

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO E  
DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN  
POTENZA NOMINALE 72 MW

REGIONE SARDEGNA	PROVINCIA di SASSARI	COMUNE di PORTO TORRES	COMUNE di SASSARI	COMUNE di STINTINO
				
		Località "Margoneddu"	Località "S'Eligheddu"	Località "Pozzo S. Nicola"

Scala:	Formato Stampa:	<h1>PROGETTO DEFINITIVO</h1>
/	A4	

RELAZIONE

<b>A. 14</b>	<i>Disciplinare Tecnico Descrittivo E Prestazionale Degli Elementi Tecnici</i>
--------------	--

<p><b>Progettazione:</b></p> <div style="text-align: center;">  <p><b>R.S.V. Design Studio S.r.l.</b> Piazza Carmine, 5   84077 Torre Orsaia (SA) P.IVA 05885970656 Tel./fax: +39 0974 985490   e-mail: info@rsv-ds.it</p> </div>	<p><b>Committenza:</b></p> <div style="text-align: center;">  <p><b>PLANET SARDINIA 2</b></p> <p>PLANET SARDINIA 2 S.r.l. Via del Galileo, 89 85100 Potenza (PZ) P.IVA 02134250766</p> </div> <p><b>Responsabili Progetto:</b></p> <p>Ing. Vassalli Quirino</p>  <p>Ing. Speranza Carmine Antonio</p> 
--	--

Catalogazione Elaborato	ITW_PRT_A14_Disciplinare descrittivo impianti tecnici.pdf ITW_PRT_A14_Disciplinare descrittivo impianti tecnici.doc
-------------------------	--

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Maggio 2022	Prima emissione	FS	QV/AS	RSV



☒ . . . . ☒ . . . . \_\_\_\_\_ . . . . ☒ . . . . ☒

## SOMMARIO

### Sommario

<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>CARATTERISTICHE FISICHE E TECNICHE DELL'INTERVENTO</b> .....	<b>3</b>
A  COMPONENTI DELL'IMPIANTO .....	3
B  CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO.....	5
C  DESCRIZIONE COMPONENTI DELL'AEROGENERATORE .....	5
D  UNITA' DI CONTROLLO E DI POTENZA.....	7
E  PROTEZIONE DA FULMINI E RETE DI TERRA A SERVIZIO DELL'AEROGENERATORE.....	8
F  TORRE DI SOSTEGNO .....	9
G  FONDAZIONI.....	10
H  RETE DI CAVIDOTTI PER LA TRASMISSIONE DELL'ENERGIA PRODOTTA E PER IL CONTROLLO DELL'IMPIANTO .....	10
I  RETE DI TERRA .....	10
<b>STAZIONE ELETTRICA RETE-UTENTE</b> .....	<b>11</b>

## PREMESSA

La presente relazione ha l'obiettivo di specificare tutti i contenuti prestazionali e tecnici degli elementi previsti nel progetto di parco eolico proposta dalla società Planet Sardinia 2 Srl e da realizzarsi in agro dei comuni di Sassari, Stintino e Porto Torres (SS). Il disciplinare espone inoltre la descrizione delle caratteristiche, della forma, dei materiali previsti e delle dimensioni dell'intervento. Quindi di seguito, al fine della soluzione progettuale proposta, si procede all'esame delle caratteristiche fisiche e tecniche di tutti gli elementi del progetto nella sua interezza.

## CARATTERISTICHE FISICHE E TECNICHE DELL'INTERVENTO

### */A/ COMPONENTI DELL'IMPIANTO*

Gli elementi fondamentali che vanno a comporre l'aerogeneratore sono:

