

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA		Pagina 1 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore		Numero Doc. F20GD-DOC-002
			Revisione 00

Committente
EFFEVENTI S.r.l.
Via Caminadella, 13
20123 MILANO

-

Opera

Impianto di Generazione Eolica Off-Shore
Capitaneria di Porto di Termoli (CB)

-

Oggetto

Descrizione tecnica di principio
dell'impianto elettrico

-

RELAZIONE TECNICA

Doc. n. F20GD-DOC-002 – Rev. 00 del 19/10/2005

							
	00	19/10/05	Edizione per V.I.A F.Grande C.G.Dondi C.G.Dondi	
	0A	08/09/05	Edizione PRELIMINARE F.Grande C.G.Dondi C.G.Dondi	
Doc. n.	F20GD-DOC-002	Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 2 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

INDICE

1	INFORMAZIONI GENERALI	4
1.1	Oggetto e Scopo	4
1.2	Disposizioni legislative, norme e guide tecniche	4
1.3	Documentazione di riferimento	8
2	CONDIZIONI AMBIENTALI	9
3	DESCRIZIONE DEI COMPONENTI	10
3.1	FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO ELETTRICO	10
3.2	DESCRIZIONE DELLE UNITÀ CHE COMPONGONO L'IMPIANTO	11
3.3	AEROGENERATORI (AG-01÷45)	13
3.4	QUADRI ELETTRICI OFF-SHORE (MV-01÷45)	15
3.5	QUADRO ELETTRICO ON-SHORE (MV-00)	17
3.6	TRASFORMATORE ELEVATORE (TR-00)	20
3.7	TRASFORMATORI AUSILIARI (TR-AUX1/2)	22
3.8	QUADRO ELETTRICO AUSILIARIO(LV-00)	24
3.9	SOTTOSTAZIONE IN ARIA A 150 kV (AT-00)	24
3.10	LINEE IN CAVO SOTTOMARINO (CSM)	27
3.11	LINEE IN CAVO TERRESTRE (CTS)	28
3.12	CASSETTE DI TERMINAZIONE (JSB)	29
3.13	LINEE AEREE A 150 kV (OHL)	29
3.14	SISTEMA DI CONTROLLO E PROTEZIONE DI SOTTOSTAZIONE	30
3.15	SISTEMA AUSILIARIO DI SOTTOSTAZIONE	32
3.16	IMPIANTO DI TERRA	36
4	CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI	38
4.1	Qualità e Provenienza dei Materiali, marcatura e prove	38
4.2	Esecuzione Opere	38
5	CRITERI DI PROTEZIONE	39

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 3 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

5.1	Stato dei Neutri	39
5.2	Sistemi di Protezione contro i Contatti Diretti	39
5.3	Impianto di Terra di Protezione Contro i Contatti Indiretti	39
5.4	Sistema delle Protezioni	39
6	RISPONDEZZA AI REQUISITI RICHIESTI DAL GESTORE DELLA RETE	40

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 4 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

1 INFORMAZIONI GENERALI

1.1 Oggetto e Scopo

Ai sensi delle Legge n. 46/1990 e del successivo regolamento d'attuazione emanato con D.P.R. n. 447/1991 in materia di sicurezza degli impianti elettrici, la presente Relazione Tecnica fornisce una descrizione tecnica di principio dell'impianto elettrico da realizzare nell'Impianto di Generazione Eolica Off-Shore, da installare, per la parte marina, sotto la giurisdizione della Capitaneria di Porto di Termoli, e per la parte su terra ferma, nella zona prospiciente il mare, alla minima distanza dalle installazioni off-shore, indicando i riferimenti normativi e i criteri progettuali osservati.

La presente relazione ha validità nell'ambito del progetto elettrico definitivo, nell'accezione della Guida CEI 0-2 Paragrafo 2.2.

Ogni sua parte dovrà poi essere verificata ed eventualmente confermata in fase di ingegneria esecutiva.

1.2 Disposizioni legislative, norme e guide tecniche

Le principali disposizioni legislative, le norme e le guide tecniche considerate nel presente studio sono le seguenti.

1.2.1 Disposizioni Legislative

- D.P.R. 547 del 1955
- Legge 186 del 1968
- Legge 46 del 1990
- D.P.R. 447 del 1991
- D.P.R. 459 del 1996

1.2.2 Norme e guide tecniche

Norme, con particolare riferimento a:

- Norma CEI 7-2 Conduttori di alluminio, alluminio/acciaio, lega di alluminio e lega di alluminio/acciaio per linee elettriche aeree
- Norma CEI 7-6 Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici
- Norme CEI 7-11 Conduttori di acciaio rivestito di alluminio a filo unico o a corda per linee elettriche aeree
- Norma CEI 10-1 Oli minerali isolanti per trasformatori e per apparecchiature elettriche
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- Norma CEI 11-18 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica – Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni
- Norma CEI 11-25 Calcolo delle correnti di c.to c.to

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 5 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

- Norma CEI 11-32 Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria
- Norma CEI 14-4 Trasformatori di potenza
- Norma CEI 14-7 Marcatura dei terminali dei trasformatori di potenza
- Norma CEI 14-8 Trasformatori di potenza a secco
- Norma CEI EN 60551 Determinazione dei livelli di rumore di trasformatori e reattori
- Norma CEI EN 60214 Commutatori sotto carico
- Norma CEI 14-12 Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco 50 Hz, da 100 kVA a 2500 kVA, con una tensione massima per il componente non superiore a 36 kV - Parte 1: Prescrizioni generali e prescrizioni per trasformatori con una tensione massima per il componente non superiore a 24 kV
- Norma CEI 17-1 Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V
- Norma CEI 17-4 Sezionatori di terra in corrente alternata per tensioni superiori a 1000V
- Norma CEI 17-5 Interruttori automatici per corrente alternata a tensione nominale non superiore a 1000V
- Norma CEI 17-6 Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1 a 52kV
- Norma CEI 17-9/1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV e inferiori a 52kV
- Norma CEI 17-13 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- Norma CEI 20-11 caratteristiche tecniche e metodi di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi per energia
- Norma CEI 20-13 Cavi isolati con gomma butilica con grado d'isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 20kV)
- Norma CEI 20-15 Cavi isolati con gomma G7 con grado d'isolamento non superiore a 4
- Norma CEI 20-20 Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750V
- Norma CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici
- Norma CEI 20-22 Cavi isolati in PVC con tensione non superiore a 450/750V non propaganti la fiamma
- Norma CEI 20-29 Conduttori per cavi isolati
- Norma CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi
- Norma CEI 20-42/1 Calcolo delle portate dei cavi elettrici . Regime di carico ciclico.
- Norma CEI 23-8 Tubi protettivi in PVC e accessori
- Norma CEI 23-12 Prese a spina per usi industriali
- Norma CEI 23-25 Tubi per installazioni elettriche
- Norma CEI 23-29 Tubi per installazioni elettriche
- Norma CEI 23-31 Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi
- Norma CEI 31-30 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 6 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

- Norma CEI 32-3 Fusibili per tensioni superiori a 1000V
- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V
- Norma CEI 38-1 Trasformatori di corrente
- Norma CEI 38-2 Trasformatori di tensione
- Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata
- Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V a corrente alternata e 1500V a corrente continua
- Norma CEI 81-1 Protezione delle Strutture Contro i Fulmini
- Norma CEI 81-4 Protezione delle Strutture Contro i Fulmini – Valutazione del Rischio Dovuto al Fulmine
- Norma CEI 81-4 V1 Protezione delle Strutture Contro i Fulmini – Valutazione del Rischio Dovuto al Fulmine”.
- Norma CEI 81-3 Valori Medi del Numero dei Fulmini a Terra per Anno e per chilometro quadrato dei Comuni d’Italia, in Ordine Alfabetico
- Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri – Codice IP
- Norma CEI EN 60694 Prescrizioni comuni per l’apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione
- Norma CEI EN 60255-6 Relè elettrici - Parte 6: Relè di misura e dispositivi di protezione
- Norma CEI EN 61733 Relè di misura e dispositivi di protezione - Interfaccia di protezione tra dispositivi di comunicazione
- Norma CEI ENV 61400 Sistemi di generazione a turbina eolica
- Norma UNI 10380 Illuminazione d’interni con luce artificiale

Guide CEI, con particolare riferimento a:

- Guida CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- Guida CEI 11-37 Guida per l’esecuzione degli impianti di terra di impianti utilizzatori in cui siano presenti sistemi con tensione maggiore di 1 kV
- Guida CEI 14 Guida per l’impiego di trasformatori di potenza
- Guida CEI 14-11 Guida di applicazione per commutatori sotto carico
- Guida CEI 20-40 Guida per l’uso di cavi a bassa tensione
- Guida CEI 31-35 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi
- Guida CEI 81-8 Guida d’applicazione all’utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione

Documenti GRTN, con particolare riferimento a:

- Doc. INSIX1016 Criteri per il coordinamento dell’isolamento nelle reti AT
- Doc. INEPI01003 Caratteristiche tecniche interruttori in SF6 ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01004 Prove e collaudi interruttori in SF6 ad Alta Tensione
- Doc. INEP I01005 Caratteristiche tecniche sezionatori ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01006 Prove e collaudi sezionatori ad Alta Tensione

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 7 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

- Doc. INEPI01031 Caratteristiche tecniche isolatori passanti ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01016 Prove e collaudi isolatori passanti ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01007 Caratteristiche tecniche trasformatori di corrente ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01008 Prove e collaudi trasformatori di corrente ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01009 Caratteristiche tecniche trasformatori di tensione capacitivi ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01010 Prove e collaudi trasformatori di tensione capacitivi ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01011 Caratteristiche tecniche – Prove e collaudi trasformatori di tensione induttivi ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01017 Caratteristiche tecniche scaricatori ad ossido di zinco metallico senza spinterometri ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01018 Prove e collaudi scaricatori ad ossido di zinco metallico senza spinterometri ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01021 Caratteristiche tecniche- Prove e collaudi morsetteria di stazione ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01025 Caratteristiche tecniche – Prove e collaudi sostegni per linee elettriche aeree ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01024 Caratteristiche tecniche – Prove e collaudi fondazioni per sostegni di linee elettriche aeree ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01026 Caratteristiche tecniche – Prove e collaudi isolatori per linee elettriche aeree ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01020 Caratteristiche tecniche- Prove e collaudi morsetteria per linee elettriche aeree ad Alta Tensione
- Doc. INEPI01022 Caratteristiche tecniche – Prove e collaudi conduttori in alluminio, lega di alluminio, alluminio e funi di guardia in acciaio zincato
- Doc. INSTX1003 Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120kV
- Doc. INSPX01097 Rete elettrica nazionale criteri di automazione delle stazioni a tensioni uguali o superiori a 120 kV
- Doc. INSTX1011 Monitoraggio del sistema elettrico
- Doc. REIPI02020 Prescrizioni tecnico funzionali impianto rilevazione incendio, temperatura e gas idrogeno
- Doc. INETI01030 Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN
- Doc. INETI03017 Composizione, requisiti e caratteristiche funzionali dei servizi ausiliari in c.a. e c.c. delle stazioni elettriche di smistamento a 150 kV della RTN

Le Norme e i documenti suddetti s'intendono alla loro ultima revisione, comprese le successive varianti e integrazioni.

La conformità alle Norme e alla regola dell'arte dovrà essere rispettata anche nello sviluppo del progetto esecutivo, che seguirà al presente progetto definitivo.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 8 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

1.3 Documentazione di riferimento

Il presente studio si basa sulla documentazione di seguito elencata:

Pos.	Doc. n. – Rev, – Data	Titolo	Note
1	F20GD-DOC-001	Relazione di dimensionamento delle apparecchiature elettriche principali	
2	F20GD-DOC-003	Descrizione di massima dei lavori d'installazione delle turbine eoliche, posa del cavo sottomarino e posa del cavo terrestre.	
3	F20GD-DOC-004	Computo metrico	
4	F20GD-DOC-005	Coordinate degli elementi principali dell'impianto	
5	F20GD-DWG-011	Schema Elettrico Unifilare Generale	
6	F20GD-DWG-021	Planimetria disposizione apparecchiature in sottostazione	
7	F20GD-DWG-022	Planimetria generale apparecchiature e percorsi cavi principali	
8	F20GD-DWG-023	Planimetria generale apparecchiature e percorsi cavi principali	
9	F20GD-DWG-024	Planimetria generale apparecchiature e percorsi cavi principali	
10		Lettera GRTN – P2005014185 del 19/07/05 – Richiesta di connessione alla Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) per un impianto di generazione da fonte eolica <i>off-shore</i> da 162 MVA, da ubicare nel settore di competenza della Capitaneria di Porto di Termoli (CB) – Codice identificativo 05028834 – Prot. GRTN 01 Luglio 2005	

Note

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 9 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

2 CONDIZIONI AMBIENTALI

Sono stati considerati i seguenti dati di installazione:

- Ambiente marino corrosivo per tutte le apparecchiature poste all'esterno dei cabinati sia sulla terra ferma che in mare.
- Ambiente marino anche per le apparecchiature nei cabinati installate off-shore
- Ambiente condizionato per le apparecchiature all'interno dei cabinati on-shore
- Temperatura ambiente media esterna inferiore a 25°C
- Temperatura ambiente media 25°C nei cabinati condizionati
- Altitudine rispetto al livello del mare trascurabile, in quanto comunque ben al di sotto di 1000 m s.l.m..

