
ID PROGETTO:	**PEALAS**	DISCIPLINA:	**P**	TIPOLOGIA:		FORMATO:	A4

Elaborato:

Calcoli elettrici preliminari

FOGLIO:		SCALA:		Nome file:	PEALAS-E04_Calcoli elettrici preliminari

A cura di:

iat CONSULENZA E PROGETTI
www.iatprogetti.it

Progettista:
Ing. Giuseppe Frongia

Gruppo di progettazione:
Ing. Giuseppe Frongia
(coordinatore e responsabile)
Ing. Marianna Barbarino
Ing. Enrica Batzella
Ing. Antonio Dedoni
Ing. Gianluca Melis
Ing. Emanuela Spiga
Dott. Andrea Cappai
Dott. Matteo Tatti

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA CAGLIARI
N. 3453 Dott. Ing. Giuseppe Frongia

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	15/07/2020	PRIMA EMISSIONE	IAT	GF	RWE

INDICE

1 PREMESSA 4
2 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI 5
3 CARATTERISTICHE INFRASTRUTTURE ELETTROMECCANICHE 6
3.1 Aerogeneratori 6
3.1.1 Sistema elettrico dell'aerogeneratore 6
3.1.2 Convertitore 6
3.1.3 Generatore 6
3.1.4 Trasformatore elevatore di macchina 7
3.2 Quadro elettrico MT connessione rete (collettore di impianto) 8
3.3 Sottostazione MT/AT Utente 8
3.4 Trasformatore elevatore 30/150kV 9
4 CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO CAVIDOTTI 10
4.1 Criteri di progetto per la connessione dei nuovi aerogeneratori 10
4.2 Verifica portate in regime permanente 11
4.3 Cavi per la distribuzione elettrica in MT 11
4.4 Verifica delle portate 13
4.5 Verifica cadute di tensione 13
4.6 Verifica termica alle correnti di corto circuito 14
4.7 Protezione dei circuiti MT 15
4.8 Protezione dei circuiti BT 16
4.8.1 Protezione contro i sovraccarichi 16
4.8.2 Protezione contro i cortocircuiti 16
4.9 Contributo alle correnti di corto circuito al PCC 17
5 ELENCO ELABORATI PROGETTO INFRASTRUTTURE ELETTRICHE 18

1 PREMESSA 4
2 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI 5
3 CARATTERISTICHE INFRASTRUTTURE ELETTROMECCANICHE 6
3.1 Aerogeneratori 6
3.1.1 Sistema elettrico dell'aerogeneratore 6
3.1.2 Convertitore 6
3.1.3 Generatore 6
3.1.4 Trasformatore elevatore di macchina 7

3.2 Quadro elettrico MT connessione rete (collettore di impianto) 8
3.3 Sottostazione MT/AT Utente 8
3.4 Trasformatore elevatore 30/150kV 9
4 CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO CAVIDOTTI 10
4.1 Criteri di progetto per la connessione dei nuovi aerogeneratori 10
4.2 Verifica portate in regime permanente 11
4.3 Cavi per la distribuzione elettrica in MT 11
4.4 Verifica delle portate 13
4.5 Verifica cadute di tensione 13
4.6 Verifica termica alle correnti di corto circuito 14
4.7 Protezione dei circuiti MT 15
4.8 Protezione dei circuiti BT 16
4.8.1 Protezione contro i sovraccarichi 16
4.8.2 Protezione contro i cortocircuiti 16
4.9 Contributo alle correnti di corto circuito al PCC 17
5 ELENCO ELABORATI PROGETTO INFRASTRUTTURE ELETTRICHE 18

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica, facente parte integrante del progetto definitivo del Parco eolico denominato "Alas" nei comuni di Ittiri e Villanova Monteleone (SS), descrive le caratteristiche delle infrastrutture elettriche per il collegamento degli aerogeneratori alla nuova stazione di utenza in località *Sa Tanca de Pittigheddu* (Ittiri) ai fini del successivo collegamento alla RTN.

Il progetto prevede l'installazione di n. 11 turbine di ultima generazione, aventi potenza nominale indicativa di 6.0 MW ciascuna, per una potenza complessiva da installare di 66 MW, in accordo con le indicazioni del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (Terna), comunicate con preventivo per la connessione del 15/06/2020 (rif. TERNA/P20200035974-15/06/2020 – Codice pratica 202000206).