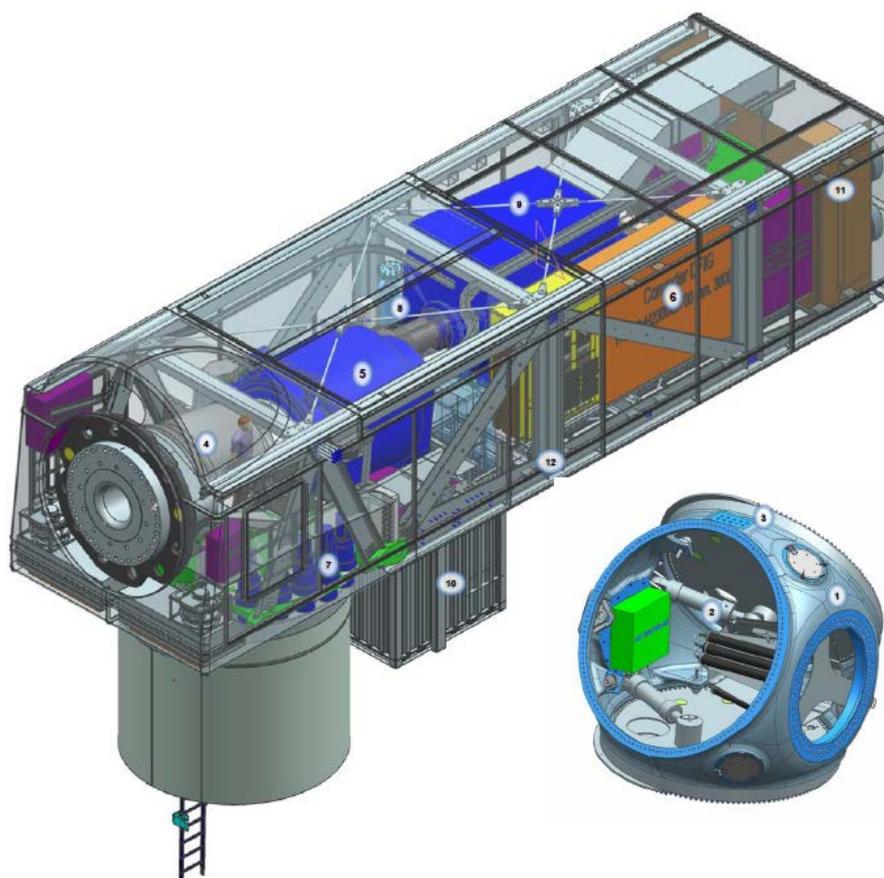
- ☉ Rotore;
- ☉ Navicella;
- ☉ Torre.

Il rotore è formato da un supporto (hub) a cui sono fissate 3 pale in materiale composito, le quali hanno il compito di accumulare l'energia cinetica del vento e condurla all'albero generatore elettrico.

All'aumentare della superficie captante delle pale cresce l'energia cinetica raccolta, ma crescono anche le turbolenze che le pale si inducono l'una con l'altra nel loro moto. Quindi, la forma ed il numero delle pale vengono studiati per massimizzare la produzione energetica. Al fine del progetto si è optato per un rotore di diametro pari a 170 m, per poter massimizzare la produzione energetica dell'impianto limitando allo stesso tempo l'impatto visivo, quest'ultimo dovuto più alla posizione degli aerogeneratori ed al contesto che all'effettiva dimensione del rotore, anche per effetto delle pale volta a minimizzare la visibilità ed al tutto sommato ridotto delle pale medesime.

La navicella consiste in un involucro avente i principali componenti al fine della trasformazione dell'energia meccanica in elettrica, ubicato alla sommità della torre. Le caratteristiche della navicella sono più o meno simili per tutti i modelli di aerogeneratori, pertanto non sono sottoposti a scelte specifiche del progettista del singolo impianto.

Nella seguente figura (Figura 1) è contenuto lo spaccato di una navicella tipo.



- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| 1 Hub                 | 7 Yaw system       |
| 2 Pitch system        | 8 High speed shaft |
| 3 Blade bearings      | 9 Generator        |
| 4 Low speed shaft     | 10 Transformer     |
| 5 Gearbox             | 11 Cooling system  |
| 6 Electrical cabinets | 12 Rear Structure  |

Figura 1 - Spaccato navicella tipo

La torre consiste in una struttura tubolare in acciaio, formata da più segmenti da assemblare in sito, la quale svolge la funzione di portare in quota la navicella, ove il vento non è disturbato dalla rugosità superficiale. Dato che il vento aumenta al crescere dell'altezza, più l'altezza della torre è elevata e più l'energia prodotta dall'impianto viene incrementata. Per lo stesso modello di aerogeneratore sono quindi disponibili torri di varie altezze, lasciando al progettista di trovare l'esatto compromesso tra costi e benefici.

Dal punto di vista estetico gli aerogeneratori si presentano di colorazione bianca con le pale dotate di bande rosse per migliorarne la visibilità.

Per l'aerogeneratore Siemens Gamesa SG170 i colori adoperati per la torre sono riportati in Tabella 1 e per le pale in Tabella 2.

□ . . . □ . . . □ . . . □ . . . □

Colour of Siemens Gamesa Tower Section		
	External:	Internal:
<b>Standard Tower Colour</b>	RAL 7035 (light grey)	RAL 9001 (cream white)

Tabella 1: colorazione esterna/interna della superficie della torre, modello Siemens Gamesa SG170

Blade Colour	
<b>Standard Blade Colour</b>	RAL 7035 (light grey). All lightning receptor surfaces on the blades are unpainted, excluding the Solid Metal Tips (SMT).
<b>Tip-End Colour Variants</b>	RAL 2009 (traffic orange), RAL 3020 (traffic red)
<b>Gloss</b>	< 30% ISO 2813

Tabella 2: colorazione delle pale, modello Siemens Gamesa SG170

## **/B/ CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO**

Le condizioni di funzionamento dell'aerogeneratore di progetto sono:

- Velocità di inizio produzione: ➤ 3 m/s
- Velocità di arresto: ➤ 25 m/s

## **/C/ DESCRIZIONE COMPONENTI DELL'AEROGENERATORE**

### Sistema di trasmissione

Cassa di ingranaggi con due stadi epicicloidali e uno stadio elicoidale ad assi paralleli.

### Generatore

Generatore asincrono con rotore alimentato ed anelli rotanti, dotato di sistema di controllo, mediante il quale la macchina funziona in modo sincrono.

### Trasformatore

L'energia generata con il generatore ad anello viene trasportata mediante un rettificatore ed un cosiddetto circuito intermedio ad un inverter. Il trasformatore, situato nella navicella, trasforma la tensione da 400/660 V in media tensione a 30 kV.

### Sistema di freno

- ☉ Aerodinamico: Per variazione dell'angolo del passo delle pale;
- ☉ Meccanico: Freno a disco con pinze idrauliche.

✘ . . . ✘ . . . \_\_\_\_\_ . . . ✘ . . . ✘

### Sistema di orientazione

Motore dotato di sensore che determina la direzione del vento e con sistema automatico di sbrogliamento dei cavi elettrici.

### Sistema di controllo

Controllo basato su microprocessore. Sistema di controllo a distanza.

### Moltiplicatore di giri

Consiste nella parte meccanica, la quale collega l'albero di trasmissione lento all'albero di trasmissione veloce. La sua funzione consiste nell'aumentare gli RPM tra i due alberi; il loro rapporto può arrivare fino a 1/75.

### Sistemi di misura

I sistemi di misura anemometrici e gli indicatori di direzione del vento hanno lo scopo di configurare in maniera corretta la macchina in base alla direzione e all'intensità del vento. Mediante il segnale dell'anemometro e di una banderuola segnamento, si gestisce il corretto funzionamento della macchina trasmettendo i dati ad un processore che si occupa di variare i parametri di funzionamento principali (pitch e yaw).

### Yaw control

L'angolo di yaw rappresenta l'angolo di rotazione della navicella sul proprio asse verticale. Dato che la macchina deve sempre essere allineata mediante il vento, un sistema di movimentazione attivo composto da attuatori elettrici e relativi riduttori, provvede a movimentare la navicella in base alla direzione di provenienza del vento registrata dall'indicatore di direzione.