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 10 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

3 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI

3.1 FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto considerato è schematicamente indicato in Figura 1.

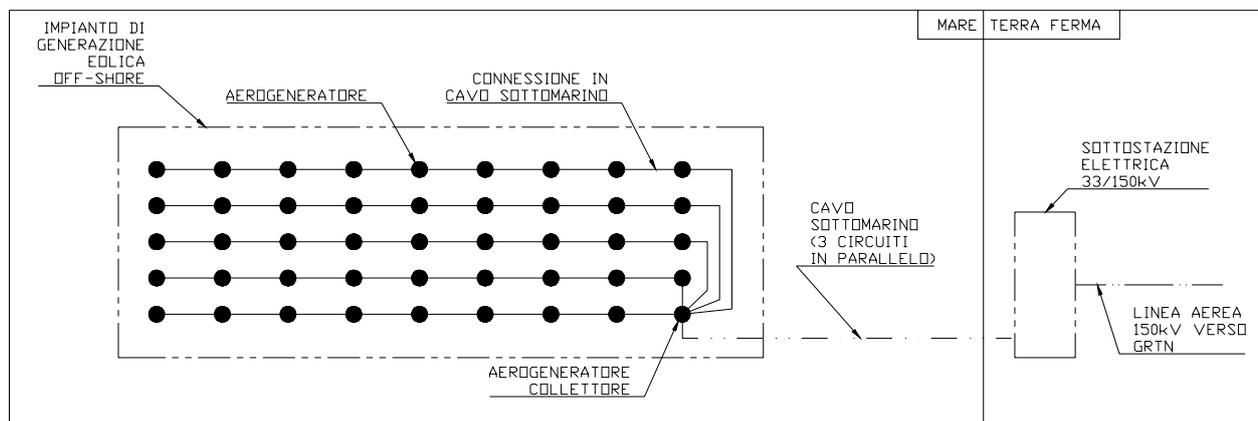


Figura 1 – Schematico dell'impianto

L'energia del vento sarà convertita in energia elettrica mediante gli aerogeneratori, ad una tensione di 3,3 kV AC 50Hz.

Il valore della tensione sarà quindi elevato, per ridurre la corrente e di conseguenza le dissipazioni Joule, fino al valore di 33 kV sulla piattaforma di ciascun generatore.

I generatori disposti su 5 file, come da Figura 1, saranno collegati in “singolo radiale” all'aerogeneratore collettore, diverso dagli altri solo per il quadro a 33 kV, che farà da collettore alle 5 file.

I collegamenti tra le varie unità verranno realizzati in cavo sottomarino, composto da un cavo di potenza e da un gruppo di fibre ottiche necessarie per il controllo delle unità.

il cavo sottomarino arrivando su una piattaforma dovrà essere terminato in una cassetta apposita, che ne permetterà l'interfaccia con il cavo terrestre e la fibra ottica, in quanto il cavo sottomarino non può essere usato per collegare direttamente le utenze elettriche.

Dal quadro collettore, sul quale può confluire tutta l'energia prodotta con una potenza massima di 162 MW, servirà come interfaccia tra la produzione in mare e il punto di connessione con la rete esterna sulla terra ferma.

La trasmissione dell'energia verrà effettuata alla tensione di 33 kV, mediante tre (3) cavi sottomarini in parallelo, fino alla sottostazione sulla terra ferma; ciò al fine di contenere le correnti capacitive direttamente proporzionali alla tensione.

Nella sottostazione sarà installato un quadro a 33kV che avrà il compito di raccogliere l'energia in arrivo dai 3 cavi sottomarini e convogliarla in un unico circuito verso un trasformatore elevatore che innalzerà la tensione fino a 150 kV, così da poter collegare l'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale tramite una linea aerea in antenna fino alla sottostazione di San Salvo Smistamento, i cui organi di interruzione e sezionamento rappresentano il limite di batteria di questo impianto.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 11 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

3.2 DESCRIZIONE DELLE UNITÀ CHE COMPONGONO L'IMPIANTO

L'impianto è composto da diverse unità funzionali elettriche, la cui ingegnerizzazione sarà eseguita secondo la regola dell'arte, sulla base dei criteri suggeriti dalle Norme di cui al Paragrafo 1.2.

Di seguito vengono elencate le principali apparecchiature elettriche, il cui dimensionamento verrà eseguito secondo i criteri elencati nel documento di cui alla posizione 5 dell'elenco al Paragrafo 1.3.

Pos.	Denominazione	Descrizione	Note
1	AEROGENERATORE (AG-01÷45) comprensivo di TRASFORMATORE DI UNITA' (TR-01÷45)	Apparecchiatura dedicata alla conversione dell'energia cinetica sprigionata dal vento in energia elettrica, mediante l'utilizzo di una turbina ad elica accoppiata ad un generatore elettrico. Sono previste 45 unità identiche dal punto di vista elettromeccanico. Il "pacchetto aerogeneratore" prevede anche la fornitura di un trasformatore di unità, a 3 avvolgimenti, per l'innalzamento della tensione a 33 kV e l'alimentazione degli ausiliari di macchina a 400 V, a partire dalla tensione di macchina di 3.3 kV.	[1]
2	QUADRO ELETTRICO OFF-SHORE (MV-01÷45)	Quadro elettrico a 33 kV, necessario su ciascuna unità per permettere l'interconnessione con la precedente e la successiva. Nel caso del quadro MV-01, l'apparecchiatura riceve l'energia elettrica prodotta dalle 5 file di aerogeneratori e la convoglia sulle 3 linee sottomarine, verso la terra ferma. Pertanto, MV-01 sarà dotato di un maggior numero di interruttori rispetto agli altri quadri installati in mare.	[2]
3	QUADRO ELETTRICO SU TERRA FERMA (MV-00)	Quadro elettrico a 33 kV, installato sulla terra ferma, all'interno della sottostazione elettrica, necessario per collettare l'energia elettrica prodotta in mare trasportata a terra dalle 3 linee sottomarine e convogliarla al trasformatore elevatore posto all'esterno della suddetta cabina.	
4	TRASFORMATORE ELEVATORE (TR-00)	Trasformatore di potenza, installato sulla terra ferma all'esterno della sottostazione elettrica, necessario per elevare la tensione dell'energia proveniente dalla generazione off-shore fino alla tensione della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) di 150 kV	
5	TRASFORMATORI AUSILIARI (TR-AUX1/2)	Trasformatori di potenza, installati sulla terra ferma all'interno della sottostazione elettrica, necessari per alimentare i carichi della sottostazione stessa.	
6	QUADRO ELETTRICO AUSILIARIO (LV-00)	Quadro elettrico a 0.4 kV, installato sulla terra ferma, all'interno della sottostazione elettrica, necessario per distribuire l'alimentazione alle utenze ausiliarie di sottostazione (luce, prese, UPS, condizionamento, ecc)	
7	SOTTOSTAZIONE IN ARIA A 150 kV (AT-00)	Insieme di apparecchiature elettriche necessarie per l'interruzione e la protezione del collegamento a 150 kV tra l'impianto di generazione e la RTN.	
8	LINEE IN CAVO SOTTOMARINO (CSM)	Collegamenti elettrici a 33 kV realizzati mediante la posa di cavo sottomarino tra le unità da collegare. Tale cavo è costituito da uno o più circuiti di potenza e da un insieme di fibre ottiche. Poiché per esigenze meccaniche e funzionali, il cavo sottomarino non può essere direttamente collegato all'apparecchiatura elettrica,	

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 12 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Pos.	Denominazione	Descrizione	Note
		<p>le due estremità terminano in due cassette di terminazione (JSB) necessarie per:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la divisione tra cavo di potenza e fibre ottiche - l'interfaccia con cavi e fibre ottiche di tipo terrestre 	
9	LINEE IN CAVO TERRESTRE (CTS)	Collegamenti elettrici a 33 kV realizzati mediante la posa di cavo di terrestre, necessari per il collegamento tra le cassette di terminazione (JSB) e le apparecchiature elettriche	
10	CASSETTE DI TERMINAZIONE (JSB)	<p>Cassette di terminazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ricevono cavi sottomarini composti da cavi elettrici di potenza e fibre ottiche dal lato "cavo sottomarino" - ricevono cavi terrestri e separatamente fibre ottiche terrestri dal lato "cavo terrestre" <p>e ne permettono l'interfaccia</p> <p>Solamente nel caso dei tre cavi sottomarini che arrivano sulla terra ferma saranno previste giunzioni semplici, senza cassetta di terminazione. Nella fattispecie i giunti, che dovranno essere posizionati nella zona della battigia, verranno realizzati, sigillati e quindi interrati completamente, senza l'impiego della suddetta cassetta.</p>	
11	LINEE AEREE A 150 kV (OHL-001 & OHL-002)	<p>Linee elettriche di connessione a 150 kV necessarie per il collegamento tra il trasformatore TR-00 e la sottostazione a 150 kV in aria AT-00 (OHL-002) e tra quest'ultima e la Sottostazione "San Salvo Smistamento" (OHL-001).</p> <p>OHL-001, lunga alcuni chilometri, sarà realizzata con conduttore nudo, sospeso a tralicci tramite opportune catene di isolatori, mentre le due estremità della linea faranno capo ad altrettanti portali di amarro, posti in prossimità dei rispettivi organi di interruzione e sezionamento, all'ingresso o all'uscita delle sottostazioni di partenza e arrivo.</p> <p>OHL-002, lunga alcuni metri, sarà realizzata sempre con conduttore flessibile nudo sospeso ad una struttura di ammaro, oppure con conduttore rigido.</p>	
12	SISTEMA DI CONTROLLO E PROTEZIONE DI SOTTOSTAZIONE	Insieme delle apparecchiature necessarie alla protezione delle apparecchiature elettriche di sottostazione (trasformatore TR-00, organi di interruzione AT-00 e linea a 150 kV OHL-001), posto all'interno della sottostazione elettrica e costituito da un pannello a relè elettronici di protezione e da un sistema di interfaccia verso il Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, alimentato da sorgente elettrica ininterrompibile (UPS)	
13	SISTEMA AUSILIARIO DI SOTTOSTAZIONE	Insieme di apparecchiature elettriche necessarie per il corretto funzionamento della sottostazione elettrica: impianto luce, impianto di ventilazione/condizionamento, UPS, batterie, ecc.	
14	IMPIANTO DI MESSA A TERRA	L'impianto di terra è costituito da una maglia di conduttore di rame interrata a cui sono collegate tutte le masse e le terre di protezione delle apparecchiature elettriche di sottostazione; è necessario per la chiusura delle correnti di guasto in Alta Tensione e come "zero di riferimento" per le apparecchiature elettroniche.	

Note

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 13 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

- [1]- Fornitura Package: ciascun aerogeneratore verrà fornito completo di tutte le parti elettriche e meccaniche, pronto per l'installazione; i limiti di fornitura elettrica saranno costituiti dai terminali a 33 kV del trasformatore di unità, di cui ciascun aerogeneratore è equipaggiato..
- [2]- Apparecchiatura installata a bordo dell'unità aerogeneratore, probabilmente fornita dallo stesso fornitore del Package

3.3 AEROGENERATORI (AG-01÷45)

Saranno installati in mare, in un tratto di competenza della Capitaneria di Porto di Termoli, 45 Aerogeneratori, ciascuno con una potenza nominale di 3,6 MW.

Il “motore primo” di ciascuna macchina è l'energia eolica.

Infatti il vento, opponendo resistenza sulle pale dell'elica, genera un movimento rotatorio che, opportunamente demoltiplicato, viene trasferito ad un generatore elettrico di tipo asincrono a rotore avvolto, che produce energia elettrica con una tensione nominale di 3,3 kV ed una frequenza nominale di 50 Hz.

Tale energia viene elevata ad un valore di tensione nominale di 33 kV mediante un trasformatore elevatore a 3 avvolgimenti, il cui terzo avvolgimento, a 400 V, alimenta gli ausiliari di macchina.

Questo trasformatore, poiché dovrà essere installato in mare, sarà “a secco”, inglobato in resina, e verrà installato sulla torre, il più vicino possibile al generatore, al fine di ridurre le perdite legate alla trasmissione dell'energia a tensione di macchina (3.3 kV).

Sulla linea a 3,3 kV viene derivata l'energia necessaria all'eccitazione del rotore avvolto; l'iniezione di corrente su quest'ultimo, viene realizzata mediante delle spazzole che strisciano sugli anelli di eccitazione.

L'eccitazione del rotore mediante convertitore elettronico permette di variare il campo magnetico del rotore in ampiezza e in frequenza.

Ciò a sua volta permette di pilotare: lo slittamento della macchina asincrona, stabilizzando la frequenza e il fattore di potenza, consentendo la regolazione di quest'ultimo valore tra 0.90 e 1.00.

Ciò è particolarmente vantaggioso in previsione delle richieste di regolazione che possono venire dal Gestore della Rete.

