



SETTEMBRE 2023

## ***MUSA EOLICA S.R.L.***

***IMPIANTO EOLICO "MUSA" DA 244,8 MW***

***LOCALITÀ CERRO – SAN VITO***

***COMUNI DI BONEFRO, CASACALENDA, MONACILIONI,  
RIPABOTTONI, SANT'ELIA A PIANISI (CB)***

**ELABORATI TECNICI DI PROGETTO**

**ELABORATO R17**

**PIANO DI MANUTENZIONE E  
GESTIONE DELL'IMPIANTO**

**Manutenzione**

**Progettista**

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

**Coordinamento**

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Lorenzo Griso

**Codice elaborato**

2908\_5111\_MUSA\_PFTE\_R17\_Rev0\_PMG.docx



## Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2908_5111_MUSA_PFTE_R17_Rev0_P MG.docx	09/2023	Prima emissione	G.d.L.	E.Lamanna	A.Angeloni

## 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 Generale, Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione Elettrica	
Lorenzo Griso	Coordinamento Dati Territoriali – Senior GIS Expert	
Ali Basharзад	Ingegnere Civile - Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Stefano Adami	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Milano – n. A23812
Andrea Amantia	Geologo - Progettazione Civile	
Davide Lo Conte	Geologo	Ordine Geologi Umbria n.445
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
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	

### 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](http://www.montanambiente.com)





Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Pisedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Simone Demonti	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Alessia Papeti	Esperto Ambientale – Geologo - GIS Junior	
Riccardo Coronati	Geourbanista – Pianificatore junior	
Fabio Bonelli	Esperto Ambientale - Naturalista	
Davide Molinetti	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Mariana Marchioni	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Paolo Pallavicini	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Elide Moneta	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Roberto Camera	Esperto GIS – Esperto Ambientale 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](http://www.montanambiente.com)



## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. MANUTENZIONE ORDINARIA PREVENTIVA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1. TURBINE .....</b>	<b>8</b>
Ispezioni periodiche.....	8
Operazioni periodiche .....	8
<b>2.2. OPERE CIVILI .....</b>	<b>9</b>
Ispezioni periodiche.....	9
Operazioni periodiche .....	9
<b>2.3. COMPONENTI E OPERE ELETTRICHE .....</b>	<b>10</b>
<b>3. MANUTENZIONE STRAORDINARIA CORRETTIVA .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. TURBINE .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. OPERE CIVILI .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3. OPERE ELETTRICHE .....</b>	<b>13</b>



## 1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di 244,8 MW, che prevede l'installazione di n. 34 aerogeneratori da 7,2 MW con relative opere di connessione da installarsi nei territori comunali di Bonefro, Casacalenda, Colletorto, Monacilioni, Ripabottoni, Rotello, San Giuliano di Puglia, Sant'Elia a Pianisi e Santa Croce di Magliano, nel territorio provinciale di Campobasso, regione Molise.

La Società Proponente è la MUSA EOLICA S.R.L., con sede legale in Largo Guido Donegani 2, 20121 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 in antenna a 380 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN denominata "Rotello".

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto da:

- N° 34 aerogeneratori della potenza nominale di 7,2 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;
- 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 la **Piano di Manutenzione** dell'impianto in progetto.

### 1.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il parco eolico in progetto si estende nella provincia di Campobasso e prevede l'installazione di n. 34 aerogeneratori nei territori comunali di Bonefro, Casacalenda, Monacilioni, Ripabottoni e Sant'Elia a Pianisi, mentre le opere di connessione sono così collocate (Figura 1.1):

- Cavidotto interrato di connessione nei territori comunali di Bonefro, Casacalenda, Colletorto, Monacilioni, Ripabottoni, Rotello, San Giuliano di Puglia, Sant'Elia a Pianisi e Santa Croce di Magliano, in provincia di Campobasso;
- Ampliamento Stazione Elettrica (SE) Terna esistente e n. 3 Sottostazioni Elettriche Utente (SSEU) nei territori comunali di Bonefro, Rotello e Sant'Elia a Pianisi, in provincia di Campobasso.

