



MARZO 2023

SILQUA S.R.L.

IMPIANTO EOLICO “SILQUA WIND” DA 52,8 MW

LOCALITÀ TANCA ROMITA – SP 88 – SS 136 PER
MUSEI

COMUNI DI SILQUA E MUSEI – SUD SARDEGNA

Manutenzione

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO

ELABORATO R17

PIANO DI MANUTENZIONE

Progettista

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n. 1726

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Codice elaborato

2995_5110_SIL_PD_R17_Rev0_PIANOMANUTENZIONE.docx

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2995_5110_SIL_PD_R17_Rev0_PIANOMAN UTENZIONE.docx	03/2023	Prima emissione	G.d.L.	E.Lamanna	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Prov. MI n. A27174
Eleonora Lamanna	Coordinamento Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione Elettrica	
Ali Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Andrea Amantia	Geologo - Progettazione Civile	
Giancarlo Carboni	Geologo	Ord. Geologi Sardegna n. 497
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Marco Iannotti	Ingegnere Civile Idraulico	
Carla Marcis	Ingegnere per l’Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





Lorenzo Griso	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Sara Zucca	Architetto – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Piscedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto Ambientale e GIS Junior	
Davide Chiappari	Esperto Ambientale e GIS Junior	
Simone De Monti	Esperto Ambientale e GIS Junior	
Riccardo Coronati	Pianificatore Junior	
Alessia Papeti	Esperto Ambientale – Geologo - GIS Junior	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





INDICE

1. PREMESSA	5
1.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO	6
2. MANUTENZIONE ORDINARIA PREVENTIVA	8
2.1. TURBINE.....	8
2.2. OPERE CIVILI.....	9
2.3. COMPONENTI E OPERE ELETTRICHE.....	9
3. MANUTENZIONE STRAORDINARIA CORRETTIVA	12
3.1. TURBINE.....	12
3.2. OPERE CIVILI.....	12
3.3. OPERE ELETTRICHE.....	13

1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di potenza complessiva di 52,8 MW, che prevede l'installazione di n. 8 aerogeneratori da 6,6 MW da installarsi nel territorio comunale di Siliqua e relative opere di connessione nei comuni di Siliqua e Musei, ricadenti nella Provincia del Sud Sardegna.

Si precisa che l'attribuzione dei Comuni alla Provincia del Sud Sardegna fa riferimento alla situazione amministrativa attuale (L.R. n. 2 del 4 febbraio 2016 - "Riordino del sistema delle autonomie locali della Sardegna").

Con la LR n.7 del 12 aprile 2021 la Regione Sardegna viene riorganizzata in 8 Province: Città Metropolitana di Sassari, Città Metropolitana di Cagliari, Nord-Est Sardegna, Ogliastra, Sulcis Iglesiente, Medio Campidano, Nuoro e Oristano, pertanto, i Comuni interessati dalle opere ricadrebbero nella nuova Città Metropolitana di Cagliari (Siliqua) e nella Provincia di Sulcis Iglesiente (Musei). Tale legge è però stata impugnata dal governo italiano, che ha bloccato l'iter di attuazione in attesa del pronunciamento della Corte costituzionale e il 12 marzo 2022 la Consulta si è pronunciata a favore della Regione Autonoma della Sardegna, dando di fatto il via libera alla re-istituzione delle Province. Pertanto allo stato attuale dovrebbero essere attive le nuove Province, che di fatto non lo sono in quanto sono in attesa dei pronunciamenti referendari dei residenti dei Comuni di confine e il rinvio al 2025 della data per "l'effettiva operatività di Città metropolitane e Province", con un'ulteriore coda di sei mesi, necessaria per l'auspicata elezione diretta dei Consigli comunali e metropolitani¹.

La Società Proponente è la Siliqua S.R.L., con sede legale in Via Carlo Angelo Fumagalli 6, 20143 Milano (MI).

Tale opera si inserisce nel quadro istituzionale di cui al 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" le cui finalità sono:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali;
- concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 150/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 150 kV Iglesias 2 Siliqua previo potenziamento/rifacimento della linea RTN 150 kV "Villacidro-Villasor".

La configurazione preliminare impiantistica prevede la realizzazione di una cabina di raccolta esercita a 36 kV nei pressi dell'ampliamento della SE Terna, con all'interno tutti gli apparati di protezione e controllo utili alla connessione dell'impianto secondo quanto riportato nell'allegato A17 del Codice di rete Terna, e una seconda cabina di smistamento dalla quale si dipartono le 3 linee di alimentazione verso i 3 cluster di WTG identificati.