Gli aerogeneratori previsti, 9 in territorio di Ittiri e 2 in quello di Villanova Monteleone, saranno elettricamente interconnessi e raggruppati in 3 sottocampi con cavi in Media Tensione (30 kV) per il successivo collegamento diretto alla stazione di utenza, da realizzarsi in prossimità della S.S. 131bis, a circa 4.5 km a nordest del più vicino aerogeneratore. Detta stazione elettrica (30/150 kV) convoglierà poi l'energia prodotta dagli aerogeneratori, tramite trasformatore da 70MVA, al futuro ampliamento a 150 kV della stazione elettrica RTN 380 kV "Ittiri".

Nel seguito saranno definite le caratteristiche dell'impianto eolico e dei circuiti di distribuzione in c.a. in media tensione e alta tensione.

I criteri progettuali seguiti, 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.

Dal punto di vista del dimensionamento degli impianti il documento è redatto 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.

Le condizioni ambientali di riferimento nei calcoli effettuati nella presente relazione sono:

- temperatura interna da – 5°C a + 40°C,
- temperatura esterna da – 10°C a + 70°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.

Le principali leggi, norme e regolamenti cui il presente progetto si uniforma sono nel seguito richiamate.

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

3.1.1 Sistema elettrico dell'aerogeneratore

Il sistema elettrico dell'aerogeneratore è costituito dai seguenti elementi:

- generatore asincrono a doppia alimentazione;
- convertitore per l'alimentazione dei circuiti del generatore 720V, 7200 kVA;
- trasformatore elevatore BT/MT – 0.72/30kV, 6000kW;
- quadro elettrico a MT con dispositivi di sezionamento e protezione;
- quadro elettrico BT per servizi ausiliari di torre.

3.1.2 Convertitore

Il convertitore è del tipo "back-to-back" 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.

3.1.3 Generatore

Il generatore è del tipo asincrono a doppia alimentazione.

Il generatore asincrono a doppia alimentazione, conosciuto anche con l'acronimo di DFIG (Doubly-Fed Induction Generator), è essenzialmente una macchina asincrona con rotore avvolto che viene allacciata alla rete sia con lo statore che con il rotore. Lo statore può essere connesso direttamente alla rete di alimentazione mentre il rotore necessita di un convertitore di frequenza per la connessione.

I generatori possono essere predisposti a fornire "Servizi di Rete", infatti, a seguito della recente pubblicazione della Norma CEI 0-16, alle nuove installazioni sul territorio italiano potranno essere richiesti servizi che già sono richiesti in altri Paesi europei (Danimarca, Germania e Spagna per primi), come:

- Possibilità di riduzione della potenza immessa in rete;
- Insensibilità agli abbassamenti di tensione (*low voltage ride through*);
- Regolazione della potenza attiva (regolazione primaria di frequenza);
- Regolazione della potenza reattiva (regolazione primaria di tensione);

- Inserimento graduale della potenza immessa in rete.

Il secondo punto risulta particolarmente critico per le turbine a velocità variabile, le quali sono sempre equipaggiate con convertitori elettronici, che risultano particolarmente sensibili alle sovratensioni e sovracorrenti indotte durante i guasti e che perciò devono essere opportunamente salvaguardati attraverso l'impiego di dispositivi (barra di blocco o *crow-bar*) che garantiscano la continuità di servizio della macchina.

Il soddisfacimento di questi requisiti porta notevole giovamento alla sicurezza e alla qualità del sistema elettrico dove l'impianto sarà connesso; d'altro canto, la necessità di ridurre la potenza prodotta, a causa della partecipazione alla regolazione primaria di frequenza, potrebbe ripercuotersi sulla producibilità dell'impianto.

La costruzione del generatore è specificatamente progettata per un'alta efficienza in ogni condizione di carico.

Durante il suo funzionamento il generatore è mantenuto alla temperatura ottimale di funzionamento attraverso un sistema di raffreddamento a vuoto pressurizzato. Il generatore è dotato di un sistema separato di ventilazione controllata a termostato che, garantendo un efficace raffreddamento, gli permette di funzionare a temperature ben al di sotto del normale livello previsto dalla classe di isolamento standard, favorendo in tal modo l'allungamento della vita attesa per l'isolamento degli avvolgimenti.

Di seguito se ne riassumo le caratteristiche tecniche principali:

- potenza nominale: 6000 kW;
- Tensione nominale: 690 V;
- Fattore di potenza: $0{,}90_{CAP}$ - $0{,}90_{IND}$ ai carichi parziali e a pieno carico;
- Velocità di rotazione nominale: 1120 rpm.

3.1.4 Trasformatore elevatore di macchina

Il trasformatore elevatore di macchina ha la funzione di modificare la tensione dal valore di 690V al valore di 30kV scelto per la rete di distribuzione e immissione dell'energia prodotta in rete attraverso la nuova sezione 30kV/150kV della stazione utente della RWE Renewables Italia S.r.l.

