

**PROGETTO:** "NURRI IR" INTEGRALE RICOSTRUZIONE DEL PARCO EOLICO DI NURRI (SU)  
INTERVENTO DI REPOWERING CON SOSTITUZIONE DEGLI AEROGENERATORI  
ESISTENTI E RELATIVA RIDUZIONE DEL NUMERO DELLE MACCHINE

Elaborato:  
PIANO DI MANUTENZIONE:  
Manuale di Manutenzione

Codice Elaborato	Scala	Formato elaborato
NIR. REL09.b		

PROPONENTE



EDISON RINNOVABILI Spa  
Foro Buonaparte, 31  
20121 Milano MI

Timbro e firma

Timbro e firma

REDATTORE



Giuseppe Pili Ingegnere

Studio d'Ingegneria  
Via Aosta, 1 - 08100 Nuoro - P. IVA 00880550918  
tel. 0784/230351  
pilitec@gmail.com - pec : francesco.pili@ingpec.eu

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato
02					
01					
00	10/2023	Emissione per validazione	Giuseppe Pili		

**Comune di NURRI**  
Provincia del Sud Sardegna (SU)

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**MANUALE DI  
MANUTENZIONE**

(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207)

**OGGETTO:** "NURRI IR" INTEGRALE RICOSTRUZIONE DEL PARCO EOLICO DI NURRI (SU) INTERVENTO DI REPOWERING CON SOSTITUZIONE DEGLI AEROGENERATORI ESISTENTI E RELATIVA RIDUZIONE DEL NUMERO DELLE MACCHINE

**COMMITTENTE:** EDISON RINNOVABILI SPA

NURRI, 09/10/2022

**IL TECNICO**  
ING. GIUSEPPE PILI

**Comune di:** NURRI  
**Provincia di:** Provincia del Sud Sardegna (SU)  
**Oggetto:** "NURRI IR" INTEGRALE RICOSTRUZIONE DEL PARCO EOLICO DI NURRI (SU) INTERVENTO DI REPOWERING CON SOSTITUZIONE DEGLI AEROGENERATORI ESISTENTI E RELATIVA RIDUZIONE DEL NUMERO DELLE MACCHINE

Il presente Piano di Manutenzione riguarda il **REPOWERING** di un parco eolico ubicato nel Comune di NURRI, nella provincia del Sud Sardegna (SU), di proprietà di EDISON RINNOVABILI SPA. La società proprietaria ha avviato tale progetto di ammodernamento con la volontà di operare una integrale ricostruzione del parco eolico esistente, composto da n.26 turbine da 850W ciascuna, con la messa in servizio di 14 aerogeneratori di ultima generazione per la creazione del nuovo parco eolico denominato "**NURRI I.R.**" della potenza in immissione di 90,0 MW.

### ***Elenco dei Corpi d'Opera:***

°01 PARCO EOLICO "NURRI I.R."

## Corpo d'Opera: 01

# PARCO EOLICO "NURRI I.R."

Il presente Piano di Manutenzione riguarda l'**integrale ricostruzione** di un parco eolico ubicato nel Comune di NURRI, nella provincia del Sud Sardegna (SU), di proprietà di EDISON RINNOVABILI SPA. La società proprietaria ha avviato tale progetto di ammodernamento con la volontà di sostituire le attuali 26 turbine eoliche da 850 W ciascuna, con 14 aerogeneratori di ultima generazione per la creazione del nuovo parco eolico denominato "**NURRI I.R.**" localizzata nella parte Sud orientale della regione Sardegna, in prossimità del centro abitato di Nurri.

Più precisamente trattasi del progetto di **Integrale Ricostruzione** di un parco esistente a NURRI (SU) mediante l'installazione di **14** aerogeneratori di ultima generazione ad asse orizzontale con potenza pari a **6,6 MW** ciascuno, per una potenza complessiva di **92,4 MW** e potenza limitata in immissione a **90,0 MW**, così come riportato nel STMG n°202101471 rilasciato da TERNA in data 22.12.2022. Gli aerogeneratori, denominati in ordine crescente da NIR01 a NIR14, ricadono tutti su terreni di privati, su un altipiano con quota media di circa 680 m s.l.m.

Gli aerogeneratori saranno montati su torri tubolari d'acciaio che avranno il mozzo del rotore a un'altezza di 125 metri dal piano di sistemazione, diametro delle pale di 150 metri e l'altezza massima dal suolo di ogni macchina (compresa la massima estensione da terra della terna di pale) pari a complessivi 200 metri, con un'area spazzata di 17'671 m<sup>2</sup>.

L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale.

Per la realizzazione del parco sono previste le seguenti macro categorie di opere:

1. Adeguamento viabilità esistente e realizzazione di nuovi tratti viari per accesso alle posizioni degli aerogeneratori;
  2. Realizzazione fondazioni torri eoliche;
  3. Realizzazione piazzole di servizio agli aerogeneratori;
  4. Posa in opera delle turbine eoliche;
  5. Realizzazione linee elettriche di connessione delle turbine alla S.S.E. di TERNA.
- che sono esplicitate di seguito.