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto da:

- N° 8 aerogeneratori della potenza nominale di 6.6 MW ciascuno;
- dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte adeguando strade comunali e/o agricole esistenti
- dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche;

¹ <https://www.lanuovasardegna.it/regione/2022/11/08/news/le-nuove-province-sarde-saranno-operative-solo-fra-quattro-anni-1.100139202>

- dalle opere di collegamento alla rete elettrica;
- dalla viabilità di servizio interna;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco e dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco.

A tal fine il presente documento costituisce il Piano di manutenzione del progetto.

1.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il parco eolico in progetto si estende nei territori comunali di Siliqua e Musei al di fuori dei centri abitati, e prevede l'installazione di n. 8 aerogeneratori tutti collocati nel territorio comunale di Siliqua, mentre le opere di connessione alla RTN sono collocate anche nel territorio comunale di Musei (Figura 1.1).

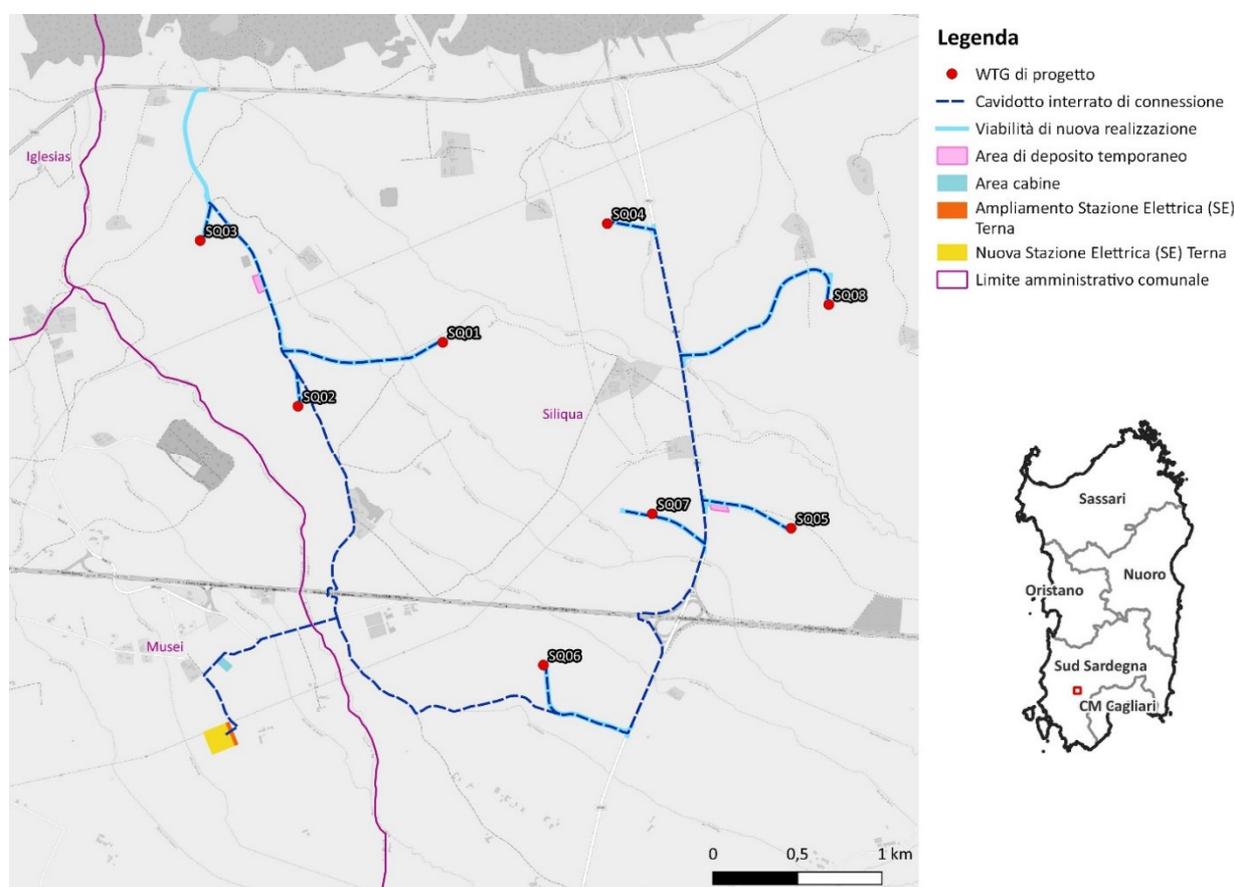


Figura 1.1: Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell'impianto proposto.

