

# Integrale ricostruzione dell'impianto eolico VRG-040

## Progetto definitivo

Oggetto:

**040-67 - Piano di manutenzione dell'impianto**

Proponente:

**VRg**wind 040

**VRG Wind 040 S.r.l.**  
Via Algardi 4  
Milano (MI)

Progettista:

 **Stantec**

**Stantec S.p.A.**  
Centro Direzionale Milano 2, Palazzo Canova  
Segrate (Milano)

Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
00	03/06/2022	Prima Emissione	M. Carnevale	M. Terzi	L. Lavazza
01	06/09/2022	Integrati Commenti	A. Bellisai	M. Carnevale	P.Polinelli
Fase progetto: <b>Definitivo</b>			Formato elaborato: <b>A4</b>		

Nome File: **040-67.01 - Piano di manutenzione dell'impianto.docx**

# Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1	Descrizione del proponente .....	3
1.2	Contenuti della relazione.....	4
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>7</b>
3.1	Caratteristiche degli aerogeneratori del nuovo impianto in progetto .....	7
3.2	Caratteristiche delle opere civili ed elettriche a servizio dell'impianto .....	8
3.2.1	Viabilità .....	8
3.2.2	Cavidotti MT .....	9
3.3	Caratteristiche della sottostazione elettrica.....	10
<b>4</b>	<b>SISTEMA SCADA .....</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>LA MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>13</b>
5.1	Manutenzione preventiva degli aerogeneratori.....	15
5.2	Manutenzione preventiva delle infrastrutture di servizio.....	16
5.2.1	Cavidotti interrati .....	16
5.2.2	Viabilità .....	16
5.3	Manutenzione preventiva della sottostazione di trasformazione e connessione alla rete .....	16

# Indice delle figure

Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto VRG Wind 040 .....	5
Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto VRG-040 nel suo stato di fatto e nello stato di progetto.....	6
Figura 3-1: Vista e caratteristiche di un aerogeneratore da 6,0 MW .....	8

# 1 PREMESSA

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Sorgenia S.p.A. di redigere il progetto definitivo per il potenziamento dell'esistente impianto eolico ubicato nei Comuni di Campofelice di Fitalia (PA), Villafrati (PA) e Ciminna (PA), costituito da 35 aerogeneratori di potenza 0,85 MW ciascuno, con una potenza complessiva dell'impianto pari a 29,75 MW installati.

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori dell'impianto viene convogliata tramite cavidotto interrato MT da 20 kV, alla Sottostazione Utente, ubicata nel comune di Ciminna. L'allacciamento dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) avviene attraverso un collegamento direttamente alla Cabina Primaria di Ciminna di Enel Distribuzione, la quale a sua volta è collegata in entra-esce sulla linea esistente AT a 150 kV "Ciminna-Castronovo".

L'intervento in progetto consiste nella sostituzione delle 35 turbine eoliche dell'impianto esistente con 11 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6 MW ciascuno. Si prevede di collegare gli 11 aerogeneratori di progetto alla Sottostazione di trasformazione MT/AT del comune di Ciminna mediante un cavo interrato MT da 33 kV. Il seguente progetto di repowering consente di aumentare notevolmente la potenza complessivamente prodotta dall'impianto, riducendo gli impatti sul territorio grazie al più ridotto numero di aerogeneratori impiegati. Inoltre, la maggior efficienza dei nuovi aerogeneratori comporta un aumento considerevole dell'energia specifica prodotta, riducendo in maniera proporzionale la quantità di CO2 equivalente.

## 1.1 Descrizione del proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è VRG Wind 040 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 VRG Wind 040 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.