Ciascun aerogeneratore dovrà essere equipaggiato con un set di protezioni elettriche conformi a quanto richiesto dal Gestore della Rete (GRTN), prevedendo almeno i seguenti relè di protezione:

- Terra statore (codice ANSI 64R)
- Terra rotore (codice ANSI 64S)
- Sottoeccitazione e/o perdita di eccitazione (codice ANSI 40)
- Massima tensione (codice ANSI 59)
- Massima velocità (codice ANSI 12)
- Massima temperatura delle parti attive (codice ANSI 49)
- Massima corrente lato 3,3 kV (codice ANSI 50/51)
- Minima tensione lato 3,3 kV (codice ANSI 27)
- Relè a sequenza inversa (squilibrio di corrente) (codice ANSI 46)
- Relè di mancata apertura interruttore (codice ANSI 50BF)
- Relè di scatto verso terzi (codice ANSI 94)

In più, a protezione di ciascun trasformatore di unità, dovranno essere previste, a bordo del quadro elettrico a 33 kV, almeno i seguenti relè di protezione:

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 14 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

- Differenziale totale di trasformatore di unità (4MVA 3,3/0.42/33 kV AN) (codice ANSI 87T)
- Massima corrente lato 33 kV (codice ANSI 50/51)

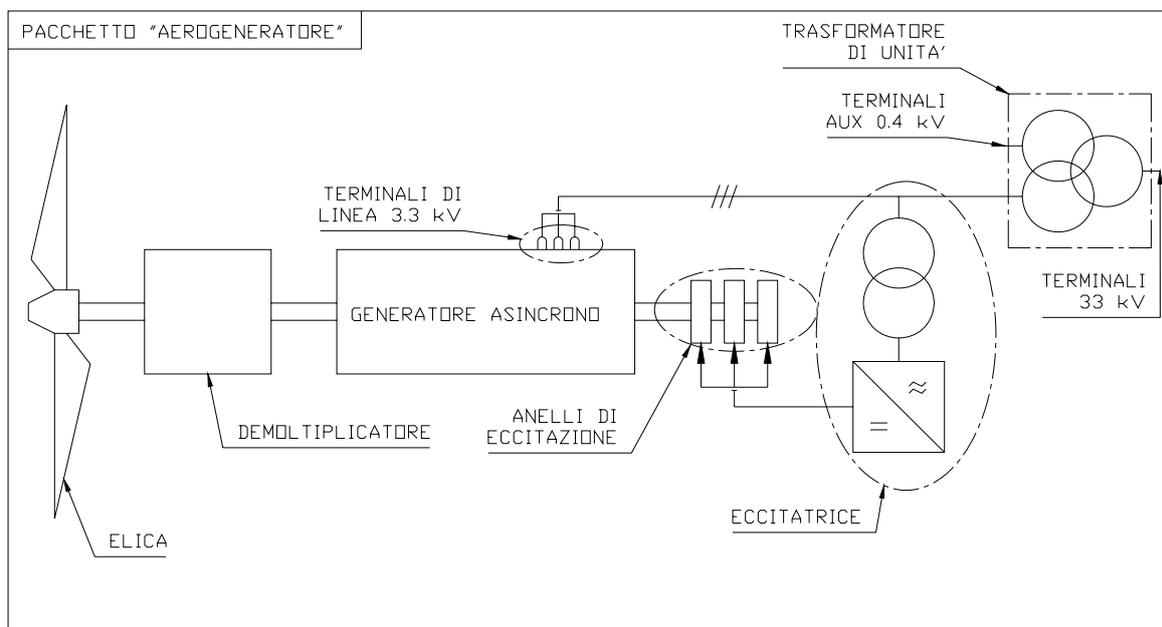
Inoltre, ciascun interruttore di macchina a 3,3 kV dovrà essere dotato di relè di sincronizzazione (codice ANSI 25), che verifichi e/o piloti la sincronizzazione tra i terminali di linea di ciascuna macchina e quelli del trasformatore di unità lato 3,3 kV.

Se lo si riterrà necessario in fase di ingegneria esecutiva dovrà essere previsto un relè di sincronizzazione analogo dovrà essere previsto anche sul lato 33 kV.

A bordo di ciascuna unità “aerogeneratore” viene installato anche un quadro elettrico a 33 kV, necessario per l’interconnessione fra le diverse unità in mare.

La fornitura di questi quadri potrebbe essere verosimilmente a carico del fornitore del generatore, ma in questa fase non si esclude anche l’ipotesi di un acquisto separato, e pertanto, viene data descrizione a parte.

Tutto quanto descritto sopra, la cui funzionalità è schematizzata in figura, viene fornito come una “scatola nera” da un unico fornitore, che ne dichiara caratteristiche tecniche e prestazioni; questi dati saranno usati per il dimensionamento di tutti gli altri componenti dell’impianto, sia in fase di progetto definitivo che, una volta confermati per ordine, in fase di ingegneria esecutiva.



Strutturalmente, ciascuna delle 45 unità è composta da:

- Una struttura portante a singolo palo, posizionato dentro una perforazione del fondale marino,
- Una parte di transizione, che collega il palo di fondazione alla struttura emersa

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 15 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

- Una parte emersa cava (torre), contenente il trasformatore di unità e le apparecchiature elettriche ed elettroniche che non trovano alloggio all'interno della navicella
- Una “navicella”, posta in cima alla struttura, in cui è alloggiato il generatore, il moltiplicatore di giri, l'asse su cui è calettata l'elica, e tutte le apparecchiature elettriche/elettroniche necessarie alla gestione del generatore
- Una piattaforma, fissata alla parte emersa, su cui è posizionato il container in cui è alloggiato il quadro elettrico a 33 kV.

Le 45 unità sono divise su 5 file; ogni fila sarà posta ad una distanza pari a 6 volte il diametro delle eliche (pari ad approssimativamente 106 m), mentre le unità della stessa fila saranno poste ad una distanza pari a 9 volte il suddetto diametro.

Le 9 unità di ciascuna fila sono connesse tramite “entra-esce” alle due unità adiacenti, mentre la “capofila” è collegata all'unità che fa da collettore dell'impianto (AG-01 su cui è posizionato il quadro collettore MV-01)

Le interconnessioni sono realizzate mediante un cavo sottomarino facente capo a delle cassette di terminazione, descritte in seguito.

Alla parte immersa saranno fissati i J-tube, ovvero dei condotti metallici a sostegno e guida dei cavi sottomarini, che termineranno proprio in corrispondenza della suddette cassette di terminazione.

Essendo la distanza tra il quadro collettore (MV-01) e la sottostazione elettrica sulla terra ferma (MV-00) inferiore a 15 km, la soluzione di compromesso tecnico-economica più vantaggiosa è quella di realizzare la trasmissione dell'energia elettrica in corrente alternata alla tensione di 33 kV. Tensioni più alte potrebbero essere causa di instabilità durante i transitori elettrici, mentre tensioni più basse causerebbero maggiori dissipazioni elettriche; la trasmissione in corrente continua, che ridurrebbe questi problemi, è invece estremamente costosa.

In base all'altezza che ciascuna struttura raggiungerà rispetto al livello del mare, se richiesto dalle Norme e dalle Leggi Italiane, dovranno essere installate tutte le apparecchiature necessarie per la segnalazione luminosa al traffico aereo (luci di segnalazione per aerei) e sonora al traffico marittimo (sirene per la localizzazione nella nebbia da parte delle navi).

3.4 QUADRI ELETTRICI OFF-SHORE (MV-01÷45)

I quadri elettrici off-shore, ovvero quelli che saranno installati in mare, a bordo delle unità produttive, hanno la funzione di gestire l'assetto della rete produttiva, garantendo la sicurezza dell'impianto contro i guasti delle apparecchiature elettriche, senza per questo compromettere la funzionalità e l'affidabilità produttiva dell'impianto stesso.

Ogni quadro sarà costituito da un unico sistema di sbarre, trifase a tre (3) conduttori, isolato in SF6 (esafluoruro di zolfo), così da garantire la compattezza della costruzione, grazie alle proprietà dielettriche del gas.

La pressurizzazione del quadro e degli interruttori dovrà essere garantita per 40 anni con una sovrappressione di 1 bar.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 16 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Sarà previsto un conduttore per la “terra di protezione”, in piatto di rame stagnato, installato senza soluzione di continuità su tutta la larghezza del quadro.

Ogni quadro sarà composto da unità modulari, le cui uniche parti comuni saranno le sbarre di potenza e la sbarra di terra.

Ogni quadro dovrà avere un grado di protezione non inferiore a IP31 a portelle chiuse e dovrà essere adatto per installazione in ambienti corrosivi.

Poiché i quadri elettrici in questione devono realizzare uno schema di tipo “entra-esce” su ciascuna unità, saranno dotati:

- di 3 interruttori per le unità di mezzo delle 5 file,
- di 2 interruttori per le unità finali di ciascuna fila
- di 9 interruttori per l’unità che fa da collettore dell’energia in campo

La dotazione di interruttori potrebbe essere ridotta numericamente, ma ciò comporterebbe:

- la mancata protezione dei cavi sottomarini (evitando gli interruttori in uscita verso le linee) oppure
- la perdita di più unità dovuta al guasto di una singola (evitando gli interruttori verso il trasformatore di unità), ma non si potrebbe isolare il guasto della macchina, e così la linea di raccolta sulla singola fila di generatori verrebbe interrotta all’unità adiacente, isolando il resto della fila.

La soluzione con migliore selettività risulta essere quindi quella con l’interruttore su ogni circuito in partenza; la configurazione adottata permette di isolare ciascuna macchina in caso di guasto interno, senza compromettere la produzione sulla fila di appartenenza, e in caso di guasto su uno dei cavi sottomarini di interconnessione sulla fila, permette di mantenere in funzione le unità restanti tra questa e il quadro collettore MV-01.

Tutti gli interruttori saranno motorizzati e dovranno essere di tipo estraibile, dotati dei necessari sezionatori di terra, al fine di garantire la sicurezza delle operazioni di manutenzione e test anche a cassetto estratto.

Ciascun interruttore e sistema di sbarre, nei quadri MV-02÷MV-45, dovrà avere una corrente nominale almeno superiore alla corrente massima producibile da ciascuna fila.

Il sistema di sbarre, nel quadro MV-01, dovrà avere una corrente nominale almeno superiore alla corrente massima producibile da tutto l’impianto, mentre gli interruttori dovranno avere una corrente nominale almeno superiore alla corrente massima che può interessare ciascun circuito.

Per quanto riguarda i tre (3) interruttori per il trasferimento dell’energia prodotta verso la terra ferma, essi dovranno avere uguali caratteristiche tecniche, la stessa corrente nominale.

Poiché ciascuno di essi convoglia esattamente un terzo dell’energia prodotta dall’impianto, in caso di apertura di uno o due interruttori, sarà indispensabile inviare un segnale di regolazione alle macchine al fine di ridurre (il più velocemente possibile) l’energia prodotta, per limitare la durata del sovraccarico del o dei circuiti sani ed evitare la conseguente perdita di tutto l’impianto.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 17 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

In fase di ingegneria esecutiva dovrà essere verificata la necessità di inviare un segnale di scatto ad uno o più interruttori in arrivo dalla produzione, in caso di apertura di uno o più degli interruttori per le linee verso terra, in caso di mancata regolazione delle macchine entro tempi tecnici accettabili per la durata di vita dei cavi sottomarini.

Ciascun interruttore sarà dotato almeno delle seguenti protezioni elettriche:

- relè di massima corrente istantanea/ritardata (codice ANSI 50/51)
- relè di guasto a terra (codice ANSI 64)
- relè di blocco per l'intervento delle protezioni (codice ANSI 86)

In particolare, a protezione di ciascun trasformatore di unità, dovranno essere previste, a bordo del quadro, almeno i seguenti relè di protezione:

- Differenziale di trasformatore di unità (codice ANSI 87T)
- Massima corrente lato 33 kV (codice ANSI 50/51)

Inoltre, se lo si riterrà necessario in fase di ingegneria esecutiva dovrà essere previsto un relè di sincronizzazione (codice ANSI 25), che verifichi e/o piloti la sincronizzazione dei circuiti interconnessi.

L'interruttore per il trasformatore di unità sarà provvisto di un trasformatore di corrente (TA) aggiuntivo, per il collegamento della protezione differenziale di trasformatore.

Saranno quindi previsti anche tutti i trasformatori di corrente (TA) di misura necessari per la gestione dei flussi di energia e per le misure fiscali se necessarie.

In ogni caso i trasformatori di corrente (TA) avranno le seguenti classi di precisione:

- 5P per le protezioni
- Cl. 0.2 per le misure

Gli interruttori per le linee di interconnessione saranno dotati di protezione differenziale, dove il filo pilota sarà sostituito da una fibra ottica ridondata (presente nel cavo sottomarino).

Inoltre, il quadro sarà dotato di un relè di “minima tensione di sbarra” (codice ANSI 27), che provocherà l'apertura degli interruttori.

Tutte le protezioni dovranno essere di tipo elettronico, ad eccezione dei relè di blocco (Codice ANSI 86), che dovranno essere di tipo elettromeccanico bistabile con reset manuale.

Le alimentazioni necessarie per le scaldiglie, che dovranno essere previste per ciascun pannello, e per le protezioni elettriche del quadro, dovranno essere derivate dai quadri elettrici ausiliari dei singoli aerogeneratori.

I criteri necessari al dimensionamento delle parti, e il dimensionamento preliminare delle parti sono riportati nel documento dedicato, di cui alla posizione 5 del Paragrafo 1.3

3.5 QUADRO ELETTRICO ON-SHORE (MV-00)

Il quadro elettrico on-shore, ovvero che sarà installato sulla terra ferma, all'interno della sottostazione elettrica, ha la funzione di collettare tutta l'energia trasferita mediante le tre (3) linee in cavo sottomarino, garantendo la sicurezza dell'impianto contro i guasti delle

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 18 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

apparecchiature elettriche, senza per questo compromettere la funzionalità e l'affidabilità produttiva dell'impianto stesso.

Anche questo quadro, come quelli per installazione off-shore, sarà costituito da un unico sistema di sbarre, trifase a tre (3) conduttori, isolato in SF6 (esafluoruro di zolfo).

La pressurizzazione del quadro e degli interruttori dovrà essere garantita per 40 anni con una sovrappressione di 1 bar.

Sarà previsto un conduttore per la "terra di protezione", in piatto di rame stagnato, installato senza soluzione di continuità su tutta la larghezza del quadro.

Il quadro sarà composto da unità modulari, le cui uniche parti comuni saranno le sbarre di potenza e la sbarra di terra; dovrà avere un grado di protezione non inferiore a IP31 a portelle chiuse e dovrà essere adatto per installazione in ambienti corrosivi, sebbene sia installato all'interno di un ambiente che si presume dotato di condizionamento d'aria.

Il quadro sarà dotato di:

- Tre (3) interruttori in arrivo, ciascuno su una linea proveniente da cavo sottomarino
- Un (1) interruttore a corrente nominale ridotta per l'alimentazione del trasformatore ausiliario di sottostazione TR-AUX1
- Un (1) interruttore per l'alimentazione del trasformatore elevatore TR-00

Tutti gli interruttori saranno motorizzati e dovranno essere di tipo estraibile, dotati dei necessari sezionatori di terra, al fine di garantire la sicurezza delle operazioni di manutenzione e test anche a cassetto estratto.