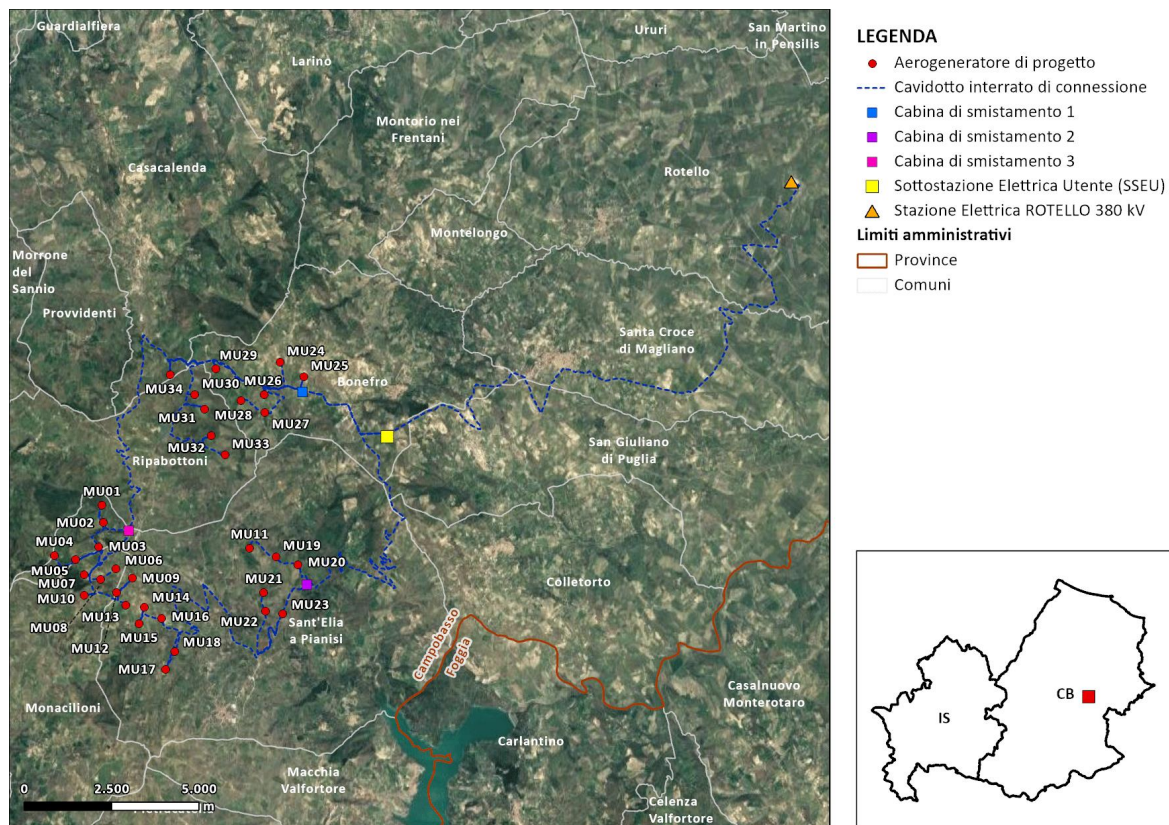


Figura 1.1: Localizzazione a scala provinciale e comunale dell’impianto proposto

Le coordinate degli aerogeneratori previsti sono riportate in Tabella 1.1.



Tabella 1.1 Coordinate aerogeneratori - WGS 1984 UTM Zone 33N (Gradi decimali)

WTG	WGS 84 – GRADI DECIMALI	
	Longitudine	Latitudine
MU01	14,83306926	41,67415884
MU02	14,83367005	41,66971977
MU03	14,83205671	41,66354829
MU04	14,81679859	41,6611985
MU05	14,82417463	41,66016406
MU06	14,83802761	41,65779369
MU07	14,82707196	41,65630409
MU08	14,8327487	41,6550821
MU09	14,84363409	41,65546355
MU10	14,82714948	41,6509533
MU11	14,88379408	41,66319138
MU12	14,83828011	41,65169965
MU13	14,84146613	41,64841884
MU14	14,847641	41,6480147
MU15	14,84590238	41,64379278
MU16	14,85370869	41,64509208
MU17	14,85495301	41,63204182
MU18	14,85828976	41,63650013
MU19	14,89297107	41,66103122
MU20	14,90050088	41,65899559
MU21	14,88873383	41,65172601
MU22	14,88938054	41,64703538
MU23	14,8953253	41,6463473
MU24	14,89428852	41,71108322
MU25	14,90241345	41,70738039
MU26	14,88888127	41,70265955
MU27	14,88906916	41,69813886
MU28	14,88080054	41,7011621
MU29	14,87218128	41,70944208
MU30	14,86484696	41,70274469
MU31	14,86827708	41,69900471
MU32	14,87050868	41,69222087
MU33	14,8753409	41,68713369
MU34	14,85645914	41,70785916