## **1.2 Contenuti della relazione**

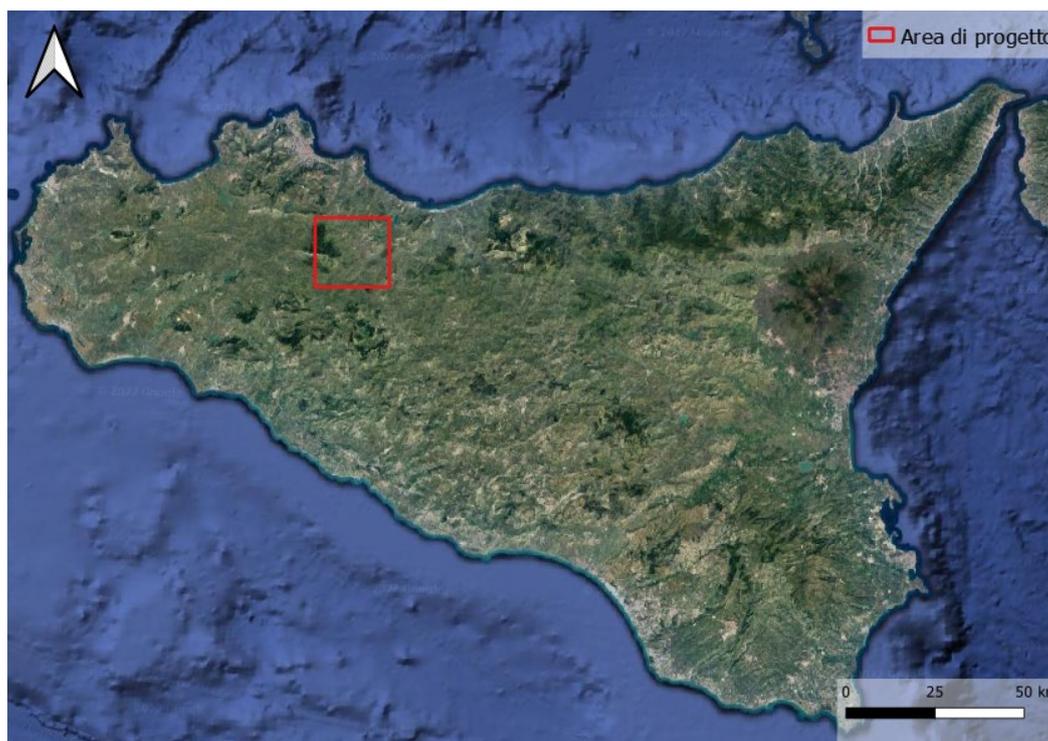
La presente relazione ha l'obiettivo di illustrare in estrema sintesi le azioni e le procedure che verranno svolte durante la fase di esercizio dell'impianto, a partire dunque dalla data di entrata in esercizio del parco eolico.

Nei seguenti capitoli verranno presentate le caratteristiche principali dell'impianto eolico e successivamente le operazioni di manutenzione ordinaria che si svolgeranno sui componenti meccanici ed elettrici degli aerogeneratori, sulle infrastrutture di servizio come strade, piazzole e cavidotti interrati e sulle opere presenti nella stazione di trasformazione e connessione alla rete di trasmissione nazionale.

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito in cui è ubicato il parco eolico oggetto di Repowering, denominato VRG-040, è collocato nei comuni di Villafrati, Ciminna, Campofelice di Fitalia, nella provincia di Palermo, in Sicilia.

L'impianto VRG-040 è localizzato a circa 30 km a Sud dal capoluogo, a 2 km in direzione Sud-Est rispetto al centro urbano del Comune di Villafrati ed a 0,8 km in direzione Sud/Sud-Ovest rispetto al centro storico di Campofelice di Fitalia.



