

REGIONE SARDEGNA

Provincia di Sassari

COMUNE DI CALANGIANUS



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
01	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	10/05/2024	FURNO C.	LO PRESTI I.	FURNO C.
00	EMISSIONE PER COMMENTI	19/04/2024	FURNO C.	LO PRESTI I.	FURNO C.

Committente:

AEI WIND PROJECT XVI S.R.L.

Sede Legale: Via Savoia n. 78 - 00198 - Roma (RM) - Italia
PEC: aeiwindprojectxvi@legalmail.it

**AEI WIND
PROJECT XVI S.R.L.**

P.I. 17264911003
Via Savoia 78
00198 Roma

Società di Progettazione:

Ingegneria & Innovazione

Progettista/Resp. Tecnico:



Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere
96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409
Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it

Dott. Ing. Cesare Furno
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Catania
n° 6130 sez. A

Progetto:

IMPIANTO EOLICO TEMPIO II

Tavola:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI

Scala:

—:—

Nome DIS/FILE:

C23046S05-PD-RT-11-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

DEFINITIVO

Il presente documento è di proprietà della ANTE GROUP S.r.l.

È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.



INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. GENERALITA'.....	4
2.1. Oggetto dei lavori	4
2.2. Descrizione generale	4
3. COMPONENTI DELL'IMPIANTO.....	5
3.1. Scavi.....	5
3.2. Plinto di fondazione.....	5
3.3. Torre di sostegno.....	8
3.4. Navicella	9
3.5. Rotore	11
3.6. Sistema di controllo e sistema elettrico	15
3.7. Sistemi di sicurezza.....	16
3.8. Protezione da fulmini e sovratensioni, compatibilità elettromagnetica (EMC).....	16
4. DATI TECNICI TURBINE	17
5. SPECIFICA TECNICA CAVI AT DI COLLEGAMENTO	20
6. CABINA ELETTRICA.....	24
7. RETE DI TERRA	25
7.1. Rete di terra aerogeneratori	26
7.2. Rete di terra connessione aerogeneratori	26
7.3. Rete di terra cabina di consegna	26

 <p>AEI WIND PROJECT XVI S.R.L. P.I. 17264911003 Via Savoia 78 00198 Roma</p>	<p>IMPIANTO EOLICO TEMPIO II</p> <p>DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI</p>	 <p>Antex group Ingegneria & Innovazione</p> <table border="1" data-bbox="1129 250 1490 295"> <tr> <td data-bbox="1129 250 1252 295">10/05/2024</td> <td data-bbox="1252 250 1364 295">REV: 1</td> <td data-bbox="1364 250 1490 295">Pag.3</td> </tr> </table>	10/05/2024	REV: 1	Pag.3
10/05/2024	REV: 1	Pag.3			

1. PREMESSA

Per conto della società proponente, AEI WIND PROJECT XVI S.R.L., società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di ABEI ENERGY & INFRASTRUCTURE S.L., dedicata allo sviluppo, realizzazione e gestione per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, la società Antex Group S.r.l. ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato Impianto eolico "Tempio II" da realizzarsi nel territorio del Comune di Calangianus, appartenente alla provincia di Sassari. Il progetto prevede l'installazione di n. 6 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno, per una potenza complessiva pari a 39,6 MW. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete elettrica nazionale tramite la posa di un cavidotto interrato su strade esistenti e la realizzazione di una nuova cabina utente per la consegna collegata in antenna a 36 kV sulla nuova Stazione Elettrica (SE) di Smistamento della RTN a 150 kV in GIS denominata "Tempio" (prevista dal Piano di sviluppo Terna) da collegare, tramite due nuovi elettrodotti a 150 kV, a una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN a 380/150 kV da collegare tramite un elettrodotto 380 kV al futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN di Codrongianos.

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl. Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

Antex Group pone a fondamento delle proprie attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

 <p>AEI WIND PROJECT XVI S.R.L. P.I. 17264911003 Via Savoia 78 00198 Roma</p>	<p>IMPIANTO EOLICO TEMPIO II</p> <p>DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI</p>	 <p>Ingegneria & Innovazione</p>	
		10/05/2024	REV: 1

2. GENERALITA'

2.1. Oggetto dei lavori

Oggetto del presente documento è la descrizione, sulla base delle specifiche tecniche, di tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Il disciplinare contiene, inoltre, la descrizione delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.

2.2. Descrizione generale

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica. Un insieme di più aerogeneratori, dislocati in una determinata area e collegati tra loro tramite una rete di cavidotti, costituisce un parco eolico a sua volta collegato ad una Stazione Elettrica dove viene fatta confluire tutta l'energia prodotta per poi essere distribuita alla Rete Elettrica Nazionale.

L'energia eolica è una fonte rinnovabile, in quanto non richiede alcun tipo di combustibile, ma utilizza l'energia cinetica del vento non provocando emissioni dannose per l'uomo e per l'ambiente.

Gli aerogeneratori previsti in progetto sono costituiti da quattro elementi principali:

- Plinto di fondazione;
- Torre di sostegno;
- Navicella con organi meccanici di trasmissione;
- Rotore a tre pale.

La fondazione ancora la turbina contribuendo a scaricare su di essa tutte le forze agenti sulla struttura. La torre sostiene la navicella e smorza le forze provocate dalla rotazione delle pale e dall'orientamento della navicella. La navicella contiene tutte le apparecchiature necessarie alla conversione dell'energia del vento (meccanica) in energia elettrica: l'albero lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico, il trasformatore BT/MT, il sistema di controllo e gli ausiliari.

3. COMPONENTI DELL'IMPIANTO

3.1. Scavi

L'area interessata dalla realizzazione del parco eolico sarà oggetto di scavi per l'esecuzione delle opere di fondazione delle torri, dei manufatti a servizio dell'impianto, per la posa dei cavi elettrici e dei sottoservizi.

Gli scavi di fondazione delle torri saranno a sezione ampia, di forma parallelepipedica, con base quadrata avente lato di circa 28,00 m e con profondità di circa 4,50 m.

Gli scavi dei manufatti saranno a sezione ampia e di dimensioni ricavabili dalle tavole di progetto con profondità tale da raggiungere una quota che garantisca la sicurezza del manufatto stesso e da non interessare il terreno vegetale.

Gli scavi a sezione ristretta, necessari per la posa dei cavi, avranno profondità di circa 1,5 metri e larghezza variabile ma comunque di un metro, come da progetto, in funzione delle terne presenti nello stesso scavo per i cavi di AT a 36 kV.

Gli scavi, effettuati con mezzi meccanici, saranno realizzati evitando scoscendimenti, franamenti, ed in modo tale che le acque provenienti dalla superficie non abbiano a riversarsi sui cavi. Ove necessario si adotteranno sbadacchiature ed opere provvisorie per il puntellamento delle pareti, costituite da tavole orizzontali di spessore minimo di 5 cm fissate in gruppi di 3-4 con traverse verticali e compresse mediante sbatocchi trasversali contro le pareti dello scavo.

I materiali provenienti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno temporaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o in altri siti opportunamente individuati nelle aree di cantiere.

Successivamente lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro.

Per i materiali provenienti dagli scavi a sezione ampia, realizzati per l'esecuzione delle fondazioni, se la caratterizzazione soddisferà i requisiti previsti dalla norma in vigore, si prediligerà il riutilizzo totale in loco. Altrimenti, potranno essere utilizzati in parte per la realizzazione delle strade nell'ambito del cantiere, in parte trasportati a rifiuto in discarica autorizzata.

L'armatura sarà realizzata con tavole orizzontali aventi lunghezza minima di 4 m e spessore minimo di 5 cm. Le tavole verranno fissate in gruppi di 3-4 con traverse verticali e compresse mediante sbatocchi trasversali contro le pareti dello scavo.

3.2. Plinto di fondazione

Nella progettazione delle opere di fondazione si deve assicurare che il piano di posa sia situato ben al di sotto della coltre del terreno vegetale e dallo strato interessato dal gelo e da significative variazioni di umidità stagionali; inoltre, il piano di posa deve garantire il riparo da fenomeni di erosione superficiale delle opere di fondazione in oggetto. Si sottolinea che le strutture di fondazione in oggetto, non risultando in vicinanza di manufatti esistenti, non influenzeranno il comportamento di altri manufatti.

Il piano di posa sarà opportunamente regolarizzato con conglomerato cementizio magro.

Le azioni di progetto prese in considerazione sono:

- Azioni dovute al peso proprio;

- Azioni dovute ai carichi permanenti;
- Azione del vento;
- Azione termica;
- Azione sismica (ai sensi delle NTC 2018).

Ai fini della progettazione delle strutture di fondazione saranno tenute in conto le seguenti combinazioni, per avere i casi di verifica più severi.

- Peso proprio sul plinto + azioni permanenti della torre + azioni dovute al vento.
- Peso proprio sul plinto + azioni permanenti della torre + azioni dovute al vento + azione sismica.