- 1) Gli interventi sulla viabilità saranno prevalentemente di adeguamento delle infrastrutture viarie esistenti e solo marginalmente (circa il 16%) si opererà realizzando nuovi tratti stradali. L'accesso al parco eolico, così come lo è attualmente, avverrà dalla SS189. Da qui inizierà la viabilità di servizio al parco eolico composta da un corpo stradale avente una carreggiata di 5,00 m e due banchine laterali di 0,50 m per una larghezza complessiva di 6,00 m. Il pacchetto stradale sarà composto da uno strato di fondazione di 40 cm e uno strato superiore di finitura da 20 cm in misto stabilizzato con materiali ecologici.
- 2) Le fondazioni delle torri eoliche saranno realizzate in cemento armato e saranno gettate in opera. Avranno forma tronco-conica con colletto centrale alto 50 cm nel quale troveranno sistemazione i tirafondi, collegati alla gabbia metallica, che permetteranno il collegamento della torre metallica delle turbine alla fondazione stessa. Lo scavo delle fondazioni verrà realizzato con mezzi pesanti di movimentazione terra, mentre il posizionamento dell'armatura in ferro avverrà ad opera di personale specializzato e con l'ausilio di gru o di mezzi di sollevamento in genere. Relativamente ai getti di calcestruzzo per la realizzazione del plinto, questi dovranno essere realizzati senza soluzione di continuità nel minor tempo possibile e comunque in maniera tale che si verifichi la condizione "bagnato su bagnato". Dopo la maturazione del calcestruzzo si provvederà al ricoprimento del plinto per poter realizzare la piazzola funzionale all'aerogeneratore.
- 3) Per le piazzole degli aerogeneratori sono previste due differenti configurazioni: una temporanea ed una permanente. A seguito del rinterro dei plinti si procederà con la realizzazione della piazzola vera e propria, rispettando la stratigrafia prevista e le pendenze necessarie affinché si possa procedere al corretto posizionamento delle varie gru indispensabili per il montaggio dei vari componenti degli aerogeneratori. Durante la fase di montaggio delle torri eoliche le varie piazzole avranno una configurazione tale da occupare un'area di circa **5500 m<sup>2</sup>** (piazzola temporanea), mentre in fase di esercizio assumeranno la configurazione minima che comporterà un'occupazione di suolo ridotta a circa **1850 m<sup>2</sup>** (piazzola permanente).
- 4) Il nuovo parco eolico sarà composto da 14 aerogeneratori di ultima generazione ad asse orizzontale di potenza pari a **6,6 MW** ciascuno, per una potenza di picco di **92,4 MW** ed una potenza in immissione di **90,0 MW**, nel rispetto della domanda di connessione e così come\_

riportato nella STMG n°202101471 rilasciata da TERNA in data 22.12.2022. Il rotore (*rotor*) del generatore sarà composto da tre pale ognuna di lunghezza pari a 73,65 metri. Nel complesso, il gruppo rotante ha un diametro di **150 metri**, e spazza un'area pari a 17'671 metri quadrati, con il mozzo del generatore collocato ad un'altezza di **125 metri** (*hub height*) dal piano finito della piazzola. L'altezza massima raggiunta da ogni generatore (*tip height*), inclusa l'altezza massima da terra delle pale, sarà di **200 metri**. Il primo concio della torre metallica sarà collegato alla fondazione mediante due file di tirafondi concentrici che permetteranno, una volta serrati, di creare il necessario vincolo tra fondazione e parte furi terra.

- 5) Le linee elettriche, realizzate con cavo unipolare, saranno interrate senza cavidotto ad una profondità minima di 1,10 m e comunque ad una profondità tale da garantire all'esterno dello scavo valori di induzione magnetica inferiori a quelli proposti dalla norma. Il loro andamento planimetrico seguirà quello della viabilità e collegherà le varie turbine alla S.S.E. di TERNA.

### ***Unità Tecnologiche:***

°01.01 Opere di fondazioni superficiali

°01.02 Sistemi eolici

°01.03 Strade

## Unità Tecnologica: 01.01

# Opere di fondazioni superficiali

Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema costruttivo avente funzione di separazione della torre eolica dal terreno sottostante e trasmetterne ad esso il peso della struttura e delle altre forze esterne.

In particolare si definiscono fondazioni superficiali o fondazioni dirette quella classe di fondazioni realizzate a profondità ridotte rispetto al piano campagna ossia l'approfondimento del piano di posa non è elevato.

Prima di realizzare opere di fondazioni superficiali provvedere ad un accurato studio geologico esteso ad una zona significativamente estesa dei luoghi d'intervento, in relazione al tipo di opera e al contesto geologico in cui questa si andrà a collocare.

Nel progetto di fondazioni superficiali si deve tenere conto della presenza di sottoservizi e dell'influenza di questi sul comportamento del manufatto. Nel caso in esame occorre particolare attenzione ai possibili inconvenienti derivanti dallo schiacciamento dei cavidotti necessari per l'impianto elettrico e di trasmissione dati.

Si dovrà prestare debita attenzione nella posa delle armature metalliche e della gabbia di fondazione con i tirafondi e al successivo getto di calcestruzzo che dovrà avvenire nel minor tempo possibile e senza soluzione di continuità in maniera tale che si verifichi la condizione "bagnato su bagnato".

## **REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)**

### **01.01.R01 (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche**

*Classe di Requisiti: Protezione elettrica*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Le opere di fondazioni superficiali dovranno, in modo idoneo, impedire eventuali dispersioni elettriche.