Fa eccezione l'interruttore di alimentazione del trasformatore elevatore TR-00 che potrà non essere di tipo estraibile, data la sua corrente nominale estremamente elevata.

Il sistema di sbarre, nel quadro MV-00, dovrà avere una corrente nominale almeno superiore alla corrente massima producibile da tutto l'impianto, mentre gli interruttori dovranno avere una corrente nominale almeno superiore alla corrente massima che può interessare ciascun circuito.

Ovviamente, l'interruttore di alimentazione di TR-00 dovrà avere corrente nominale almeno pari a quella del sistema di sbarre, e non potrà essere collegato alle sbarre di derivazione, ma dovrà connettersi direttamente alle sbarre principali.

Per quanto riguarda i tre (3) interruttori per il trasferimento dell'energia prodotta verso la terra ferma, essi dovranno avere uguali caratteristiche tecniche, la stessa corrente nominale.

Ciascun interruttore sarà dotato delle seguenti protezioni elettriche:

- relè di massima corrente istantanea/ritardata (codice ANSI 50/51)
- relè di guasto a terra (codice ANSI 64)
- relè di blocco per l'intervento delle protezioni (codice ANSI 86)

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 19 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Gli interruttori per i trasformatori saranno provvisti di un trasformatore di corrente (TA) aggiuntivo, per il collegamento della protezione differenziale di trasformatore.

Saranno quindi previsti anche tutti i trasformatori di corrente (TA) di misura necessari per la gestione dei flussi di energia e per le misure fiscali se necessarie.

In ogni caso i trasformatori di corrente (TA) avranno le seguenti classi di precisione:

- 5P per le protezioni
- Cl. 0.2 per le misure

Gli interruttori per le linee di interconnessione saranno dotati di protezione differenziale, dove il filo pilota sarà sostituito da una fibra ottica ridondata (presente nel cavo sottomarino).

Inoltre, il quadro sarà dotato di un relè di “minima tensione di sbarra” (codice ANSI 27), che provocherà l’apertura degli interruttori.

Tutte le protezioni dovranno essere di tipo elettronico, ad eccezione dei relè di blocco (Codice ANSI 86), che dovranno essere di tipo elettromeccanico bistabile con reset manuale.

Le alimentazioni necessarie per le scaldiglie, che dovranno essere previste per ciascun pannello, e per le protezioni elettriche del quadro, dovranno essere derivate dai quadri elettrici ausiliari della sottostazione, alla tensione di 400 V AC 50 Hz trifase con neutro e/o 230 V AC UPS 50 Hz monofase.

I criteri necessari al dimensionamento delle parti, e il dimensionamento preliminare delle parti sono riportati nel documento dedicato, di cui alla posizione 5 del Paragrafo 1.3

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 20 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

3.6 TRASFORMATORE ELEVATORE (TR-00)

Il trasformatore elevatore è l'apparecchiatura elettrica preposta all'innalzamento del valore della tensione da 33 kV, valore di raccolta off-shore dell'energia prodotta, fino al valore di 150 kV, valore necessario per la trasmissione sulla Rete Nazionale in questa zona d'Italia.

Pertanto, sarà una macchina a 2 avvolgimenti trifase, con conduttori di rame immersi in olio, adatta per l'installazione all'esterno.

L'avvolgimento di media tensione, a 33 kV potrà non avere il centro-stella disponibile, e i terminali dovranno essere dotati di isolatori e dovranno essere adatti per la connessione di più cavi in parallelo sulla medesima fase.

L'avvolgimento di alta tensione invece, dovrà tassativamente avere il centro stella disponibile per la messa a terra, per soddisfare una prerogativa d'esercizio del Gestore della Rete e i terminali, dotati di opportuni isolatori, dovranno essere adatti per la connessione di conduttori per linea aerea.

L'olio di isolamento sarà a bassa tossicità, non dannoso per l'ambiente e di tipo sintetico. L'uso di olio contenente PCB è assolutamente proibito.

Il raffreddamento del trasformatore, che è di tipo in olio, sarà sia con aria naturale che con aria forzata (ONAN/ONAF secondo Norma CEI 14-4-2), al fine di ottenere migliori rendimenti anche con valori di potenza generata ridotta rispetto alla nominale.

Sostanzialmente il trasformatore avrà un gruppo di ventilatori che può essere attivato quando necessario ad un carico elevato. La circolazione dell'olio sarà ottenuta, in entrambi i casi, solamente per l'effetto termosifone.

I limiti di sovratemperatura per i trasformatori immersi in olio (prima lettera del codice: O) sono riferiti a condizione di potenza nominale in regime permanente. Essi sono validi solamente quando, nei riguardi del raffreddamento, si applicano le condizioni normali di servizio, ovvero entro i limiti normali della temperatura ambiente (-25 °C e +40 °C), che in questo caso dovrebbero essere rispettati:

- Sovratemperatura dell'olio nella parte superiore 60 K
- Sovratemperatura media dell'avvolgimento 55 K

Il trasformatore sarà dotato di un Variatore di Rapporto Sotto Carico Automatico (Automatic On Load Tap Changer – AOLTTC), il cui riferimento di tensione potrà venire dal Gestore della Rete.

Questo dispositivo permetterà la regolazione della tensione sulla rete a 150 kV entro i valori nominali stabiliti dal Gestore, e quando necessario, su valori particolari richiesti dal Gestore stesso.

Il variatore di rapporto sarà installato a bordo macchina, mentre il regolatore di tensione sarà installato all'interno di un pannello in sottostazione.

Il trasformatore dovrà essere marcato " CE " in accordo alla direttiva CE n. 89/336 ed al DL. n. 476 del 04/12/1992.

Il costruttore dovrà dichiarare in sede di offerta di avere eseguito presso laboratori ufficiali le relative prove di omologazione su macchina campione.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 21 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Il trasformatore (intendendolo comprensivo del dispositivo AOLTC) dovrà essere equipaggiato con opportuni relè di protezione di macchina, che dovranno comprendere almeno:

- Relè immagine termica (Codice ANSI 26)
- Relè Buchholz trasformatore (Codice ANSI 97T)
- Relè Buchholz AOLTC (Codice ANSI 97P)
- Relè valvola di scoppio trasformatore (Codice ANSI 63PT)
- Relè valvola di scoppio AOLTC (Codice ANSI 63PV)
- Relè minimo livello olio trasformatore (Codice ANSI 99PT)
- Relè minimo livello olio AOLTC (Codice ANSI 99PV)

In più, dovranno essere disponibili le misure ridondate della temperatura dell'olio e degli avvolgimenti.

Ove necessario, detti relè dovranno prevedere due valori di soglia, in cui:

- Il primo livello, di anomalia, genererà un allarme al sistema di controllo
- Il secondo livello, di guasto vero e proprio, darà origine ad un intervento più radicale, atto ad isolare il guasto (scatto)

La macchina dovrà inoltre essere dotata dei trasformatori di corrente (ed eventualmente di tensione) necessari per le misure e le protezioni aggiuntive richieste dal Gestore della Rete, oltre agli opportuni indicatori a bordo macchina.

La definizione della quantità e delle caratteristiche nominali, di precisione e prestazione dei trasformatori di misura e di protezione sarà oggetto dell'ingegneria esecutiva, nel rispetto delle Norme relative.

Le protezioni che verranno implementate per la salvaguardia della macchina mediante un pannello protezioni installato nella sottostazione, saranno almeno le seguenti:

- Protezione differenziale totale del trasformatore (Codice ANSI 87T)
- Protezione direzionale di terra (Codice ANSI 64T)
- Relè di blocco trasformatore (Codice ANSI 86T), che raccoglie gli interventi delle protezioni elettriche originanti uno scatto
- Relè di allarme trasformatore (Codice ANSI 74T), che raccoglie gli interventi delle protezioni elettriche originanti un allarme

La fornitura comprenderà anche il sezionatore di messa a terra del neutro, che potrà essere di tipo motorizzato, se dotato dei necessari interblocchi meccanici, e i relativi trasformatori di corrente, necessari per il collegamento delle protezioni elettriche di macchina, di sottostazione e di rete.

L'alimentazione delle utenze elettriche sarà derivata dal quadro elettrico ausiliario LV-00 a 400 V AC 50 Hz trifase con neutro, oppure da UPS a 230 V AC 50 Hz monofase, comunque mediante linee in cavo dalla cabina elettrica di sottostazione.

La cassetta contenente le apparecchiature ausiliarie a bordo macchina e le morsettiere dovrà avere grado di protezione almeno IP55.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 22 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

La fornitura del trasformatore dovrà comprendere anche un arresta scariche, necessario a filtrare le sovratensioni impulsive in ingresso dalla rete, da installare poi nell'area delle apparecchiature a 150 kV tra il trasformatore ed il sezionatore di terra.

Ai fini del corretto esercizio del trasformatore, in fase di progetto dell'area dove verrà alloggiato, dovrà essere prevista una vasca di raccolta dell'olio, con le caratteristiche descritte nella Norma CEI 11; inoltre, se la locazione rispetto agli edifici lo rendesse necessario, dovranno essere previsti anche dei muri tagliafiamma, che preserveranno le costruzioni in caso di incendio del trasformatore stesso.

La vasca di raccolta olio, che dovrà poter contenere tutto il volume d'olio contenuto nel trasformatore, tutta l'acqua dell'eventuale impianto di estinzione dedicato allo stesso e l'acqua di prima pioggia, dovrà poter scaricare per gravità, mediante una fognatura dedicata, tutto il suo contenuto in una cisterna (detta "di raccolta delle acque oleose e di prima pioggia"), da cui potrà essere prelevato mediante aspirazione per essere smaltito a norma di Legge.

Inoltre, se richiesto dal fornitore della macchina per manutenzione, in prossimità del trasformatore, ma a distanza di sicurezza, dovrà essere prevista una presa di corrente da 125 A a 400 V trifase, per il trattamento periodico dell'olio.

3.7 TRASFORMATORI AUSILIARI (TR-AUX1/2)

I trasformatori ausiliari sono le apparecchiature elettriche preposte all'abbassamento del valore della tensione da 33 kV, valore di raccolta off-shore dell'energia prodotta e da 15 kV, valore nominale della rete di distribuzione ENEL fino al valore di 0.4 kV, valore necessario per l'alimentazione delle utenze di sottostazione in bassa tensione.

Pertanto, ognuno avrà 2 avvolgimenti trifase, con conduttori di rame o alluminio inglobati sotto vuoto in resina epossidica e con raffreddamento in aria naturale, adatto per installazione all'interno o all'esterno, vista la potenza ridotta.

Per il TR-AUX1 l'avvolgimento di media tensione, a 33 kV potrà non avere il centro-stella disponibile, e i terminali dovranno essere dotati di isolatori e dovranno essere adatti per la connessione in cavo standard, vista la ridotta potenza e la vicinanza con il quadro a 33 kV.

Per il TR-AUX2 l'avvolgimento di media tensione, a 15 kV potrà non avere il centro-stella disponibile, e i terminali dovranno essere dotati di isolatori e dovranno essere adatti per la connessione da linea aerea; quest'ultima sarà scopo di fornitura dell'Ente distributore, e verrà prolungata fino al punto d'installazione del trasformatore, i cui terminali costituiranno il limite di batteria con la fornitura dell'Ente distributore, con cui verrà concordato anche il posizionamento del trasformatore stesso.

L'avvolgimento di bassa tensione invece, dovrà tassativamente avere il centro stella collegato francamente all'impianto di messa a terra, e i terminali, dovranno essere adatti per la connessione in cavo.

La classe di isolamento dei materiali dielettrici utilizzati per entrambi gli avvolgimenti sarà " F ".

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 23 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

In considerazione della ridotta potenza, il trasformatore TR-AUX1 potrebbe essere fornito in un "tutt'uno" con il quadro ausiliario a 400 V, occupando uno dei pannelli che costituiscono il quadro, e il collegamento tra i terminali di bassa tensione e il quadro sarà a cura del fornitore, nel rispetto delle Norme e della regola dell'arte.

Il raffreddamento del trasformatore, che è di tipo a secco, sarà con aria naturale (AN) e pertanto la sovratemperatura media dell'avvolgimento non dovrà superare i 70 K.

Il trasformatore dovrà essere marcato " CE " in accordo alla direttiva CE n. 89/336 ed al DL. n. 476 del 04/12/1992.

Il costruttore dovrà dichiarare in sede di offerta di avere eseguito presso laboratori ufficiali le relative prove di omologazione su macchina campione.

Secondo le Norme di riferimento, il trasformatore a secco viene classificato in relazione alle condizioni ambientali, climatiche e di comportamento a fuoco come segue:

- Classe Ambientale: E1 in quanto, in considerazione dell'installazione al chiuso, in ambiente almeno ventilato, condensa occasionale può manifestarsi sul trasformatore (per es. quando il trasformatore non è alimentato). E' possibile la presenza di un modesto inquinamento.
- Classe Climatica: C1 in quanto il trasformatore è atto a funzionare a temperature non inferiori a - 5°C , ma può essere esposto durante il trasporto ed il magazzinaggio a temperature ambiente sino a - 25°C.
- Classe di Comportamento al Fuoco: F1 in quanto il trasformatore è soggetto a rischio di incendio. E' richiesta l'infiammabilità ridotta. Entro un tempo determinato, da concordarsi se non specificato da Norma CEI) tra costruttore e acquirente, il fuoco deve autoestinguersi (è ammessa una debole fiamma con consumo energetico di sostanze tossiche e di fumi opachi. I materiali impiegati devono fornire solo un limitato contributo di energia termica ad un incendio esterno.