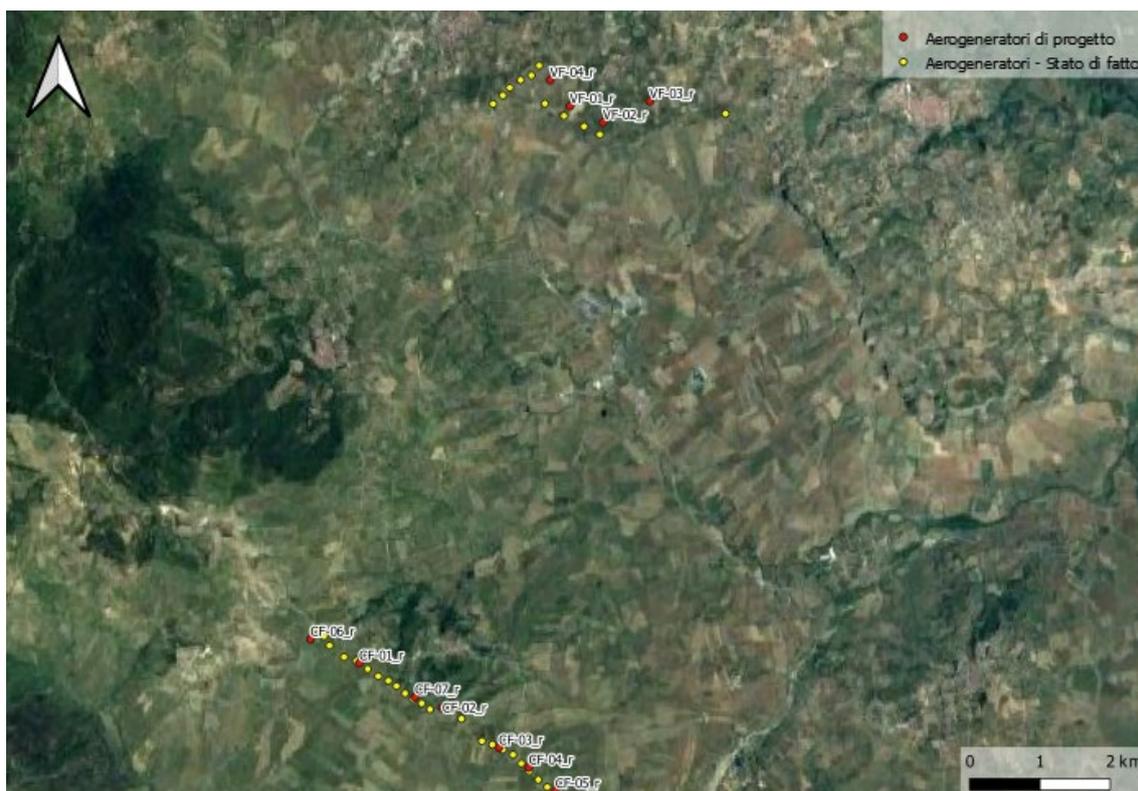
**Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto VRG Wind 040**

L'impianto eolico VRG-040 è situato in una zona prevalentemente collinare non boschiva caratterizzata da un'altitudine media pari a circa 700 m, ma con rilievi montuosi non trascurabili, con sporadiche formazioni di arbusti e la presenza di terreni seminativi/incolti.

Il parco eolico ricade all'interno dei seguenti fogli catastali:

- Fogli 5, 8, 11, 13 nel comune di Campofelice di Fitalia
- Fogli 15, 16, 17 nel comune di Villafrati

In Figura 2-2 è riportato l'inquadramento territoriale dell'area, con la posizione degli aerogeneratori su ortofoto nel suo stato di fatto e nel suo stato di progetto.



**Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto VRG-040 nel suo stato di fatto e nello stato di progetto**

Si riporta in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione delle turbine eoliche di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 33 N:

**Tabella 1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione**

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]
<b>VF-01_r</b>	Villafrati	368426	4195457
<b>VF-02_r</b>	Villafrati	368897	4195223
<b>VF-03_r</b>	Villafrati	369560	4195527
<b>VF-04_r</b>	Villafrati	368145	4195831
<b>CF-01_r</b>	Campofelice di Fitalia	365429	4187461
<b>CF-02_r</b>	Campofelice di Fitalia	366612	4186827
<b>CF-03_r</b>	Campofelice di Fitalia	367414	4186248
<b>CF-04_r</b>	Campofelice di Fitalia	367840	4185966
<b>CF-05_r</b>	Campofelice di Fitalia	368221	4185627
<b>CF-06_r</b>	Campofelice di Fitalia	364734	4187807
<b>CF-07_r</b>	Campofelice di Fitalia	366221	4186975