#### **Prestazioni:**

Tutte le parti metalliche facenti parte delle opere di fondazioni superficiali dovranno essere connesse ad impianti di terra mediante dispersori, in modo che esse vengano a trovarsi allo stesso potenziale elettrico del terreno.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Essi variano in funzione delle modalità di progetto.

#### **Riferimenti normativi:**

Legge 1.3.1968, n. 186; D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37; D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; UNI 8290-2; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI 64-8; CEI 81-10/1; CEI S.423.

### **01.01.R02 Resistenza agli agenti aggressivi**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Le opere di fondazioni superficiali non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.

#### **Prestazioni:**

Le opere di fondazioni superficiali dovranno conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici (anidride carbonica, solfati, ecc.) presenti in ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Nelle opere e manufatti in calcestruzzo, il D.M. 14.1.2008 prevede che gli spessori minimi del copriferro variano in funzione delle tipologie costruttive, la normativa dispone che " L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo".

#### **Riferimenti normativi:**

D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI 7699; UNI 8290-2; UNI 9944; UNI 10322.

### **01.01.R03 Resistenza agli attacchi biologici**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Le opere di fondazioni superficiali a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi) non dovranno subire riduzioni di prestazioni.

#### **Livello minimo della prestazione:**

I valori minimi di resistenza agli attacchi biologici variano in funzione dei materiali, dei prodotti utilizzati, delle classi di rischio, delle situazioni generali di servizio, dell'esposizione a umidificazione e del tipo di agente biologico.

Distribuzione degli agenti biologici per classi di rischio (UNI EN 335-1):

Classe di rischio 1

- Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (secco);
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: nessuna;
- Distribuzione degli agenti biologici: insetti = U, termiti = L.

Classe di rischio 2

- Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (rischio di umidificazione);
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: occasionale;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (\*)insetti = U; termiti = L.

Classe di rischio 3

- Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, non al coperto;
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: frequente;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (\*)insetti = U; termiti = L.

Classe di rischio 4;

- Situazione generale di servizio: a contatto con terreno o acqua dolce;
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (\*)insetti = U; termiti = L.

Classe di rischio 5;

- Situazione generale di servizio: in acqua salata;
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (\*)insetti = U; termiti = L; organismi marini = U.

U = universalmente presente in Europa L = localmente presente in Europa (\*) il rischio di attacco può essere non significativo a seconda delle particolari situazioni di servizio.

#### **Riferimenti normativi:**

UNI 8290-2; UNI 8662-1/2/3; UNI 8789; UNI 8795; UNI 8859; UNI 8940; UNI 8976; UNI 9090; UNI 9092-1; UNI EN 335-1/2; UNI CEN/TS 1099.

### **01.01.R04 Resistenza al gelo**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Le opere di fondazioni superficiali non dovranno subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione di ghiaccio.

#### **Prestazioni:**

Le opere di fondazioni superficiali dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali se sottoposte a cause di gelo e disgelo. In particolare all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione.

#### **Livello minimo della prestazione:**

I valori minimi variano in funzione del materiale impiegato. La resistenza al gelo viene determinata secondo prove di laboratorio su provini di calcestruzzo (provenienti da getti effettuati in cantiere, confezionato in laboratorio o ricavato da calcestruzzo già indurito) sottoposti a cicli alternati di gelo (in aria raffreddata) e disgelo (in acqua termostattizzata).

Le misurazioni della variazione del modulo elastico, della massa e della lunghezza ne determinano la resistenza al gelo.

#### **Riferimenti normativi:**

UNI 7087; UNI 8290-2; UNI 8520-1; UNI 11417-1/2; UNI EN 206-1; UNI EN 771-1; UNI EN 934-1; UNI EN

12350-7; UNI EN 1328; UNI EN 12670; UNI EN 13055-1; ISO/DIS 4846.

### ***01.01.R05 Resistenza meccanica***

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Le opere di fondazioni superficiali dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

#### **Prestazioni:**

Le opere di fondazioni superficiali, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

#### **Riferimenti normativi:**

Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI 8290-2; UNI EN 1356; UNI EN 12390-1; UNI EN 1992 1/2; UNI EN 1090-3; UNI 9503; UNI EN 1993; UNI EN 1999; UNI EN 1994 UNI EN 1994 1/2; UNI EN 1995; UNI EN 384.

### ***L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:***

°01.01.01 Plinti per torri eoliche

## Elemento Manutenibile: 01.01.01

# Plinti per torri eoliche

Unità Tecnologica: 01.01  
**Opere di fondazioni superficiali**

Sono fondazioni indicate per strutture in elevazione con telaio metallico indipendente, in particolare nel caso in cui il terreno resistente sia affiorante o comunque poco profondo e abbia una resistenza elevata che consente di ripartire su una superficie limitata il carico concentrato trasmesso dalla torre.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.01.01.A01 Cedimenti***

Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

#### ***01.01.01.A02 Deformazioni e spostamenti***

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

#### ***01.01.01.A03 Distacchi murari***

Distacchi dei paramenti murari mediante anche manifestazione di lesioni passanti.