*L’accesso al sito avverrà mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e provinciale partendo dal porto di Vasto (CH), per poi percorrere le principali strade statali del territorio fino ad arrivare all’area 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/terre armate, palizzate, fascinate, etc.) di scavi o rilevati;
- Per le opere di fondazione [plinti, piastre, etc.]: cedimenti localizzati delle opere di fondazione, fessurazioni e crepe per le opere di fondazione superficiale, perdita di planarità e/o verticalità delle opere in elevazione ad esse collegate;
- Per le opere in c.a. [sia gettate in opera che prefabbricate]: assenza di crepe o segni di rottura su elementi strutturali, esposizione dei ferri di armatura, distacchi del copri ferro, deformazioni eccessive.

### *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 profilamento con escavatore e benna trapezoidale;
- Pulizia manuale di cunette in cls armato;
- Per le opere di fondazione [plinti, piastre, etc.]: pulizia periodica delle parti strutturali da eventuale vegetazione, ripristino degli elementi impermeabilizzanti, ripristino dei rivestimenti di superficie (intonaci, tinteggiature, piastrelle, etc.) laddove lesionati od in fase di distacco; controllo regolare del dissesto con l'assunzione di punti di riferimento e misure per il monitoraggio dell'evoluzione verifica del serraggio dei tirafondi e ripristino delle condizioni di progetto;
- Per le opere in c.a. [sia gettate in opera che prefabbricate]: pulizia periodica delle parti strutturali da eventuale vegetazione, ripristino degli elementi impermeabilizzanti, ripristino dei rivestimenti di superficie (intonaci, tinteggiature, piastrelle, etc.) laddove lesionati od in fase di distacco;
- 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.

Siriassumonodiseguitoleprincipaliapparecchiatureperlequalièrichiestala manutenzione:

- apparecchiature in alta tensione (interruttori di tipo Compass e Pass MO, sezionatori, scaricatori, TV, TA);
- eventuali trasformatori AAT/AT isolati in olio e dotati di variatore sotto carico;
- eventuali trasformatori AT/MT isolati in olio e dotati di variatore sotto carico;
- trasformatori MT/BT isolati in olio dotati di commutatore manuale;
- trasformatori MT/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 MT di collegamento tra le WTG e le cabine utente.
- 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 MT/BT in resina
- Sostituzione trasformatore MT/BT in olio.
- Sostituzione degli scaricatori di sovratensione AAT, AT passanti AT e isolatori di sostegno
- Sostituzione scomparti AAT, AT, MT e BT.
- Sostituzione terminali e giunti su cavi AAT, AT, MT e BT.
- Sostituzione interruttori e sezionatori AAT, AT, MT e BT.
- Sostituzione trasformatori di misura di tensione AAT, AT, MT e BT.
- Sostituzione trasformatori di misura di corrente AAT, AT, MT e BT.
- Sostituzione apparecchiature ausiliaria e verifica protezioni dei quadri AAT, AT, MT 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:

- Per le opere di fondazione [plinti, piastre, platee di fondazione, etc.]: ripristino del copriferro con eventuali interventi di depassivazione delle armature, ripristino del profilo del terreno a seguito di fenomeni erosivi che possono causare scalzamento del plinto o della piastra di fondazione, consolidamento mediante sottofondazioni o jet-grouting del terreno a causa di smottamenti, fenomeni erosivi o variazioni della falda profonda.
- Per le opere in c.a. [sia gettate in opera che prefabbricate]: ripristino del copriferro con eventuali interventi di depassivazione delle armature; interventi di consolidamento e/o rafforzamento di elementi strutturali danneggiati od eccessivamente deformati, compresa loro eventuale sostituzione; riparazione e/o sostituzione di serramenti; in caso di perdita di



planarità verifica dello stato delle opere di fondazione e la messa in opera di interventi di consolidamento delle stesse.

- 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.