Il trasformatore sarà del tipo in resina a secco isolato con materiali autoestinguenti e con le seguenti caratteristiche principali:

- Potenza nominale A_n: 7200 kVA;
- Rapporto di trasformazione: 33/0,690 kV;
- Gruppo Vettoriale: Dyn11;

- Frequenza: 50 Hz;
- Tensione di Cto.Cto - Vcc: 10,6%;

3.2 Quadro elettrico MT connessione rete (collettore di impianto)

Ciascun aerogeneratore sarà connesso alla rete di distribuzione interna mediante un quadro elettrico a Media tensione 30kV.

Le caratteristiche tecniche dei quadri sono le seguenti:

- Tensione nominale/esercizio: 30 kV;
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- N° fasi: 3;
- Corrente nominale delle sbarre principali:630 A;
- Corrente nominale ammissibile di breve durata: 12,5 A;
- Corrente nominale di picco: 31,5 kA;
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 12,5 kA;
- Durata nominale del corto circuito: 1s.

Ciascun quadro MT e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (*International Electrotechnical Commission*) in vigore.

3.3 Sottostazione MT/AT Utente

Le principali caratteristiche delle apparecchiature e dei componenti di stazione AT (da confermare in fase di ingegneria esecutiva) sono le seguenti:

- 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.

Le principali distanze sono le seguenti

- 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.

Gli impianti devono essere progettati, costruiti ed installati in modo da sopportare in sicurezza le

sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito in conformità alla Norma CEI 99-2.

La durata nominale di corto circuito trifase prevista è di 1 s.

I componenti ed il macchinario AT saranno dimensionati per una corrente di cto-cto di 31,5 kA.

Le correnti termiche dello stallo linea dovranno essere di 1250A, per le sbarre di 2000A.

Le apparecchiature, il macchinario ed i componenti AT di stazione devono essere progettati per sopportare la tensione massima nominale a frequenza industriale della rete a cui si collegano.

Le sovratensioni temporanee di prova sono:

– sovratensione ad impulso atmosferico (1.2/50μs);

– sovratensione ad impulso di manovra (250/2500μs);

– sovratensione di breve durata a frequenza industriale (a secco o sotto pioggia).

3.4 Trasformatore elevatore 30/150kV

Il trasformatore AT/MT impiegato nella sottostazione avrà le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- Tensione nominale primaria: 150kV
- Tensione nominale secondaria: 30kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Potenza nominale: 70 MVA
- Vcc% 12,6 %
- Regolazione della tensione AT ± 10 gradini da 1,5 % della tensione nominale
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF
- Gruppo Y/ynO.

4 CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO CAVIDOTTI

4.1 Criteri di progetto per la connessione dei nuovi aerogeneratori

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 per l'individuazione del layout ottimale le infrastrutture elettriche a partire dalla dislocazione nel territorio (*site mapping*) degli aerogeneratori.

Sulla base delle informazioni progettuali disponibili, l'impianto per la distribuzione dell'energia verso la stazione di connessione alla RTN è 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^2 a 300mm^2.

Gli 11 aerogeneratori confluiranno al quadro MT collettore di impianto costituito da n. 3 scomparti a media tensione (vedasi schema a blocchi dell'impianto in Figura 1).

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.