#### ***01.01.01.A04 Distacco***

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

#### ***01.01.01.A05 Esposizione dei ferri di armatura***

Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

#### ***01.01.01.A06 Fessurazioni***

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

#### ***01.01.01.A07 Lesioni***

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

#### ***01.01.01.A08 Non perpendicolarità della torre***

Non perpendicolarità della torre a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

#### ***01.01.01.A09 Penetrazione di umidità***

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

### **01.01.01.A10 Rigonfiamento**

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

### **01.01.01.A11 Umidità**

Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.01.C01 Controllo struttura**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare l'integrità della fondazione verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

In caso di presenza di segni di corrosione od ossidazione, i bulloni interessati sono da pulire mediante energica spazzolatura ed asciugare accuratamente per poi essere oggetto dell'applicazione di uno strato di zincatura a freddo.

In caso di corrosione avanzata dei bulloni è da interrompere il funzionamento dell'impianto e da consultare la ditta produttrice per pianificare un intervento di manutenzione straordinaria con la sostituzione dei bulloni degradati. In caso venga constatato il rilassamento del precarico dei bulloni di collegamento, è da ripristinare il tiro previsto negli elaborati di progetto.

Requisiti da verificare: *1) Resistenza meccanica.*

Anomalie riscontrabili: *1) Deformazioni e spostamenti; 2) Distacco; 3) Distacchi murari; 4) Fessurazioni; 5) Lesioni; 6) Non perpendicolarità della torre.*

Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.01.I01 Interventi sulle strutture**

*Cadenza: quando occorre*

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità della torre. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

**Plinti per torri eoliche - Controlli in 6 mesi**

	inizio
	1 settimana
	2 settimane
	3 settimane
	1 mese
	5 settimane
	6 settimane
	7 settimane
	2 mesi
	9 settimane
	10 settimane
	11 settimane
	3 mesi
	13 settimane
	14 settimane
	15 settimane
	4 mesi
	17 settimane
	18 settimane
	19 settimane
	5 mesi
	21 settimane
	22 settimane
	23 settimane
	6 mesi



**Plinti per torri eoliche - Interventi in 6 mesi**





## Unità Tecnologica: 01.02

# Sistemi eolici

L'eolico è una tecnologia in grado di trasformare l'energia cinetica del vento in energia elettrica. Il suo principio di funzionamento è tra i più antichi del mondo. Esistono tipologie molto variegata di aerogeneratori. Alcuni di piccola taglia, altri di dimensioni fino a 165 metri di altezza al mozzo e con potenze superiori ai 7 MW. Le stesse pale eoliche possono essere molto lunghe, oltre gli 85 metri. Il nome più corretto è quello di aerogeneratore. Una serie di aerogeneratori compone un impianto eolico o una Wind Farm.

Gli impianti si distinguono in:

- impianti isolati (pochi aerogeneratori);
- impianti in cluster ("Wind Farm") aerogeneratori collegati ad una rete locale;
- impianti combinati ed integrati.

Inoltre gli impianti possono essere classificati in:

- grande eolico: sono gli impianti in cui la produzione di energia elettrica è realizzata con l'utilizzo di generatori di altezza superiore ai 30 metri e con potenze fino ai 7 MW;
- piccolo eolico o mini eolico: sono gli impianti in cui la produzione di energia elettrica è realizzata con l'utilizzo di generatori di altezza inferiore a 30 metri e con potenze tra 300 W a 10 kW;
- micro eolico: sono gli impianti portatili, capaci di fornire meno di 1 kW a strutture come camper, cucine da campo, ospedali da campo; hub, server e router wireless per computer portatili; barche a vela, yacht, ecc..

### ***L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:***

°01.02.01 Anemometro

°01.02.02 Cavidotti interrati

°01.02.03 Conduttori di protezione

°01.02.04 Controller di carica

°01.02.05 Convertitore statico

°01.02.06 Dispositivi ausiliari

°01.02.07 Dispositivo generale

°01.02.08 Generatore

°01.02.09 Generatore asincrono doubly feed

°01.02.10 Moltiplicatore di giri

°01.02.11 Mozzo

°01.02.12 Navicella e sistema di imbardata

°01.02.13 Pale eoliche

°01.02.14 Quadro di comando e regolazione

°01.02.15 Rotore

°01.02.16 Scaricatori di sovratensione

°01.02.17 Sistema di controllo angolo di pitch

°01.02.18 Sistema di controllo di stallo

°01.02.19 Sistema di dispersione

°01.02.20 Sistema di equipotenzializzazione

°01.02.21 Sistema frenante

---

°01.02.22 Torri cilindriche in acciaio

---

## Elemento Manutenibile: 01.02.01

# Anemometro

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

L'anemometro è lo strumento necessario per monitorare la velocità e la direzione del vento nell'arco del tempo; tale monitoraggio risulta fondamentale per il corretto funzionamento del sistema eolico.

L'anemometro è dotato di sensori esterni per la misura della temperatura, dell'umidità, della quantità di pioggia; se vengono collegati tutti i sensori l'anemometro fornisce anche dati meteo completi come la temperatura, l'umidità e la pressione ecc.

Gli anemometri moderni sono costituiti da una consolle che è generalmente interfacciabile con un PC sul quale, mediante apposito software, è possibile archiviare e visualizzare i dati registrati.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.01.A01 Anomalie sensore***

Difetti di funzionamento del sensore rotativo.