### Pitch control

L'angolo di "pitch" o angolo di calettamento, consiste nell'angolo che assume la pala rispetto al piano di rotazione del rotore. Cambiando l'angolo di pitch è possibile regolare l'angolo di incidenza del vento sulla pala e di conseguenza effettuare una regolazione attiva.

Il sistema di regolazione è composto da servomotori inseriti direttamente sulle pale. Questo sistema permette di avere una regolazione indipendente di ogni pala, utilizzabile

□ . . . □ . . . \_\_\_\_\_ . . . □ . . . □

ad esempio al fine di bilanciare ad ogni giro la diversa spinta del vento sulla pala quando essa si trova più vicina al suolo.

### Torre

Torre tubolare troncoconica avente rifinitura superficiale di pittura a base di resina. Scala interna di sicurezza che arriva fino alla navicella, in alternativa si può installare un ascensore di servizio.

## ***/D/ UNITA' DI CONTROLLO E DI POTENZA***

L'impianto eolico verrà dotato di una sua propria unità di controllo, mediante funzionamento autonomo. Questa unità controlla e supervisiona il funzionamento degli aerogeneratori, e tra gli altri i parametri che seguono:

- velocità e direzione del vento;
- temperatura del generatore;
- tensione generata;
- potenza generata;
- fattore di potenza;
- gradiente di potenza.

Ogni aerogeneratore del parco verrà collegato grazie ad un anello di cavo in fibra ottica. La fibra ottica sarà dotata di un rinforzo centrale in fibra di vetro, gel anti-umidità e una doppia spirale di protezione. Il cavo verrà posato in un tubo che correrà a fianco ai cavi di potenza nel cavidotto centrale.

L'unità di controllo e di potenza controlla tutte le funzioni critiche dell'aerogeneratore, al fine di ottimizzare costantemente il funzionamento stesso su tutta la gamma di velocità del vento, e che può essere riassunta nel seguente modo:

- ☉ Sincronizzazione della velocità di rotazione alla potenza nominale, prima della connessione alla rete;
- ☉ Controllo della velocità;
- ☉ La connessione alla rete si mantiene attiva anche durante brevi anomalie della rete elettrica, come cadute di tensione, attraverso una specifica unità di controllo;
- ☉ Regolazione del fattore di potenza a 1, (nessuna potenza reattiva) o generazione di potenza reattiva da introdurre in rete a seconda delle caratteristiche della rete stessa;

□ . . . □ . . . \_\_\_\_\_ . . . □ . . . □

- ⊗ Regolazione indipendente dell'angolo di passo di ciascuna delle pale per ottimizzare il funzionamento dell'aerogeneratore conseguendo;
- ⊗ Aggiustamento ottimale della potenza nominale;
- ⊗ Connessione più sicura del generatore;
- ⊗ Avviamento senza consumo di energia;
- ⊗ Minori carichi sulla struttura;
- ⊗ Arresto del generatore senza utilizzazione del freno meccanico;
- ⊗ Ottimizzazione della produzione per qualsiasi condizione di vento;
- ⊗ Vita utile attesa di 20 anni;
- ⊗ Orientazione automatica in funzione della direzione del vento;
- ⊗ Arresto della turbina quando si presenta qualsiasi inconveniente.

## ***/E/ PROTEZIONE DA FULMINI E RETE DI TERRA A SERVIZIO DELL'AEROGENERATORE***

Gli aerogeneratori di progetto vengono protetti da scariche atmosferiche con protezione di Classe I in base agli standards riportati dalla normativa IEC 61400-24, IEC 61000-6-2 e IEC 62061.

La protezione da fulmini per gli aerogeneratori consiste in un sistema di singole protezioni combinate nel seguente modo:

- protezione esterna da fulmini secondo la norma *DIN V VDE V 0185-3 (VDE V 0185 Part 3)*, per convogliare e distribuire l'energia del fulmine nel terreno;
- ridurre le differenze di potenziale mediante una maglia di terra intorno alla fondazione del generatore;
- twistare i cavi discendenti dalla navicella alla fondazione per minimizzare le tensioni e le correnti indotte.