Inoltre, per le fondazioni delle torri verranno effettuate:

- la verifica di stabilità a ribaltamento, assicurando che il momento ribaltante sia minore del momento stabilizzante;
- la verifica di stabilità alla traslazione, assicurando che la risultante delle forze alla traslazione siano minori della risultante delle forze che si oppongono alla traslazione;
- la verifica della portanza del terreno di fondazione, assicurando che la portanza del terreno sia maggiore della tensione massima;
- verifica dei cedimenti assoluti e differenziali.

La fondazione di ciascun aerogeneratore sarà costituita da un plinto in calcestruzzo di cls armato di forma tronco-conica con diametro pari a 26,50 m ed altezza pari a 4,3 m (fig. 1)

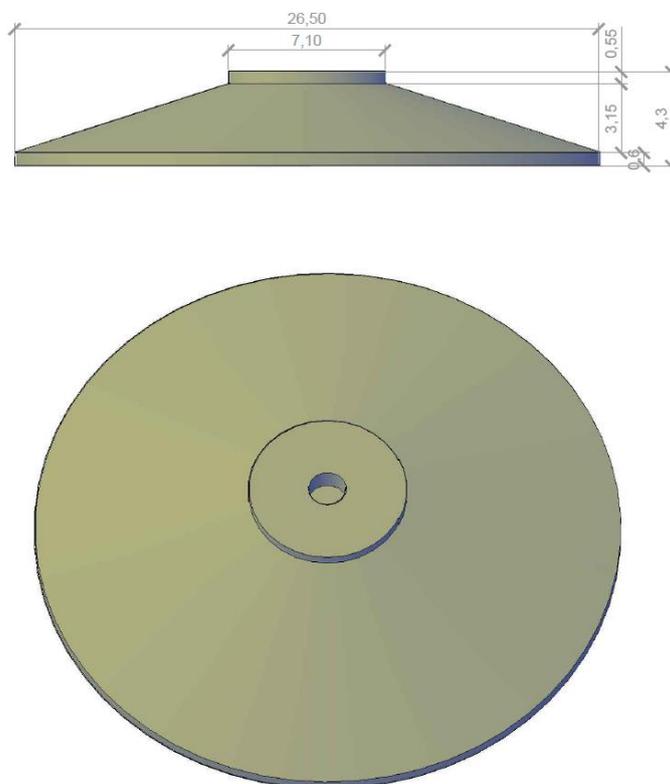


Figura 1 Fondazione Tipo



All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia di ancoraggio metallica cilindrica dotata di una flangia superiore di ripartizione dei carichi ed una flangia inferiore di ancoraggio (fig. 2). Entrambe le flange sono dotate di due serie concentriche di fori che consentiranno il passaggio di barre filettate ad alta resistenza e, a quella superiore tramite un giunto bullonato, verrà unito il modulo tubolare di base della torre stessa.

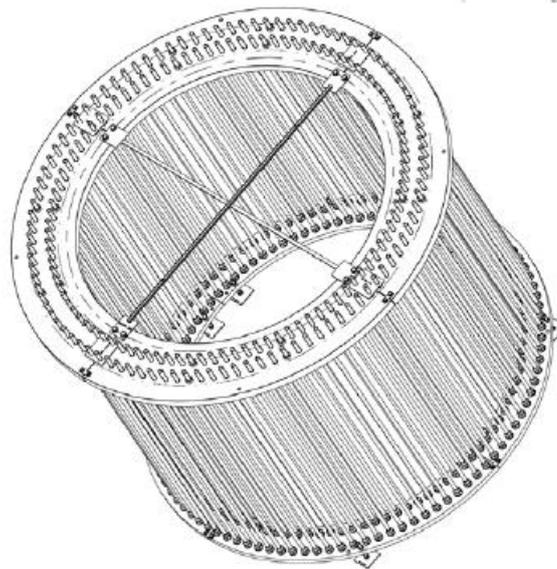


Figura 2 Sistema di ancoraggio della torre annegato nella fondazione

Le dimensioni del plinto derivano da un pre-dimensionamento che dovrà essere opportunamente confermato in sede di progettazione esecutiva.

I materiali da utilizzare saranno, salvo diverse prescrizioni del progetto esecutivo:

- Calcestruzzo C 20/25 per il magrone;
- Acciaio per armatura c.a. B450C;
- Calcestruzzo ad alta resistenza C 40/50 additivato per raggiungere una consistenza di grado S5 per il plinto;
- Calcestruzzo ad altissima resistenza C 45/55 additivato per raggiungere una consistenza di grado S4 per il colletto del concio di base;
- Malta cementizia con nanotecnologie ad alta resistenza del tipo Masterflow 9002 per l'inghisaggio della flangia superiore del sistema di ancoraggio di base.

Nella fondazione, oltre al sistema di ancoraggio della torre, saranno posizionate le tubazioni passacavo in PVC corrugato, nonché gli idonei collegamenti alla rete di terra.

Il sito di ciascuna torre sarà oggetto di puntuali indagini finalizzate a determinare la successione stratigrafica, la natura degli strati e le caratteristiche geologiche-geotecniche di ciascuno strato, la presenza di fenomeni carsici e di eventuali sacche di materiale incoerente non compatibile con le sollecitazioni indotte dalle sovrastrutture e necessarie, quindi, di preventiva bonifica.



Per la progettazione si sono applicate le nuove N.T.C. di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modificazioni.

Per quanto attiene i materiali, in particolare la classe della miscela di calcestruzzo da utilizzare, oltre alle caratteristiche di resistenza meccanica necessarie per la sicurezza strutturale in relazione alle sollecitazioni agenti, dovranno considerarsi le caratteristiche dell'ambiente di posa in opera in relazione ai rischi di corrosione delle armature o di attacco chimico connesse, per soddisfare i requisiti di durabilità dell'opera.

3.3. Torre di sostegno

La torre di sostegno di tipo tubolare avrà una struttura in acciaio ed un'altezza complessiva fino all'asse del rotore pari a 155 m, con forma tronco-conica, e sarà costituita da sette conci. Le diverse sezioni saranno ottimizzate per lunghezza, diametro e peso allo scopo di assicurare anche un peso adeguato al trasporto. Il collegamento tra le singole sezioni sarà realizzato in cantiere tramite flange bullonate fra loro. Il design dei tubi in acciaio è scelto in modo tale da permettere una combinazione modulare dei segmenti alle altezze al mozzo necessarie. Le sezioni di cui si compone la torre saranno realizzate in officina quindi trasportati e montati in cantiere. La protezione dalla corrosione necessaria è realizzata da un rivestimento a più strati da sistemi di verniciatura conformi alla specificazione di protezione dalla corrosione.

Le singole sezioni della torre saranno dotate di relative piattaforme di montaggio, sistemi di scale con elementi di sostegno, sistemi di illuminazione a norma e sistemi di illuminazione di emergenza. Dalla base si può raggiungere la navicella, posizionata sulla sommità della torre, attraverso una scala interna dotata di dispositivi anticaduta e/o ascensore di servizio.

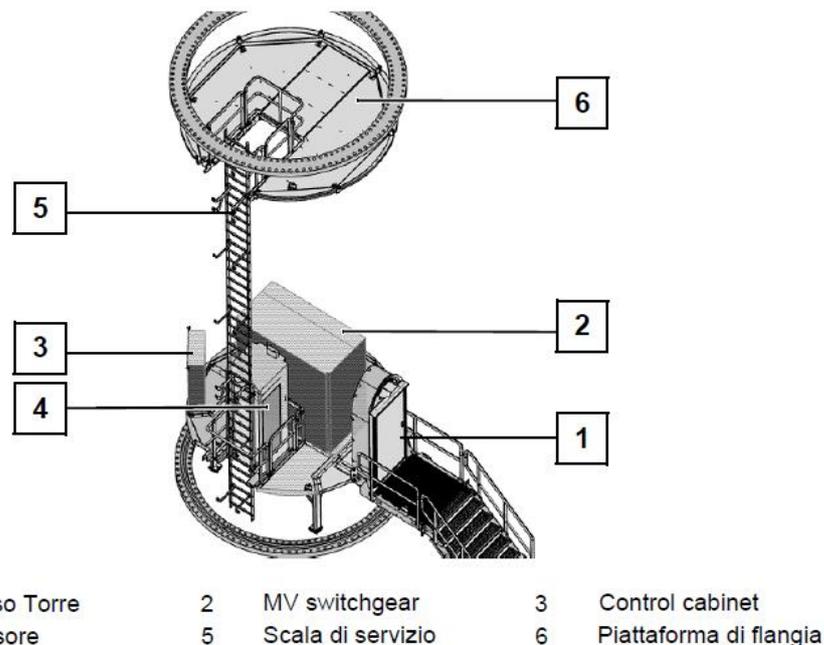


Figura 3 Particolare tipo del primo modulo della torre con apertura per l'accesso

In corrispondenza di ogni concio della torre, è prevista una piattaforma di sosta (piattaforma di flangia) che interrompe la salita; internamente l'illuminazione della torre viene garantita con continuità da un sistema di emergenza. Per evitare di raggiungere frequentemente la navicella attraverso la scala, i sistemi di controllo del convertitore (MV switchgear) e di comando (Contro Cabinet) dell'aerogeneratore sono posizionati su una piattaforma alla base della torre. Dalla navicella l'energia prodotta viene trasportata ai quadri a base torre attraverso cavi schermati che scendono in verticale all'interno di una passerella.