Il trasformatore dovrà essere equipaggiato con opportuni relè di protezione di macchina, che dovranno comprendere almeno:

- Relè termico (Codice ANSI 49), il cui intervento è gestito da una centralina termometrica, a bordo del trasformatore, collegata a termoresistenze ridondate, montate su ciascuna fase e sul nucleo magnetico

Se necessario, tale relè dovrà prevedere due valori di soglia, in cui:

- Il primo livello, di anomalia, genererà un allarme al sistema di controllo
- Il secondo livello, di guasto vero e proprio, darà origine ad un intervento più radicale, atto ad isolare il guasto (scatto)

La macchina dovrà inoltre essere dotata dei trasformatori di corrente (ed eventualmente di tensione) necessari per le misure fiscali e le protezioni aggiuntive richieste in fase di ingegneria esecutiva, oltre agli opportuni indicatori a bordo macchina.

La definizione della quantità e delle caratteristiche nominali, di precisione e prestazione dei trasformatori di misura e di protezione sarà oggetto dell'ingegneria esecutiva, nel rispetto delle Norme relative.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 24 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Le protezioni che verranno implementate per la salvaguardia della macchina all'interno del quadro elettrico ausiliario LV-00 installato nella sottostazione, saranno almeno le seguenti:

- Protezione di guasto a terra (Codice ANSI 51N)
- Relè di blocco trasformatore (Codice ANSI 86T), che raccoglie gli interventi delle protezioni elettriche originanti uno scatto
- Relè di allarme trasformatore (Codice ANSI 74T)), che raccoglie gli interventi delle protezioni elettriche originanti un allarme

3.8 QUADRO ELETTRICO AUSILIARIO(LV-00)

Il quadro elettrico ausiliario LV-00, di bassa tensione avrà lo scopo di distribuire l'alimentazione a tutte le utenze di sottostazione (sistema ausiliario di sottostazione).

Il quadro sarà realizzato secondo le Norme e la regola dell'arte, in unità modulari; il sistema di sbarre sarà doppio, con congiuntore, di tipo trifase a quattro (4) conduttori, adatto per realizzare un sistema di distribuzione di tipo TN-S.

Il congiuntore sarà gestito da un sistema di trasferimento automatico tra i 2 arrivi da trasformatore, che non potranno mai essere chiusi a congiuntore chiuso; dovrà essere previsto un interblocco meccanico al fine di evitare manovre di parallelo indesiderate

Il quadro sarà costruttivamente segregato come da standard di Forma 4.

Gli interruttori, compreso gli arrivi da trasformatore, saranno tutti a cassetto estraibile, dotati di protezione magneto-termica e differenziale.

Nel caso di partenza motore, all'interruttore sarà aggiunto un teleruttore, ed il cassetto sarà equipaggiato con un relè multifunzione tipico per la protezione dei motori.

L'interruttore in arrivo dal trasformatore sarà inoltre dotato di relè multifunzione per la protezione elettrica e di relè blocco elettromeccanico per la salvaguardia dei trasformatori TR-AUX1 e TR-AUX2.

Le alimentazioni necessarie per le scaldiglie, che dovranno essere previste per ciascun pannello, e per le protezioni elettriche del quadro, potranno essere derivate dal quadro elettrico stesso, o da altri quadri in cabina, ovvero 400 V AC 50 Hz trifase con neutro e 230 V AC UPS 50 Hz monofase.

3.9 SOTTOSTAZIONE IN ARIA A 150 kV (AT-00)

Le apparecchiature AT, il macchinario ed i componenti di stazione dovranno essere conformi alla documentazione del GRTN inerente, citata nei riferimenti normativi di cui al Paragrafo 1.2.

Gli organi di interruzione e sezionamento di alta tensione, ovvero la sottostazione in aria a 150 kV, installati nelle adiacenze del trasformatore elevatore TR-00, hanno la funzione di stabilire o interrompere il collegamento a 150 kV tra l'impianto di generazione e la Rete di Trasmissione Nazionale.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 25 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Nel caso in cui il collegamento a 150 kV sia interrotto, le utenze di tutto l'impianto risultano disalimentate ad eccezione di quelle che vengono alimentate da sistemi UPS, ovvero da alimentazioni di tipo privilegiato ininterrompibile.

La "sottostazione in aria" è composta da:

- Un interruttore in aria, necessario per aprire e chiudere il collegamento a 150 kV, ma allo stesso tempo a protezione dell'impianto di generazione dai guasti esterni provenienti dalla rete, proteggendo anche la rete dagli influssi dovuti ai guasti nell'impianto. L'interruttore, con caratteristiche tecniche adatte all'impiego (tensione e corrente nominale, corrente di stabilimento e di apertura, corrente di corto circuito), sarà in grado di aprire qualsiasi guasto possa verificarsi in questo punto. Queste funzioni, realizzate dal sistema di controllo e protezione di sottostazione, di fatto vengono attuate dalla manovra in apertura dell'interruttore, che isola le due parti (Rete e Impianto di generazione) al rilevamento di un guasto.
- Un sezionatore di linea capace di sopportare le condizioni di funzionamento dell'interruttore, e in grado di stabilire una distanza di sezionamento sufficiente a garantire le condizioni di sicurezza, una volta aperto in assenza di corrente.
- Un sezionatore di terra, necessario per la messa in sicurezza dei conduttori di potenza in uscita dal trasformatore in caso di lavori sulle parti attive, una volta aperto il collegamento con l'esterno e isolato il trasformatore elevatore dal quadro a 33 kV MV-00

Interruttore e sezionatori saranno dotati di interblocchi:

- Elettrici/elettronici, realizzati mediante il cablaggio di contatti atti a bloccare le manovre a distanza errate e/o intempestive
- Meccanici, realizzate con degli schemi di blocco a chiavi, tipici per la gestione delle sottostazioni elettriche

L'interruttore e, se lo si riterrà opportuno in fase di ingegneria esecutiva, anche i sezionatori, sarà di tipo motorizzato, comandato a distanza.

L'interruttore sarà dotato di un movimento, sia in apertura che in chiusura, il cui attuatore ultimo dovrà essere una molla, caricata mediante sistema motorizzato o idraulico; la molla infatti, garantisce che il movimento, una volta iniziato, non venga interrotto a metà della sua corsa: se così fosse, si stabilirebbero archi elettrici che ridurrebbero la vita degli organi di interruzione e non si riuscirebbe ad ottenere la manovra richiesta.

A bordo della struttura su cui, nel rispetto delle opportune distanze, saranno montati gli organi di sezionamento ed interruzione di alta tensione, dovranno essere alloggiati anche opportuni trasformatori di corrente e tensione (TA e TV), di protezione e misura, necessari per permettere il funzionamento degli apparati di protezione e controllo di cui al paragrafo 3.14.

Le caratteristiche tecniche ed il numero di unità da installare saranno stabiliti in fase di ingegneria esecutiva.

Se le condizioni di funzionamento lo dovessero rendere necessario, l'interruttore potrebbe essere di tipo isolato in SF6, per installazione all'aperto.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 26 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Gli isolatori utilizzati per le sbarre, per i sezionatori (isolatori portanti e di manovra) e per le colonne portanti dovranno essere realizzati in modo conforme alle Norme CEI 36-12 e CEI EN 60168.

Gli isolatori di linea dovranno essere conformi a quanto indicato nelle specifiche tecniche GRTN.

Per gli isolamenti superficiali degli isolatori portanti, delle apparecchiature e degli isolatori passanti dei trasformatori si raccomanda un valore di salinità di tenuta pari a 14 g/l e 56 g/l rispettivamente per installazioni in atmosfera normale e inquinata.

Valori di salinità diversi potranno essere concordati.

La morsetteria AT di stazione comprenderà tutti i pezzi adottati per le connessioni delle sbarre, tra le apparecchiature e tra apparecchiature e sbarre. Dovranno essere previsti giunti di dilatazione termica per consentire la dilatazione delle sbarre.

La morsetteria AT di stazione (e relativi accessori) dovrà essere conforme a quanto indicato nella specifica tecnica GRTN.

La morsetteria AT per linee elettriche comprenderà tutti i pezzi necessari per gli equipaggiamenti delle linee AT in ingresso stazione e dovrà essere conforme a quanto indicato nella specifica tecnica GRTN.

I limiti di batteria di questo insieme di apparecchiature saranno costituite dai terminali del trasformatore elevatore, comprendendo anche la linea aerea necessaria per la connessione (lato in ingresso) e il portale di ammaro all'inizio della linee aerea in antenna (lato in uscita) verso la sottostazione di San Salvo Smistamento.

Le alimentazioni necessarie per le scaldiglie, per le utenze elettriche, e per le protezioni, dovranno essere derivate dai quadri elettrici ausiliari della sottostazione, alla tensione di 400 V AC 50 Hz trifase con neutro e/o 230 V AC UPS 50 Hz monofase.

Le principali distanze minime che dovranno essere mantenute in fase di progetto saranno:

- Distanza tra le fasi per le apparecchiature e i conduttori in sorpasso: 2,20 m
- Distanza tra le fasi per l'amarro linee: 3,00 m
- Larghezza degli stalli: 11 m
- Altezza dei conduttori di stallo (asse morsetti sezionatori di sbarra): 4,50 m
- Quota ammaro linee: 9 m

Le principali distanze longitudinali minime che dovranno essere mantenute tra le principali apparecchiature dello stallo AT in fase di progetto saranno:

- Distanza tra le sbarre e l'interruttore: $\geq 6,50$ m
- Distanza tra l'interruttore ed il TA (*): $\geq 7,50$ m
- Distanza tra il TA ed il sezionatore di linea (*): $\geq 3,50$ m
- Distanze tra il sezionatore di linea ed il TV (*): $\geq 3,00$ m
- Distanza tra il TV ed il traliccio/portale di ammaro (**): $\geq 4,50$ m

(*): le distanze sono da intendersi tra le mezzerie della apparecchiature.

(**): il TV ed il traliccio possono anche essere allineati.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 27 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

3.10 LINEE IN CAVO SOTTOMARINO (CSM)

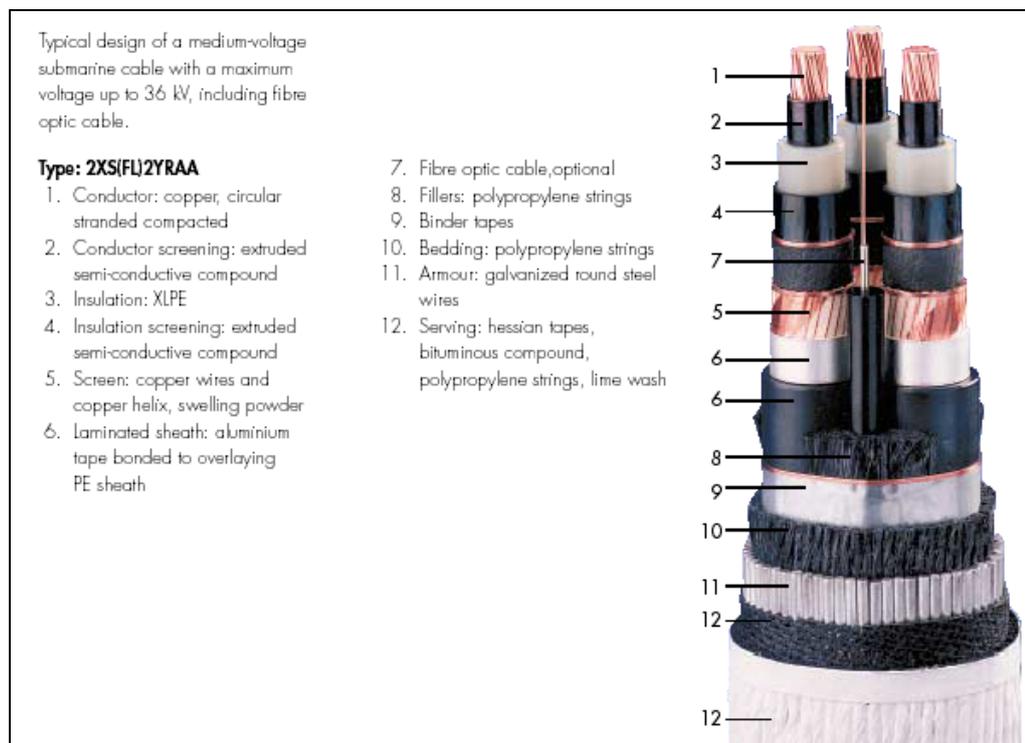
Le linee in cavo sottomarino serviranno per l'interconnessione tra le diverse unità di generazione e tra queste a la terra ferma, sia per la parte di potenza che per quella di controllo.

La tensione nominale della parte di impianto elettrico che utilizzerà i cavi sottomarini è 33 kV, pertanto la classe d'isolamento dei cavi, per la parte di potenza, sarà almeno 36 kV; inoltre, dovranno essere previste anche 48 coppie di fibra ottica (SMOF - Single Mode Optic Fiber), per soddisfare tutte le possibili richieste di controllo.

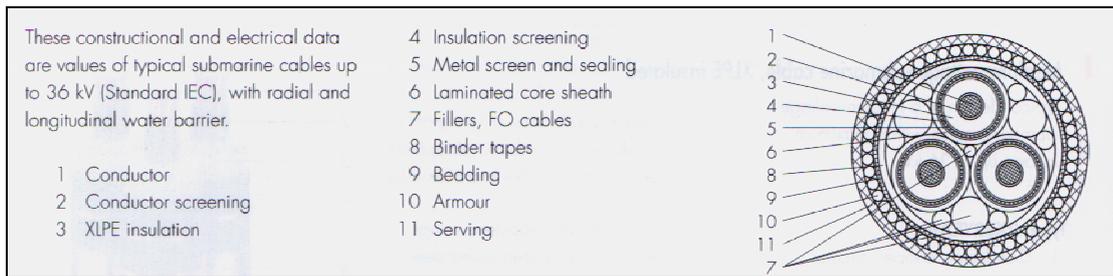
Le caratteristiche delle fibre ottiche e il loro numero sono assolutamente preliminari, e dovranno poi essere definiti alla luce delle reali necessità della parte di automazione.