#### ***01.02.01.A02 Anomalie sistema di trasmissione***

Difetti di funzionamento del sistema di trasmissione dati sensori-consolle.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.01.C01 Controllo generale***

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo a vista*

Eseguire un controllo dei sensori in seguito ad eventi meteo eccezionali.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie sistema di trasmissione*; 2) *Anomalie sensore*.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

#### ***01.02.01.C02 Funzionalità sensore***

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Effettuare il test di funzionamento ad ogni messa in funzione.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie sensore*.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

---

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

### ***01.02.01.101 Sostituzione sensori***

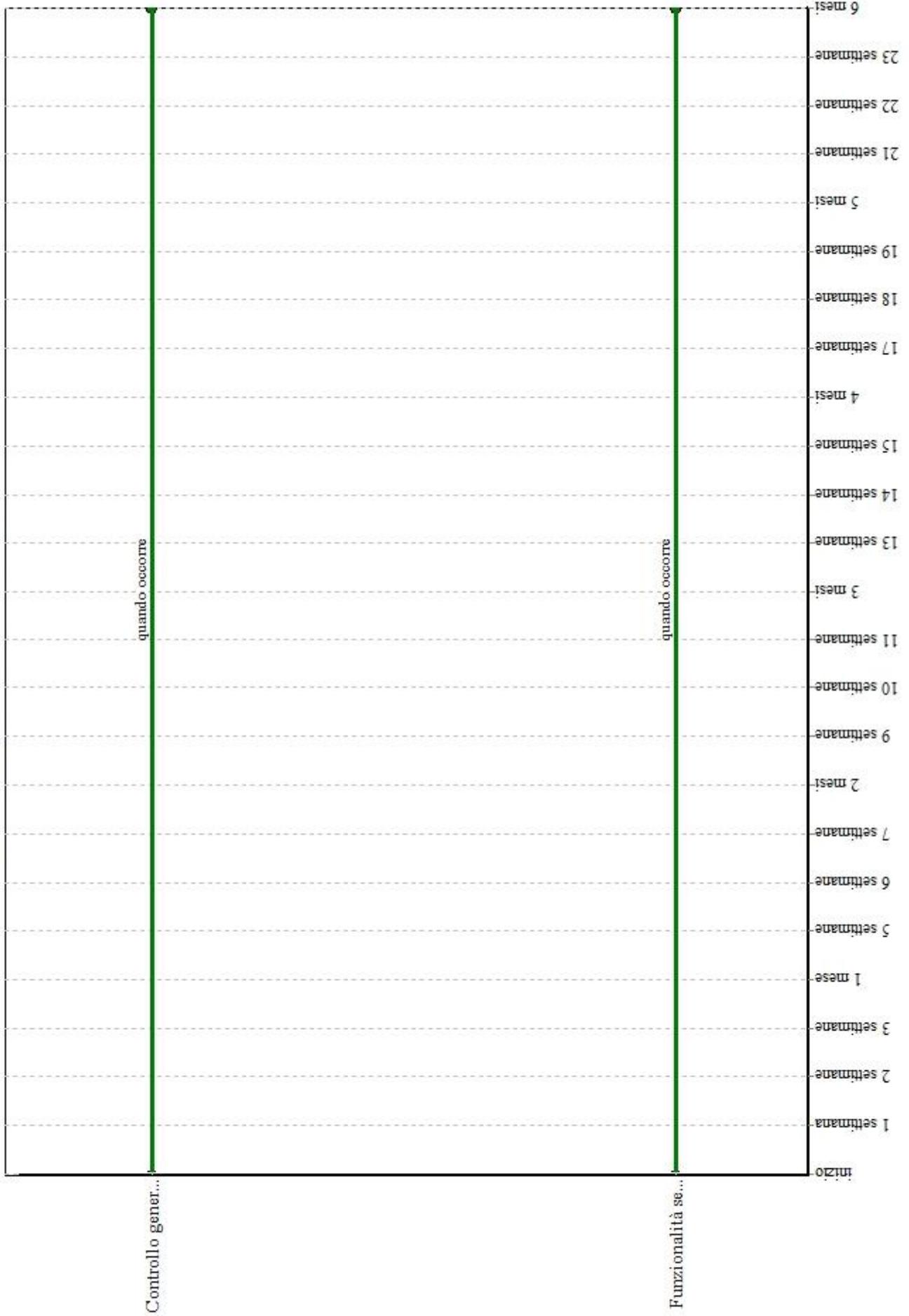
---

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i sensori quando danneggiati e/o usurati.