La realizzazione della Stazione Elettrica di condivisione MT/AT è prevista nel comune di Musei in prossimità della stazione elettrica TERNA di nuova realizzazione a circa 4 km est dal centro abitato. Il collegamento elettrico tra gli aerogeneratori e la sottostazione avverrà mediante un elettrodotto interrato che seguirà in gran parte il tracciato delle strade esistenti e in piccola parte il tracciato di quelle di nuova realizzazione (nuove strade di interconnessione degli aerogeneratori e strada di accesso alla sottostazione elettrica).

Le coordinate degli aerogeneratori previsti sono riportate in Tabella 1-1.

Tabella 1-1: Coordinate aerogeneratori.

WTG	UTM – ZONA 32S		WGS 84 - GRADI-MIN-SEC	
	Nord	Est	Latitudine	Longitudine
SQ01	476461	4352118	39° 19' 10"	8° 43' 33"
SQ02	475519	4351869	39° 18' 57"	8° 42' 58"
SQ03	4749465	4352857	39° 19' 29"	8° 42' 33"
SQ04	477350	4352957	39° 19' 33"	8° 44' 14"
SQ05	478437	4351135	39° 18' 34"	8° 44' 59"
SQ06	476971	4350318	39° 18' 07"	8° 43' 58"
SQ07	477613	4351211	39° 18' 36"	8° 44' 25"
SQ08	478660	4352474	39° 19' 17"	8° 45' 09"

L'accesso al sito avverrà mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e provinciale partendo dal vicino porto industriale Cagliari o in alternativa da quello poco più distale di Portovesme.

Le principali vie di accesso e comunicazione dei due comuni interessati sono costituite dalla strada statale SS130 e dalle strade provinciali SP 88 ed SP89, all'interno del territorio sono poi presenti numerose strade comunali, asfaltate e sterrate che uniscono le diverse frazioni (Figura 1.2).