## 3 CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

### 3.1 Caratteristiche degli aerogeneratori del nuovo impianto in progetto

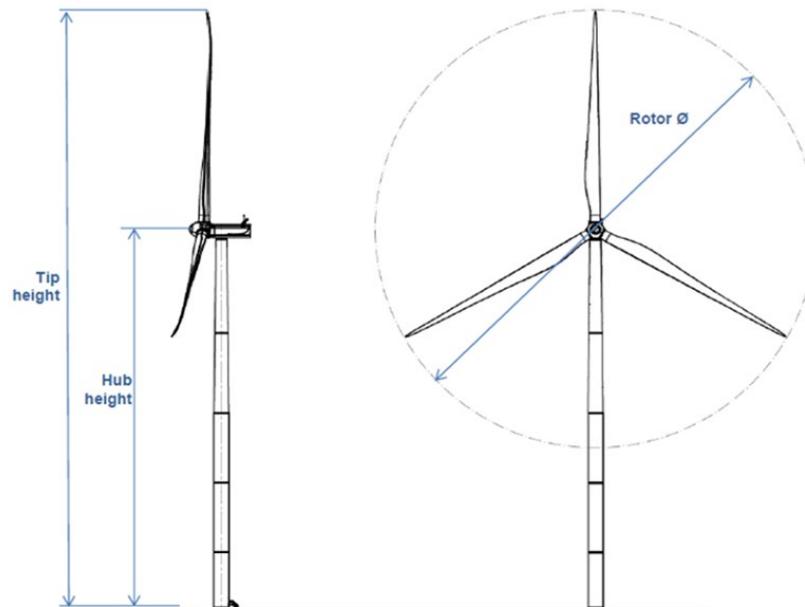
Gli aerogeneratori che verranno installati nell'impianto saranno selezionati sulla base delle più innovative tecnologie disponibili sul mercato. La potenza nominale delle turbine previste sarà pari a massimo 6,0 MW. Il tipo e la taglia esatta dell'aerogeneratore saranno comunque individuati in seguito della fase di acquisto della macchina e verranno descritti in dettaglio in fase di progettazione esecutiva. Tuttavia, le dimensioni massime dell'aerogeneratore saranno 170 m di diametro del rotore e 125 m di altezza del mozzo.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche tecniche di un aerogeneratore con potenza nominale pari a 6,0 MW:

**Tabella 2: Caratteristiche dei nuovi aerogeneratori**

Potenza nominale	6,0 MW
Diametro del rotore	Fino a 170 m
Lunghezza della pala	83,5 m
Corda massima della pala	4,5 m
Area spazzata	22.698 m <sup>2</sup>
Altezza al mozzo	Fino a 125 m
Classe di vento IEC	III A
Velocità cut-in	3 m/s
V nominale	10 m/s
V cut-out	25 m/s

Nell'immagine seguente è rappresentata una turbina con rotore di diametro pari a 170 m e potenza fino a 6,0 MW:



**Figura 3-1: Vista e caratteristiche di un aerogeneratore da 6,0 MW**

Ogni aerogeneratore è equipaggiato di generatore elettrico asincrono, di tipo DFIG (Doubly Fed Induced Generator) che converte l'energia cinetica in energia elettrica ad una tensione nominale di 690 V. È inoltre presente su ogni macchina il trasformatore MT/BT per innalzare la tensione di esercizio da 690 V a 33.000 V.

## **3.2 Caratteristiche delle opere civili ed elettriche a servizio dell'impianto**

### **3.2.1 Viabilità**

La viabilità interna a servizio dell'impianto è costituita da una rete di strade con larghezza media di 5 m che saranno realizzate adeguando la viabilità già esistente e comunque seguendo l'andamento morfologico del sito.

Il sottofondo stradale sarà costituito da materiale pietroso misto frantumato mentre la rifinitura superficiale sarà formata da uno strato di misto stabilizzato opportunamente compattato.

In alcuni tratti dove la pendenza stradale supera il 10% nei tratti rettilinei o il 7% nei tratti in curva, la rifinitura superficiale sarà costituita da calcestruzzo.

La realizzazione degli interventi di adeguamento della viabilità interna e realizzazione dei nuovi tratti stradali prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- scoticamento di 30 cm del terreno esistente;
- regolarizzazione delle pendenze mediante la stesura di strati di materiale idoneo;
- la posa di una fibra tessile (tessuto/non-tessuto) di separazione;

- posa di uno strato di compattazione di 40 cm di misto di cava e 10 cm di misto granulare stabilizzato;
- nel caso di pendenze sopra il 10% nei tratti rettilinei o 7% nei tratti in curva, posa di uno strato di 40 cm di misto di cava, di uno strato di 10 cm di misto granulare stabilizzato e di uno strato di 10 cm di calcestruzzo.

### 3.2.2 Cavidotti MT

Per raccogliere l'energia prodotta dal campo eolico e convogliarla verso la sottostazione di trasformazione è prevista una rete elettrica costituita da tratte di elettrodotti in cavo interrato aventi tensione di esercizio di 33 kV e posati direttamente nel terreno in apposite trincee che saranno realizzate all'interno del parco eolico. Il percorso delle vie cavi interrate sarà determinato in modo da minimizzare le interferenze con le infrastrutture presenti sul territorio.