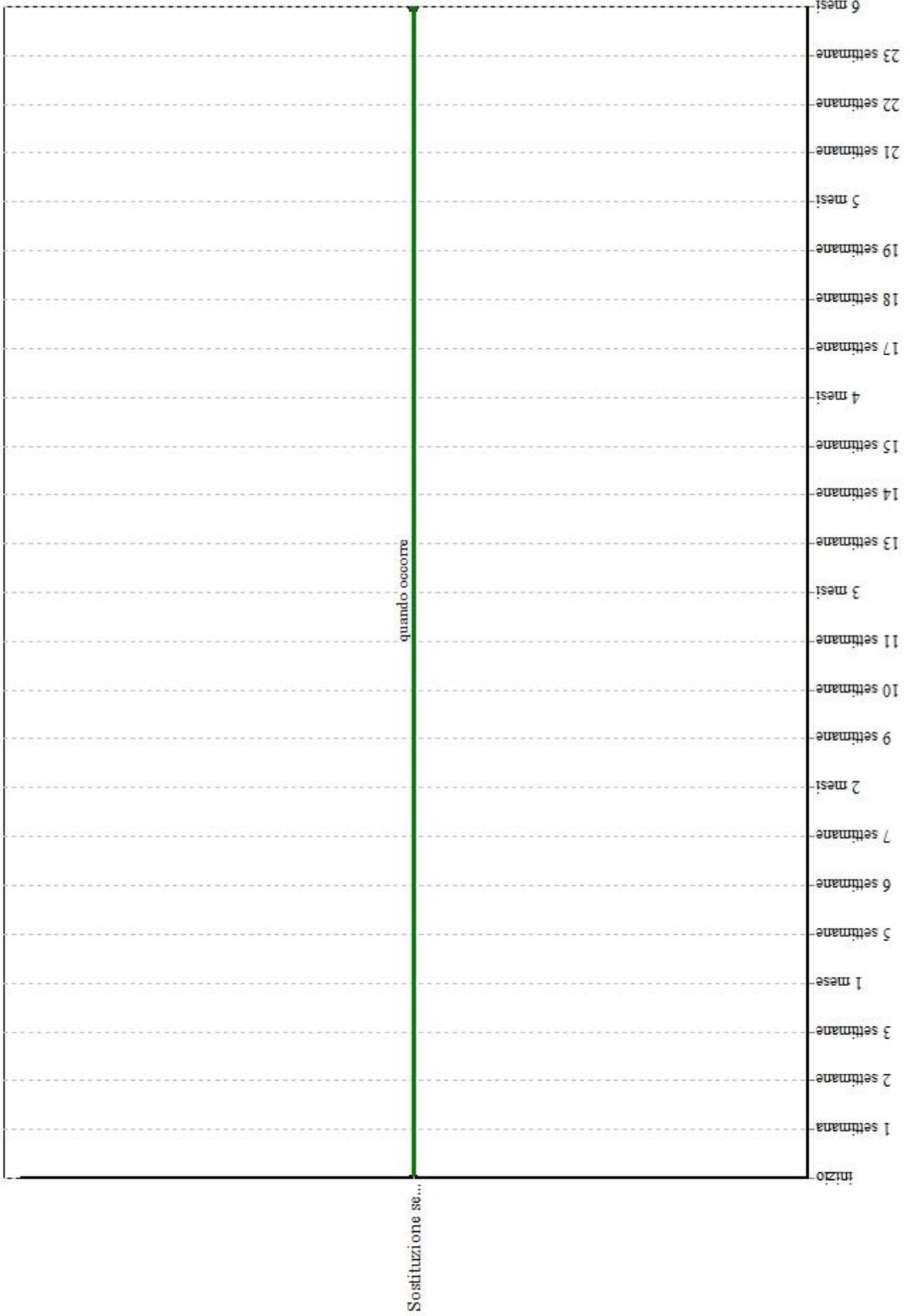
Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

### Anemometro - Controlli in 6 mesi





**Anemometro - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.02

# Cavidotti interrati

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori deve essere trasportata alla rete principale attraverso una serie di cavidotti (di solito realizzati in cemento armato ed interrati) all'interno dei quali vengono stesi cavi elettrici del tipo ARG7H1 RX.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.02.A01 Corrosione armature***

Corrosione delle armature dei cavidotti con evidenti segni di decadimento delle stesse evidenziato con cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

#### ***01.02.02.A02 Erosione***

Erosione del suolo all'esterno del cavidotto che è solitamente causata dall'infiltrazione di terra.

#### ***01.02.02.A03 Penetrazione di radici***

Penetrazione all'interno dei condotti di radici vegetali che provocano intasamento del sistema.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.02.C01 Controllo tenuta***

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare l'integrità dei cavidotti con particolare attenzione ai raccordi tra i vari tronchi.

Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione armature*; 2) *Erosione*; 3) *Penetrazione di radici*.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

### ***MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.02.I01 Ripristini***

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire un ripristino dei tratti di cavidotto danneggiati e/o deteriorati.