I cavi dovranno avere conduttori circolari compatti in rame, isolamento in XLPE, dovranno essere armati con fili d'acciaio e schermati in fili di rame, con caratteristiche compatibili con le Norme.

Il rivestimento esterno dovrà essere a bassa emissione di fumi, senza alogeni e ritardante la fiamma, secondo le Norme CEI



Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 28 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00



I cavi sottomarini saranno posati sul fondale, purché questo sia profondo almeno 7.5 metri; diversamente dovranno essere interrati, come da documento descrittivo della posa, citato fra i documenti di riferimento.

Anche nella zona adiacente la piattaforma per un raggio di 100 metri, i cavi dovranno essere interrati, al fine di salvaguardarne la stabilità della posa.

Dalla cassetta di terminazione al fondale in cui il cavo verrà poi interrato, esso sarà infilato entro un tubo che corre lungo la verticale del palo di sostegno delle piattaforme per poi curvare in prossimità del fondale assecondando la curvatura e la posa (J-tube).

3.11 LINEE IN CAVO TERRESTRE (CTS)

Le linee in cavo terrestre serviranno per l'interfaccia tra le cassette di terminazione e le apparecchiature elettriche collegate dalle linee in cavo sottomarino, e per la connessione tra il quadro a 33 kV e il trasformatore elevatore, sempre comunque con una tensione nominale di 33 kV e quindi un livello d'isolamento del cavo di 26/45 kV.

Inoltre è previsto l'utilizzo dei cavi terrestri anche per tutti gli impianti ausiliari, sia degli aerogeneratori che di sottostazione sulla terra ferma, ma in questo caso la tensione è ridotta a 400V in valore nominale, imponendo quindi l'utilizzo di cavi da 0.6/1 kV.

Vista la particolarità dell'impiantistica su piattaforma, onde evitare difficoltà realizzative legate alla necessità di fornire una protezione meccanica alle condutture elettriche (conduit metallici), i cavi saranno tutti di tipo armato, così da poter essere posati direttamente sulle strutture, mediante sostegni passanti; per uniformità, anche sulla terra ferma e in sottostazione i cavi saranno tutti di tipo armato, e sarà quindi consentita la posa direttamente interrata.

Pertanto i cavi dovranno avere conduttori circolari compatti in rame, isolamento in XLPE, dovranno essere armati con fili d'acciaio, con caratteristiche compatibili con le Norme.

Il rivestimento esterno dovrà essere a bassa emissione di fumi, senza alogeni e ritardante la fiamma, secondo le Norme CEI.

I cavi di bassa tensione dovranno essere conformi alle Norme CEI 20-49 "Cavi per energia 0,6/1 kV con speciali caratteristiche di comportamento al fuoco per impiego in impianti di produzione dell'energia elettrica", in special modo per quanto riguarda le prove di resistenza al fuoco, alle emissioni di fumi e gas nocivi (CEI 20-22/2, CEI 20-37, CEI 20-38).

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 29 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

3.12 CASSETTE DI TERMINAZIONE (JSB)

Le cassette di terminazione per il cavo sottomarino sono necessarie per l'interfaccia tra quest'ultimo e i cavi e/o fibre ottiche terrestri, che poi saranno collegati alle apparecchiature elettriche.

Infatti, il cavo sottomarino, per le sue caratteristiche costruttive che lo rendono adatto alla posa in mare, è di difficile utilizzo nell'impiantistica "terrestre" e per motivi termici, il suo dimensionamento comprende anche l'effetto raffreddante dell'acqua, e all'asciutto si genererebbe un brusco aumento della temperatura dei conduttori, e una sensibile riduzione della portata; in più, unendo nella stessa conduttura sia i circuiti di potenza che le fibre ottiche, se ne rende necessaria anche la separazione, visto che solitamente essi hanno destinazioni diverse.

Pertanto, queste cassette saranno installate alla sommità dei J-tube, in modo da limitare il percorso del cavo sottomarino.

Per quanto concerne le terminazioni dei cavi sottomarini in prossimità della battigia, dove le tre linee sottomarine in arrivo dal quadro collettore MV-01 si interfacciano con le tre linee terrestri verso il quadro MV-00, le terminazioni dei cavi verranno realizzate mediante l'impiego di giunzioni semplici.

I cavi a monte e a valle del giunto ed il giunto stesso saranno direttamente interrati ad una profondità di almeno 2,5 metri, limitatamente alle immediate vicinanze della giunzione; altrove la posa sarà più superficiale, con una profondità dell'ordine di 80 cm±1 m.

La parte contenente le terminazioni dei cavi a 33 kV dovrà avere caratteristiche elettriche e mantenere distanze tra i conduttori adatte alla tensione nominale, e dovrà poter contenere i necessari giunti di triforcazione, necessari per l'amarro dei cavi alla morsettiera.

La parte contenente le terminazioni delle fibre ottiche dovrà essere separata e segregata, per quanto tecnicamente possibile, dalla parte dei cavi di potenza, così da ridurre al minimo le interferenze tra i circuiti.

Tutte le cassette dovranno essere adatte all'installazione in ambiente salmastro e corrosivo, e dovranno essere di tipo ermetico per preservare le parti interne dagli attacchi corrosivi dell'esterno.

Se necessario, le cassette potranno essere in sovrappressione.

3.13 LINEE AEREE A 150 kV (OHL)

Le linee aeree avranno la funzione di collegare:

- il trasformatore alla "sottostazione in aria a 150 kV" dell'impianto
- quest'ultima con la Sottostazione San Salvo Smistamento, posta ad alcuni chilometri dall'installazione produttiva.

La prima linea, lunga soltanto alcuni metri, sarà parte integrante della fornitura degli organi di interruzione e sezionamento di alta tensione, ed avrà caratteristiche strettamente simili ai collegamenti tra gli organi di interruzione e sezionamento; di fatto costituisce una sorta di prolungamento dei terminali di linea del trasformatore o un prolungamento del sistema di interruzione, in cui la struttura di sostegno di quest'ultimo è anche la struttura di sostegno della linea.

La seconda linea, lunga alcuni chilometri, avrà invece caratteristiche molto diverse dalla precedente, in quanto dovrà trasferire l'energia prodotta per tutta la lunghezza della linea senza causare eccessiva dissipazione e caduta di tensione.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 30 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Gli isolatori utilizzati per le colonne portanti dovranno essere realizzati in modo conforme alle Norme CEI 36-12 e CEI EN 60168.

Gli isolatori di linea dovranno essere conformi a quanto indicato nelle specifiche tecniche GRTN.

L'altezza degli isolatori dovrà essere determinata in base a quanto prescritto al par. 12 "Disposizione elettromeccanica" della specifica GRTN Doc. INETI01030.

Per gli isolamenti superficiali degli isolatori portanti, delle apparecchiature e degli isolatori passanti dei trasformatori si raccomanda un valore di salinità di tenuta pari a 14 g/l e 56 g/l rispettivamente per installazioni in atmosfera normale e inquinata (per i livelli di tensione 150 kV e 132 kV).

Valori di salinità diversi potranno essere concordati.

La linea sarà quindi costituita da tre (3) conduttori, uno per fase, di tipo adatto, preferibilmente ACSR, in cui ogni conduttore avrà le opportune caratteristiche elettriche, per la conduzione dell'energia, e meccaniche, per limitare la deformazione dei tiri sotto il loro stesso peso, tra un traliccio e l'altro.

Il sostegno di detti conduttori sarà affidato a dei tralicci opportunamente costruiti, dotati di catene di isolatori adatte alla tensione di esercizio della linea e con opportune caratteristiche meccaniche, atte a sopportare i carichi statici e dinamici a cui la linea li sottoporrà nelle diverse condizioni ambientali e metereologiche.

I conduttori dovranno essere opportunamente spazati nei passaggi sui tralicci, e dovranno mantenere delle distanze di sicurezza anche nei punti distanti dai tralicci.

L'altezza dei conduttori da terra, dovrà rispettare le distanze minime di sicurezza stabilite in conformità con le Norme, con particolare attenzione ai problemi di compatibilità elettromagnetica, specialmente per gli attraversamenti di strade e linee ferroviarie, evitando nel percorso, per quanto tecnicamente possibile, lunghi tratti paralleli a strade, ferrovie e condutture metalliche in genere.

In cima ad ogni traliccio dovrà essere sostenuta e messa a terra una "funne di guardia", che collegherà l'impianto di terra della sottostazione di partenza a tutti i tralicci della linea in antenna.

Il percorso della linea aerea sarà definito in fase di ingegneria esecutiva, una volta nota la posizione della sottostazione di arrivo "San Salvo smistamento", ed eseguiti i necessari rilievi topografici.

3.14 SISTEMA DI CONTROLLO E PROTEZIONE DI SOTTOSTAZIONE

Il sistema di controllo e protezione della sottostazione, installato all'interno della cabina elettrica di sottostazione, è necessario per il buon funzionamento degli organi di alta tensione e per la gestione dei dati di interfaccia con il Gestore della Rete, che dovrà agire anche sulla gestione delle macchine installate in mare.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 31 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Inoltre, se sarà necessario, in questo pannello dovrà essere implementato il sistema di logiche di gestione automatica dell'impianto, per le funzionalità non direttamente gestite dai sistemi di automazione dei singoli aerogeneratori.

Pertanto, il sistema di controllo dovrà essere in grado di ricevere dati dal Gestore, secondo quanto prescritto dalle Regole di Connessione del Gestore stesso e inviarli alle apparecchiature off-shore, nei tempi e nei modi che saranno stabiliti in fase di ingegneria esecutiva.

Questi segnali, ai sensi delle suddette regole di connessione, serviranno in special modo per:

- Gestire le manovre dell'interruttore (ed eventualmente degli organi di sezionamento) a 150 kV
- Gestire le manovre degli interruttori a 33 kV, agendo sulle connessioni tra le varie unità produttive, tra il collettore off-shore e la terra ferma e tra il quadro MV-00 e il trasformatore elevatore
- Gestire le manovre degli interruttori a 3,3 kV, agendo quindi sugli interruttori di macchina di ciascun aerogeneratore
- Gestire la regolazione di tensione e, per quanto tecnicamente possibile, la regolazione di frequenza di ciascun aerogeneratore

Sarà inoltre necessario un sistema di misura, in grado di monitorare costantemente le principali grandezze elettriche nelle varie parti d'impianto, riassumendole in questo pannello per renderle disponibili al sistema di gestione dell'impianto e al Gestore della Rete, con particolare attenzione per:

- Tensione
- Corrente
- Potenza Attiva Generata
- Potenza Reattiva Generata
- Fattore di potenza Generata
- Potenza Attiva Esportata
- Potenza Reattiva Esportata
- Fattore di potenza Esportata

Inoltre, sulla base degli accordi che saranno presi con le Autorità competenti, potrebbe essere richiesto un pannello di misura di tipo Fiscale, per il computo dell'energia elettrica direttamente assorbita dall'impianto di generazione, e quindi soggetta a tassazione.

Oltre al controllo a distanza e alla gestione automatica locale, dovrà essere previsto un pannello per l'alloggiamento delle protezioni elettriche di rete e per il trasformatore elevatore, che agiranno sull'interruttore a 150 kV e su quelli immediatamente adiacenti (33 kV di sottostazione e 150 kV alla fine della linea in antenna).

Pertanto dovranno essere previsti i seguenti relè di protezione per l'interruttore di linea:

- relè di massima corrente istantanea/ritardata (codice ANSI 50/51)
- relè di protezione per discordanza poli
- relè di mancata apertura interruttore (codice ANSI 50BF), che agirà sulle bobine di apertura degli interruttori adiacenti, anche a livelli di tensione diversi)
- relè di protezione distanziometrica (codice ANSI 21L)
- relè di massima/minima frequenza (codice ANSI 81O/81U)

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 32 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

- relè di autorichiusura (codice ANSI 79)
- relè di massima tensione (codice ANSI 59)
- relè di minima tensione (codice ANSI 27)
- relè di blocco per l'intervento delle protezioni (codice ANSI 86)
- relè di allarme, che raccoglie gli interventi delle protezioni elettriche originanti un allarme (codice ANSI 74)
- relè di scatto verso terzi (codice ANSI 94)

In più, per il trasformatore dovranno essere previsti:

- relè di protezione differenziale totale del trasformatore (Codice ANSI 87T)
- relè di protezione direzionale di terra (Codice ANSI 64T) per il neutro
- Relè di blocco trasformatore (Codice ANSI 86T), che raccoglie gli interventi delle protezioni elettriche originanti uno scatto
- Relè di allarme trasformatore (Codice ANSI 74T)), che raccoglie gli interventi delle protezioni elettriche originanti un allarme

Inoltre, l'interruttore a 150 kV dovrà essere dotato di relè di sincronizzazione (codice ANSI 25), che verifichi e/o piloti la sincronizzazione con l'esterno, in modo da evitare richiuse intempestive in opposizione di fase.

Sia il sistema di controllo che quello di misura che quello di protezione dovranno essere alimentati da sorgente ininterrompibile, in modo da permettere la messa in sicurezza dell'impianto in caso di fuori servizio dell'alimentazione principale.

3.15 SISTEMA AUSILIARIO DI SOTTOSTAZIONE

L'edificio servizi ausiliari e la sala quadri (SA/SQ), che di fatto sarà l'unico edificio della sottostazione, del tipo in muratura o prefabbricato, comprenderà indicativamente:

1. i quadri per il comando e controllo dell'impianto;
2. la collocazione degli armadi dei sistemi di protezione, comando e controllo;
3. locale/i batterie;
4. apparecchiature per teletrasmissioni (batteria e apparati per teletrasmissione);
5. quadri MT;
6. quadri BT in c.a. e c.c.;
7. locali vari (servizi igienici, ecc..)