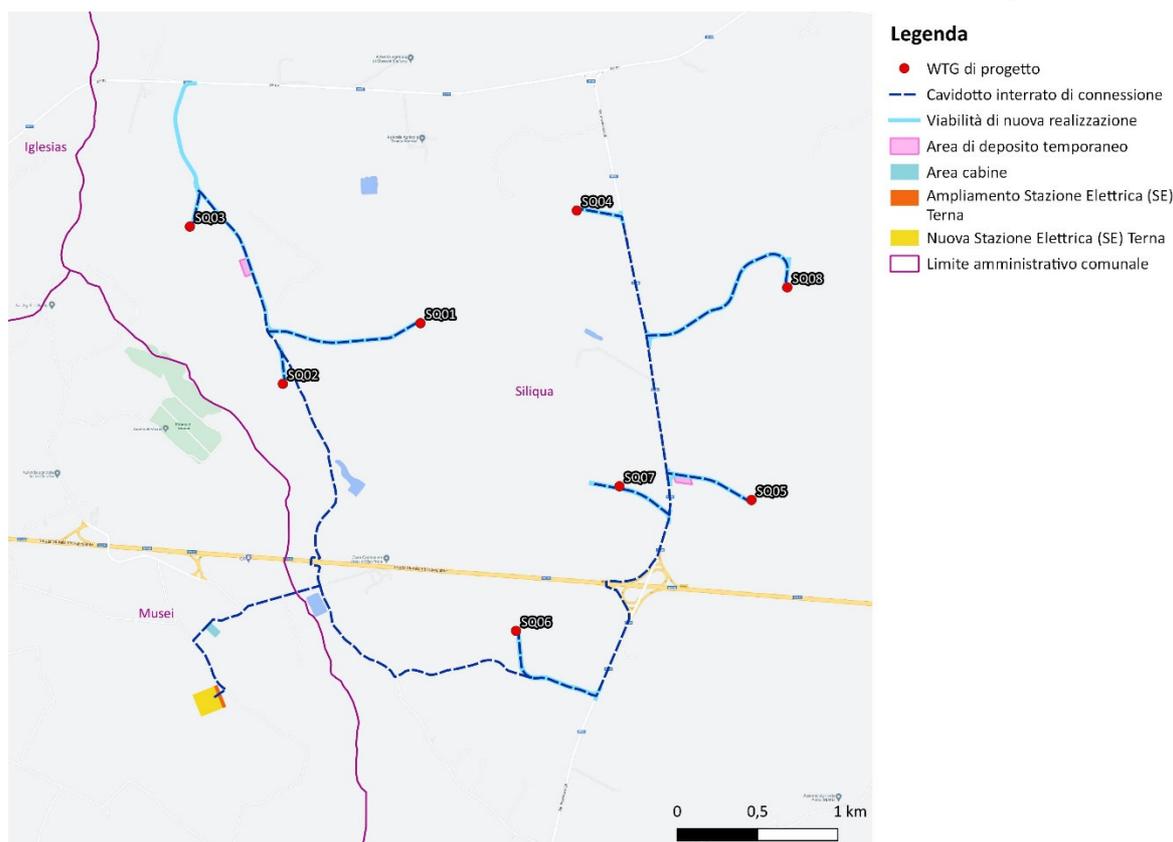


Figura 1.2: Inquadramento della viabilità di progetto.

2. MANUTENZIONE ORDINARIA PREVENTIVA

Oggetto del presente capitolo sono le diverse attività di manutenzione ordinaria da eseguire sulle diverse componenti e opere del parco eolico.

2.1. Turbine

Le manutenzioni ordinarie comprendono attività di ispezione visiva, interventi sulla componentistica meccanica ed elettrica.

Di seguito si riportano, a titolo descrittivo, le principali attività di manutenzione ordinaria svolte sulle turbine:

Ispezioni periodiche

Le ispezioni periodiche riguarderanno:

- L'aspetto generale esterno;
- il sistema di trasmissione;
- le Pale;
- il Sistema di imbardata;
- il Sistema idraulico;
- i Sensori;
- il Generatore;
- la Linea di messa a terra;
- la Linea di protezione da fulminazione;
- i Sistemi di raffreddamento;
- i Quadri elettrici e convertitore;
- il Sistema di variazione del passo.

Operazioni periodiche

Le operazioni periodiche, da svolgere con cadenza diversa in funzione della tipologia di intervento, riguarderanno:

- Serraggi;
- lubrificazioni e ingrassaggi;
- pulizia navicella;
- pulizia scambiatori di calore e collettori;
- manutenzione elevatore;
- sostituzione olii;
- sostituzione filtri;
- registrazione giochi tra ingranaggi;
- reintegri olii;
- prove di isolamento;
- sostituzione batterie ausiliarie.

Al fine di ottenere un'opportuna programmazione e gestione della manutenzione ordinaria delle turbine nelle loro diverse componenti andranno altresì considerati i seguenti aspetti:

- Programmazione a breve termine in base alle condizioni di ventosità.
- Flessibilità operativa nella programmazione (i.e. condizioni meteo, vincoli di ventosità; concomitanza di fermate generali).
- Verifica del rispetto dei programmi contrattuali.
- Verifica del rispetto delle specifiche tecniche di manutenzione.
- Aggiornamento delle specifiche di manutenzione.



- Reportistica a seguito di ciascun ciclo manutentivo.
- Supervisione da parte del produttore delle attività di manutenzione.
- Monitoraggio dei componenti principali degli aerogeneratori.
- Verifica dai dati SCADA dei tempi di manutenzione HMTZ/WTGyear.

2.2. Opere civili

Le attività di manutenzione ordinaria delle opere civili riguardano attività di ispezione visiva, interventi su manufatti civili/edili, strade e piazzole.

Di seguito si riportano, a titolo esemplificativo, le principali attività di manutenzione ordinaria usualmente svolte sulle opere civili:

Ispezioni periodiche

Le ispezioni periodiche hanno funzione di verificare lo stato di conservazione e funzionalità delle opere civili, quindi riguardano:

- Stato di conservazione della sede stradale delle piste di accesso.
- Stato di conservazione delle piazzole.
- Funzionalità idraulica delle cunette di smaltimento acque a bordo strada e/o piazzole e delle opere di drenaggio in genere.
- Integrità delle scarpate in scavo o in rilevato delle piazzole.
- Stato di conservazione e funzionalità delle opere di sostegno (i.e. gabbionate, palizzate, fascinate, etc.) di scavi o rilevati.
- Assenza di fessurazione nelle opere in c.a.