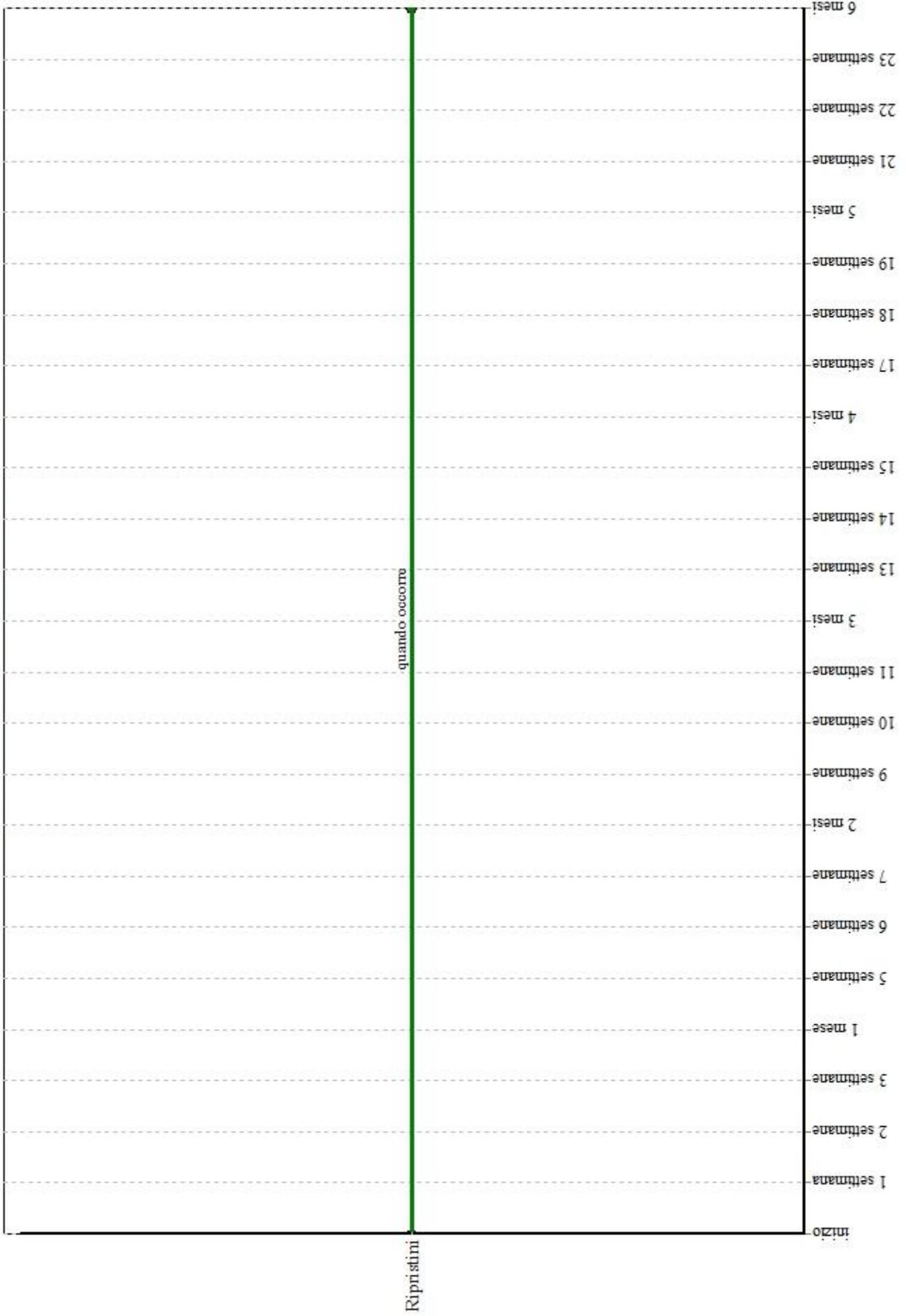
Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Cavidotti interrati - Controlli in 6 mesi**

Controllo tenuto...	inizio
	1 settimana
	2 settimane
	3 settimane
	1 mese
	5 settimane
	6 settimane
	7 settimane
	2 mesi
	9 settimane
	10 settimane
	11 settimane
	3 mesi
	13 settimane
	14 settimane
	15 settimane
	4 mesi
	17 settimane
	18 settimane
	19 settimane
	5 mesi
	21 settimane
	22 settimane
	23 settimane
	6 mesi



**Cavidotti interrati - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.03

# Conduttori di protezione

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

La norma CEI 64-8/4 prescrive il collegamento al nodo di terra mediante il conduttore di protezione delle strutture metalliche dell'aerogeneratore quali la struttura metallica dei quadri, i convertitori, gli involucri dei componenti in tensione che non siano in doppio isolamento.

## **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

### **01.02.03.R01 Resistenza alla corrosione**

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

#### **Prestazioni:**

La resistenza alla corrosione degli elementi e dei conduttori di protezione viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma UNI ISO 9227.

#### **Livello minimo della prestazione:**

La valutazione della resistenza alla corrosione viene definita con una prova di alcuni campioni posti in una camera a nebbia salina per un determinato periodo. Al termine della prova devono essere soddisfatti i criteri di valutazione previsti (aspetto dopo la prova, tempo impiegato per la prima corrosione, variazioni di massa, difetti riscontrabili, ecc.) secondo quanto stabilito dalla norma UNI ISO 9227.

#### **Riferimenti normativi:**

D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; Legge 1.3.1968, n. 186; CEI 64-8; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI S/423.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.02.03.A01 Corrosione**

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

### **01.02.03.A02 Difetti di connessione**

Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

### **01.02.03.C01 Controllo generale**

---

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare con controlli a campione che i conduttori di protezione arrivino fino al nodo equipotenziale.