Pertanto, all'interno delle pale di rotore saranno ubicati dei captatori di fulmini che trasporteranno l'energia del fulmine su un anello situato in corrispondenza dell'hub. Questo anello a sua volta mediante dei conduttori in rame di sezione non minore di 70 mm<sup>2</sup> sarà reso equipotenziale con il sistema di messa a terra del generatore.

Il sistema di messa a terra dell'aerogeneratore sarà composto da:

- ⊗ dispersore intenzionale: ovvero un corpo conduttore tipicamente una corda di rame in contatto elettrico con il terreno, che realizza un collegamento elettrico con la terra e costituito da più anelli di terra realizzati su ogni area di sedime dell'aerogeneratore

□ . . . □ . . . \_\_\_\_\_ . . . □ . . . □

che ne circoscrivono la torre, tutti gli anelli sono interconnessi fra loro mediante un dispersore lineare interrato;

- ⊗ collettori (o prese) di terra, ovvero l'elemento di collegamento al dispersore dei conduttori di protezione;
- ⊗ conduttori di terra per il collegamento delle armature metalliche delle opere civili (dispersore di fatto) al dispersore intenzionale, nonché per i collegamenti dei collettori di terra, masse e masse estranee con il dispersore intenzionale;
- ⊗ conduttori di protezione ed equipotenziali per i collegamenti fra masse o masse estranee e i collettori di terra.

### ***/F/ TORRE DI SOSTEGNO***

L'aerogeneratore di progetto prevede una torre di sostegno di tipo tubolare con una struttura in acciaio, avente forma tronco-conica e composta da diversi tronconi.

I tronconi verranno realizzati in officina per poi essere trasportati e montati in cantiere.

Alla base della torre sarà presente una porta che consentirà l'accesso ad una scala montata all'interno, dotata ovviamente di opportuni sistemi di protezione (parapetti). Per ciascun troncone è prevista una piattaforma di riposo con protezione anticaduta.

È previsto anche un sistema di illuminazione di emergenza interno.

La torre verrà protetta contro la corrosione da un sistema di verniciatura multistrato. In conformità alla norma ISO 12944-2 sarà garantita una classe di protezione alla corrosione C5 "alta (durata certificata per un periodo maggiore a 15 anni)", mentre per l'interno della torre è previsto un livello C3.

Ciascuna saldatura verrà controllata con sistemi ad ultrasuoni o a raggi X.

Per minimizzare la necessità di raggiungere la navicella mediante le scale il sistema di controllo del convertitore e di comando dell'aerogeneratore verranno sistemati in quadri montati su una piattaforma separata alla base della torre.

L'energia elettrica generata è condotta alla base della torre mediante cavi installati su una passerella verticale ed appositamente schermati.

Al fine della trasmissione dei segnali di controllo alla navicella verranno installati cavi a fibre ottiche.

□ . . . □ . . . \_\_\_\_\_ . . . □ . . . □

## ***/G/ FONDAZIONI***

Il tipo di fondazione da adottare, diretta o indiretta su pali, sarà definita in fase di redazione del progetto esecutivo ed in funzione della tipologia del terreno in sito, appositamente indagato mediante indagine geognostica, geologica e idrogeologica, nonché del grado di sismicità. Le fondazioni saranno in cemento ed avranno comunque forma circolare e diametro variabile in base all'esito delle indagini geotecniche da eseguire in fase esecutiva, ed indicativamente di diametro 15-20 metri, e la lunghezza utile a raggiungere un substrato di terreno con idonee caratteristiche di portanza.

## ***/H/ RETE DI CAVIDOTTI PER LA TRASMISSIONE DELL'ENERGIA PRODOTTA E PER IL CONTROLLO DELL'IMPIANTO***

Con riferimento dell'energia generata da ogni singolo aerogeneratore alla rete elettrica nazionale, previa adeguata trasformazione della tensione, e per il controllo dell'impianto, sarà realizzata una rete di cavidotti interrati in cui saranno ubicati cavi di potenza in media tensione e cavi in fibra ottica per il trasferimento dati.