Il parco eolico sarà suddiviso in n. 5 sottocampi composti da 2 o 3 aerogeneratori collegati in entra-esce con linee in cavo e connessi ad un quadro di media tensione che sarà installato all'interno del fabbricato della sottostazione di trasformazione.

Pertanto, saranno previsti n. 5 elettrodotti che convoglieranno l'energia prodotta alla stazione di trasformazione:

- Elettrodotto1 (Sottocampo 1): aerogeneratori CF-01\_r, CF-06\_r;
- Elettrodotto2 (Sottocampo 2): aerogeneratori CF-02\_r, CF-07\_r;
- Elettrodotto3 (Sottocampo 3): aerogeneratori CF-03\_r, CF-04\_r, CF-05\_r;
- Elettrodotto4 (Sottocampo 4): aerogeneratori VF-01\_r, VF-04\_r;
- Elettrodotto5 (Sottocampo 5): aerogeneratori VF-02\_r, VF-03\_r.

Dovranno essere impiegati cavi con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene di tipo XLPE, con tensione di isolamento 18/30 kV.

I cavi saranno interrati direttamente, con posa a trifoglio, e saranno previsti di protezione meccanica supplementare (lastra piana a tegola). La profondità di interramento dovrà essere non inferiore a 1,20 m. Dovrà essere prevista una segnalazione con nastro monitor posta a 40-50 cm al di sopra dei cavi MT.

All'interno dello scavo per la posa dei cavi media tensione saranno posate anche la fibra ottica e la corda di rame dell'impianto di terra.

L'installazione dei cavi dovrà soddisfare tutti i requisiti imposti dalla normativa vigente e dalla norma CEI 11-17.

### 3.3 Caratteristiche della sottostazione elettrica

La stazione di trasformazione per la connessione alla rete di trasmissione nazionale RTN a 150 kV è esistente e costruita all'epoca della realizzazione dell'impianto eolico esistente che sarà dismesso.

Non si prevedono lavori civili all'infuori dell'eventuale ampliamento della vasca di raccolta dell'olio per il trasformatore elevatore in quanto aumentato di potenza rispetto all'installazione attuale e dell'adeguamento dei basamenti di installazione delle apparecchiature AT alle nuove installazioni.

Il progetto di potenziamento del campo eolico prevede la sostituzione delle apparecchiature attualmente installate in virtù della maggiore produzione di potenza da parte del parco eolico, ovvero:

- sezionatori AT di linea
- interruttori AT
- Trasformatori di corrente
- Trasformatori di tensione
- Scaricatori AT

Le suddette apparecchiature saranno sostituite con nuove apparecchiature aventi caratteristiche idonee all'installazione e alla potenza da evacuare.

Tutte le apparecchiature di nuova installazione saranno conformi alla normativa vigente sia per quanto riguarda le norme di prodotto, sia per quanto riguarda i vincoli di installazione e le norme di sicurezza in termini di prevenzione incendi.

Inoltre, si verificherà l'idoneità e lo stato di funzionamento dei quadri di protezione e dei sistemi di misura (contatori) e si valuterà una loro eventuale sostituzione.

Le principali apparecchiature AT, costituenti la sezione a 150 kV, saranno le seguenti:

- interruttore tripolare;
- sezionatori tripolare orizzontali con lame di messa a terra;
- trasformatori di corrente e di tensione per misure e protezione;
- scaricatori ad ossido di zinco.

Dette apparecchiature dovranno essere rispondenti alle Norme CEI EN per alta tensione e alle norme di prodotto.

I dettagli costruttivi e dimensionali sono riportati nelle relazioni "040-36 - Relazione tecnica opere di utenza - sottostazione + cavo AT" e 040-37 - Planimetria inquadramento sottostazione MT/AT, stallo di condivisione, consegna RTN, linea AT".

## 4 SISTEMA SCADA

Il sistema SCADA, supervisory control and data acquisition, monitora varie informazioni riguardanti l'aerogeneratore come potenza prodotta, velocità del vento, direzione del vento, pressione dell'olio, temperature.

Generalmente l'output del sistema SCADA è rappresentato dalla media, dal massimo, dal minimo e dalla deviazione standard delle informazioni registrate in un intervallo di tempo pari a 10 minuti. Queste informazioni sono utili a determinare il comportamento di un aerogeneratore e quindi rilevare possibili malfunzionamenti, ottimizzando l'attività di manutenzione.