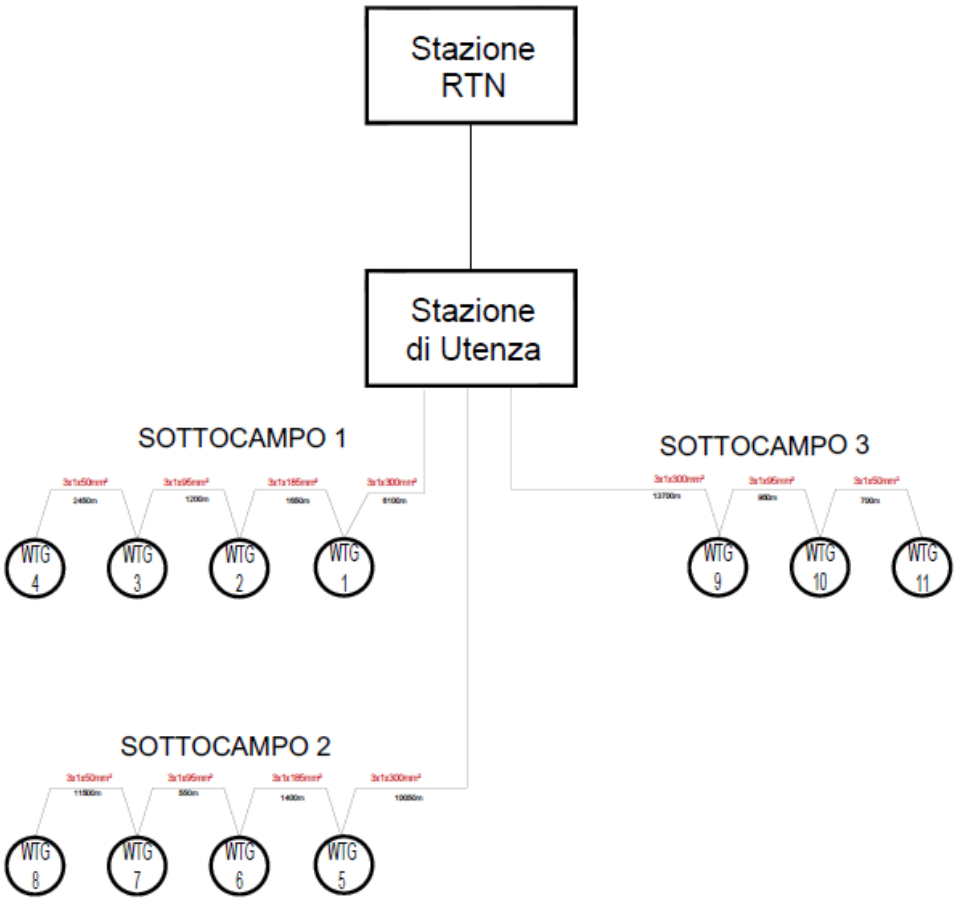

Figura 1 – Parco eolico PEALAS – Schema a blocchi

4.2 Verifica portate in regime permanente

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

$$Ib \leq Iz \qquad (1)$$

dove:

- Ib è la corrente di impiego del cavo corrispondente alla potenza massima in transito sul tratto di linea considerata;
- Iz 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

La linea di distribuzione in MT realizza le connessioni tra le cabine di conversione/trasformazione e le connette al locale di consegna. I cavi sono stati dimensionati 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 - Umax: 36 kV elicordati con le caratteristiche costruttive seguenti:

- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso
- Isolamento: polietilene reticolato XLPE senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità ST2
- Colore: rosso.

Le caratteristiche elettriche dei cavi sono illustrate nella Tabella 1.

18/30 kV Caratterisitche elettriche - electrical characteristics

Formazione *Size*	Capacità nominale *Nominal capacity*	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0 *Nominal capacitive current at voltage U_0*	Reattanza di fase a 50 HZ *Reactance phase 50HZ*	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C *Conductor max electrical resist. CC at 20°C*	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C *Screen max electrical resist. CC at 20°C*	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C *Conductor max electrical resist. CA at 20°C*	Portata di corrente *Current rating* A		Corrente di corto circuito del conduttore *Short circuit current con-ductor* (1s)
							in aria a *in air at 30° C*	interrato a 20° C *Underground at 20° C*	
n° x mm²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km		Rt=1m°C/W	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

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

4.4 Verifica delle portate

I valori previsti per le condizioni di esercizio in progetto sono i seguenti riportati in Tabella 2.

Tratta	POTENZA	Ib (A)	S (mmq)	Iz(A)
SOTTOCAMPO1				
STAZIONE - WTG1	2,40E+07	462	300	469
WTG1-WTG2	1,80E+07	347	185	371
WTG2-WTG3	1,20E+07	231	95	263
WTG3-WTG4	6,00E+06	116	50	181
SOTTOCAMPO2				
STAZIONE - WTG5	2,40E+07	462	300	469
WTG5-WTG6	1,80E+07	347	185	371
WTG6-WTG7	1,20E+07	231	95	263
WTG7-WTG8	6,00E+06	116	50	181
SOTTOCAMPO 3				
STAZIONE - WTG9	1,80E+07	347	300	469
WTG9-WTG10	1,20E+07	231	95	263
WTG10-WTG11	6,00E+06	116	50	181

Tabella 2 – Verifica portate in progetto

4.5 Verifica cadute di tensione

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

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

Dove:

- ΔV% è la caduta di tensione percentuale nell'impianto.
- ΔV è la caduta di tensione specifica (V/A·km);
- Ib 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 3, i valori massimi di caduta di tensione sono del 2.78% per il sottocampo 1, del 2,89% per il sottocampo 2 e del 2,58 per il sottocampo 3.