I cavidotti seguiranno i percorsi interrati indicati nelle tavole progettuali allegate al presente e avranno le caratteristiche progettuali ivi riportate.

Trattandosi di cavi interrati, l'impatto estetico dei cavidotti risulterà nullo.

I cavi saranno composti in alluminio ed avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- Designazione: *ARG7H1RNR* o *ARG7H1RNRX*;
- Conduttori a corda rotonda compatta di alluminio;
- Grado di isolamento: 18/30 kV;
- Sezione nominale R 70 mm<sup>2</sup>;
- Tensione nominale: 30 kV.

Una volta scelta la sezione commerciale del cavo, è stata svolta la verifica mediante il criterio termico, con la condizione che la massima densità di corrente (e di conseguenza la massima sovratemperatura rispetto all'ambiente circostante) non oltrepassi determinati valori di sicurezza. In base ai valori limiti delle portate di corrente ( $I_z$ ) fissati dai costruttori dei cavi nelle varie condizioni di posa, questi ultimi devono essere maggiori alle correnti di impiego ( $I_b$ ) calcolate in ogni tratto che costituisce il circuito elettrico:

$$I_z < I_b$$

□ . . . □ . . . \_\_\_\_\_ . . . □ . . . □

Nel calcolo delle sezioni dei cavi si è tenuto conto anche del criterio economico, per minimizzare il volume dei conduttori e quindi delle diverse sezioni delle linee.

## **/I/ RETE DI TERRA**

La rete di terra consiste nella stesura di un anello di corda di rame nudo attorno a ciascuna fondazione, il quale sarà poi collegato al nodo di equipotenzializzazione situato dentro la torre. Indicativamente si prevede di installare un anello di terra singolo, ma in fase costruttiva il direttore lavori svolgerà una misura puntuale della resistenza di terra dell'anello e, nel caso in cui dovesse individuare un valore minore a quanto prescritto dalla normativa, provvederà ad incrementare le dimensioni della rete di terra facendo posare un secondo anello. Tutti gli anelli di terra delle fondazioni saranno collegati tra di loro, allo scopo di ridurre la resistenza di terra complessiva.

La corda di rame possiederà le caratteristiche tecniche di massima:

- ☉ Materiale: rame elettrolitico *CU-ETP 99.9%*;
- ☉ Stato superficiale: nudo;
- ☉ Stato fisico: crudo o ricotto;
- ☉ Tolleranza: secondo norme *CEI 7-1/1977*;
- ☉ Sezione: 50 mm<sup>2</sup>

Il dispersore verrà interrato ad una profondità pari a circa 1,1 metri rispetto ai piani finiti di strade, piazzali o quota del piano di campagna e verrà posta a diretto contatto con uno strato di terreno vegetale di spessore non minore di 20 cm.

## **/J/ ALLACCIAMENTO ALLA RETE**

I tipici requisiti volti all'allacciamento a reti di trasmissione possono essere di seguito sintetizzati:

- Gli impianti di energia eolica devono rimanere collegati alla rete elettrica anche in caso di sensibili variazioni di tensione e di frequenza;
- In caso di mancanza di tensione a causa di guasti alla rete, gli impianti di energia eolica devono rimanere collegati alla rete per un tempo stabilito;
- Durante un guasto alla rete può venire richiesta l'immissione di corrente di corto circuito;
- Dopo la riparazione del guasto un parco eolico deve riprendere l'immissione in rete al più presto possibile ed entro un tempo massimo prestabilito;

□ . . . □ . . . \_\_\_\_\_ . . . □ . . . □

- I parchi eolici devono poter funzionare a potenza ridotta senza limiti di tempo;
- Per una distribuzione coordinata del carico elettrico l'aumento della potenza elettrica generata (gradiente di potenza), per es. all'attivazione del parco eolico, deve poter essere regolato conformemente alle direttive del gestore della rete;
- I parchi eolici devono offrire un contributo alle riserve della rete; con un aumento della frequenza di rete, la potenza fornita deve diminuire;
- I parchi eolici devono poter contribuire, se necessario, al mantenimento della tensione di rete, erogando o assorbendo potenza reattiva;
- I parchi eolici devono poter essere integrati nel sistema delle linee elettriche per il monitoraggio ed il controllo a distanza di tutti gli impianti.