Un sistema SCADA tipico è composto da unità terminali remote (RTU, Remote Terminal Unit) e da una stazione di lavoro.

Le RTU hanno la funzione di acquisire i dati ed implementare il controllo. Esse ricevono i dati in tempo reale, quali lo stato delle turbine, la potenza attiva/reattiva, le condizioni ambientali all'interno delle navicelle, lo stato delle sottostazioni e le condizioni atmosferiche in tutto il parco eolico. Quindi, inviano i dati alla stazione di lavoro in modo che gli operatori possano fornire alle RTU le istruzioni necessarie a compiere diverse attività, come avviamento e spegnimento delle turbine, esecuzione di test e ripristini, controllo dell'imbardata, controllo del passo e controllo del generatore. Inoltre, le RTU possono spegnere le turbine automaticamente qualora vengano superati determinati parametri operativi.

Le stazioni di lavoro rappresentano i centri di controllo che monitorano le informazioni generali, quali capacità installata, stato operativo e condizioni atmosferiche del parco eolico e gestiscono le turbine eoliche.

## 5 LA MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

Va innanzitutto premesso che l'impianto eolico non richiede, di per sé, il presidio da parte di personale preposto.

La centrale eolica, infatti, viene tenuta sotto controllo mediante un sistema di supervisione che permette di rilevare le condizioni di funzionamento con continuità e da posizione remota (SCADA).

In generale, dunque, l'attivazione di interventi da parte di personale tecnico addetto alla gestione e conduzione dell'impianto sarà subordinata ai seguenti casi:

- Manutenzione preventiva: svolgimento di attività di manutenzione ordinaria e programmata;
- Manutenzione correttiva: svolgimento di attività di manutenzione straordinaria su segnalazione da parte del sistema di monitoraggio, di controllo e di sicurezza.

La manutenzione preventiva consiste in tutte quelle attività con cadenza prestabilita e dunque programmata sui vari componenti dell'impianto e sulle principali infrastrutture di servizio.

La manutenzione correttiva invece include le attività di ricerca guasto, riparazione e eventualmente sostituzione sia dei componenti principali dell'impianto (ad esempio generatori, trasformatore MT/AT, pale) per cui è necessario ricorrere a mezzi speciali (ad esempio gru, piattaforma aerea etc.) sia dei componenti secondari (ad esempio giunti, quadri, etc.), dove invece è sufficiente intervenire con una squadra ridotta e senza mezzi speciali.

Le maggior parte delle attività di manutenzione correttiva sono eseguite con tempestività grazie ad un monitoraggio da remoto in continuo dell'impianto. Quando si verifica un guasto ad un componente dell'impianto, esso viene rilevato da remoto e vengono prontamente allertate le squadre tecniche per il primo intervento.

I protocolli messi in atto consentono una rapida risoluzione della maggior parte delle problematiche, consentendo di garantire i più elevati livelli di disponibilità e la conseguente produzione di energia elettrica.

Tutte le attività sono eseguite nel pieno rispetto della normativa vigente, utilizzando attrezzature conformi alla normativa ed utilizzando personale formato allo scopo.

In particolare, il personale è formato sul piano tecnico e sotto il profilo della sicurezza ed agisce in conformità al DVR. Tra le attività formative sulla sicurezza, si segnalano quelle erogate secondo gli standard normativi e del Global Wind Organisation:

- Formazione/Informazione;
- Prevenzione incendi;

- Primo soccorso;
- Movimentazione manuale dei carichi;
- Lavori in quota ed evacuazione di emergenza.

Affiancata alla formazione di sicurezza vi è poi la formazione tecnica erogata in parte in aula ed in parte sul lavoro, che ha come obiettivo primario la creazione di professionalità volte alla manutenzione preventiva (pulizia, lubrificazione, ispezione, serraggi) ed alla manutenzione correttiva (ricerca guasto ed interventi di riparazione)

La manutenzione preventiva viene effettuata con una frequenza che è:

- Semestrale per gli aerogeneratori;
- Annuale per la sottostazione;
- Annuale per i giunti e terminali dei cavidotti;
- Quando necessario per la viabilità e le piazzole.