Dovrà essere previsto, per questi ambienti, il pavimento modulare sopraelevato o un cavedio sottostante la sala quadri.

Nei locali quadri elettrici MT e BT, tutti i quadri e componenti ridondanti (raddrizzatori, batterie se di tipo non ermetico ecc.) dovrebbero tra loro essere opportunamente separati da pareti e/o diaframmi resistenti al fuoco.

Tutti i locali di cui ai comma dovranno avere l'ingresso dall'esterno, dotato di serraglio antisfondamento e almeno due ingressi sulle pareti opposte.

L'edificio dovrà essere realizzato completo degli impianti tecnologici necessari (quali ad esempio, l'impianto di riscaldamento e/o condizionamento, l'impianto rilevazione incendio, l'impianto anti-intrusione).

Gli impianti tecnologici dovranno essere realizzati conformemente a quanto prescritto dalle Norme UNI, CEI e CEI EN di riferimento.

Nella realizzazione dell'edificio si dovrà particolarmente tenere conto dell'isolamento termico, utilizzando idonei materiali isolanti, nel rispetto dei massimi e minimi coefficienti di dispersione termica indicati dalle Leggi di riferimento vigenti.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 33 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Per ciò che riguarda l'impianto elettrico di bassa tensione, il sistema di messa a terra generale deve essere TN-S con neutro franco a terra.

Ogni cavo di alimentazione dei diversi impianti tecnologici utilizzatori e/o di alimentazione di parte di essi deve essere protetto con un interruttore magnetotermico ed un interruttore differenziale.

L'interruttore differenziale deve essere conforme a quanto espressamente indicato dalle Norme CEI EN 61009-1 E 61009-2-1.

3.15.1 UPS

Al fine di garantire la continuità dell'alimentazione dei servizi ausiliari anche in condizioni di funzionamento anomalo della stazione (black out), il sistema dovrà sempre assicurare almeno il funzionamento dei dispositivi di protezione, degli automatismi e la manovra degli organi di sezionamento e di interruzione.

L'alimentazione in corrente continua dovrà essere realizzata mediante gruppi raddrizzatori-carica batteria.

In caso di mancanza della sorgente alternata, la capacità della batteria dovrà essere tale da assicurare il corretto funzionamento dei circuiti alimentati almeno per il tempo necessario affinché il personale possa intervenire.

Si riporta di seguito un elenco generale delle principali utenze privilegiate di una stazione elettrica; queste dovranno essere alimentate, in caso di black-out totale tramite il gruppo elettrogeno (commutato automaticamente, con disinserzione delle utenze non essenziali per il funzionamento dell'impianto).

In corrente alternata dovranno essere alimentati i seguenti carichi:

- raddrizzatori;
- illuminazione e f.m. privilegiata (sia in campo che nell'edificio);
- motori di manovra dei sezionatori (se alimentati in c.a.);
- motori per il comando degli interruttori;
- motori degli aerotermini dei trasformatori, se è richiesta l'ininterrompibilità dell'alimentazione;
- raddrizzatori delle teletrasmissioni.

In corrente continua dovranno essere alimentati i seguenti carichi:

- protezioni elettriche;
- comando e controllo delle apparecchiature e macchinario principale;
- motori di manovra dei sezionatori (se alimentati in c.c.);
- pannelli vari.

L'alimentazione dei servizi ausiliari in c.c. è, di norma, 110 V con il campo di variazione compreso tra +10%,-15%.

Lo schema di alimentazione dei S.A. in c.c. sarà composto da:

- n. 2 complessi raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionati in modo tale da poter svolgere ognuno funzione di riserva in caso di avaria di un complesso (previo commutazione automatica). Ogni raddrizzatore dovrà avere la capacità di erogare complessivamente la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente della batteria in fase di ricarica (sia di conservazione che rapida); la batteria dovrà assicurare la manovrabilità dell'impianto, in assenza d'alimentazione in c.a., per un'autonomia di 10 ore e dovrà essere in grado di

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 34 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

erogare eventuali picchi di corrente richiesti dal carico c.c. durante il normale funzionamento dei raddrizzatori; in considerazione della limitatezza della sottostazione, si eviterà l'installazione di un gruppo elettrogeno aumentando l'autonomia a 10 ore (che rappresenta il tempo minimo richiesto per il funzionamento del gruppo elettrogeno), anziché mantenere le 4 richieste dal Gestore.

- n. 1 quadro BT (suddiviso in due semiquadri) di distribuzione opportunamente dimensionato ed equipaggiato di dispositivo di scambio automatico delle fonti di alimentazione.

Si precisa che le protezioni elettriche “principali” e le protezioni elettriche “di riserva” devono essere alimentate da circuiti di alimentazione distinti; deve essere prevista per tutte le utenze in c.c. l'alimentazione di tipo radiale con la possibilità (a livello di singolo chiosco) di “soccorso alimentazioni”.

Inoltre dovrà essere previsto un sistema di alimentazione a 230 V AC monofase 50 Hz di tipo in interrompibile (UPS), costituito da un inverter monofase, un trasformatore trifase/monofase di by-pass e un quadro di distribuzione, necessario per l'alimentazione di tutte le utenze necessarie per il funzionamento in sicurezza dell'impianto.

L'inverter sarà alimentato dal quadro a corrente continua, in modo da garantire l'alimentazione delle utenze necessarie anche in corrente alternata.

Il monitoraggio dei parametri fondamentali di tale sistema dovrà essere acquisito dal sistema di gestione dell'impianto.

In generale, per i circuiti di alimentazione in c.c. e c.a., per i raddrizzatori e le batterie valgono i requisiti specificati al par. 8.2 della Norma CEI 11-1.

Se le batterie non dovessero essere di tipo non ermetico, il locale batterie deve essere dotato, ai fini della sicurezza, dei seguenti impianti, elettricamente alimentati dal sistema UPS:

- rilevazione idrogeno;
- ventilazione.

Non devono essere installati nel locale/i batterie né motori, né altre apparecchiature o quadri elettrici, prese ecc. o cavi appartenenti ad altri sistemi. Gli impianti di illuminazione, di ventilazione, di rilevazione gas e del sistema batterie devono essere invece realizzati per installazione in luoghi con pericolo d'esplosione e d'incendio secondo le prescrizioni della Norma CEI 31.

3.15.2 Ventilazione e condizionamento

Dovrà essere previsto un impianto di ventilazione e condizionamento con lo scopo di mantenere temperatura, umidità e qualità dell'aria costanti durante l'anno.

Tale impianto dovrà essere dotato di un quadro elettrico di distribuzione proprio, con caratteristiche tecniche adatte all'impiego e certificate dal fornitore dell'impianto, alimentato dal quadro LV-00.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 35 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Il monitoraggio dei parametri fondamentali di tale sistema dovrà essere acquisito dal sistema di gestione dell'impianto.

3.15.3 Impianto luce e prese

L'impianto di illuminazione sarà realizzato conformemente a quanto indicato nel par. 6.1.5 della Norma CEI 11-1 e dovrà garantire:

- livelli di illuminazione medi tali da consentire operazioni di esercizio, pronto intervento e messa in sicurezza anche di notte;
- l'illuminazione dell'ingresso e delle aree scoperte (ove necessario);
- l'illuminazione di sicurezza delle strade interne e periferiche della stazione, nonché per i locali degli edifici con presidio previsto.

L'illuminazione privilegiata dovrà entrare in funzione automaticamente al mancare dell'alimentazione normale.

L'impianto luce dovrà essere conforme alle prescrizioni della norma UNI 10380 : "illuminazione d'interni con luce artificiale". Detta norma fornisce le prescrizioni relative all'esecuzione, all'esercizio e alla verifica degli impianti di illuminazione artificiale in ambienti civili ed industriali.

Dovranno essere previsti diversi circuiti in modo da limitare i disagi per la perdita di un'alimentazione.

Dovrà essere previsto uno o più circuiti da alimentazione privilegiata (UPS, in modo da garantire comunque il 20% del totale dell'illuminazione, in caso di perdita dell'alimentazione principale.

L'ambiente interno dovrà essere dotato di illuminazione artificiale generale per creare nei vari locali condizioni visive equivalenti ed omogenee. Il tipo di illuminazione sarà eseguito scegliendo tra i sistemi più idonei

I circuiti delle accensioni o gruppi di accensioni simultanee non dovranno avere fattore di potenza a regime inferiore a 0,9, si consiglia il rifasamento di detti circuiti.

Dovranno essere presi opportuni provvedimenti contro l'effetto stroboscopio e particolare cura verrà posta all'altezza e posizione di installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose onde evitare pericoli di abbagliamento diretto o indiretto.

Salvo indicazioni contrarie gli apparecchi illuminanti verranno posizionati a soffitto con disposizione simmetrica e ben distanziati fra loro; sarà consentita la disposizione di apparecchi a parete sopra i lavabi a circa 1,8 m dal pavimento, in disimpegni di piccole dimensioni sopra le porte, nei corridoi o locali di altezza pari a 2,2 – 2,3 m dal pavimento qualora espressamente richiesto.

Sarà calcolato per ogni ambiente il flusso totale emesso in lumen delle sorgenti luminose, necessario per ottenere i valori di illuminamento in lx prescritti.

Dal flusso totale verrà ricavato il numero ed il tipo delle sorgenti luminose e di conseguenza il numero degli apparecchi da installare.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 36 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

L'edificio dovrà essere dotato dell'impianto prese luce e forza motrice con prese sia trifasi che monofasi, al fine di consentire l'alimentazione di piccoli utensili e attrezzi per la manutenzione. E' richiesta la presenza almeno di una presa trifase di tipo interbloccato da 125A a ridosso dell'edificio, e di una di pari potenza in zona trasformatori.

Dovrà essere previsto almeno un circuito prese da alimentazione privilegiata (UPS), per computer e strumentazione essenziale alla messa in sicurezza della sottostazione in caso di fermata.

3.16 IMPIANTO DI TERRA

Dovrà essere previsto un impianto di messa a terra, ai sensi del DPR 547 del 1955, in modo da garantire il funzionamento delle protezioni contro i contatti indiretti, e per consentire la richiusure delle correnti di guasto di alta tensione.

A tale scopo dovrà essere prevista una maglia di conduttore di rame, nudo o stagnato, sulla base delle caratteristiche di aggressività chimica del suolo.

L'impianto di terra deve essere rispondente alle prescrizioni del Cap. 9 della Norma CEI 11-1 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37: di seguito vengono illustrati alcuni aspetti generici, cui è consigliabile attenersi.

Questa maglia, interrata per almeno 70 centimetri rispetto al piano di campagna, dovrà essere fittamente magliata in corrispondenza delle installazioni di alta tensione, e dovrà circondare l'edificio contenente le apparecchiature elettriche di sottostazione.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale (portali, TA, TV, scaricatori) le dimensioni della maglia di terra devono essere opportunamente diminuite.

Precauzioni particolari devono essere prese qualora i conduttori in rame possano venire a contatto con strutture d'acciaio.

Se necessario, al fine di ottenere una resistenza totale di terra minore, potranno essere impiegate anche delle "puntazze", ovvero dei picchetti di terra conficcati ne terreno per alcuni metri, e collegati alla maglia di cui sopra.

La resistenza totale di terra dovrà essere minore possibile, e comunque inferiore a 1 Ohm.

Tutte le apparecchiature aventi involucro metallico, elettriche e non, dovranno essere collegate all'impianto di terra; lo stesso vale per tutti i ferri d'armatura dei muri e delle fondazioni civili.

Gli schermi e le armature dei cavi, compresi i cavi sottomarini, dovranno essere opportunamente collegati a terra.

Con riferimento alla Guida CEI 11-37, le funi di guardia di tutte le linee facenti capo alla stazione devono poter essere collegate alla rete di terra, e nel calcolo dello smaltimento delle correnti di guasto il loro effetto può essere considerato.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 37 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Le misure della resistività del terreno dovranno essere fatte dopo tutti i necessari sbancamenti/riporti di terreno, così da comprendere già le condizioni finali di funzionamento dell'impianto di messa a terra.

Per le installazioni in mare, le strutture metalliche fungeranno da impianto di terra. Pertanto, dovrà essere assicurata la continuità metallica ad ogni interruzione della struttura, e tutte le apparecchiature dovranno essere collegate, in uno o più punti, alla struttura metallica principale.

Se richiesto dai fornitori delle apparecchiature elettroniche, dovrà essere installato un impianto di terra "privilegiata", ovvero un impianto di terra di funzionamento per le suddette apparecchiature, che sarà normalmente esercito in condizioni di collegamento franco con l'impianto di terra di protezione, ma che sarà possibile sezionare in caso di necessità.

Inoltre se, in seguito alla valutazione del rischio di fulminazione atmosferica degli edifici, da eseguire obbligatoriamente ai sensi del Decreto 462/01, fatta secondo le Norme CEI 81-1 e CEI 81-4, dovesse rendersi necessario l'utilizzo un sistema di protezione contro le scariche atmosferiche, dovrà essere previsto un collegamento sezionabile di quest'ultimo all'impianto di terra, mediante dei conduttori fissati con saldatura alluminotermica alla maglia interrata.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 38 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI

4.1 Qualità e Provenienza dei Materiali, marcatura e prove

I materiali adottati per l'esecuzione dei lavori, che dovranno essere a perfetta regola d'arte, devono essere appropriati ed idonei all'ambiente a tipo d'installazione ed in conformità a quanto sarà previsto dalla Direzione Lavori e rispondenti a quanto indicato nelle seguenti disposizioni di legge:

- D.P.R. 27.04.55 n° 547,
- Legge 01.03.68 n° 186,
- D.M. 18.10.75,
- Legge 18.10.77 n°791,
- D.P.R. 27.04.78 n°384,
- Legge 07.12.84 n°818,
- D.P.R. 09.12.87 n°587,
- Legge 05.03.90 n°46,
- D.P.R. 06.12.91 n°447,
- D.M. 20.02.92,
- D.P.R. 18.04.94 n°392,
- D.L. 19.09.94 n°626 e
- nelle Norme CEI 11-1, 11-4, 11-8, 11-17, 11-18, 17-13/1, 31-30, 64-7, 64-8/1:7, 81-1 e successive varianti.