## STAZIONE ELETTRICA RETE-UTENTE

La società Terna S.p.A. responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione ha rilasciato alla committenza la soluzione tecnica minima generale (STMG) circa l'allacciamento alla rete elettrica nazionale. L'ipotesi fornita al committente prevede il collegamento in antenna a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica (SSE) di trasformazione a 380/150 kV della RTN "Fiumesanto - Porto Torres".

Il punto nel quale è collegato alla rete elettrica viene definito normativamente "punto di connessione". Il punto di riserva è invece formato dal punto in cui finisce l'impianto dell'utente ed inizia l'impianto di rete, e nel caso in questione coincide con la stazione elettrica di utenza.

La stazione elettrica di utenza rappresenta, di conseguenza, anche l'interfaccia tra l'impianto di utenza e quello di rete.

In corrispondenza della stazione di utenza verranno dunque installati tutti i dispositivi di regolazione e controllo dell'energia immessa in rete, nonché di protezione degli impianti elettrici.

La stazione utente avrà una sezione a 150 kV e una sezione in ingresso a 30 kV. La stazione è commisurata in base alla massima potenza dell'impianto, e verrà composta dalle opere e dagli impianti che seguono:

- ⊗ N° 1 montante di linea/trasformazione MT/AT, 30/150 KV composto dai seguenti dispositivi elettrici:

□ . . . □ . . . \_\_\_\_\_ . . . □ . . . □

- N° 1 trasformatore trifase di potenza 42/50 MVA, 150/30 kV, ONAF, provvisto di commutatore sotto carico lato AT;
  - N° 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco, 170 kV completi di conta scariche, installati sia a protezione del trasformatore di potenza e sia per il cavidotto in uscita interrato AT;
  - N° 3 trasformatori di corrente TA; 200-400/5-5-5-5 A, 10 VA-0.2, 20 VA-0.2, 30 VA-5P30, 30 VA-5P30;
  - N° 1 terna di trasformatori di tensione induttivi TVI per esterno, con rapporto 150000: Z 3 - 100: Z3 V, 10 VA cl. 0.2;
  - N° 1 interruttore tripolare, 170 kV;
  - N° 1 terna di trasformatori di tensione capacitivi TV per esterno collegati sulle sbarre di parallelo, con rapporto 150000:Z3 - 100: Z3 - 100: Z3 - 100:3 V, 50 VACI.0.5, 50 VA-CI.0.5, 50 VA-3P;
  - N° 1 sezionatore 170 kV;
- ☉ N° 1 edificio comandi e N°1 edificio ad uso del turbinista, costituiti da container coibentati e contenenti:
- n° 1 trasformatore per servizi ausiliari MT/BT-potenza 50 kVA;
  - distribuzione ausiliaria C.A. e C.C. compresi di batterie composte;
  - impianto di illuminazione;
  - contatore per misure fiscali;
  - impianto di climatizzazione per i quadri Mt/Bt;
  - impianto di rilevazione incendio e antintrusione;
- ☉ N° 4 torri faro;
- ☉ N° 1 storage potenza massima 30 MW.

La pianta e la sezione degli edifici vengono rappresentate nelle tavole allegate al presente progetto.

Il trasformatore di potenza verrà alimentato dal quadro elettrico MT di collegamento dell'elettrodotto interrato al parco eolico. L'energia elettrica, dopo essere stata trasformata alla tensione di 150 kV, verrà evacuata in AT attraverso un cavo aereo a 150 kV.