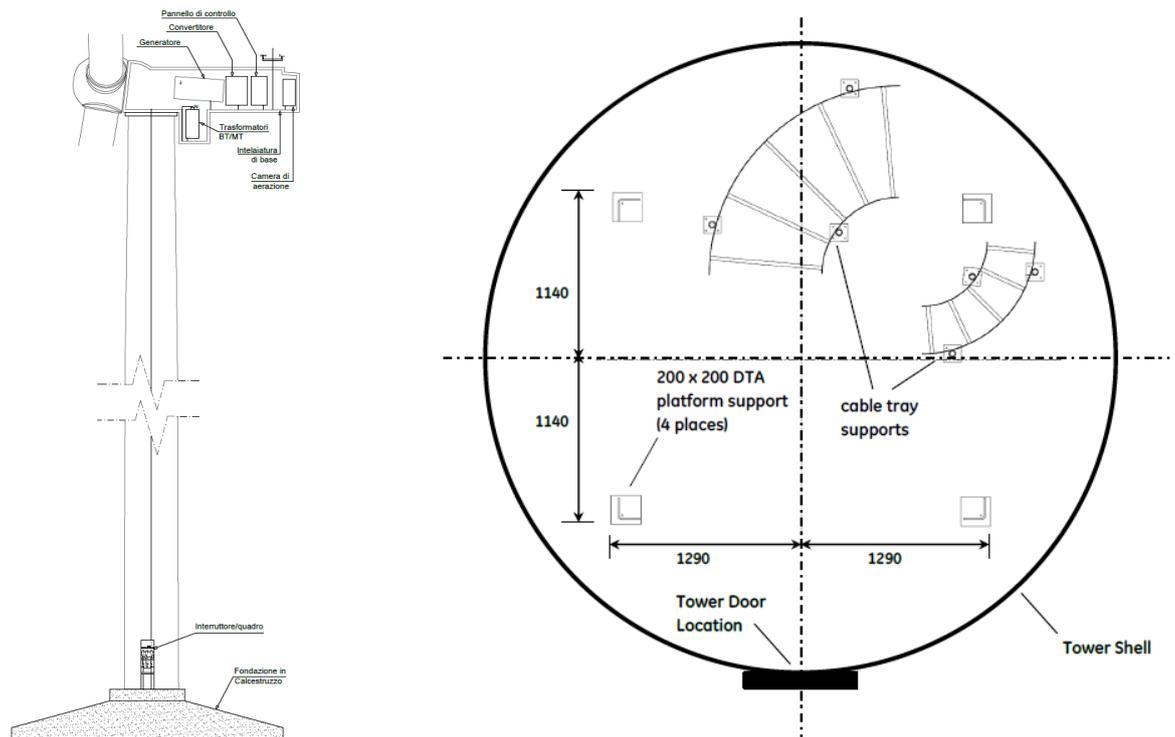


Figura 4 *Disposizione tipo degli elementi interni di un aerogeneratore*

Tutti i segnali di controllo, infine vengono trasmessi alla navicella attraverso cavi a fibre ottiche. Per garantire la protezione alla corrosione, la torre sarà rivestita con un sistema di verniciatura multistrato in conformità alla norma EN ISO 12944; tutte le saldature saranno verificate a raggi X o con equivalenti sistemi ad ultrasuoni. La finitura esterna della struttura sarà di colore chiaro tipo RAL 9018 o 7035.

3.4. Navicella

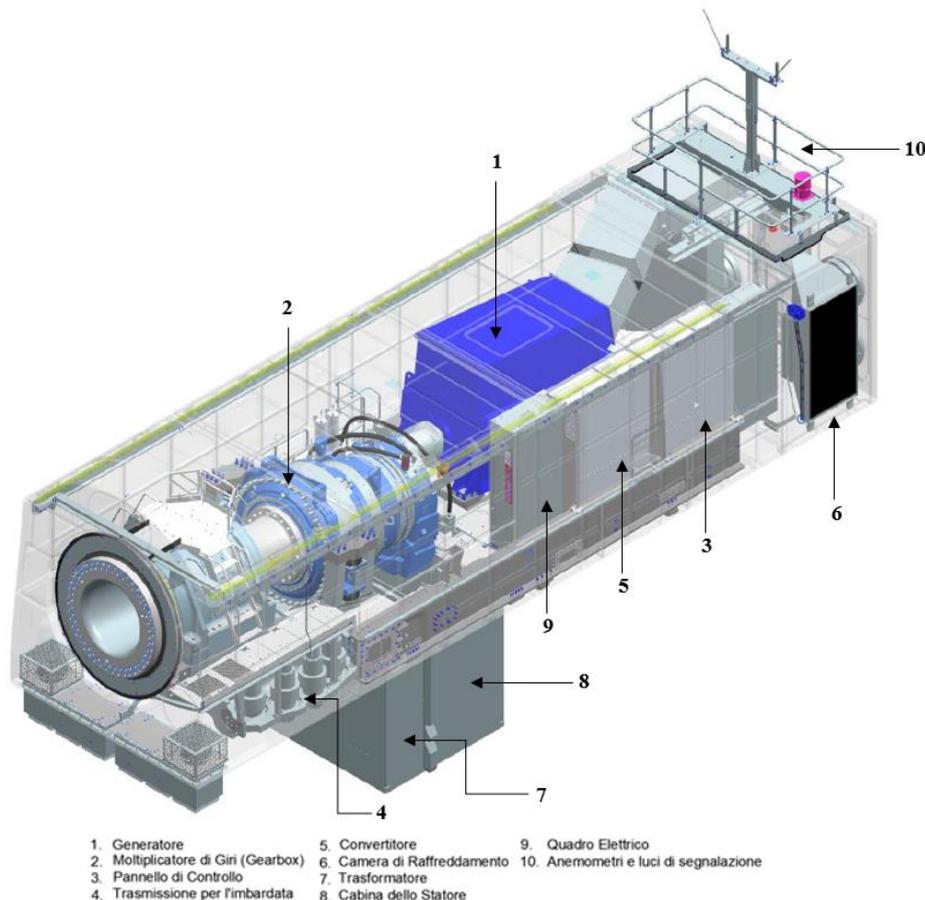
La navicella è il corpo centrale dell'aerogeneratore, costituita da una struttura portante in acciaio e rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro in matrice epossidica), è vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata. È costituita da una struttura portante in acciaio e rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro in matrice epossidica) al cui interno sono contenute le principali



apparecchiature elettromeccaniche necessarie alla generazione di energia elettrica; in particolare si distinguono:

- Albero Lento;
- Moltiplicatore di giri;
- Albero Veloce;
- Generatore;
- Convertitore;
- Trasformatore MT/BT.

Tutte le componenti modulari sono assemblate alla base torre. Ciò consente l'utilizzo di una gru di dimensioni ridotte per l'assemblaggio in sito e semplifica i successivi lavori di manutenzione e riparazione. La navicella contiene l'albero lento, unito direttamente al mozzo, che trasmette la potenza captata dalle pale al generatore attraverso un moltiplicatore di giri. Il moltiplicatore di giri serve per trasformare la rotazione lenta delle pale in una rotazione più veloce dell'albero alla velocità tale da attivare l'alternatore che genera la corrente. Il generatore è del tipo asincrono trifase, a doppia alimentazione, tensione nominale ai morsetti pari a 690V e frequenza di 50/60 Hz; la potenza nominale massima è di 6.600 kW (massima produzione per il progetto in esame 6.400 kW).



- | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1. Generatore | 5. Convertitore | 9. Quadro Elettrico |
| 2. Moltiplicatore di Giri (Gearbox) | 6. Camera di Raffreddamento | 10. Anemometri e luci di segnalazione |
| 3. Pannello di Controllo | 7. Trasformatore | |
| 4. Trasmissione per l'imbardata | 8. Cabina dello Statore | |

Figura 5 – Navicella tipo e sua composizione interna



All'interno della navicella trova posto il sistema di imbardata che garantisce l'allineamento del rotore alla direzione del vento. In tale sistema un sensore, la banderuola, indica lo scostamento dell'asse della direzione del vento e aziona un motore che riallinea la navicella; essa forniscono una misurazione molto accurata della direzione del vento. Ciò consente di ottimizzare la resa e contemporaneamente evitare carichi aggiuntivi sull'aerogeneratore causati da un flusso d'aria obliquo.

