

Parco Eolico “Pizzu Boi”

Comune di Selegas e Guamaggiore (SU)

Proponente



Sorgenia Renewables Srl
 via Alessandro Algardi 4, Milano
 P.IVA/CF: 10300050969
 PEC: sorgenia.renewables@legalmail.it



DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

Progettista



Tiemes Srl
 Via R. Galli 9 - 20148 Milano
 tel. 024983104/ fax. 0249631510
www.tiemes.it

1	03/03/2023	Revisione 1	LB	VDA			
0	31/07/2022	Prima emissione	SS	VDA			
Rev.	Data emiss	Descrizione	Preparato	Approvato			
Origine File: 21056 SLG.PD.R.03-00 – Disciplinare.docx		CODICE ELABORATO		Proc.	Tipo doc	Num	Rev
		Commissa	21056	PD	R	03	01
		SLG					
Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden							

INDICE

1	Premessa	4
2	Scopo	5
3	Proponente	5
4	Normativa tecnica di riferimento.....	5
5	Principali componenti del parco eolico e delle opere di connessione alla rete elettrica.....	6
5.1	Aerogeneratori.....	6
5.1.1	Gruppo rotore	6
5.1.2	Navicella.....	8
5.1.3	Gruppo di conversione	10
5.1.4	Protezione antifulmine.....	11
5.1.5	Torre.....	12
5.2	Fondazioni.....	12
5.3	Sistemi di controllo	14
5.4	Cavi di collegamento e linee elettriche	15
5.5	Rete di terra.....	16
5.6	Rete di comunicazione	17
5.7	Sottostazione di trasformazione 150/30 kV	17
5.7.1	Quadri elettrici in media tensione	19
5.7.2	Trasformatore 150/30kV	20
5.7.3	Stallo in AT a 150 kV.....	20
5.8	Piazzole degli aerogeneratori.....	21
5.9	Viabilità.....	22

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 5-1 – TIPICO AEROGENERATORE.....	7
FIGURA 5-2 – TIPICO NAVICELLA.....	8
FIGURA 5-3 – TIPICO DIMENSIONALE NAVICELLA (FONTE SIEMENS GAMESA).....	9
FIGURA 5-4 – SCHEMA SEMPLIFICATO DEL GRUPPO DI CONVERSIONE E SPECIFICHE TECNICHE TRASFORMATORE (FONTE SIEMENS GAMESA).....	11
FIGURA 5-5 – CARATTERISTICHE PRELIMINARI DELLA FONDAZIONE	12
FIGURA 5-6 – TIPICO FONDAZIONI DELL’AEROGENERATORE SIEMENS GAMESA SG170.....	13
FIGURA 5-7 – TIPICO IMPIANTO MESSA A TERRA DELL’AEROGENERATORE.....	16
FIGURA 5-8 – SCHEMA DI COLLEGAMENTO DELLA RETE DI COMUNICAZIONE DEGLI AEROGENERATORI	17
FIGURA 5-9 – PLANIMETRIA DELLA SSE UTENTE DI TRASFORMAZIONE 150/30 kV.....	19
FIGURA 5-10 – TIPICO PIAZZOLA DI CANTIERE CON QUOTE ESPRESSE IN METRI	21
FIGURA 5-11 – TIPICO PIAZZOLA DI ESERCIZIO CON QUOTE ESPRESSE IN METRI	22
FIGURA 5-12 – TIPICI STRADE DI ACCESSO AL PARCO EOLICO	23

1 Premessa

La società Sorgenia Renewables Srl, d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia del Sud Sardegna, in agro dei comuni di Selegas e Guamaggiore.

L'impianto, denominato parco eolico "Pizzu Boi", sarà costituito da 9 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6 MW, per una potenza installata complessiva fino a 54 MW.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

Gli aerogeneratori forniscono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. La rete del parco è costituita da un cavidotto interrato in media tensione (30kV), tramite il quale l'energia elettrica viene convogliata dagli aerogeneratori alla sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione AT/MT di proprietà del proponente che sarà collegata in antenna ad una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 380/150/36 kV della RTN, da inserirsi in modalità entra-esce sulla linea a 380 kV "Ittiri-Selargius" (nel seguito "nuova SE").

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 9 aerogeneratori, da 6 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 125 m e diametro del rotore fino a 170 m, e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di rete, consistente in una nuova SE di smistamento a 380/150/36 kV della RTN da inserirsi in modalità entra-esce sulla futura linea a 380 kV "Ittiri-Selargius" denominata "Furtei 380";
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto in media tensione (30kV) interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di trasformazione 150/30 kV di proprietà del Proponente e nell'elettrodotto a 150 kV di collegamento tra la SSE e la nuova SE.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti. Per

il progetto in esame si stima una producibilità del parco eolico superiore a 176 GWh/anno, che consente di risparmiare almeno 32'970 TEP/anno (*fonte ARERA: 0,187 TEP/MWh*) e di evitare almeno 87'000 ton/anno di emissioni di CO₂ (*fonte ISPRA,2020: 493,80 gCO₂/kWh*).

2 Scopo

Scopo della presente relazione è illustrare le modalità di realizzazione e le caratteristiche tecniche minime dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato parco eolico "Pizzu Boi", che la società Sorgenia Renewables Srl propone di realizzare in agro dei comuni di Selegas e Guamaggiore (SU) e delle relative opere di connessione alla rete elettrica.

3 Proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è Sorgenia Renewables S.r.l., interamente parte del gruppo Sorgenia Spa, uno dei maggiori operatori energetici italiani. Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4'750 MW di capacità di generazione installata e oltre 400'000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita. Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato e da impianti a fonte rinnovabile, per una capacità di circa 370 MW tra biomassa ed eolico. Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha anche sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), ed idroelettrico (ca.33 MW). In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%. Il Gruppo Sorgenia, tramite le sue controllate, fra le quali Sorgenia Renewables S.r.l., è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo eolico, fotovoltaico, biometano, geotermico ed idroelettrico, caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente.

4 Normativa tecnica di riferimento

Gli aerogeneratori avranno caratteristiche conformi a quanto previsto dalla normativa emessa dagli organismi normatori internazionali, al fine di garantire la sicurezza, affidabilità ed efficienza. Nel seguito vengono elencate le principali norme di interesse, emesse dall'IEC e dal CENELEC.

IEC (International Electrotechnical Commission)

IEC 61400-1, "Wind turbine generator systems – Part 1: Safety requirements": fornisce un appropriato livello di protezione contro i danni derivanti dagli aerogeneratori. Vengono stabilite le classi di sicurezza, la garanzia della qualità, le sicurezze inerenti le condizioni ambientali e la rete elettrica pubblica, i criteri per il progetto strutturale ed i requisiti del sistema di controllo ed il sistema di protezione, le caratteristiche del sistema elettrico e meccanico, i criteri da seguire nel trasporto, montaggio ed installazione;

IEC 61400-11, "Wind turbine generator systems – Part 2: Acoustic noise measurements", è stabilisce la metodologia nella misura e l'analisi delle emissioni acustiche dell'aerogeneratore;

IEC 61400-12, "Wind turbine generator systems – Part 12: Wind turbine performance testing", fornisce la metodologia che garantisce coerenza e precisione nella misura e nell'analisi delle prestazioni di potenza dell'aerogeneratore;

IEC 61400-21, "Wind turbine generator systems – Part 21: Measurements and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines", fornisce coerenza e precisione nella misura della qualità della potenza immessa in rete MT;

IEC 61400-24, "Wind turbine generator systems – Part 2: Lightning protection", fornisce indicazioni circa la protezione degli aerogeneratori dalle fulminazioni di tipo atmosferico.

CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization)

EN 61400-1, "Wind turbine generator systems – Part 1: Safety requirements", il testo di questa norma è simile a quello preparato dal IEC, con l'aggiunta di alcune modifiche minori;

EN 50308, "Wind turbine protective measures: requirements for design, operation and maintenance", fornisce le prescrizioni in materia di sicurezza per gli aerogeneratori ad asse orizzontale per installazioni on-shore;

EN TR 50373, "Wind turbines - electromagnetic compatibility", fornisce delle indicazioni per soddisfare le prescrizioni della direttiva della Commissione europea in merito alla compatibilità elettromagnetica;

EN 50376, "Wind turbine-declaration of sound power level and tonality values of wind turbines", fornisce i criteri per la dichiarazione dei livelli di protezione sonora.

5 Principali componenti del parco eolico e delle opere di connessione alla rete elettrica

Le principali componenti del parco eolico e delle opere di connessione alla rete elettrica possono essere sintetizzate nel seguente elenco:

- aerogeneratori;
- elettrodotti, contenenti i cavi di potenza, la rete di terra e i cavi di comunicazione;
- la sottostazione utente di trasformazione 150/30kV;
- opere civili connesse, quali fondazioni, piazzole e strade.

5.1 Aerogeneratori

Gli aerogeneratori avranno altezza al mozzo pari al massimo a 125 m e diametro del rotore fino a 170 m. Ciascun aerogeneratore avrà potenza nominale fino a 6 MW e sarà costituito di:

- gruppo rotore,
- navicella,
- protezione antifulmine,
- torre,
- fondazione,
- gruppo di conversione.

5.1.1 Gruppo rotore

Il gruppo rotore sarà costituito da tre pale in fibra, connesse ad un mozzo centrale tramite cuscinetti di sostegno. La velocità di rotazione del rotore sarà regolata tramite un sistema di controllo

dell'inclinazione delle pale e dell'imbardata in funzione della velocità del vento in modo da massimizzare la potenza erogabile dall'aerogeneratore stesso. Tale sistema, di tipo aerodinamico, costituirà il principale sistema frenante, ottenuto dal posizionamento delle pale "a bandiera". Il gruppo sarà inoltre dotato di un freno meccanico di emergenza che consenta un arresto e bloccaggio sicuro del rotore.

Tabella 5.1 – Specifiche tecniche principali del rotore

<i>Materiale pala</i>	Fibra di vetro e/o carbonio
<i>Diametro rotore, [m]</i>	Fino a 170
<i>Area spazzata [mq]</i>	Fino a 22'698
<i>Numero di pale</i>	3
<i>Velocità di avvio, [m/s]</i>	3
<i>Velocità di cut-off, [m/s]</i>	25 (indicativo)

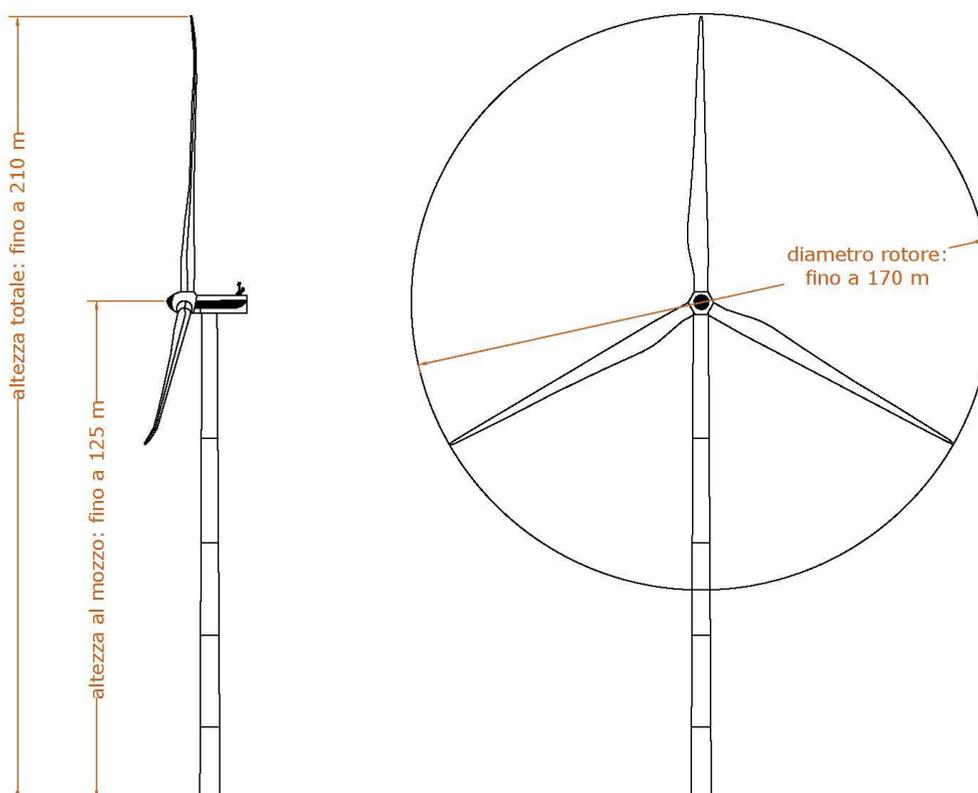


Figura 5-1 – Tipico aerogeneratore

5.1.2 Navicella

La navicella sarà installata alla sommità della torre dell'aerogeneratore e conterrà al suo interno le componenti illustrate nel tipico sotto riportato.

Item	Description	Item	Description
1	Canopy	8	Blade bearing
2	Generator	9	Converter
3	Blades	10	Cooling
4	Spinner/hub	11	Transformer
5	Gearbox	12	Stator cabinet.
6	Control panel	13	Front Control Cabinet
		14	Aviation structure

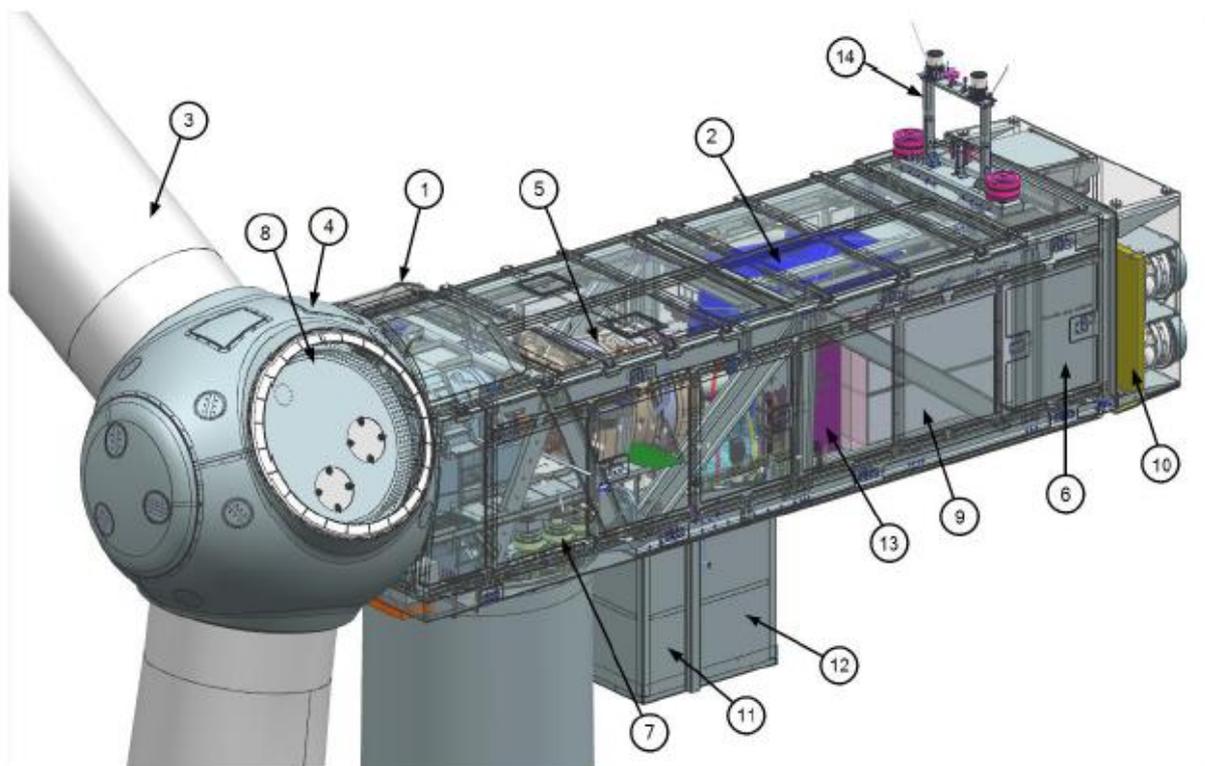


Figura 5-2 – Tipico navicella

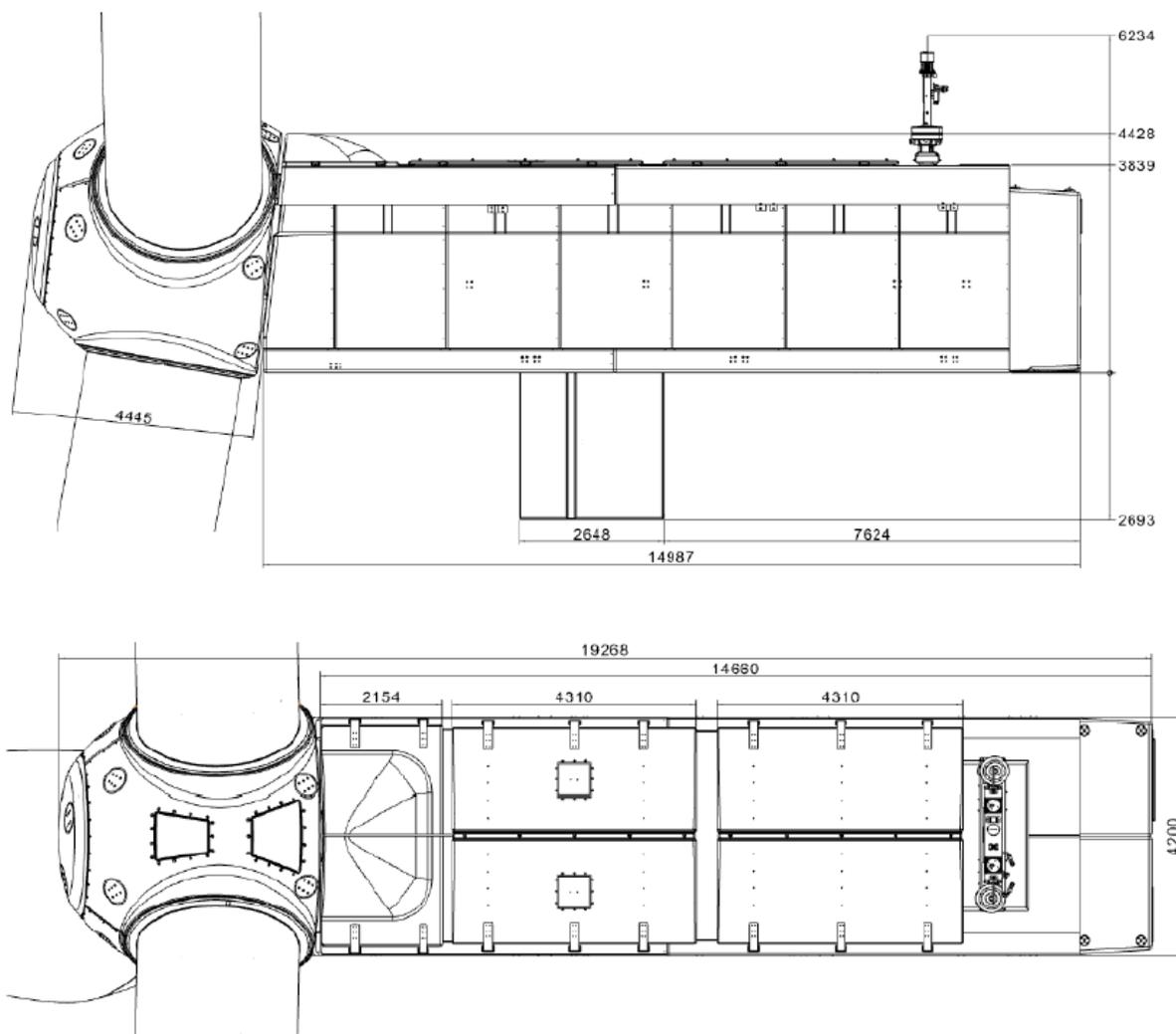


Figura 5-3 – Tipico dimensionale navicella (fonte Siemens Gamesa)

Il tipo di generatore (asincrono o sincrono) e conseguentemente le sue caratteristiche specifiche (sistema di raffreddamento, tipo di convertitore, velocità di rotazione, etc.), saranno stabilite in base al produttore alla tipologia specifica di aerogeneratori da installare, che verrà definita al termine dell'iter autorizzativo in base ad una gara tra i diversi produttori di aerogeneratori presenti sul mercato (ad esempio Enercon, Vestas, SiemensGamesa, Nordex, General Electric...).

Nella seguente tabella vengono riportate alcune caratteristiche di un potenziale generatore utilizzabile.

Tabella 5.2 – Specifiche tecniche generatore

<i>Potenza nominale, kW</i>	Fino a 6000
<i>Tensione nominale, V ac</i>	690
<i>Classe di protezione minima</i>	IP44

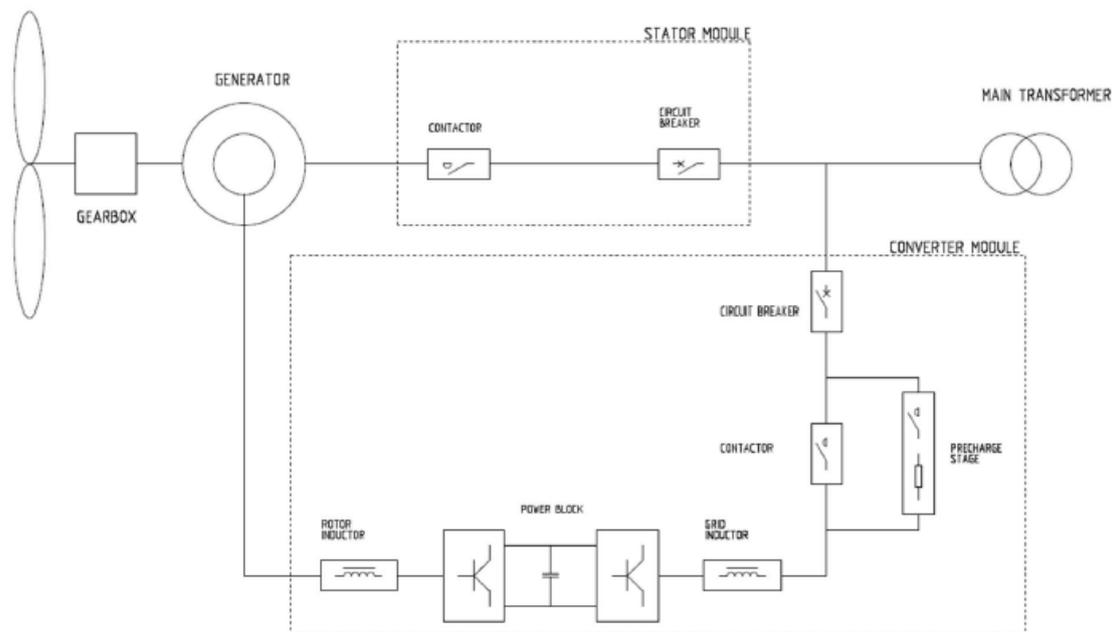
5.1.3 Gruppo di conversione

Il convertitore sarà in grado di estrarre dal generatore sempre la potenza elettrica ottimale, convertendola in uscita a valori di tensione e frequenza compatibili con la rete:

- frequenza 50 Hz
- tensione 690 V \pm 10%

Verrà inoltre installato un trasformatore MT/BT in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco, pari a 30 kV, le cui caratteristiche principali sono riportate nella seguente figura.

Simplified Single Line Diagram



Transformer Specifications ECO 30 kV

Transformer

Type	Liquid filled
Max Current	7.11 kA + harmonics at nominal voltage $\pm 10\%$
Nominal voltage	30/0.69 kV
Frequency	50 Hz
Impedance voltage	$9.5\% \pm 8.3\%$ at ref. 6.5 MVA
Loss ($P_0 / P_{k75^\circ C}$)	4.77/84.24 kW
Vector group	Dyn11
Standard	IEC 60076 ECO Design Directive

Transformer Cooling

Cooling type	KFWF
Liquid inside transformer	K-class liquid
Cooling liquid at heat exchanger	Glystantin

Transformer Monitoring

Top oil temperature	PT100 sensor
Oil level monitoring sensor	Digital input
Overpressure relay	Digital input

Transformer Earthing

Star point	The star point of the transformer is connected to earth
------------------	---

Figura 5-4 – Schema semplificato del gruppo di conversione e specifiche tecniche trasformatore (fonte Siemens Gamesa)

5.1.4 Protezione antifulmine

La protezione antifulmine del sistema elettrico di ogni singolo aerogeneratore sarà realizzata secondo lo standard IEC 61024. Tutti gli altri sottosistemi elettrici, come ad esempio il sistema di controllo, saranno situati all'interno della struttura di acciaio portante, che dovrà assicurare una protezione antifulmine ottimale.

5.1.5 Torre

La torre sarà costituita da segmenti tubolari conici in acciaio di dimensione variabile a seconda del produttore; l'altezza al mozzo della torre non sarà comunque superiore a 125 m. Per l'aerogeneratore di riferimento, Siemens Gamesa SG 6.0-170 da 6.0 MW, la torre sarà composta di n.5 conici. Indicativamente i conici della torre potranno avere le seguenti caratteristiche:

Tabella 5.3 – Specifiche torre tubolare dell'aerogeneratore SG 170 (fonte Siemens Gamesa)

	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5
External diameter upper flange (m)	4.700	4.436	4.427	4.021	3.503
External diameter lower flange (m)	4.700	4.700	4.436	4.427	4.021
Section's height (m)	13.564	18.200	23.800	26.880	29.970
Total weight (T)	84.958	84.328	84.548	71.771	63.863
Volume (CBM)	228	363	470	584	498

La porta di accesso, il trasformatore (se non inserito nella navicella) e la sala controllo con il convertitore saranno poste nel segmento inferiore della torre. Dall'interno della torre sarà possibile accedere alla navicella mediante scala o mediante ascensore di servizio installato all'interno della stessa.

5.2 Fondazioni

Le fondazioni in cemento armato verranno progettate in fase di stesura del progetto esecutivo sulla base di ulteriori indagini geologiche e delle caratteristiche della macchina effettivamente scelta. In questa fase è stata preliminarmente dimensionata una fondazione di diametro pari a 26 m, come da tipico riportato in Figura 5-5, dotata di n.16 pali trivellati di lunghezza 15 m e diametro 50 cm.

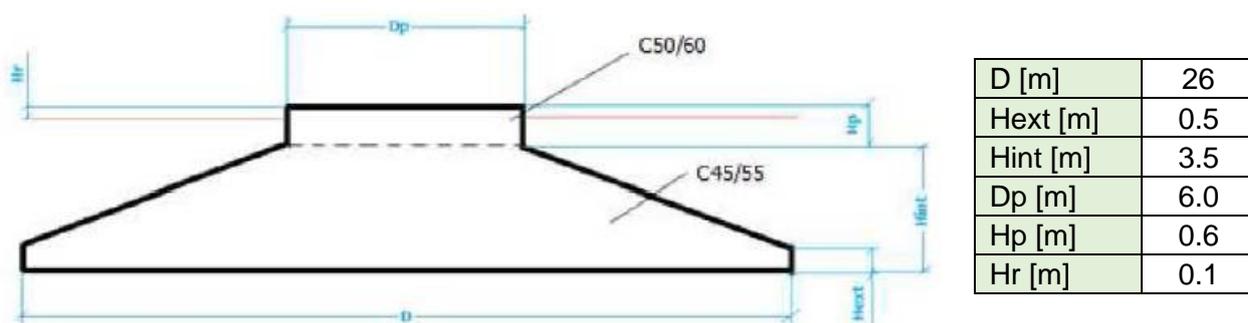


Figura 5-5 – Caratteristiche preliminari della fondazione

Le fondazioni saranno interamente poste sotto il piano campagna e ricoperte con terreno vegetale e misto granulare. I plinti di fondazione saranno realizzati mediante un'armatura a rete metallica fi20 a maglia 20x20 e getto in calcestruzzo, con nucleo interno C50/60 e nucleo esterno C45/55. Le barre correnti e le reti metalliche saranno realizzate con acciaio B450C. Il conglomerato

5.3 Sistemi di controllo

Il sistema di controllo sarà basato su un sistema multiprocessore SCADA che, sulla base delle informazioni ricevute da sensori che trasmettono la velocità e la direzione del vento, la pressione e la densità dell'aria, gestisce automaticamente tutte le funzioni della turbina quali l'avvio, l'arresto, la produzione, la disponibilità dei sottosistemi. Tramite questo sistema sarà possibile il controllo a distanza degli aerogeneratori e della SSE utente di trasformazione 150/30 kV.

Il sistema SCADA utilizzato avrà le seguenti caratteristiche principali:

- Supervisione e controllo accessibile on-line con protocollo di tunneling
- Acquisizione e archiviazione dei dati in apposito data-base storico
- Storage locale per la temporanea memorizzazione dei dati delle turbine quando non è possibile trasferirli direttamente al data-base storico
- Accesso al sistema tramite browser, senza necessità di software o licenze dedicate
- A ciascun utente deve essere assegnata una password e username e l'amministratore può assegnare differenti "livelli di autorità" ad ognuno di essi al fine di incrementarne la sicurezza di utilizzo
- Impostazione di invio e-mail e/o SMS in caso di segnalazione di allarme proveniente sia dagli aerogeneratori sia dalla sottostazione
- Sistema di interfaccia per il controllo remoto della potenza prodotta e regolazione dei parametri correlati, ad esempio Potenza / Tensione / Frequenza / Ramp rate
- Interfaccia per l'integrazione del sistema di monitoraggio e controllo con i dispositivi e le apparecchiature presenti nella sottostazione elettrica
- Interfaccia per il monitoraggio della potenza reattiva e controllo del sistema compensazione
- Supporto integrato per il controllo dell'impatto ambientale, ovvero controllo delle emissioni sonore, dell'effetto shadow-flicker, di presenza avifauna e chiroterro fauna, dell'effetto icing
- Monitoraggio delle condizioni integrato con il controllo delle turbine, per mezzo di un server designato
- Sistema Ethernet con interfacce di sicurezza compatibili (OPC UA / IEC 60870-5-104) per l'accesso online ai dati
- Protezione Anti-Virus
- Back-up and restore

Ciascun aerogeneratore sarà dotato di un sistema di controllo individuale e locale. Tale sistema permette di regolare il funzionamento della turbina indipendentemente dallo SCADA. In questo modo anche in caso di danneggiamento al sistema di comunicazione, ad esempio dovuto all'interruzione di un cavo di segnale, la turbina può essere mantenuta in funzione e regolata autonomamente. I dati monitorati saranno quindi momentaneamente memorizzati nell'archiviazione locale per poi essere archiviati nel data-base storico una volta ripristinato il sistema di comunicazione con lo SCADA.

Il sistema di comunicazione sarà costituito da cavi in fibra ottica che verranno posati e distribuiti per mezzo delle stesse trincee scavate per la posa dei cavi di potenza. Il quadro di controllo sarà posizionato nella sottostazione di trasformazione 150/30 kV di proprietà del proponente e permetterà il monitoraggio del funzionamento degli aerogeneratori e del sistema elettrico dell'impianto.

5.4 Cavi di collegamento e linee elettriche

L'elettrodotto di collegamento tra gli aerogeneratori e la SSE di trasformazione avrà una tensione di 30 kV e sarà costituito da cavi di tipo unipolare o tripolare conduttori in alluminio, isolati in XLPE, con guaina in polietilene (tipo ARE4H5E). Tale tipologia di cavo è indicata all'installazione di impianti eolici, al trasporto di energia e alla posa interrata a trifoglio.

Per la realizzazione dell'elettrodotto interrato in MT i cavi necessari saranno:

- circa 7'990 m con conduttore di sezione 120 mmq;
- circa 60'649 m con conduttore di sezione 500 mmq;
- circa 17'012 m con conduttore di sezione 630 mmq.

In eventuali punti di incrocio o parallelismi tra il cavidotto interrato e servizi o sottoservizi presenti nell'area saranno rispettate le distanze prescritte dalla normativa di riferimento, in particolare dalle norme CEI 11-17. Per maggiori dettagli riguardo a parallelismi o interferenze con servizi o sottoservizi presenti si rimanda all'elaborato "21056 SLG.PD.R.13-01" (relazione specialistica sulle interferenze).

I cavi saranno direttamente interrati in trincee di sezione variabile compresa tra i 50 cm e 145 cm, rispettivamente per la posa da una a quattro terne di conduttori in parallelo, ad una profondità di scavo minima di 1,20 m, protetti inferiormente e superiormente con un letto di sabbia vagliata e compatta; la protezione superiore sarà costituita da piastre di cemento armato, o da un elemento protettivo in resina. Tale protezione sarà opportunamente segnalata con cartelli o blocchi monitori, secondo i tipici illustrati nell'elaborato "21056 SLG.PD.T.41-01" (Tipici di posa del cavidotto). I rinterri, dopo la posa dei cavi, saranno effettuati in parte con sabbia vagliata e in parte con terreno di riporto proveniente dagli scavi effettuati in sito.

Per agevolare le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria sui cavidotti si prevede che le giunzioni tra conduttori siano realizzate mediante connettori adatti alla congiunzione di cavi in alluminio, e accessibili da pozzetti di nuova realizzazione. I pozzetti di giunzione avranno dimensione indicativa di 1,50 m x 1,50 m e saranno posizionati lungo il percorso dell'elettrodotto interrato distanziati circa 800/1000 m uno dall'altro. In ogni caso i pozzetti dovranno essere realizzati in modo tale da non recare danno alle guaine in fase di posa o estrazione dei cavi.

Considerate le lunghezze dei cavidotti impiegati per il collegamento alla sottostazione elettrica, si rende necessario l'impiego di una cabina rompi tratta o di sezionamento MT/MT, che sarà installata in agro all'interno del comune di Guasila. L'opera, installata a circa metà del cavidotto di collegamento tra il parco eolico e la SSE, faciliterà gli interventi di manutenzione straordinaria sulla linea MT. Le apparecchiature elettriche per l'individuazione dei guasti e le protezioni saranno situate all'interno di una cabina prefabbricata di dimensioni pari a circa 2,5x7,5 metri.

L'elettrodotto interrato in AT, a 150kV, consentirà il collegamento elettrico tra la sottostazione

elettrica di trasformazione utente 150/30kV e le sbarre dello stallo produttori in alta tensione ubicato all'interno della nuova SE della RTN in agro del comune di Sanluri (SU). Tale elettrodotto si svilupperà sotto terreno agricolo, fino al raggiungimento dello stallo per una lunghezza pari a circa 421 m. I conduttori sono dimensionati per garantire una portata di corrente adeguata e una caduta di tensione sulla linea inferiore al 4%. Il cavidotto sarà quindi composto da una terna di conduttori unipolari di sezione 400 mmq, realizzati in alluminio, schermati, con isolamento in XLPE e tensione massima pari a 170 kV. I tre cavi saranno posati a trifoglio e direttamente interrati in una trincea di sezione 80 cm, ad una profondità di scavo minima di 1,50 m, protetti inferiormente e superiormente con un letto di sabbia vagliata e compatta; la protezione superiore sarà costituita da piastre di cemento armato, o da un elemento protettivo in resina. Tale protezione sarà opportunamente segnalata con cartelli o blocchi monitori.

5.5 Rete di terra

L'impianto di messa a terra sarà costituito per ogni aerogeneratore da una maglia in corda di rame nudo, collegata sia internamente all'armatura del plinto di fondazione dell'aerogeneratore, sia alla torre stessa dell'aerogeneratore, nonché ai picchetti di dispersione infissi nel terreno circostante e accessibili da pozzetto. Gli impianti di terra delle singole postazioni sono resi equipotenziali mediante una corda di rame nuda posata all'interno dello scavo predisposto per il cavo di energia. La corda di rame nudo avrà una sezione di 50 o 70 mmq.

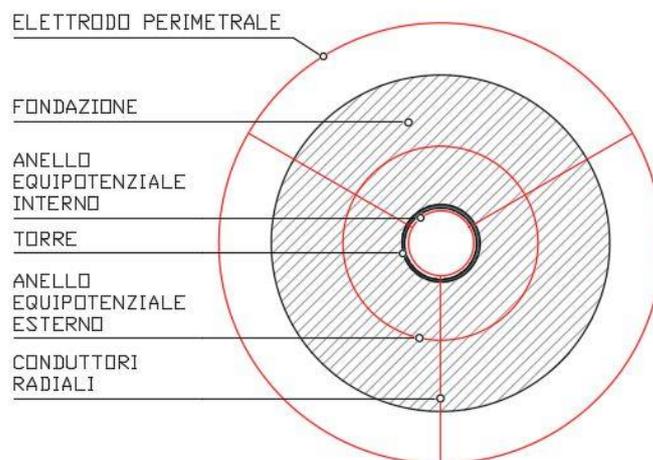


Figura 5-7 – Tipico impianto messa a terra dell'aerogeneratore

L'impianto di messa a terra della Sottostazione di trasformazione 150/30 kV sarà costituito da una parte interna di collegamento fra le diverse installazioni elettromeccaniche e da una parte esterna costituita da elementi disperdenti. Nel caso si utilizzi una cabina box prefabbricato, l'impianto di messa a terra sarà sviluppato direttamente nell'abito del manufatto civile, in quanto la rete di terra interna sarà compresa nella fornitura del prefabbricato.

In ogni caso l'impianto di messa a terra sarà tale da assicurare il rispetto dei limiti delle tensioni di passo e di contatto previsti dalla norma CEI 11-1.

Nel caso in cui la parte interrata in relazione all'entità della corrente di guasto monofase a terra della rete MT ed alla resistività locale del terreno non sia sufficiente, sarà ampliata nel rispetto della norma CEI 11-1, utilizzando dispersori di profondità.

5.6 Rete di comunicazione

L'intero parco eolico sarà dotato di una rete dati in fibra ottica, distribuita mediante posa all'interno dello scavo dei cavidotti. Il collegamento dei singoli aerogeneratori con il sistema di controllo, localizzato nel locale di telecontrollo della SSE utente, avverrà secondo il seguente schema:

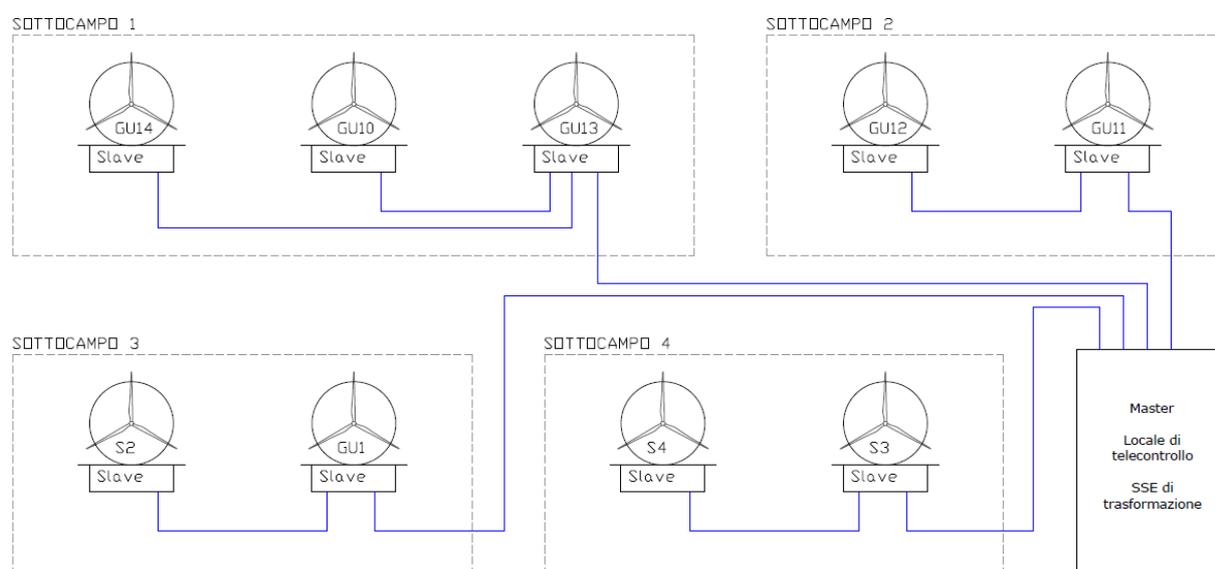


Figura 5-8 – Schema di collegamento della rete di comunicazione degli aerogeneratori

Il cavo della rete di comunicazione sarà quindi di tipo multi-tight per esterno/interno in fibra ottica multimodale 62.5/150 m, con guaina termoplastica speciale LSOH - AFUMEX (CEI 20-35, CEI 20-22II)

5.7 Sottostazione di trasformazione 150/30 kV

La SSE sarà predisposta per l'eventuale condivisione con altri operatori, essa sarà infatti formata da:

- area produttore di proprietà del Proponente;
- sbarre comuni a 150kV sulle quali potranno afferire differenti aree produttori;
- stallo di consegna comune a 150 kV.

L'area produttore ricoprirà una superficie di circa 950 mq e sarà predisposta con:

- fabbricati, suddivisi in locali tecnici distinti, che a seconda della funzione ospiteranno i contatori di misura dell'energia prodotta, i quadri in MT, i quadri in BT, il gruppo elettrogeno (GE), ecc...;
- un piazzale con un montante trasformatore 150/30 kV e lo stallo di protezione a 150 kV;

- gli impianti a servizio del fabbricato e dell'intera sottostazione.

Lo stallo di protezione sarà al minimo composto da:

- uno scaricatore (SC) per ciascuna fase;
- un trasformatore di corrente (TA) per ciascuna fase;
- un interruttore automatico isolato in SF6 con comando unipolare per ciascuna fase (152T);
- un sezionatore di isolamento rotativo tripolare con lame a terra;
- un trasformatore di tensione induttivo (TV) per ciascuna fase;
- un trasformatore di tensione capacitivo (TVC) per ciascuna fase;
- n. 3 terminali per cavo AT esterno.

Le sbarre comuni a 150 kV convoglieranno l'energia elettrica proveniente dagli stalli di protezione delle eventuali altre aree produttori allo stallo di consegna comune.

Lo stallo di consegna comune a 150 kV sarà costituito da:

- un sezionatore di isolamento rotativo tripolare;
- un sezionatore di isolamento rotativo tripolare con lame a terra;
- un interruttore automatico isolato in SF6 con comando tripolare (152T);
- un trasformatore di corrente (TA) per ciascuna fase;
- un trasformatore di tensione capacitivo (TVC) per ciascuna fase;
- n.3 terminali per interrimento del cavo in AT.

Da tale stallo partirà il collegamento, realizzato mediante elettrodotto interrato in AT, allo stallo a 150kV della nuova SE della RTN.

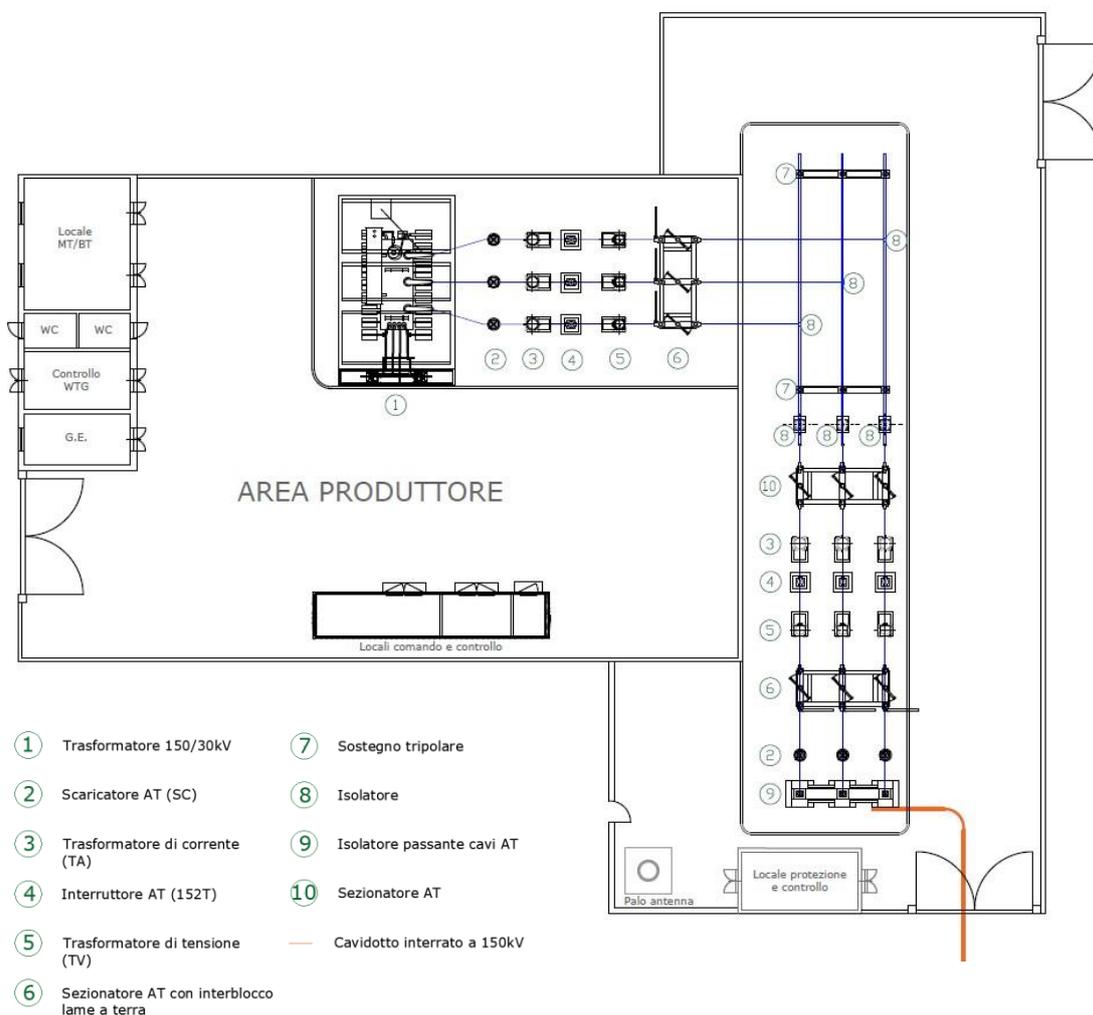


Figura 5-9 – Planimetria della SSE utente di trasformazione 150/30 kV

5.7.1 Quadri elettrici in media tensione

Il quadro elettrico in MT sarà formato da almeno n.9 scomparti SF6, rispettivamente dedicati alle linee in MT in arrivo dal parco eolico, al collegamento al trasformatore elevatore AT/MT, ai servizi ausiliari di montante, alle celle di misura di montante, all'eventuale rifasamento e alle eventuali reattanze shunt.

I quadri in MT saranno in esecuzione da interno in lamiera d'acciaio con spessore minimo di 2 mm, saldata, ripiegata e rinforzata opportunamente, completi di sbarre principali e di derivazione dimensionate in accordo con i carichi e le correnti di cortocircuito e avranno le seguenti caratteristiche minime:

Numero di fasi	-	3
Frequenza nominale	Hz	50
Corrente nominale sbarra	A	2000
Tensione nominale	kV	36
Tensione nominale tenuta alla frequenza di esercizio (50Hz)	kV	80

Tensione nominale tenuta ad impulso (valore di picco)	kV	170
Corrente di breve durata ammissibile	kA-s	20-3s
Corrente di picco	kA	50
Temperatura ambiente	°C	-5/+40

Nei quadri dovranno essere previsti tutti gli interblocchi necessari a prevenire ed impedire manovre errate, che possano compromettere la sicurezza del personale addetto o lo stato delle apparecchiature. Gli interruttori installati saranno idonei alla protezione contro i guasti fase-fase e fase-terra, e con impostazioni tali da garantire la corretta selezione ed eliminazione dei guasti in ogni comparto o componente della sezione MT di impianto e la non interferenza di intervento con le protezioni della rete AT. Gli scomparti di linea e lo scomparto del trasformatore contengano al minimo un sezionatore tripolare (89MT), un interruttore automatico (52L/52T), un trasformatore di corrente per ciascuna fase e uno di tensione per ciascuna fase.

5.7.2 Trasformatore 150/30kV

Il trasformatore elevatore 150/30 kV sarà del tipo trifase in olio minerale per installazione all'esterno con raffreddamento naturale dell'olio ONAN/ONAF. Esso sarà provvisto di proprie protezioni a bordo macchina, quali ad esempio di minimo livello olio (63), di massima temperatura (26), Buchholz (97), di una vasca di raccolta dell'olio e di un variatore di tensione sotto carico con regolatore automatico, che consenta una variazione della tensione a vuoto almeno del $\pm 12\%$ della tensione nominale. Gli avvolgimenti AT del trasformatore avranno isolamento uniforme e saranno collegati a stella, con terminale di neutro accessibile e predisposto per l'eventuale connessione a terra; gli avvolgimenti MT saranno invece collegati a triangolo.

Il trasformatore elevatore avrà quindi le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale	MVA	63
Frequenza nominale	Hz	50
Tensione al primario	kV	150
Tensione al secondario	kV	30
Tipo di raffreddamento	-	ONAN-ONAF
Tensione di corto circuito Vcc%	%	12,5

5.7.3 Stallo in AT a 150 kV

Le apparecchiature in AT saranno conformi alle norme CEI di riferimento e alle prescrizioni del Gestore della RTN e avranno le seguenti caratteristiche elettriche:

Tensione massima del sistema	kV	170
Tensione di esercizio	kV	150
Tensione nominale tenuta alla frequenza di esercizio (50Hz)	kV	375
Tensione nominale tenuta ad impulso (valore di picco)	kV	860
Frequenza nominale	Hz	50

Corrente nominale stallo di linea	A	1250
Corrente nominale sbarre	A	2000
Corrente nominale dello stallo di parallelo sbarre	A	2000
Corrente di corto circuito	kA	31,5

5.8 Piazzole degli aerogeneratori

Le superfici necessarie per consentire lo stazionamento dell'autogru in fase di montaggio sono costituite da piazzole adiacenti all'aerogeneratore di circa 6'900 mq ciascuna, secondo un possibile tipico illustrato nella figura seguente, che potrà tuttavia subire modifiche in funzione del modello di aerogeneratore scelto e in funzione delle indagini geotecniche di dettaglio da eseguire in fase esecutiva.

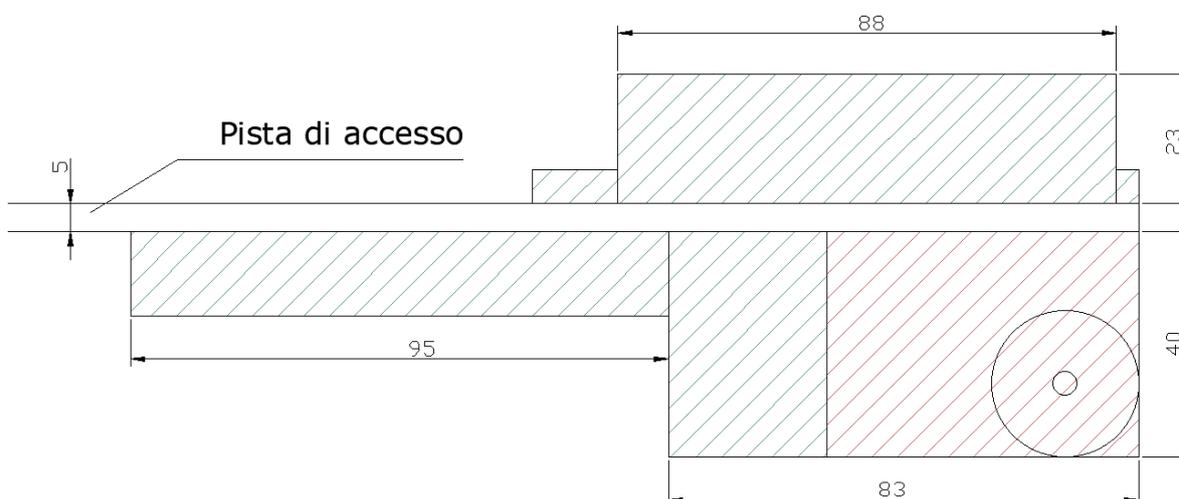


Figura 5-10 – Tipico piazzola di cantiere con quote espresse in metri

A fine lavori i piazzali di sgombero, manovra e stoccaggio dei materiali allestiti in prossimità di ogni torre saranno ridimensionati, con materiale accantonato in loco, a quanto strettamente necessario per l'accesso di una gru per eventuali manutenzioni in quota, cioè a una superficie di circa 2'200 mq con forma come indicata in Figura 5-11.



Figura 5-11 – Tipico piazzola di esercizio con quote espresse in metri

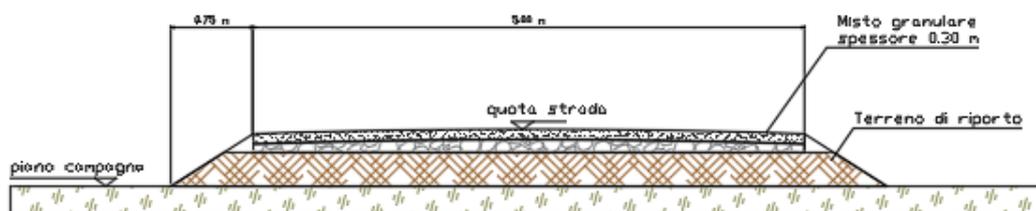
La piazzola di esercizio al fine di garantire il corretto deflusso delle acque meteoriche e la corretta stabilità dei mezzi di montaggio avrà una pendenza compresa tra un valore minimo del 0,2% e un valore massimo dello 0,5%. Allo stesso modo le aree di deposito e montaggio segnalate in colore verde in Figura 5-10 avranno una pendenza minima dello 0,2% e una pendenza massima del 2%. I materiali impiegati saranno un primo strato di fondazione costituito da pietrisco costipato e compattato e un secondo strato di misto granulare stabilizzato per uno spessore complessivo massimo di 50 cm.

5.9 Viabilità

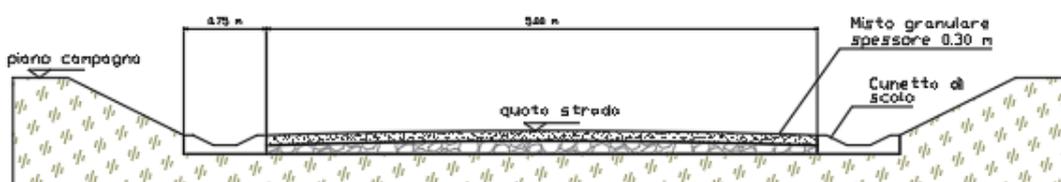
La viabilità di nuova realizzazione consisterà nelle piste di accesso alle piazzole degli aerogeneratori a partire dalla viabilità esistente. Le piste di accesso saranno realizzate in terra battuta e avranno larghezza di circa 5 m e profilo verificato con esperti trasportatori del settore, di cui il Proponente assicurerà la costruzione e la manutenzione, allo scopo di servirsene anche durante l'esercizio. Le piste ove necessario avranno una cunetta laterale di scolo di larghezza 75 cm, secondo i tipici illustrati nelle figure seguenti, e saranno costituite da:

- un primo strato di fondazione costituito da pietrisco costipato e compattato, di spessore 15-20 cm,
- un secondo strato di misto granulare stabilizzato e compattato, di spessore 30 cm.

SEZIONE IN RILEVATO



SEZIONE IN TRINCEA



SEZIONE IN MEZZACOSTA



Figura 5-12 – Tipici strade di accesso al parco eolico

In fase di cantiere sarà necessario adattare temporaneamente la viabilità interna al parco eolico (curve) per permettere le manovre degli autoarticolati che trasportano le componenti più lunghe.

In fase di progettazione esecutiva si potranno adottare tecniche di ingegneria naturalistica per il consolidamento di scarpate, quali ad esempio l'utilizzo di terre rinforzate. Tale tecnica applicata ai versanti di rilevati stradali o muri sottoscarpa permetterebbe di ridurre l'angolo di scarpata e conseguentemente i volumi di terra movimentata, oltre che conferire una maggiore stabilità e minore deformabilità al terreno.