Tratta	Ib (A)	S (mmq)	R (Ohm/km)	L (km)	DV%
SOTTOCAMPO1					
STAZIONE - WTG1	462	300	0,13	6,10	1,22
WTG1-WTG2	347	185	0,21	1,65	0,40
WTG2-WTG3	231	95	0,41	1,20	0,38
WTG3-WTG4	116	50	0,82	2,45	0,78
SOTTOCAMPO2					
STAZIONE - WTG5	462	300	0,13	10,05	2,01
WTG5-WTG6	347	185	0,21	1,40	0,34
WTG6-WTG7	231	95	0,41	0,55	0,17
WTG7-WTG8	116	50	0,82	1,15	0,36
SOTTOCAMPO 3					
STAZIONE - WTG9	347	300	0,13	13,70	2,06
WTG9-WTG10	231	95	0,41	0,95	0,30
WTG10-WTG11	116	50	0,82	0,70	0,22

Tabella 3 – 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:

$$Icc = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}}$$

dove:

- Icc corrente di corto circuito (A)
- S sezione del conduttore (mm^2)
- 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 dovranno sopportare entro 1 secondo e i valori ammissibili sono indicati in Tabella 4.

Tratta	S (mmq)	Icc (1s) (kA)
SOTTOCAMPO1		
STAZIONE - WTG1	300	27,6
WTG1-WTG2	185	17,02
WTG2-WTG3	95	8,74
WTG3-WTG4	50	4,6
SOTTOCAMPO2		
STAZIONE - WTG5	300	27,6
WTG5-WTG6	185	17,02
WTG6-WTG7	95	8,74
WTG7-WTG8	50	4,6
SOTTOCAMPO 3		
STAZIONE - WTG9	300	27,6
WTG9-WTG10	95	8,74
WTG10-WTG11	50	4,6

Tabella 4 – Verifica Correnti di Cto Cto

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.

I 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:

$$Ib \leq In \leq Iz$$

$$If \leq 1{,}45\ Iz$$

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:

$$Icc_{max} \leq P.d.I.$$

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

Dove:

- Icc_{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 al PCC

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 massima di ciascun aerogeneratore è di 6150 kW (An) alla tensione di rete di 690V, con una corrente nominale massima di 5150A, il contributo al c.to c.to complessivo al punto di consegna, considerando un contributo pari a 2 volte la corrente nominale degli aerogeneratori, nel punto di consegna 150kV risulta pari a 508A.

5 ELENCO ELABORATI PROGETTO INFRASTRUTTURE ELETTRICHE

PEALAS-E01_Elenco elaborati progetto elettrico
PEALAS-E02_Piano tecnico delle opere - Infrastrutture elettriche
PEALAS-E03_Elenco prezzi unitari
PEALAS-E04_Calcoli elettrici preliminari
PEALAS-E05_Computo metrico estimativo
PEALAS-E06.01_Planimetria catastale - Quadro A
PEALAS-E06.02_Planimetria catastale - Quadro B
PEALAS-E06.03_Planimetria catastale - Quadro C
PEALAS-E06.04_Planimetria catastale - Quadro D
PEALAS-E06.05_Planimetria catastale - Quadro E
PEALAS-E06.06_Planimetria catastale - Quadro F
PEALAS-E07.01.01_Planimetria piano particellare d'esproprio - QUADRO A
PEALAS-E07.01.02_Planimetria piano particellare d'esproprio - QUADRO B
PEALAS-E07.01.03_Planimetria piano particellare d'esproprio - QUADRO C
PEALAS-E07.01.04_Planimetria piano particellare d'esproprio - QUADRO D
PEALAS-E07.01.05_Planimetria piano particellare d'esproprio - QUADRO E
PEALAS-E07.01.06_Planimetria piano particellare d'esproprio - QUADRO F
PEALAS-E07.02_Elenco ditte comune di Ittiri
PEALAS-E07.03a_Relazione di Stima per Indennità d'esproprio
PEALAS-E07.03b_Tabelle indennità di esproprio
PEALAS-E08_Schema elettrico unifilare
PEALAS-E09a, b, c_ Tracciato cavidotti - Planimetria sviluppo stradale con attraversamenti
PEALAS-E10a, b, c_ Tracciato cavidotti - Planimetria tipologica sezioni
PEALAS-E11_Sezioni tipo vie cavo
PEALAS-E12_Risoluzioni interferenze cavidotto
PEALAS-E13_Layout impianto di terra
PEALAS-E14_Stazione di Utenza - Planimetria elettromeccanica - Sezioni - Schema Unifilare
PEALAS-E15_Stazione di Utenza - Fabbricato quadri
PEALAS-E16_Stazione di Utenza - Particolari Costruttivi