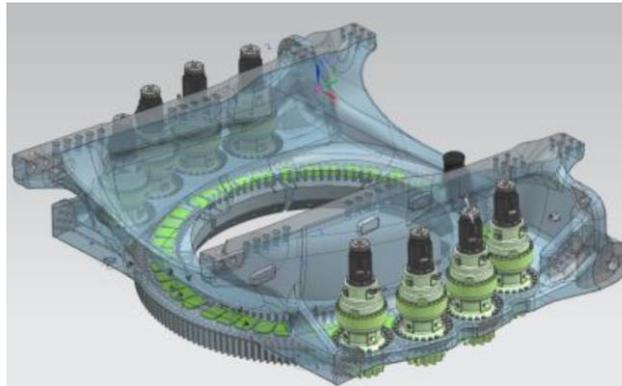


Figura 6 – Sistema di imbardata

Per l'assorbimento acustico l'intera navicella è rivestita di materiale fonoassorbente.

3.5. Rotore

Il rotore si trova all'estremità dell'albero ed è costituito da tre pale, realizzate in materiale composito formato da fibre di vetro in matrice epossidica e fibre di carbonio, e fissate ad un mozzo, corrispondente all'estremo anteriore della navicella; il mozzo del rotore, realizzato in ghisa sferoidale, è montato sull'albero con un attacco a flangia e le dimensioni sono sufficienti a garantire l'accesso ai tecnici durante le fasi di manutenzione. Il diametro del rotore, per le macchine in progetto, è pari a 170 m mentre le singole pale hanno una lunghezza di 83,50 m.

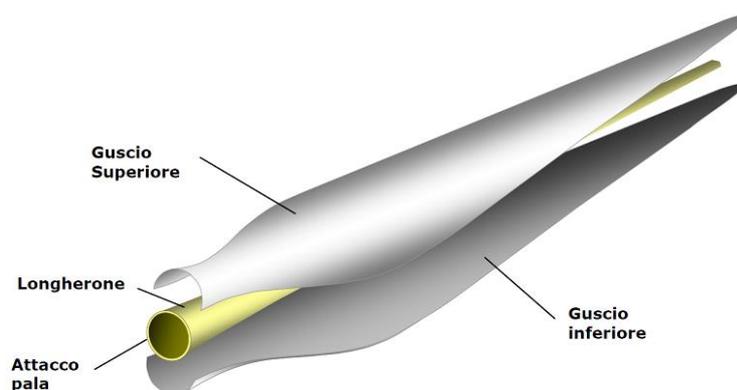


Figura 7 – Particolare costruttivo della pala

La pala del rotore viene testata staticamente e dinamicamente in conformità alle linee guida IEC 61400-23 e DNVGL-ST-0376(2015).

Pale	SG170
Lunghezza pala	83,50 m
Corda massima	4,5 m
Corda al 90%	1,209 m
Materiale	Fibre di vetro in matrice epossidica e fibre di carbonio
Tipo di Struttura	Struttura a guscio alare
Connessione pala	Attacchi filettati in acciaio

Figura 8 – Dati delle pale

La velocità di rotazione nominale prevista è pari a 8.8 rpm. Associato ad un sistema di regolazione del passo delle pale (pitch system), il rotore garantisce le migliori prestazioni possibili, infatti, si può adattare alla specifica della rete elettrica e, nello stesso tempo, ridurre le emissioni acustiche. Il sistema di regolazione del passo serve a regolare l'angolazione delle pale del rotore in funzione dati di input del sistema di controllo.

Rotore	SG170
Diametro	170 m
Area Spazzata	22.698 m ²
Velocità di Rotazione Nominale	rpm 8.8
Senso di Rotazione	Orario
Orientamento	Sopravento
Tilt	6°
Angolo del mozzo	6°
Numero pale	3

Figura 9 – Dati Rotore

Le pale sono costruite con un profilo alare che ottimizza la produzione di energia in funzione della velocità variabile del vento. Per offrire il minore impatto possibile al paesaggio ed all'ambiente, le pale saranno verniciate con colore tipo RAL 7035 o 9018. Per le segnalazioni di sicurezza aerea e di visibilità, quando previsto, il Tip-End (le estremità delle stesse) delle pale potrà avere una colorazione RAL 2009 (traffic orange) o RAL 3020 (traffic red). È previsto un sistema parafulmine integrato che protegge le pale dalle scariche atmosferiche.

Considerando l'altezza della torre ed il diametro del rotore, in ogni caso, l'altezza totale massima dell'aerogeneratore (TIP) non supererà i 240,00 m circa. L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto (drive train) è il mozzo (hub).

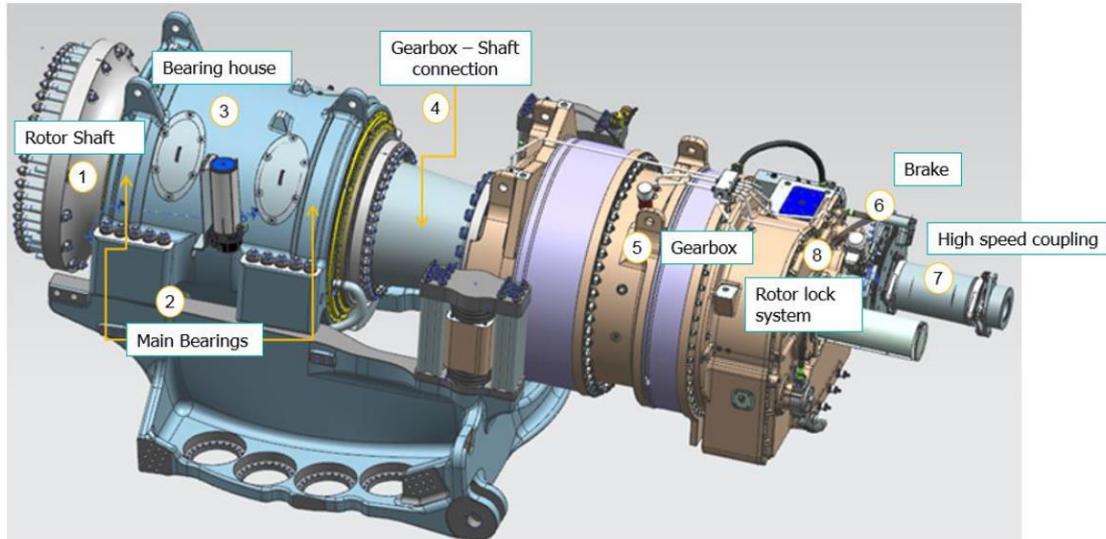


Figura 10 – Sistema di trasmissione del moto (Drive Train)

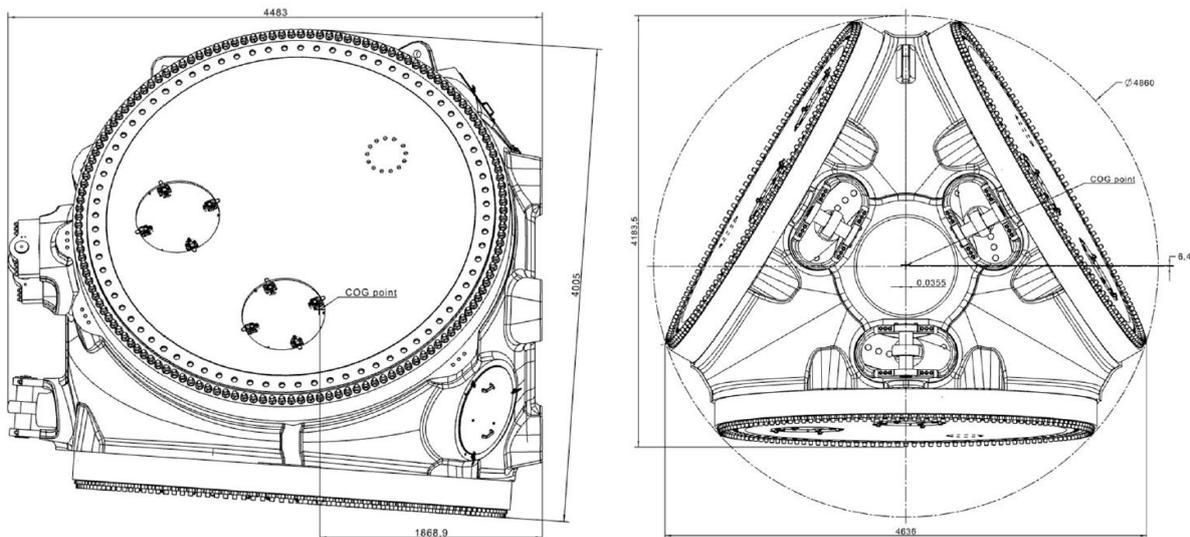


Figura 11 – Hub (mozzo) SG6.6 - 170

I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo.

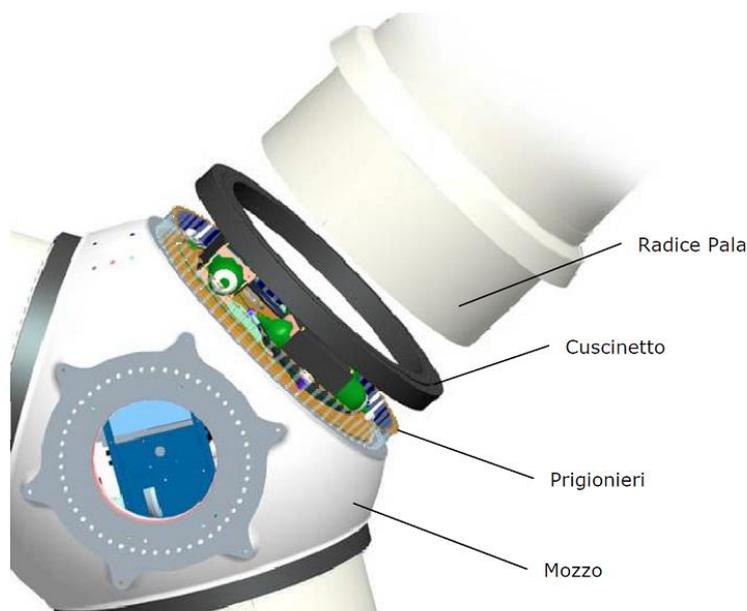


Figura 12 – Particolare del collegamento tra il mozzo e la pala

Il gruppo mozzo è schermato secondo il principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno.

Il mozzo sarà realizzato con una struttura in unica fusione a forma combinata di stella e sfera, in modo tale da ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute. La costruzione sferoidale combina elevata resistenza meccanica e duttilità.

La turbina eolica funziona automaticamente. Si avvia automaticamente quando la coppia aerodinamica raggiunge un certo valore di vento e i sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico.

Al di sotto della velocità del vento nominale, il controller della turbina eolica opera con passo delle pale costante e velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale. A potenza nominale e ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante. Le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità. Le pale sono collegate al mozzo mediante cuscinetti ed il passo è regolato autonomamente per ogni pala. Gli attuatori del passo, che ruotano con le pale, sono motori a corrente continua che agiscono sulla dentatura interna dei cuscinetti tramite un ingranaggio a bassa velocità. Per sincronizzare le regolazioni delle singole pale viene utilizzato un controller sincrono molto rapido e preciso. Per mantenere operativi gli attuatori del passo in caso di guasti alla rete o all'aerogeneratore ogni pala del rotore ha un proprio set di batterie che ruotano con la pala. Gli attuatori del passo, il carica batteria ed il sistema di controllo sono

posizionati nel mozzo in modo da essere completamente schermati e quindi protetti in modo ottimale contro gli agenti atmosferici o i fulmini.

Oltre a controllare la potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario.

Durante la normale azione di frenaggio, i bordi d'attacco delle pale vengono ruotati in direzione del vento. Il meccanismo di controllo del passo agisce in modo indipendente su ogni pala. Pertanto, nel caso in cui l'attuatore del passo dovesse venire a mancare su due pale, la terza può ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi. In tal modo si ha un sistema di sicurezza a tripla ridondanza. In condizioni climatiche di bufera in cui la velocità media del vento supera il limite massimo di esercizio, l'aerogeneratore viene spento ed il sistema di controllo posiziona le pale del rotore nella configurazione a bandiera, ad incidenza aerodinamica nulla. Ciò riduce nettamente il carico sull'aerogeneratore, e quindi sulla torre. Quando la velocità media del vento torna al di sotto della velocità media del vento di riavvio, i sistemi si resettano automaticamente, facendo così ripartire la turbina eolica.

3.6. Sistema di controllo e sistema elettrico

Tutti i generatori eolici possiedono sistemi di regolazione e controllo, in grado di adeguare istantaneamente le condizioni di lavoro della macchina al variare della velocità e della direzione dei venti. Il funzionamento dell'aerogeneratore è regolato da un sistema di controllo che ne gestisce le diverse operazioni di lavoro e aziona il dispositivo di sicurezza per l'arresto in caso di malfunzionamento e di sovraccarico dovuto ad eccessiva velocità del vento. Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono costantemente monitorate e controllate da diverse unità a microprocessore. Ogni turbina eolica è dotata di sistema SGRE SCADA, il quale attraverso controllo remoto invia informazioni utili per la valutazione del funzionamento delle macchine, tra cui dati elettrici e meccanici, stato di funzionamento e guasto, dati meteorologici e della stazione. I segnali originati dagli aerogeneratori vengono trasmessi attraverso sensori di cavi a fibre ottiche. I dati raccolti dalle macchine vengono registrati e analizzati attraverso un computer, collegato al sistema, da cui è possibile anche regolare i valori di velocità del rotore e del passo delle pale. Questo sistema garantisce quindi anche la supervisione dell'impianto elettrico e del meccanismo di regolazione del passo ubicato nel mozzo.

Restituisce tutte le informazioni relative alla velocità del rotore e del generatore, alla tensione di rete, alla frequenza, alla fase, alla pressione dell'olio, alle vibrazioni, alle temperature di funzionamento, allo stato dei freni, ai cavi e perfino alle condizioni meteorologiche. Le apparecchiature e i meccanismi più sensibili vengono monitorati continuamente e, in caso di emergenza, è possibile arrestarne il funzionamento attraverso un circuito cablato, anche senza l'uso di un computer e di un'alimentazione esterna. In questo modo possono essere attivate in tempo reale le operazioni di manutenzione e si può garantire la continuità di funzionamento dell'impianto.

Oltre al sistema SGRE SCADA, la turbina eolica è caratterizzata da un sistema che controlla il livello di vibrazione dei componenti principali e confronta l'effettivo spettro di vibrazione con una serie di spettri di riferimento stabiliti, revisionando poi i risultati si ottiene un'analisi dettagliata sullo stato degli aerogeneratori. I dati trasmessi ai centri diagnostici, consentono la rilevazione precoce di anomalie e la prevenzione di potenziali guasti ottimizzando il piano di assistenza e anticipando le riparazioni prima che si verifichino danni gravi.

3.7. Sistemi di sicurezza

Le turbine sono dotate di attrezzature e accessori completi per la sicurezza personale e della turbina garantendone il funzionamento continuo. L'intera turbina è progettata in conformità alla Direttiva Macchine 2006/42/CE e certificata secondo la norma IEC 61400. Qualora venissero superati alcuni parametri relativi alla sicurezza del sistema, i sensori di sicurezza trasmettono i dati al sistema di controllo tramite un sistema bus per la loro valutazione. Da lì, il sistema viene fermato tramite attuatori e posto in sicurezza.

A seconda della causa dello spegnimento vengono attivati diversi programmi di frenatura. L'aerogeneratore in progetto è equipaggiato con due sistemi indipendenti di frenata (aerodinamico e meccanico) attivati idraulicamente e interconnessi al fine di controllare la turbina in tutte le condizioni di funzionamento. Il primo viene utilizzato per controllare la potenza dell'aerogeneratore, come freno di emergenza in caso di sovra-velocità del vento e per arrestare il rotore. Il secondo viene utilizzato per completare l'arresto del rotore e come freno di stazionamento. Ciascun sistema, indipendentemente dall'inserimento dell'altro, è in grado di fermare la macchina.

Altre opzioni di sicurezza sono utilizzate per disattivare in modo sicuro gli ingranaggi per lavori di manutenzione.

3.8. Protezione da fulmini e sovratensioni, compatibilità elettromagnetica (EMC)

La protezione contro i fulmini o le sovratensioni della turbina eolica si basa sul concetto di zona di protezione dai fulmini conforme all'EMC, che comprende l'implementazione di sistemi integrati di protezione dai fulmini in considerazione della norma IEC 61400-24.

La turbina eolica ricade nel livello di protezione I dai fulmini: tutti i componenti di protezione interna ed esterna sono progettati in conformità a questo livello di protezione.

La turbina eolica con le proprie apparecchiature elettriche, gli strumenti di misura e controllo, protezione, informazione e telecomunicazione soddisfa i requisiti EMC secondo IEC 61000-6-2 e IEC 61000-6-4.

4. DATI TECNICI TURBINE

Di seguito sono riportate le tabelle con le principali caratteristiche tecniche dimensionali e di funzionamento della macchina in oggetto:

Specifiche Tecniche

Rotor Configuration	Application mode	Rating [MW]	Noise [dB(A)]	Power Curve Document	Acoustic Emission Document	Electrical Performance			Max temperature
						Cos Phi	Voltage Range	Frequency range	With Max active power and electrical capabilities ⁷
SG 6.6-170	AM 0	6.6	106.0	D2849164	D2844535	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	20°C
SG 6.6-170	AM-1	6.5	106.0	D2861213	D2844535	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	23°C
SG 6.6-170	AM-2	6.4	106.0	D2863704	D2844535	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	25°C
SG 6.6-170	AM-3	6.3	106.0	D2863706	D2844535	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	28°C
SG 6.6-170	AM-4	6.2	106.0	D2863708	D2844535	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	30°C
SG 6.6-170	AM-5	6.1	106.0	D2863710	D2844535	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	33°C
SG 6.6-170	AM-6	6.0	106.0	D2863712	D2844535	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	35°C



Rotor	
Type	3-bladed, horizontal axis
Position	Upwind
Diameter	170 m
Swept area	22,698 m ²
Power regulation	Pitch & torque regulation with variable speed
Rotor tilt	6 degrees

Blade	
Type	Self-supporting
Blade length	83,5 m
Max chord	4.5 m
Aerodynamic profile	Siemens Gamesa proprietary airfoils
Material	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)
Surface gloss	Semi-gloss, < 30 / ISO2813
Surface color	Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Aerodynamic Brake	
Type	Full span pitching
Activation	Active, hydraulic

Load-Supporting Parts	
Hub	Nodular cast iron
Main shaft	Nodular cast iron
Nacelle bed frame	Nodular cast iron

Mechanical Brake	
Type	Hydraulic disc brake
Position	Gearbox rear end

Nacelle Cover	
Type	Totally enclosed
Surface gloss	Semi-gloss, <30 / ISO2813
Color	Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Generator	
Type	Asynchronous, DFIG

Grid Terminals (LV)		
Baseline power	nominal	6.6MW
Voltage	690 V	
Frequency	50 Hz or 60 Hz	

Yaw System	
Type	Active
Yaw bearing	Externally geared
Yaw drive	Electric gear motors
Yaw brake	Active friction brake

Controller	
Type	Siemens Integrated Control System (SICS)
SCADA system	SGRE SCADA System

Tower	
Type	Tubular steel / Hybrid
Hub height	115m to 165 m and site-specific
Corrosion protection	
Surface gloss	Painted
Color	Semi-gloss, <30 / ISO-2813 Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Operational Data	
Cut-in wind speed	3 m/s
Rated wind speed	11.5 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
Cut-out wind speed	25 m/s
Restart wind speed	22 m/s

Weight	
Modular approach	Different modules depending on restriction



Specifiche elettriche

Nominal output and grid conditions

Nominal power 6600 kW
 Nominal voltage 690 V
 Power factor correction Frequency converter control
 Power factor range 0.9 capacitive to 0.9 inductive at nominal balanced voltage

Generator

Type DFIG Asynchronous
 Maximum power 6750 kW @20°C ext. ambient

Nominal speed
 1120 rpm-6p (50Hz)
 1344 rpm-6p (60Hz)

Generator Protection

Insulation class Stator H/H
 Rotor H/H
 Winding temperatures 6 Pt 100 sensors
 Bearing temperatures 3 Pt 100
 Slip Rings 1 Pt 100
 Grounding brush On side no coupling

Generator Cooling

Cooling system Air cooling
 Internal ventilation Air
 Control parameter Winding, Air, Bearings temperatures

Frequency Converter

Operation 4Q B2B Partial Load
 Switching PWM
 Switching freq., grid side... 2.5 kHz
 Cooling Liquid/Air

Main Circuit Protection

Short circuit protection Circuit breaker
 Surge arrester varistors

Peak Power Levels

10 min average Limited to nominal

Grid Capabilities Specification

Nominal grid frequency 50 or 60 Hz
 Minimum voltage 85 % of nominal
 Maximum voltage 113 % of nominal
 Minimum frequency 92 % of nominal
 Maximum frequency 108 % of nominal
 Maximum voltage imbalance (negative sequence of component voltage) ≤5 %
 Max short circuit level at controller's grid
 Terminals (690 V) 82 kA

Power Consumption from Grid (approximately)

At stand-by, No yawing 10 kW
 At stand-by, yawing 50 kW

Controller back-up

UPS Controller system Online UPS, Li battery
 Back-up time 1 min
 Back-up time Scada Depend on configuration

Transformer Specification

Transformer impedance requirement 8.5 % - 10.5%
 Secondary voltage 690 V
 Vector group Dyn 11 or Dyn 1 (star point earthed)

Earthing Specification

Earthing system Acc. to IEC62305-3 ED 1.0:2010
 Foundation reinforcement .. Must be connected to earth electrodes
 Foundation terminals Acc. to SGRE Standard

HV connection HV cable shield shall be connected to earthing system

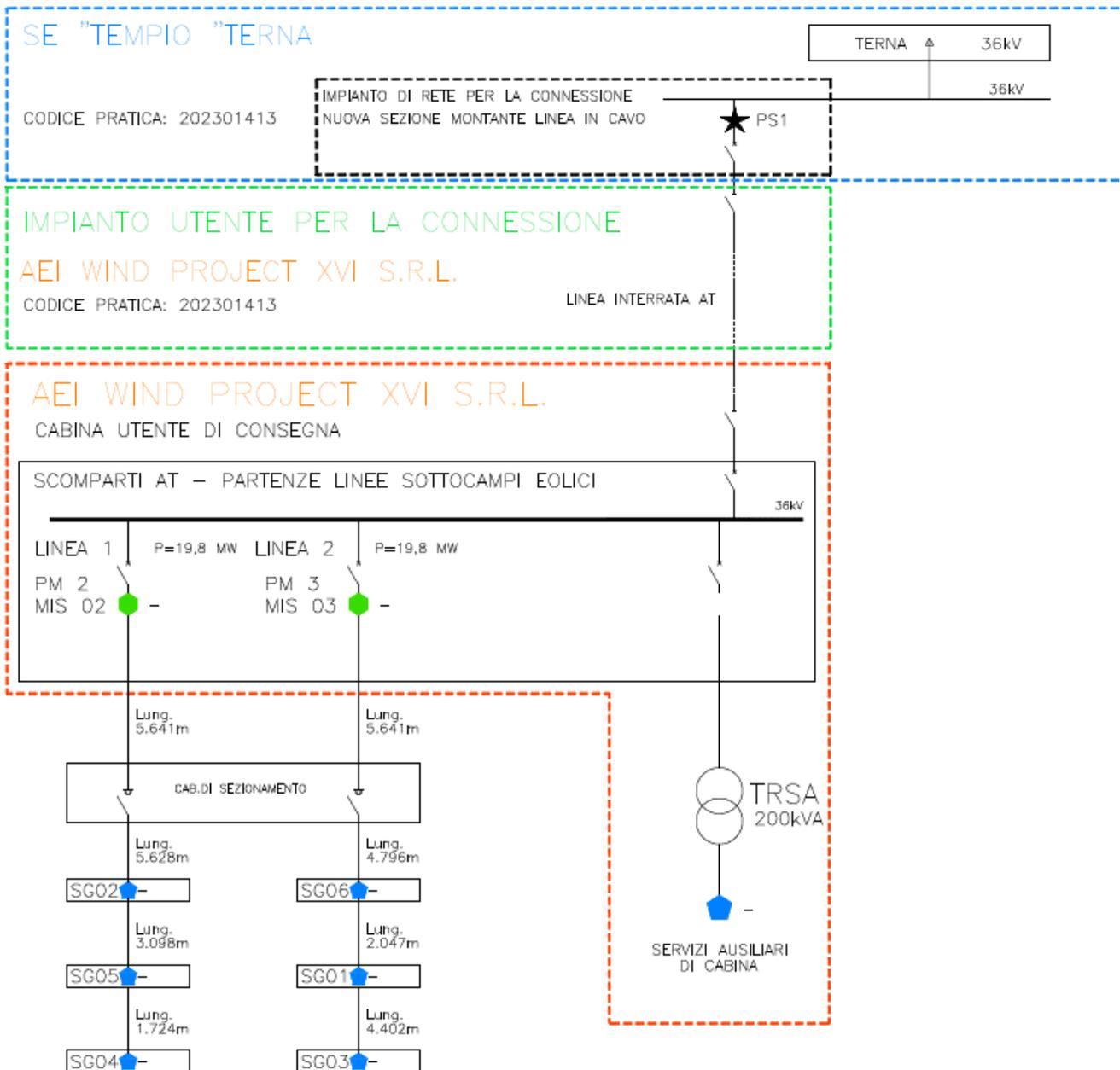


Specifiche Tecniche Quadro

Make	Ormazabal or Siemens	Circuit breaker feeder	
Type	8DJH, 8DJH 36/cgmcosmos cgm.3	Rated current, Cubicle	630 A
Rated voltage	20-40,5(Um) kV	Rated current circuit breaker	630 A
Operating voltage	20-40,5(Um) kV	Short time withstand current	20 kA/1s
Rated current	630 A	Short circuit making current	50 kA/1s
Short time withstand current	20 kA/1s	Short circuit breaking current	20 kA/1s
Peak withstand current	50 kA	Three position switch	Closed, open, earthed
Power frequency withstand voltage	70 kV	Switch mechanism	Spring operated
Lightning withstand voltage	170 kV	Tripping mechanism	Stored energy
Insulating medium	SF ₆	Control	Local
Switching medium	Vacuum	Coil for external trip	230V AC
Consist of	2/3/4 panels	Voltage detection system	Capacitive
Grid cable feeder	Cable riser or line cubicle		
Circuit breaker feeder	Circuit breaker	Protection	
Degree of protection, vessel	IP65	Over-current relay	Self-powered
		Functions	50/51 50N/51N
		Power supply	Integrated CT supply
Internal arc classification IAC:	A FL 20 kA 1s	Interface- MV Cables	
Pressure relief	Downwards	Grid cable feeder	630 A bushings type C M16
Standard	IEC 62271		Max 2 feeder cables
Temperature range	-25°C to +45°C	Cable entry	From bottom
Grid cable feeder (line cubicle)		Cable clamp size (cable outer diameter) **	26 - 38mm 36 - 52mm 50 - 75mm
Rated current, Cubicle	630 A	Circuit breaker feeder	630 A bushings type C
Rated current, load breaker	630 A	Cable entry	M16
Short time withstand current	20 kA/1s		From bottom
Short circuit making current	50 kA/1s	Interface to turbine control	
Three position switch	Closed, open, earthed	Breaker status	
Switch mechanism	Spring operated	SF6 supervision	1 NO contact
Control	Local	External trip	1 NO contact
Voltage detection system	Capacitive		

5. SPECIFICA TECNICA CAVI AT DI COLLEGAMENTO

I generatori eolici saranno connessi fra loro, mediante connessione di tipo “entra-esci” in cabina a singolo o multiplo quadro secondo lo schema elettrico unifilare di progetto; all’ interno del parco eolico sarà pertanto realizzata una rete di cavi interrati a 36kV di sezione adeguata alla potenza di trasporto delle diverse linee elettriche secondo il seguente schema:



IMPIANTO EOLICO TEMPIO II

CODICE PRATICA: 202301413

POTENZA IN IMMISSIONE 39,6 MW

Figura 13 Schema a blocchi di progetto

Quest'ultimi saranno collegati alla Stazione di raccolta a 36 kV posta nel Comune di Calangianus.

I cavi utilizzati saranno a norma (CEI 20-13) e del tipo **ARG7H1R – 26/45 kV – Umax 56 kV**, strutturato nel seguente modo, dall'interno verso l'esterno:

- conduttore a corda compatta di alluminio;

- semiconduttore interno estruso;
- isolante in elastomero termoplastico (qualità HPTE);
- semiconduttore esterno estruso;
- rivestimento protettivo con nastro semiconduttore igroespandente;
- schermatura con nastro in alluminio avvolto a cilindro longitudinale;
- protezione meccanica in materiale polimerico (Air Bag);
- guaina in polietilene, qualità DMP2 di colore rosso.

	<p>ARG7H1R 26/45 kV</p>	<p>Model Product: 754 - 20160412</p>
	<p>Cavi con conduttore in Alluminio per collegamenti tra cabine di trasformazione e le grandi utenze Cables with aluminum conductor for connections between substations and large users</p>	
<p>Norme di riferimento</p>	<p>Standards</p> <p>CEI 20-13, HD 620</p>	



<p>Conduttore a corda rigida di ALLUMINIO, classe 2. Semiconduttore interno elastomerico estruso Isolamento in G7 di qualità DIH2 Semiconduttore esterno elastomerico estruso pelabile a freddo per il grado 1,8/3kV solo su richiesta Schermo costituito a fili di rame rosso Guaina PVC qualità RZ/ST2</p>	<p>Aluminium rigid compact conductor, class 2. Inner semi-conducting layer G7 Insulation quality DIH2 Outer semi-conducting layer special high module hepr for 1.8 / 3 kV only on request Red copper wire shield. PVC sheath in RZ/ST2 quality</p>	
<p><i>Tensione nominale U0</i></p>	<p>26 kV</p>	<p><i>Nominal voltage U0</i></p>
<p><i>Tensione nominale U</i></p>	<p>45 kV</p>	<p><i>Nominal voltage U</i></p>
<p><i>Tensione massima Um</i></p>	<p>52 kV</p>	<p><i>Maximun voltage Um</i></p>
<p><i>Temperatura massima di esercizio</i></p>	<p>+90°C</p>	<p><i>Maximun operating temperature</i></p>
<p><i>Temperatura massima di corto circuito</i></p>	<p>+250°C</p>	<p><i>Maximun short circuit temperature</i></p>
<p><i>Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)</i></p>	<p>-15°C</p>	<p><i>Min. operating temperature (without mechanical shocks)</i></p>
<p><i>Temperatura minima di installazione e maneggio</i></p>	<p>0°C</p>	<p><i>Minimum installation and use temperature</i></p>

Figura 14 Cavi AT a 36 kV utilizzati

general
CAVI s.p.a.

ARG7H1R 26/45 kV

Model Product: 754 - 20160412

ARG7H1R 26/45kV

Numero conduttori	Sezione nominale	Diametro indicativo conduttore	Diametro indicativo isolante	Diametro indicativo esterno	Peso indicativo del cavo	Raggio minimo curvatura
Conductor Number	Nominal Section	Approx cond. diameter	Approx insulation diameter	Approx external diameter	Approx cable weight	Minimum radius bending
(N°)	(mmq)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)
Unipolare / Single core						
1x	70	9.7	33.1	41	1120	550
1x	95	11.4	34.5	42	1240	580
1x	120	12.9	36.2	43	1380	585
1x	150	14.0	36.8	44	1480	590
1x	185	15.8	38.2	45	1760	610
1x	240	18.2	40.5	47	1900	650
1x	300	20.8	43.2	51	2190	690
1x	400	23.8	46	54	2570	730
1x	500	26.7	48.9	57	2985	770
1x	630	30.5	53.4	62	3580	850

Cond.xSez	Resistenza elettrica a 20°C	Capacità a 50 Hz	Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz		Reattanza di fase		Portata di corrente			
			A trifoglio	In piano	A trifoglio	In piano	In aria a trifoglio	In aria in Piano	Interrato a trifoglio	Interrato in piano
Cond.xSec	Elettro Resistace 20°C	Capacities 50 Hz	Apparent resistance at 90°C and 50 Hz		Phase Reactance		Current carrying capacities			
			Trefoil formation	Flat	Trefoil formation	Flat	Trefoil formation in air	Flat in air	Trefoil formation in ground	Flat in ground
(N°x mmq)	(Ohm/km)	(microF/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(A)	(A)	(A)	(A)
Unipolare / Single core										
1x70	0.433	0.15	0.580	0.580	0.15	0.21	230	245	205	199
1x95	0.320	0.16	0.416	0.416	0.14	0.20	279	288	243	257
1x120	0.253	0.17	0.333	0.333	0.14	0.19	323	340	288	299
1x150	0.206	0.19	0.270	0.270	0.13	0.19	363	392	310	318
1x185	0.164	0.21	0.218	0.218	0.12	0.18	418	438	352	362
1x240	0.125	0.23	0.168	0.165	0.12	0.18	493	528	404	419
1x300	0.100	0.25	0.136	0.132	0.12	0.17	570	617	458	468
1x400	0.0778	0.27	0.109	0.105	0.11	0.17	664	710	525	543
1x500	0.0605	0.30	0.0890	0.0828	0.11	0.17	771	831	600	612
1x630	0.0469	0.33	0.0739	0.0662	0.10	0.16	890	940	688	699

Figura 15 Caratteristiche tecniche ed elettriche dei cavi AT utilizzati

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi con protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,5 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

I cavi avranno sezione opportuna di modo che la portata nominale (nelle condizioni di posa previste) sia sufficiente a trasportare la corrente in condizioni di normale funzionamento e, nello specifico:



Condizioni di esercizio AT	
cos φ=	0,900
sen φ=	0,436
Vn [V]=	36000
Pn [kW]=	6600
In [A]=	117,61

LINEA-1 36kV									
N° WTG	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mmq]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]	Posa
1	SG04 >> SG05	117,61	1724	300	61,4	0,170	9,7	0,000	ST - Trifoglio
2	SG05 >> SG02	235,22	3098	300	220,5	0,613	69,9	0,001	ST - Trifoglio
3	SG02 >> CSEZ	352,83	5628	400	502,3	1,395	229,1	0,001	ST - Trifoglio
3	CSEZ >> CUC	352,83	5641	400	503,5	1,399	229,6	0,001	ST - Trifoglio
TOTALE			16091			3,58	538,39		

LINEA-2 36kV									
N° WTG	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mmq]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]	Posa
1	SG03 >> SG01	117,61	4402	300	156,7	0,435	24,8	0,000	ST - Trifoglio
2	SG01 >> SG06	235,22	2047	300	145,7	0,405	46,2	0,000	ST - Trifoglio
3	SG06 >> CSEZ	352,83	4796	400	428,1	1,189	195,2	0,001	ST - Trifoglio
3	CSEZ >> CUC	352,83	5641	400	503,5	1,399	229,6	0,001	ST - Trifoglio
TOTALE			16886			3,43	495,91		

CAVIDOTTO INTERRATO AT 36 kV IN DOPPIA TERNA CONDUTTORI UNPOLARI A TRIFOGLIO									
N° WTG	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mmq]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]	Posa
6	CUC-SE "TEMPIO" RTN	705,65	350	300	37,4	0,10	17,78	0,000	DT - Trifoglio
TOTALE			350			0,10	17,78		

La protezione da sovracorrenti (cortocircuito e sovraccarico) avverrà con interruttori di taglia opportuna installati immediatamente a valle dei trasformatori.