Tutte le apparecchiature dovranno essere marcate " CE " in accordo alla direttiva CE n. 89/336 ed al DL. n. 476 del 04/12/1992.

Se necessario le apparecchiature dovranno riportare anche marcatura ATEX.

Tutte le apparecchiature dovranno essere testate secondo le Norme relative e tutti i certificati relativi alle prove (di tipo e non) e di omologazione dovranno essere prodotti unitamente alla fornitura.

4.2 Esecuzione Opere

L'esecuzione delle opere dovrà avvenire a perfetta regola d'arte, secondo i disegni di progetto e le particolari disposizioni impartite all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori, nel pieno rispetto del capitolato, unitamente alle Norme per esecuzione delle linee elettriche di cui al D.P.R. n°1062 del 21.06.68 e alle Norme CEI citate nel precedente Paragrafo 4.1.

Restano ferme tutte le disposizioni di legge in materia di impianti elettrici ed impianti di illuminazione pubblica.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 39 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

5 CRITERI DI PROTEZIONE

5.1 Stato dei Neutri

Lo stato dei neutri dei diversi livelli di tensione è stato considerato come segue:

- Il neutro del sistema AT a 150 kV sarà esercito francamente a terra, se richiesto da GRTN, altrimenti in sottostazione sarà comunque disponibile ad essere messo a terra (sezionatore sul neutro del trasformatore TR-00, da aprire su ordine di GRTN)
- Il neutro del sistema a 33 kV sarà esercito isolato e non disponibile, o se sarà reso disponibile, potrà essere messo a terra con alta impedenza, al fine di mantenere il funzionamento della rete con una fase a terra (allarma al primo guasto, scatto della rete al secondo guasto)
- Il neutro del sistema a 400 V sarà esercito francamente a terra, per soddisfare i requisiti di protezione contro i contatti diretti ed indiretti.

5.2 Sistemi di Protezione contro i Contatti Diretti

La protezione contro i contatti diretti non è inferiore a IP-30 per gli involucri metallici esterni dei quadri e IP20 all'interno degli stessi.

Tutte le parti attive saranno rese normalmente inaccessibili e protette con isolamento o mediante involucri o barriere, saldamente fissate con stabilità e durata nel tempo.

Gli involucri e le barriere saranno rimovibili solo con l'uso d'apposite chiavi e attrezzi, ovvero dopo l'azionamento di opportuni interblocchi elettrici e/o meccanici e/o a chiave che consentono l'accesso solo a componenti fuori servizio (e messi a terra, come nel caso della Media Tensione).

5.3 Impianto di Terra di Protezione Contro i Contatti Indiretti

L'impianto di terra di protezione contro i contatti indiretti sarà realizzato secondo le Norme vigenti e sarà prodotta la necessaria documentazione di nell'ambito delle richieste del Decreto 462/01.

5.4 Sistema delle Protezioni

Ai fini della corretta scelta, e regolazione delle protezioni saranno eseguiti gli studi di Corto Circuito, Diagramma dei Carichi, Profilo delle Tensioni e Coordinamento delle Protezioni.

Il coordinamento di tutte le apparecchiature di sezionamento e protezione, sarà eseguito e verificato per garantire la sicurezza d'intervento (primario e di ricalzo) e la selettività monte-valle, in caso di guasto in un punto qualsiasi dell'impianto.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 40 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

6 RISPONDEZZA AI REQUISITI RICHIESTI DAL GESTORE DELLA RETE

Sulla base delle “Regole Tecniche di Connessione del GRTN”, valide per la connessione degli impianti di Generazione (e di cui in seguito saranno citati i diversi articoli e commi), l'impianto in oggetto sarà compatibile con le prestazioni della rete descritte all'Art. 3.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 1, lo schema di principio che verrà utilizzato per la connessione dell'impianto di generazione eolica offshore sarà:

- in merito all'inserimento dell'impianto nella rete di trasmissione, di tipo “IN ANTENNA”, come chiarito dal GRTN con Lettera P2005014185 del 19-07-05, da inserire in doppio entra-esce alla sottostazione di San Salvo Smistamento.
- in merito alla tipologia dei sistemi di sbarra (schemi di stazione), di tipo “A SEMPLICE SBARRA”, in quanto rete a 150 kV.
- in merito agli organi di manovra e d'interruzione adottati, di tipo “A SOLUZIONE NORMALE”, nella quale l'esclusione dell'impianto viene realizzata mediante manovra di soli interruttori.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 2, il punto di separazione funzionale sarà individuato a valle dell'interruttore generale a 150 kV, situato presso la sottostazione dell'impianto di generazione; in ogni caso la manovra di chiusura, sarà ogni volta concordata con il Gestore.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 3, la gestione dell'impianto dell'Utente, nella fattispecie una centrale di produzione eolica off-shore, verranno opportunamente regolamentate dal Gestore, che identificherà i requisiti da seguire nell'ingegneria esecutiva della parte di Alta Tensione, utilizzata per l'interfacciamento.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 4, l'installazione e la manutenzione di apparecchiature del Titolare della RTN o dell'Utente faranno parte delle competenze e delle responsabilità del titolare delle stesse, anche se installate in un'area di proprietà altrui. Eventuali apparati di proprietà del Gestore saranno installati e mantenuti a cura del titolare dell'impianto dove sono installati.

Gli accordi complementari conterranno un elenco di dettaglio di tali apparati.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 5, la scelta dei sistemi di protezione (principale e di ricalzo) verrà realizzata di concerto con il Gestore della RTN, sulla base dell'Art. 4 Comma 5 delle Regole Tecniche di Connessione.

Sulla base dell'Art 4 Comma 5.10, potrà essere previsto un sistema di telepilotaggio compatibile con quelli adottati da RTN.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 6, tutti i componenti elettrici necessari per il collegamento di potenza e le interfacce di controllo, protezione e segnalazione, saranno conformi alle prescrizioni dettate dal Gestore.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 7, il centro stella del trasformatore elevatore sarà predisposto per essere collegato francamente a terra, ferma restando la possibilità di sezionare quest'ultimo in caso di necessità, previa autorizzazione del Gestore.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 8, l'impianto sarà dotato di apparecchiature adatte allo scambio di informazioni, dati, ordini e comandi in totale ridondanza come richiesto.

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 41 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 9, una volta noto, il contributo dell'impianto utente sarà sommato a quello calcolato da RTN nel punto di connessione, e questo non supererà il potere di interruzione degli interruttori utilizzati.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 10, il coordinamento dell'isolamento sarà effettuato coerentemente con i criteri adottati sulla RTN (Art. 3 Comma 7), a parità di livello di tensione nominale.

Se richiesto dal Gestore, gli avvolgimenti AT dei trasformatori saranno realizzati con pieno isolamento verso terra, per consentire, in qualsiasi momento, l'esercizio con centro stella non collegato a terra.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 11, le potenze attive e reattive effettivamente scambiate saranno stabilite nell'attività di dispacciamento. Esse non potranno comunque superare i limiti stabiliti al Art. 3 Comma 14 delle Regole Tecniche di Connessione.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 12, l'impianto in oggetto potrà essere chiamato a partecipare alle attività di regolazione e controllo in emergenza.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 13, in fase di progetto definitivo saranno fornite le informazioni necessarie alla chiara identificazione del sito di connessione lato Utente, posto ad un capo della linea in antenna afferente alla sottostazione San Salvo Smistamento; nella fattispecie, visto lo stadio di ingegnerizzazione, sarà fornito uno schema elettrico unifilare d'impianto in cui saranno mostrate le apparecchiature di interruzione e sezionamento della sottostazione Utente da cui parte la suddetta linea aerea a 150 kV. Ulteriori informazioni a maggior definizione degli interventi saranno fornite in fase di ingegneria esecutiva e di dettaglio, e negli accordi complementari.

Ai sensi dall'Art. 4 Comma 14, tutto quanto non sopra menzionato o comunque non esaustivamente definito a causa dello stadio non avanzato di ingegneria, sarà comunque argomento degli accordi complementari tra utenza e GRTN, da formalizzare in fase di ingegneria esecutiva.

Essendo l'impianto in oggetto, un impianto di generazione direttamente connesso alla RTN, esso deve soddisfare anche i requisiti espressi all'Articolo 5 delle Regole Tecniche di Connessione .

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 1, sarà cura dell'utente, che in questo caso è definito Produttore, fornire in fase di ingegneria esecutiva, tutti i dati documentati di emissione di armoniche, al fine di permettere al Gestore la verifica, tramite calcolo, del valore del THD.

Inoltre, il Produttore documenterà eventuali carichi presenti ed alimentati in modo da indurre dissimmetrie nelle tensioni.

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 2, si dichiara che le prestazioni dell'Impianto di generazione, intese come dati d'esercizio, sono le seguenti:

- Impianto di generazione di energia elettrica da fonte di tipo rinnovabile, costituito dai aerogeneratori eolici installati off-shore.
- $V_n = 150$ kV con variazioni entro i limiti definiti dal Gestore
- $P_n \text{ max} = 162$ MW, in condizioni di vento estremamente favorevoli
- Fattore di potenza non inferiore a 0,90 pu

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 42 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

Tutte le altre caratteristiche saranno definite in documenti dedicati ed in fase di ingegneria esecutiva.

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 3, le prestazioni dell'impianto in oggetto, per la natura rinnovabile della fonte di energia, non possono soddisfare i requisiti richiesti.

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 4, le prestazioni dell'impianto in oggetto, per la natura rinnovabile della fonte di energia, non possono soddisfare i requisiti richiesti.

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 5, l'impianto in oggetto sarà in grado di tollerare, senza scollegarsi, la corrente di sequenza inversa causata da guasti dissimmetrici, eliminati dalle protezioni di riserva della RTN in un tempo pari a 2 secondi per la rete 150kV.

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 6, essendo l'impianto in oggetto privo, per propria natura, di capacità regolante, non può essere assoggettato alle regolazioni obbligatorie, eccetto che a quelle di riduzione dell'energia prodotta, che possono attuarsi mediante il distacco di uno o più gruppi, fino al distacco completo delle unità produttive.

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 7, durante la progettazione e la realizzazione dell'impianto saranno previste le necessarie apparecchiature, atte a trasmettere le necessarie tipologie di informazioni al Gestore. L'elenco di dettaglio e le modalità di scambio delle informazioni saranno stabiliti negli accordi complementari.

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 8, l'impianto in oggetto, che parteciperà alla regolazione secondaria di tensione ed alla regolazione secondaria di frequenza/potenza sarà predisposti per ricevere i relativi segnali di livello, trasmessi dal Gestore.

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 9.1, si riportano di seguito le protezioni che saranno previste per ciascun aerogeneratore, la cui potenza nominale è 4 MVA, 3,6 MW a 3,3 kV:

- Terra statore
- Terra rotore
- Sottoeccitazione e/o perdita di eccitazione
- Massima tensione
- Massima velocità
- Massima temperatura delle parti attive
- Differenziale di trasformatore di unità (4MVA 3,3/33 kV AN)
- Massima corrente lato 33 kV su trasformatore di unità da 4MVA

Inoltre, le medesime protezioni relative ai trasformatori saranno previste anche per il trasformatore elevatore principale dell'impianto TR-00, per il quale saranno previste anche le protezioni di:

- massima corrente dal lato 150 kV
- mancata apertura interruttore lato 150 kV

Le tarature di dette protezioni e l'eventuale modifica delle stesse potrà comunque essere oggetto degli accordi complementari.

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 9.2, si riportano di seguito le protezioni contro i guasti esterni che saranno previste per ciascun aerogeneratore:

- massima corrente lato 3,3 kV
- minima tensione lato 3,3 kV

Ing. Claudio Giovanni DONDI Cascina Uccellina, 1 27020 – TROMELLO (PV)	IMPIANTO/OPERA	Pagina 43 di 43
	Impianto di Generazione Eolica Off-Shore	Numero Doc. F20GD-DOC-002
		Revisione 00

- relè a sequenza inversa (squilibrio di corrente)

Inoltre, sul trasformatore elevatore principale e sull'interruttore di stazione a 150 kV saranno previste le seguenti protezioni:

- Distanziometrica sulla linea 150 kV
- Massima corrente
- Minima tensione
- Protezione di sbarra se dovesse essere presente nella sottostazione San Salvo Smistamento

Particolari modalità di distacco per guasti esterni potranno comunque essere oggetto degli accordi complementari, al fine di migliorare la continuità del servizio.

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 11, ogni gruppo di generazione sarà dotato di un regolatore di velocità, con caratteristiche tipiche di un impianto di generazione eolica dotata di generatori di tipo asincrono.

Ai sensi dell'Art. 5 Comma 10, ogni gruppo di generazione sarà dotato di un regolatore di tensione, con caratteristiche tipiche di un impianto di generazione eolica dotata di generatori di tipo asincrono, in cui la potenza reattiva ha particolari caratteristiche di regolazione dipendenti dalle condizioni atmosferiche.

Art. 6 non applicabile

Ai sensi dell'Art. 7, l'impianto di generazione è conforme in quanto conforme ai requisiti di cui all'Art. 5 suoi commi.

Art. 8 non applicabile

Art. 9 non applicabile

Art. 10 non applicabile, in quanto assimilabile ad impianto direttamente connesso.

Art. 11 non applicabile