Operazioni periodiche

Le operazioni periodiche, hanno lo scopo di ripristinare e/o mantenere le condizioni generali di esercizio delle opere civili, possono essere svolte cadenza diversa in funzione della tipologia di intervento, esse riguardano:

- Scarifica, risagomatura con misto granulare stabilizzato e compattazione, delle piazzole e strade di accesso agli aerogeneratori.
- Sfalciatura vegetazione nelle aree piazzole e nelle aree adiacenti strade e sottostazione.
- Manutenzione dei manufatti quali cabine elettriche e edifici.
- Manutenzione/pulizia di cunette realizzate in terra mediante riprofilamento con escavatore e benna trapezoidale;
- Pulizia manuale di cunette in cls armato;
- Pulizia delle parti fuoriterra dei plinti di fondazioni in c.a.
- Serraggi dei tirafondi;
- Manutenzione delle parti delle torri accessibili al personale (scale, porte, organi interni, etc.)

2.3. Componenti e opere elettriche

La manutenzione elettrica comprende interventi di:

- manutenzione preventiva e periodica;
- manutenzione predittiva;
- manutenzione correttiva per guasto o rottura (straordinaria).

La manutenzione ordinaria preventiva sulle opere elettriche deve essere eseguita secondo un preciso piano d'intervento e serve a preservare e garantire la funzionalità dell'impianto, prevenendo eventuali disservizi.

La manutenzione preventiva deve essere pianificata in funzione di:

- Sicurezza del personale che interviene.
- Complessità delle lavorazioni da eseguire.



- Condizioni di vento.
- Tempi necessari per l'intervento.
- Tipologia dell'impianto.

La manutenzione predittiva, tramite il controllo e l'analisi di parametri fisici, deve stabilire l'esigenza o meno di interventi di manutenzione sulle apparecchiature installate. Essa richiede il monitoraggio periodico, attraverso sensori o misure, di variabili fisiche ed il loro confronto con valori di riferimento.

La manutenzione correttiva deve essere attuata per riparare guasti o danni alla componentistica, è relativa a interventi con rinnovo o sostituzione di parti d'impianto che non ne modifichino in modo sostanziale le prestazioni, la destinazione d'uso, e riportino l'impianto in condizioni di esercizio ordinarie.

Si riassumono di seguito le principali apparecchiature per le quali è richiesta la manutenzione:

- apparecchiature in alta tensione (interruttori di tipo Compass e Pass MO, sezionatori, scaricatori, TV, TA);
- eventuali trasformatori AT/MT isolati in olio e dotati di variatore sotto carico;
- trasformatori AT/BT isolati in olio dotati di commutatore manuale;
- trasformatori AT/BT isolati in resina;
- trasformatori BT/BT isolati in aria;
- quadri protetti di alta tensione;
- apparecchiature di media tensione (interruttori, sezionatori, TA, TV);
- quadri di bassa tensione;
- apparecchiature di bassa tensione (interruttori, sezionatori, fusibili, TA.);
- cavi elettrici di alta e bassa tensione;
- batterie di accumulatori;
- raddrizzatori e carica batterie;
- quadri di comando e controllo;
- quadri protezione;
- apparecchi di illuminazione normale;
- apparecchi di illuminazione di emergenza;
- quadri misure fiscali e commerciali.

Di seguito vengono riportati alcuni interventi di manutenzione predittiva che interessano le apparecchiature delle cabine:

- Prova di isolamento, secondo le modalità stabilite dalle norme CEI, dei cavidotti a 36 kV di collegamento tra la cabina di Raccolta e di Smistamento.
- Misura della resistenza e della tensione delle singole batterie del quadro raddrizzatore.
- Rilievo con oscillografo dei tempi di apertura e chiusura degli interruttori AT.
- Misura della resistenza di contatto degli interruttori AT.
- Controllo perdite di gas SF6 con annusatore negli scomparti AT e sul compass.
- Misura della resistenza d'isolamento degli avvolgimenti del trasformatore AT/BT.
- Prelievo olio per analisi gascromatografica completa e misura della rigidità dielettrica come da normativa CEI per l'eventuale trasformatore AT/MT.
- Misura di resistenza dei contatti principali dei sezionatori AT e di interfaccia.
- Misura delle correnti residue sugli scaricatori AT.
- Misura della resistenza con micrometro del compass come descritto sul manuale di uso e manutenzione dell'apparecchiatura.
- Rilievo con oscillografo dei tempi di CH-OP-OC-OCO-CO dell'interruttore del compass.

Relativamente agli interventi di manutenzione correttiva si riportano, a titolo di esempio, alcune possibili attività:

- Sostituzione trasformatore AT/BT in resina
- Sostituzione trasformatore AT/BT in olio.



- Sostituzione degli scaricatori di sovratensione AT, passanti AT e isolatori di sostegno
- Sostituzione scomparti AT e BT.
- Sostituzione terminali e giunti su cavi AT e BT.
- Sostituzione interruttori e sezionatori AT e BT.
- Sostituzione trasformatori di misura di tensione AT e MT.
- Sostituzione trasformatori di misura di corrente AT.
- Sostituzione apparecchiature ausiliaria e verifica protezioni dei quadri AT e BT.



3. MANUTENZIONE STRAORDINARIA CORRETTIVA

Nel presente capitolo si riportano le diverse attività di manutenzione straordinaria da eseguire sulle diverse componenti e opere del parco eolico.

3.1. Turbine

La manutenzione straordinaria delle turbine riguarda i componenti principali (generatori, moltiplicatori, pale...), i sottosistemi meccanici e oleodinamici, l'elettronica di potenza ed eventuali retrofitting.

I guasti che usualmente possono interessare una turbina sono:

- Guasti ordinari (ad es.: sensori, schede elettroniche, IGBT, moduli di comunicazione);
- Reset allarmi (in sito / da remoto).
- Warning (intervento proponibile e programmabile).
- Guasti a componenti principali (generatori, moltiplicatori e pale).

Per un'opportuna gestione degli interventi su guasto vanno considerati i seguenti aspetti:

- Tempestività nel rilevamento degli allarmi / warning;
- Reattività nell'intervento in sito;
- Ricerca del guasto e sua analisi;
- Disponibilità di ricambi;
- Logistica delle basi operative e dei magazzini;
- Eventuale impiego di mezzi di sollevamento (gru, piattaforme aeree);
- Analisi dei dati SCADA e dei dati della rete elettrica;
- Reportistica;
- Individuazione di eventuali azioni preventive su turbine dello stesso tipo.

Si possono inoltre eseguire interventi di manutenzione migliorativa / incrementativa che, anche se non strettamente necessari per il funzionamento della turbina, permettono di ottenere benefici in termini di performance di macchina.

Ovviamente la decisione di effettuare tali interventi deve essere presa a valle di opportune valutazioni costi/benefici.

Alcuni esempi di questo tipo di manutenzione incrementativa sono:

- upgrade software a seguito di analisi delle "power curves"
- analisi dei transistori di rete
- sostituzione di alcuni componenti con altri dalle performance migliori (i.e. anemometri idonei a condizioni climatiche estreme; allestimenti opzionali in prossimità del mare; sistemi di raffreddamento).

3.2. Opere civili

Le attività di manutenzione straordinaria delle opere civili riguardano i seguenti interventi:

- Eventuale ripristino della superficie dei plinti degli aerogeneratori mediante eliminazione delle fessurazioni e finitura superficiale con malta antiritiro.
- Eventuale ripristino di lesioni di cabine di macchina, impermeabilizzazioni dei tetti, riparazione di serramenti, tinteggiature, etc.
- Interventi di stabilizzazione delle scarpate mediante realizzazione di gabbionate di sostegno, da eseguirsi al piede delle stesse.
- Interventi di stabilizzazione di versanti a monte o valle delle piazzole e delle strade a seguito di eventi franosi.



- Monitoraggi con rilievi topografici, controlli non distruttivi (CND), carotaggi o altre indagini geognostiche (inclinometri, piezometri) a seguito di fenomeni di instabilità delle opere o dei versanti circostanti.

3.3. Opere elettriche

La manutenzione straordinaria riguarda i componenti principali (trasformatori, quadri elettrici di media e bassa tensione, interruttori, componenti, cavi, vie cavi, ...), i sistemi elettrici di controllo, i sistemi elettronici.

I guasti che interessano principalmente l'impianto elettrico sono i seguenti:

- Guasti a componenti principali (trasformatori, quadri elettrici, cavi).
- Guasti ordinari (ad es.: interruttori, componenti).
- Allarmi (in sito / da remoto).

Per un'opportuna gestione degli interventi vanno considerati i seguenti aspetti:

- Tempestività nel rilevamento degli allarmi.
- Reattività nell'intervento in sito.
- Ricerca del guasto e sua analisi.
- Disponibilità di ricambi.
- Logistica delle basi operative e dei magazzini.
- Reportistica.
- Individuazione di eventuali azioni preventive su apparecchiature elettriche dello stesso tipo.