L'intero impianto e le apparecchiature installate verranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche. Le caratteristiche principali risultano le seguenti:

- tensione massima: 170 kV;

□ . . . □ . . . \_\_\_\_\_ . . . □ . . . □

- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 325 kV;
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV.

Interruttori tripolari in SF6:

- corrente nominale: 2000 A;
- potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.

Sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea:

- corrente nominale: 2000 A (non lame di terra);
- corrente nominale di breve durata: 31,5 kA.

Sezionatore tripolare di messa a terra sbarre:

- corrente nominale di breve durata: 31.5 kA.

Trasformatori di corrente:

- rapporto di trasformazione nominale: 400-1600/5 A/A;
- corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale;
- corrente nominale termica di cto cto: 31,5 kA.

Trasformatori di tensione:

- rapporto di trasformazione nominale: 150.000/1.73/100/1.73 V/V;
- le prestazioni verranno definite in sede di progetto esecutivo.

I trasformatori di tensione saranno di tipo capacitivo, eccetto quelli dedicati alle misure contrattuali che potranno essere di tipo induttivo.

Sbarre:

- corrente nominale: 2000 A.

Trasformatore trifase in olio minerale:

- Tensione massima 170 kV;
- Frequenza 50 Hz;

□ . . . □ . . . \_\_\_\_\_ . . . □ . . . □

- Rapporto di trasformazione 150/30 kV;
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV;
- Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV;

Tensione di corto circuito 22,5 %:

- Collegamento avvolgimento Primario Stella;
- Collegamento avvolgimento Secondario Triangolo;
- Potenza in servizio continuo (ONAN-ONAF) 30-35 MVA;
- Peso del trasformatore completo 60 t.

Caratteristiche di massima dei componenti MT:

- tensione di esercizio nominale  $V_n$  30 kV;
- tensione di isolamento nominale 36 kV;
- tensione di prova a 50 Hz 1 min 70 kV;
- tensione di tenuta ad impulso 170 kV;
- frequenza nominale 50 Hz;
- corrente nominale in servizio continuo  $I_n$  630 A;
- corrente ammissibile di breve durata  $I_K$  16 kA;
- corrente di cresta  $I_P$  2,5.  $I_K$ ;
- temperatura di esercizio  $-5 \div +40$  °C.

□ . . . □ . . . □ . . . □

Interruttore a tensione nominale 150 kV:

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m <sup>2</sup> ) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	1250	2000
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	20	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	50	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1"-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	5	8
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

Sezionatori orizzontali a tensione nominale 150 kV con lame di messa a terra

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
<b>Corrente nominale di breve durata:</b>	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
<b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b>	1
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	270
<b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>	≤15
<b>Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra</b>	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV,A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

□ . . . □ . . . \_\_\_\_\_ . . . □ . . . □

Sezionatori verticali a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
<b>Corrente nominale di breve durata:</b>	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
<b>Corrente nominale commutazione di sbarra (A)</b>	1600
<b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b>	1
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale longitudinale (N)	1250
- orizzontale trasversale (N)	400
<b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>	≤15

Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Frequenza nominale (Hz)	50
<b>Corrente nominale di breve durata:</b>	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
<b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b>	1
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
- verso massa (kV)	650
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
- verso massa (kV)	275
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale trasversale (N)	600
<b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>	≤15

□ . . . □ . . . □ . . . □

### Trasformatore di corrente a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
<b>Prestazioni(**) e classi di precisione:</b>		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m <sup>3</sup> )	da 14 a 56(*)
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti</b>		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(\*\*) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

### Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000/\sqrt{3}}{100/\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C <sub>pa</sub> (pF)	≤(300+0,05 C <sub>n</sub> )
- G <sub>pa</sub> (μS)	≤50
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(\*\*) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

□ . . . □ . . . □ . . . □ . . . □

Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	150.000/√3
Tensione nominale secondaria (V)	100/√3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )	Da 14 a 56(*)
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044- 2
- verticale (N)	

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(\*\*) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Scaricatori per tensione nominale a 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	110
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	2
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	31,5

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati