

# INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCHI EOLICI "Vulturino-Volturnara"

**ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING  
DELLE TORRI ESISTENTI E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI**



**Edison Rinnovabili Spa**  
Foro Buonaparte, 31 - 20121 Milano



Progettazione Coordinamento	 <b>VEGA sas</b> LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING Via.405 Cavr. 48 - 71021 Foggia - Tel.0881.766231 - Fax 1284412324 mail: info@vegaindustria.org - website: www.vegaindustria.org  	Studi Ambientali e Paesaggistici	<b>Arch. Antonio Demaio</b> Via N. degli Carrì, 48 - 71121 Foggia (FG) Tel. 0881.756251   Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com	
Studio Geologico-Idrologico	<b>dott. geol. Di Carlo Matteo</b> Viale Virgilio, 30, 71036 Lucera (FG) Ordine dei Geologi di Puglia n.75 Tel./Fax 0881.   Cell. 335.5340316 E-Mail: dicarlomatteo@hotmail.com  	Studio Acustico	<b>Arch. Denora Marianna</b> Via Savona, 3 70022 Altamura (BA) Tel./Fax 080.9162455   Cell. 3315600322 E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it	
Studi Naturalistici e Forestali	<b>Dott. Forestale Luigi Lupo</b> Via Mario Pagano 47 - 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it  	Studio Idraulico	<b>Studio di ingegneria Dott.sa Ing. Antonella Laura Giordano</b> Viale degli Aviatori, 73 - 71121 Foggia (FG) Tel./Fax 0881.070126   Cell. 334.94.94.94 E-Mail: lauragiordano@gmail.com  	
Progettazione elettrica	 <b>STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA MEZZINA</b> dott. ing. Antonio Via T. Solis 128   71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072   Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net  	Studio archeologico	 <b>Dott. Francesco Rossi</b> Tel. 340.8085188 E-Mail: dasiuscoop@gmail.com	

Opera	<b>A</b> <b>Progetto di Integrale Ricostruzione di n. 1 impianto eolico composto da 6 aerogeneratori da 6,6 MW per una potenza complessiva di 39,6 MW nei Comuni di Vulturino, Volturnara Appula ed opere di connessione nel comune di Alberona alle località "Piano dei Galli - Passo del Lupo" con smantellamento di n. 20 aerogeneratori di potenza in esercizio pari a 13,08 MW.</b>
-------	--

Oggetto	Nome Elaborato: VIA_02_PNXF3G0-PGM_Piano di gestione e manutenzione	Foglio: VIA_02_Relazioni tecniche e di progetto			
	Descrizione Elaborato: Piano di gestione e manutenzione				
00	Novembre 2023	Emissione per progetto definitivo	VEGA	Arch. A. Demaio	Edison Rinnovabili Spa
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:	---- <b>A)</b> Integrale Ricostruzione Vulturino - Volturnara				
Formato:	Codice progetto AU   <b>PNXF3G0</b>				

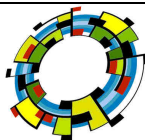
Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## INDICE

<b>A. PARTE GENERALE .....</b>	<b>2</b>
A.1 Componenti dell'impianto eolico .....	2
A.2 Schede Tecniche dei Componenti dell'impianto .....	2
A.3 Schemi di Funzionamento dell'impianto .....	5
A.4 Componenti dell'impianto BESS .....	5
A.5 Schemi di Funzionamento dell'impianto BESS .....	6
<b>B. SISTEMA DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>7</b>
<b>C. MANUALE D'USO DI TUTTI I COMPONENTI DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>7</b>
<b>D. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE .....</b>	<b>8</b>
<b>E. ALLEGATI .....</b>	<b>8</b>

## INDICE FIGURE

<i>Figura 1 - Navicella Siemens Gamesa SG6.0-170 .....</i>	<b>3</b>
--	----------



Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Volturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

## A. PARTE GENERALE

### A.1 Componenti dell'impianto eolico

L'impianto eolico di progetto presenta i seguenti componenti principali:

- 6 aerogeneratori di grande taglia
- 1 cavidotto interrato di collegamento tra gli aerogeneratori e sottostazione costituito da due o più terne da 30 kV
- 1 cavidotto da 30kV per il collegamento tra la SSEU di trasformazione e la stazione elettrica dui TERNA di Alberona (FG)

La gestione e la manutenzione dell'impianto devono contemplare tutti i componenti elencati. Inoltre, per eseguire la corretta manutenzione sull'aerogeneratore, la piazzola deve essere sempre accessibile con i mezzi normalmente necessari (furgoni, cestello, gru,...) e quindi anche le vie di accesso devono essere correttamente mantenute mantenendo il fondo praticabile anche nella stagione avversa e organizzando lo sgombero neve nel caso di precipitazioni di tal tipo.

### A.2 Schede Tecniche dei Componenti dell'impianto

#### AEROGENERATORE

Le macchine proposte hanno le seguenti caratteristiche:

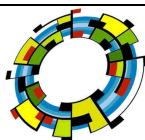
- grande taglia con diametro rotore fino a 155 m;
- altezza mozzo fino a 102,5 m, comunque altezza complessiva, altezza mozzo più pala, non superiore a 180m)

L'aerogeneratore di riferimento è SG. 6.6-155 da 6,6 MW di potenza nominale, con altezza mozzo pari a 102,5 m. Tale turbina descrive e riassume le caratteristiche del gruppo di turbine idonee al sito.

In allegato 1 è riportata la scheda tecnica del Costruttore Siemens-Gamesa con tutte le caratteristiche funzionali principali.

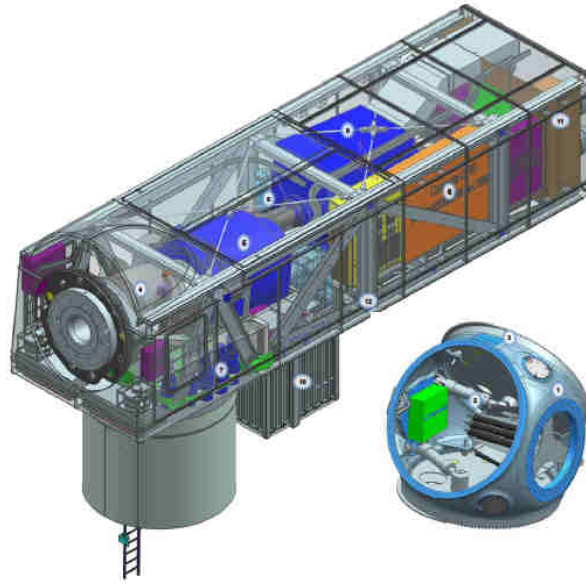
Lo schema costruttivo rimane quello classico, in cui la navicella è progettata con struttura portante saldata. Al suo interno sono alloggiati il sistema di trasmissione con moltiplicatore di giri, il generatore elettrico e i dispositivi ausiliari.

L'avvio della turbina avviene con un vento di 3m/s, a passo massimo.



Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".

Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.



*Figura 1 - Navicella SG 6.6-155*

Al crescere del vento il rotore può aumentare la sua velocità fino a quella nominale, variando il passo delle pale e regolando il generatore.

A velocità del vento alte, oltre quella di raggiungimento della potenza nominale, il sistema di regolazione del passo e quello del generatore mantengono la potenza al valore prefissato, indipendentemente da variazioni di velocità del vento, di carico, di temperatura o di densità dell'aria.

Quando necessario, l'aerogeneratore frena aerodinamicamente mettendo le pale completamente in bandiera.

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate e controllate da diverse unità di controllo basate su microprocessori.

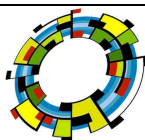
Le pale del rotore, aventi forte influenza sull'output della turbina e sull'emissione sonora, sono di materiale a base epossidica rinforzato da fibre di vetro e di carbonio, quindi caratterizzate da durezza, resistenza all'abrasione e alta resistenza ai fattori chimici e alle radiazioni solari. Hanno inoltre un rivestimento di protezione contro i fattori atmosferici.

Il profilo alare si estende fino alla navicella, ottimizzando così l'andamento delle linee di corrente per l'intera lunghezza della pala.

## COMPONENTI PRINCIPALI DELLA TURBINA

### Pale:

- Numero: 3



Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".

Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

- Lunghezza: 82.5 m
- Materiale: materiale composito a matrice epossidica rinforzata con fibra di vetro e carbonio

#### Rotore:

- Diametro 155 m
- Area spazzata 18,869 mq

#### Sistema di controllo del passo (pitch control):

- Sistema idraulico
- massima affidabilità grazie al sistema di gestione della turbina
- Manutenzione meccanica e del software

#### Mozzo:

- design compatto ideale per la trasmissione dei carichi
- integrazione degli azionamenti delle pale

#### Generatore e convertitore di frequenza:

- generatore asincrono a doppia alimentazione.
- regime di rotazione variabile per un ottimo rendimento
- temperatura contenuta del generatore anche a temperature ambientali molto elevate; le aree a temperatura più elevata sono costantemente monitorate da numerosi sensori

#### Sistema di imbardata (yaw control):

- azionamento mediante motoriduttori
- grazie allo scarso attrito del cuscinetto e la completa ventilazione dei freni, lo sforzo dei motoriduttori durante la rotazione è ridotto al minimo

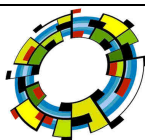
### CAVI ELETTRICI

I cavi elettrici unipolari a 30 kV di riferimento sono i Prysmian o similari. La relativa scheda tecnica, "Medium Voltage Systems" – Prysmian Cavi e Sistemi Energia Srl.

Tutti i collegamenti elettrici, tra gli aerogeneratori e alla sottostazione, sono realizzati per mezzo di cavidotti interrati: questa soluzione permette di minimizzare l'emissione elettromagnetica ed elimina del tutto il problema della visibilità delle linee aeree e il relativo impatto sull'avifauna.

### SOTTOSTAZIONE MT/AT

Lo schema elettrico dell'impianto è descritto dall'unifilare di tav. VIA03\_MCAS1\_Connessione06\_Schema elettrico Unifilare unifilare. La connessione del parco eolico, costituito da 5 aerogeneratori, prevede le seguenti



opere:

- Una stazione elettrica di trasformazione utente 30/36 kV, da realizzare nel comune di Montalto di Castro (VT)
- foglio catastale 5 particelle 112.
- Un cavidotto MT interrato per il collegamento della stazione elettrica di utenza agli aerogeneratori
- Un cavidotto AT interrato per il collegamento della SSEU di trasformazione 30/36 al futuro ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica 36/380/132 kV Terna S.p.A di Manciano (GR).

I lavori prevedono la presenza di un trasformatore 30/36 kV, la strumentazione di misura e tutti i vari servizi ausiliari. Per la componentistica si veda la VIA03\_MCAS1\_REL03\_RelazioneImpianti.

### A.3 Schemi di Funzionamento dell'impianto

I sistemi di controllo per la gestione dell'aerogeneratore sono il *pitch control* e lo *yaw control*.

Il primo, *pitch control*, di cui è dotata ciascuna pala in modo indipendente, esegue la rotazione delle pale intorno al loro asse principale e permette la riduzione della potenza al suo valore nominale, evitando così l'utilizzo di freni meccanici. Gli angoli aerodinamici e costruttivi sono costantemente monitorati, in modo da permettere veloci regolazioni in funzione del vento. Il vento è misurato in continuo con anemometro di macchina.

Il carico elettrico è costantemente monitorato ed in caso di caduta di rete, ovvero mancanza di carico, si ha un arresto di emergenza del rotore tramite frenatura aerodinamica e stazionamento meccanico. Stessa procedura in caso di grave guasto e incendio.

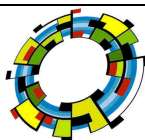
Il secondo, *yaw control* detto anche imbardata, modifica l'orientamento della navicella, allineando la macchina rispetto alla direzione del vento e garantendo, indipendentemente dalla direzione del vento, la migliore esposizione del rotore ovvero perpendicolare alla direzione del vento in posizione sopravento rispetto alla torre.

La direzione del vento è costantemente monitorata da apposita banderuola di macchina. Per gli schemi di funzionamento dell'impianto far riferimento alle seguenti tavole di progetto VIA03\_MCAS1\_TAV\_07\_SchemaUnifilare.

### A.4 Componenti dell'impianto BESS

L'impianto di accumulo "stand-alone" previsto è costituito da:

- **N. 54 Container per le Batterie**
- **N. 3 container per accogliere i 18 DC Box;**
- **N. 3 container STS**



Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".

Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

- **N. 3 container per accogliere i 15 trafi ausiliari**

di cui vengono riportate le definizioni.

- Per *Battery Container* si intende un manufatto prefabbricato in cui sono alloggiati i rack delle batterie ed altre apparecchiature elettriche.
- Un *DC Box* è, invece, costituito da un DC LV Panel su cui sono montati gli Smart PCS. La funzione del DC Box è quella di trasformare la corrente da continua in alternata.
- Per *STS* si intende il trasformatore elevatore per la trasformazione BT/MT.
- I *trafi ausiliari* sono utilizzati per l'alimentazione dei sistemi ausiliari

### A.5 Schemi di Funzionamento dell'impianto BESS

La tecnologia delle batterie agli ioni di litio è attualmente lo stato dell'arte per efficienza, compattezza, flessibilità di utilizzo.

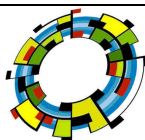
Un sistema di accumulo, o BESS, comprende come minimo:

- EMS: il sistema di controllo EMS (Energy management system);
- BPU: le protezioni di batteria (Battery Protection Unit);
- BAT: batteria di accumulatori elettrochimici, del tipo agli ioni di Litio;
- STS: il convertitore bidirezionale caricabatterie-inverter (Power Conversion System);
- AUX: gli ausiliari (HVAC, antincendio, ecc.);
- BMS: il sistema di controllo di batteria (Battery Management System);

Il collegamento del BESS alla rete avviene normalmente mediante un trasformatore innalzatore BT/MT, e un quadro di parallelo dotato di protezioni di interfaccia. I principali ausiliari sono costituiti dalla ventilazione e raffreddamento degli apparati.

L'inverter e le protezioni sono regolamentati dalla norma nazionale CEI 0-16. Le batterie vengono dotate di involucri sigillati per contenere perdite di elettrolita in caso di guasti, e sono installate all'interno di container (di tipo marino modificati per l'uso come cabine elettriche).

La capacità del BESS è scelta in funzione al requisito minimo per la partecipazione ai mercati del servizio di dispacciamento, che richiede il sostenimento della potenza offerta per almeno 6 ore opportunamente sovradimensionata per tener conto delle dinamiche intrinseche della tecnologia agli ioni di litio (efficienza, energia effettivamente estraibili), mentre la potenza de sistema viene dimensionata rispetto alla potenza dell'impianto eolico.



Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".

Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

Secondo la letteratura la potenza nominale del BESS, in funzione della potenza del parco eolico, risulta essere ottimale a circa 18 MW;

Considerate le perdite di potenza, di conversione e di efficienza nel tempo si è ritenuto opportuno dimensionare la capacità di accumulo in 108,00 MWh che risulta di autonomia di erogazione.

## B. SISTEMA DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

L'aerogeneratore è dotato di un sistema di controllo remoto che permette di monitorarne costantemente lo stato, e in caso di anomalie, opportuni sensori trasmettono gli allarmi relativi consentendo tempestivi interventi anche per manutenzione non programmata.

Relativamente alla manutenzione dell'aerogeneratore la progettazione dello stesso ha raccolto le esigenze degli operatori sviluppando una macchina con le seguenti caratteristiche:

- ✓ accesso alla navicella dall'interno della torre con utilizzo di ascensore;
- ✓ montacarichi esterno
- ✓ notevole disponibilità di spazio nella navicella per interventi facili ed ergonomici
- ✓ accesso al mozzo agevole direttamente dalla navicella
- ✓ facilità nel raggiungere tutti i componenti
- ✓ sicurezza durante la manutenzione grazie alla protezione di tutte le parti rotanti
- ✓ in caso di necessità, la macchina consente lo smontaggio di molti componenti

Il programma di manutenzione generale programmata è suddiviso in tre categorie:

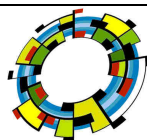
- ✓ Manutenzione visiva e con rilevamento di rumori anomali;
- ✓ Manutenzione meccanica con verifica livelli lubrificanti;
- ✓ Manutenzione elettrica.

## C. MANUALE D'USO DI TUTTI I COMPONENTI DELL'IMPIANTO

Le turbine eoliche sono macchine nel pieno senso e quindi ricadono nel campo di applicazione della direttiva Macchine UE98/37 con successivi aggiornamenti e norme collegate.

La normativa di riferimento per la progettazione e la sicurezza è la CEI-EN 61400-1 ed.3 "Turbine eoliche – Parte 1: Prescrizioni per la progettazione" del febbraio 2006 (recepimento della IEC 61400-1 ed.3 del novembre 2005 "Wind Turbines – Part 1: Design requirements) e norme collegate.

Le turbine vengono progettate, costruite, collaudate, secondo le normative di cui sopra, e vengono sottoposte nel loro complesso all'esame di enti indipendenti di certificazione, che in caso di esito positivo,





Integrale Ricostruzione Parchi Eolici "Vulturino-Volturara".  
Adeguamento tecnico impianto eolico mediante intervento di Repowering delle torri esistenti e riduzione numerica degli aerogeneratori.

emettono differenti certificati. Il più completo, che riassume anche gli altri, è la certificazione di tipo (Type Certificate). Prima di questa vengono verificati il progetto, il sistema e l'organizzazione di costruzione, i materiali.

Per questo motivo il "Manuale d'Uso e Manutenzione" dell'aerogeneratore è un requisito essenziale che raccoglie in dettaglio tutte le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria di tutti i componenti. La complessità della macchina ed il numero dei vari componenti incorporati rende il documento complessivo così articolato che solo alla consegna del WTG viene fornita la copia specifica per il tipo di macchina.

#### D. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Il programma di manutenzione generale programmato prevede scadenze regolari con intervallo variabile a seconda della tipologia di controllo. Gli intervalli previsti sono:

- ✓ Manutenzione iniziale – ad 1 mese dall'entrata in funzione;
- ✓ Manutenzione semestrale;
- ✓ Manutenzione annuale (o secondo multipli di anno);

In tal modo si ottiene un ottimale livello di efficienza dell'impianto, garantendo costantemente adeguati livelli di sicurezza.

In particolare, le principali azioni riguardanti la torre sono:

- verifica della coppia di serraggio dei bulloni (cadenza annuale);
- controllo visivo dello stato delle lamiere (primo controllo dopo tre anni, successivi con cadenza annuale);
- misura dello spessore della vernice in diverse parti della torre (primo controllo dopo cinque anni e successivi dopo due anni).

Risulta evidente che grazie alla presenza di una squadra di manutenzione sulla macchina ogni semestre, vi sia la possibilità di segnalare eventuali anomalie riscontrate.

Per i collegamenti in AT e le sottostazioni AT/AT e AT/AAT si rimanda al progetto relativo alle Infrastrutture richieste da TERNA tramite STMG.

#### E. ALLEGATI

- [1] SGRE ON SG 6.6-170 Developer Package
  - [2] FusionSolar Smart String ESS Solution Brochure\_320Ah\_
- Foggia, Maggio 2023

Il tecnico  
Arch. Antonio Demaio