La protezione dai contatti diretti e indiretti avverrà grazie alla guaina protettiva di ciascun cavo e dal collegamento a terra dei rivestimenti metallici dei cavi alle estremità di ciascuna linea.

La stessa trincea utilizzata per la posa dei cavi elettrici sarà utilizzata per l'interramento (in tubazione) di cavi di controllo e comunicazione, utilizzati per la trasmissione di dati fra le torri.

La caduta di tensione operativa risulterà inferiore al 4% come imposto dalle vigenti norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo e modalità di posa".

6. CABINA ELETTRICA

Il parco eolico in progetto prevede l'installazione di 6 aerogeneratori con potenza nominale pari a 6,6 MW per una potenza complessiva pari a 39,6 MW.

Elettricamente gli aerogeneratori saranno collegati tra loro con la modalità "entra-esce" secondo gli schemi allegati di progetto. In tutto ci saranno 2 diverse linee che collegheranno le turbine alla sottostazione elettrica utente di raccolta a 36 kV che sarà realizzata sempre nel Comune di Calangianus.

La cabina di utente di consegna, (di seguito CUC), riceve l'energia proveniente dall'impianto eolico e la trasmette alla SE-RTN 150/36 kV di Terna. La cabina di stazione sarà costituita dai locali contenenti i quadri di AT con gli scomparti di arrivo/partenza linee dall'impianto eolico, dagli scomparti per alimentare il trasformatore BT/AT dei servizi ausiliari di cabina, dagli scomparti misure e protezioni AT e dallo scomparto AT partenza linea in cavo verso la RTN.

7. RETE DI TERRA

Dimensionamento di massima della rete di terra

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 11-1.

In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B della Norma CEI 11-1;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla Fig.C-2 della Norma CEI 11-1.

Dimensionamento termico del dispersore

Il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

Dove:

A = sezione minima del conduttore di terra, in mm²

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in s

K = 226 Amm-2s^{1/2} (rame)

β = 234,5 °C

Θ_i = temperatura iniziale in °C

Θ_f = temperatura finale in °C

Tensioni di contatto e di passo

La definizione della geometria del dispersore al fine di garantire il rispetto dei limiti di tensione di contatto e di passo sarà effettuata in fase di progetto definitivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure;

In via preliminare, sulla base degli standard normalmente adottati e di precedenti esperienze, può essere ipotizzato un dispersore orizzontale a maglia, con lato di maglia di 5 m.

In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore.

In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti "M" di cui all'Allegato D della Norma CEI 11-1.

 <p>AEI WIND PROJECT XVI S.R.L. P.I. 17264911003 Via Savoia 78 00198 Roma</p>	<p>IMPIANTO EOLICO TEMPIO II</p> <p>DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI</p>		 <p>Antex group Ingegneria & Innovazione</p>
	10/05/2024	REV: 1	

7.1. Rete di terra aerogeneratori

Il trasformatore elevatore di tensione avrà il primario collegato a stella, con il centro stella posto a terra e collegato con lo stesso impianto di messa a terra della turbina eolica. La connessione alla rete elettrica dovrà quindi essere eseguito in configurazione TN-S.

L'impianto di messa a terra deve essere predisposto in sede di realizzazione delle fondazioni e con collegamento ai ferri d'armatura. Esso sarà costituito da un conduttore di rame nudo da almeno 50 mmq posto orizzontalmente ad un metro di distanza dalla fondazione e ad un metro di profondità, che segue il perimetro della struttura fino a richiudersi su se stesso; esso sarà inoltre integrato con due picchetti di messa a terra in acciaio ramato della lunghezza di 6 m ciascuno e del diametro di almeno 14 mm, piantati verticalmente in posizioni diametralmente opposte rispetto alla torre. Il conduttore circolare viene collegato a due perni di fissaggio alla fondazione, sui lati opposti della torre, ed agli stessi punti si conetterà il quadro di controllo a base torre.

La disposizione dell'impianto di messa a terra ad anello chiuso attorno alla struttura limita la tensione di passo e contatto per le persone eventualmente presenti alla base della torre in caso di fulminazione diretta della struttura stessa ed, allo stesso tempo, i picchetti verticali accoppiati al medesimo impianto facilitano l'ottenimento di un basso valore della resistenza complessiva di terra.

7.2. Rete di terra connessione aerogeneratori

All'interno della canalizzazione per la posa dei cavi di media tensione interrata per il collegamento "entra - esci" fra gli aerogeneratori, verrà posato un ulteriore cavo di rame nudo di sezione non inferiore a 95 mmq per la connessione tra le diverse reti di terra degli aerogeneratori.

7.3. Rete di terra cabina di consegna

Per la progettazione dell'impianto di terra si deve fare riferimento ad un insieme di dati che dipendono dalle caratteristiche di alimentazione e di quelle del sito di installazione della cabina. I principali parametri di riferimento di cui si deve disporre sono:

- la corrente massima di guasto a terra (IF);
- il tempo di eliminazione del guasto (tc);
- le tensioni di contatto e di passo tollerabili (UTP, USP);
- la configurazione e le caratteristiche della rete di alimentazione in media tensione;
- il luogo in cui l'impianto di terra deve essere realizzato;
- l'area da proteggere, (forma e caratteristiche del terreno);
- eventuali vincoli in relazione alla messa a terra del neutro in bassa tensione.

Durante la progettazione, al fine di tenere conto di possibili variazioni nel tempo dei citati parametri, è opportuno scegliere gli stessi in relazione alle condizioni più sfavorevoli che si possono verificare.

Il tipo di impianto da realizzare dipende dalle caratteristiche morfologiche del terreno dell'area da proteggere, che possono

 <p>AEI WIND PROJECT XVI S.R.L. P.I. 17264911003 Via Savoia 78 00198 Roma</p>	<p>IMPIANTO EOLICO TEMPIO II</p> <p>DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI</p>	 <p>Ingegneria & Innovazione</p> <table border="1" data-bbox="1129 246 1484 295"> <tr> <td>10/05/2024</td> <td>REV: 1</td> <td>Pag.27</td> </tr> </table>	10/05/2024	REV: 1	Pag.27
10/05/2024	REV: 1	Pag.27			

influenzarne fortemente il valore di resistività (es. presenza di rocce, profondità del terreno vegetale, ecc.). Poiché la resistività può inoltre variare anche nel tempo, per il progetto è necessario effettuare più rilievi nell'area interessata per stabilire conseguentemente un valore medio di riferimento. Per terreni non omogenei è necessario scegliere un valore di resistività di riferimento prudenziale, leggermente più elevato del valore medio (almeno 1,5 volte).

In base al tipo di cabina da realizzare è possibile individuare il dispersore da utilizzare e la disposizione dei conduttori del dispersore. I dispersori non devono essere facilmente deteriorabili per effetto dell'umidità o per l'azione chimica del terreno, e devono mantenere inalterate nel tempo le caratteristiche elettriche.

Solitamente per le cabine si utilizzano dispersori ad anello che consentono di ottenere con maggiore facilità basse resistenze di terra. L'anello viene realizzato interrando un conduttore nudo (tondino, corda o piattina di acciaio zincato a caldo o di rame o di acciaio ramato) intorno alla fondazione della cabina ad una profondità di almeno 0,5 m. Questo tipo di dispersore può essere integrato con spandenti e picchetti per ridurre, ove necessario, la resistenza di terra. È opportuno che i picchetti siano collocati in pozzetti ispezionabili, con coperchi isolanti per evitare pericolose tensioni di passo.

I conduttori di terra si dipartono dal collettore e vanno a collegare le masse da mettere a terra. Le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori a 16 mm² se di rame, 35 mm² se d'alluminio, 50 mm² se d'acciaio. I conduttori di terra devono avere percorsi brevi ed essere posati preferibilmente nudi.

Vanno collegati all'impianto di terra i seguenti elementi metallici:

ripari di protezione dei circuiti AT;

- ✓ la carpenteria metallica degli scomparti AT;
- ✓ il cassone del trasformatore AT/BT;
- ✓ la carcassa dei TA e TV ed un polo del circuito secondario;
- ✓ i telai dei sezionatori di terra;
- ✓ le intelaiature di supporto degli isolatori;
- ✓ i terminali e le guaine dei cavi AT provenienti dal parco eolico;
- ✓ i cavi di rame nudo per la connessione della rete di terra tra gli aerogeneratori;
- ✓ i ganci di ancoraggio delle linee aeree MT;
- ✓ gli organi di manovra manuale delle apparecchiature;
- ✓ i quadri porta sbarre BT e porta interruttori;
- ✓ gli interruttori BT;
- ✓ la cassa dei condensatori BT.

Si devono collegare all'impianto di terra anche le parti metalliche e le strutture di notevole estensione come porte, finestre, griglie di aerazione, scale, parapetti di protezione, lamiere copri cunicoli.