Le attività vengono condotte con squadre tecniche secondo il dettaglio che segue:

- Aerogeneratore:
  - Durata della manutenzione quantificabile in tre giorni per turbina;
  - Una squadra tecnica composta da tre persone.
- Sottostazione:
  - Durata della manutenzione quantificabile in 3 giorni;
  - Una squadra tecnica composta da otto persone.
- Cavidotti ed accessori MT in sito:
  - Durata della manutenzione quantificabile in due giorni;
  - Una squadra Tecnica composta da due persone.
- Viabilità e Piazzole:
  - La durata della manutenzione dipende dagli interventi da realizzare;
  - Una squadra tecnica composta da una persona che supervisiona le opere realizzate da imprese edili locali.

Ogni componente dell'impianto è dotato di un manuale di uso e di un manuale di manutenzione che vengono redatti dal costruttore del componente una volta che il componente viene installato,

avviato e testato. In particolare, saranno disponibili i manuali della sottostazione e degli aerogeneratori, che definiscono le modalità di corretta conduzione e manutenzione dei componenti stessi, del loro esercizio in sicurezza.

## **5.1 Manutenzione preventiva degli aerogeneratori**

Le attività di manutenzione preventiva degli aerogeneratori possono essere suddivise in macroaree: pulizia, controllo componenti meccanici e livelli olio, misure e verifiche.

La lista delle attività che si svolgeranno nei regolari interventi di manutenzione preventiva è la seguente:

1. Pulizia:
  - Pulizia generale della navicella;
2. Controllo dei componenti meccanici e dei livelli dell'olio:
  - Prelievo dei campioni di olio dal moltiplicatore di giri e dal sistema idraulico;
  - rabbocchi di olio, se necessario;
  - lubrificazione delle differenti parti componenti la turbina;
  - sostituzione dei filtri;
  - controllo delle condizioni del moltiplicatore di giri;
  - serraggio dei bulloni flange/torre;
3. Misure e test dei vari sensori;
4. Verifiche:
  - verifica di funzionamento generale;
  - verifica del sistema frenante;
  - verifica del sistema regolazione dell'imbardata;
  - verifica del sistema di attuazione del passo delle pale;
  - verifica ed eventuale ricarica degli accumulatori;
  - verifica degli estintori secondo i dettami di legge;
  - verifica degli impianti di rivelazione fumi, laddove presenti;
  - verifica delle linee vita;

- verifica di paranchi ed ascensori secondo le prescrizioni di legge.

## **5.2 Manutenzione preventiva delle infrastrutture di servizio**

### **5.2.1 Cavidotti interrati**

La lista delle attività che si svolgeranno nei regolari interventi di manutenzione preventiva è la seguente:

- Apertura, ispezione e pulizia generale degli scomparti;
- ispezione, pulizia e lubrificazione di tutti i contatti mobili;
- verifica di tutti i serraggi.

### **5.2.2 Viabilità**

La lista delle attività che si svolgeranno nei regolari interventi di manutenzione preventiva è la seguente:

- Utilizzo di escavatore per:
  - Sistemazione e ripristino massicciata stradale;
  - chiusura di buche;
  - recupero di materiale proveniente da erosione;
  - realizzazione di canali di scolo.
- Posa in opera di materiale anticapillare di idonea granulometria compresa la stessa a superfici piane e livellate, il compattamento meccanico.

## **5.3 Manutenzione preventiva della sottostazione di trasformazione e connessione alla rete**

Le attività di manutenzione preventiva della sottostazione possono essere suddivise in macroaree: pulizia, controllo e misure ed infine verifiche.

La lista delle attività che si svolgeranno nei regolari interventi di manutenzione preventiva è la seguente:

1. Pulizia:
  - Pulizia generale della sottostazione;
  - pulizia e lubrificazione di tutti i contatti mobili, sia della sezione MT che AT;

- pulizia degli isolatori;

2. Controlli e misure:

- Controllo dei tempi di intervento di tutti gli interruttori e protezioni;
- controllo dei collegamenti di terra;
- misure elettriche sul trasformatore;
- termografia;

3. Verifiche:

- Verifica di funzionamento dei circuiti ausiliari e delle protezioni del trasformatore;
- verifica della rigidità dielettrica dell'olio e sua campionatura;
- verifica generale dei quadri elettrici, lubrificazione degli organi meccanici, misure di isolamento;
- verifica dei componenti dei servizi ausiliari;
- verifica della presenza ed integrità della cartellonistica.