Requisiti da verificare: 1) *Resistenza alla corrosione.*

Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di connessione.*

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

### **01.02.03.I01 Sostituzione conduttori di protezione**

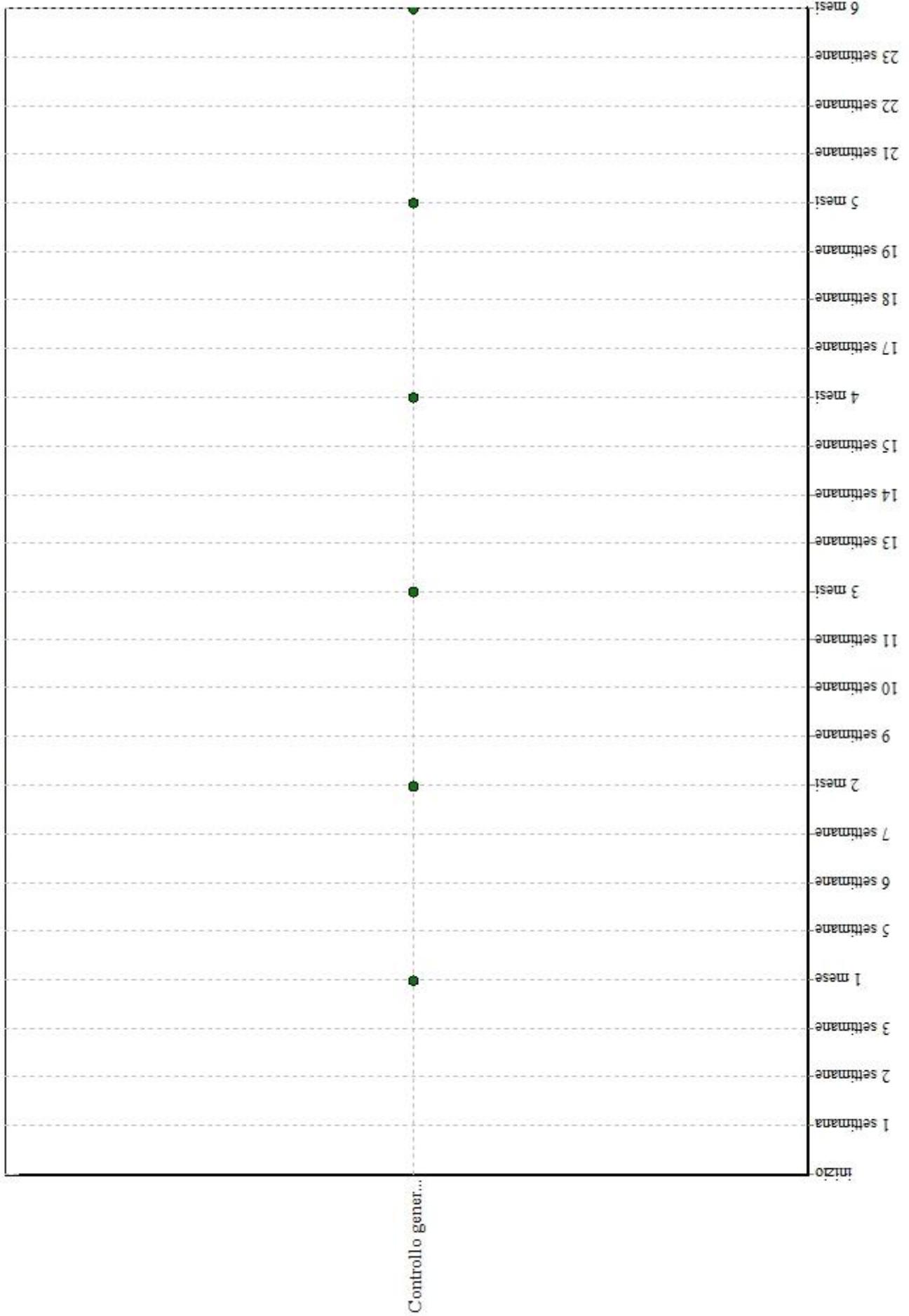
---

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i conduttori di protezione danneggiati o deteriorati.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Conduttori di protezione - Controlli in 6 mesi**





**Conduttori di protezione - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.04

# Controller di carica

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Il controller di carica è un importante componente dei sistemi eolici che regola la tensione generata dal sistema per una corretta gestione delle batterie. Protegge le batterie in situazioni di carica eccessiva o insufficiente e ne garantisce la durata massima.

Infatti quando la batteria è già carica ed il vento soffia in maniera molto forte il controller devia il flusso della corrente sugli elementi che possano disperdere energia.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.04.A01 Anomalie morsettiere***

Difetti di funzionamento delle morsettiere di serraggio dei cavi di alimentazione.

#### ***01.02.04.A02 Anomalie sensore temperatura***

Difetti di funzionamento del sensore della temperatura.

#### ***01.02.04.A03 Anomalie batteria***

Difetti di funzionamento della batteria del regolatore di carica.

#### ***01.02.04.A04 Carica eccessiva***

La tensione applicata supera il limite della batteria dell'impianto.

#### ***01.02.04.A05 Corti circuiti***

Corti circuiti dovuti all' utilizzo di cavi di sezione non adeguata.

#### ***01.02.04.A06 Difetti spie di segnalazione***

Difetti di funzionamento del display di segnalazione.

#### ***01.02.04.A07 Scarica eccessiva***

Si può verificare quando l'impianto fotovoltaico non riesce a fornire il quantitativo di corrente necessario a mantenere in carica le batterie provocandone il danneggiamento irreversibile.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.04.C01 Controllo generale***

*Cadenza: ogni mese*

---

**Tipologia: Controllo a vista**

Verificare la corretta pressione di serraggio dei vari morsetti; verificare che la batteria collegata sia supportata dal regolatore.

Controllare il giusto diametro dei cavi di collegamento per evitare corti circuiti e che gli indicatori del display (se presente) siano funzionanti.

Anomalie riscontrabili: *1) Anomalie morsettiere.*

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

---

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

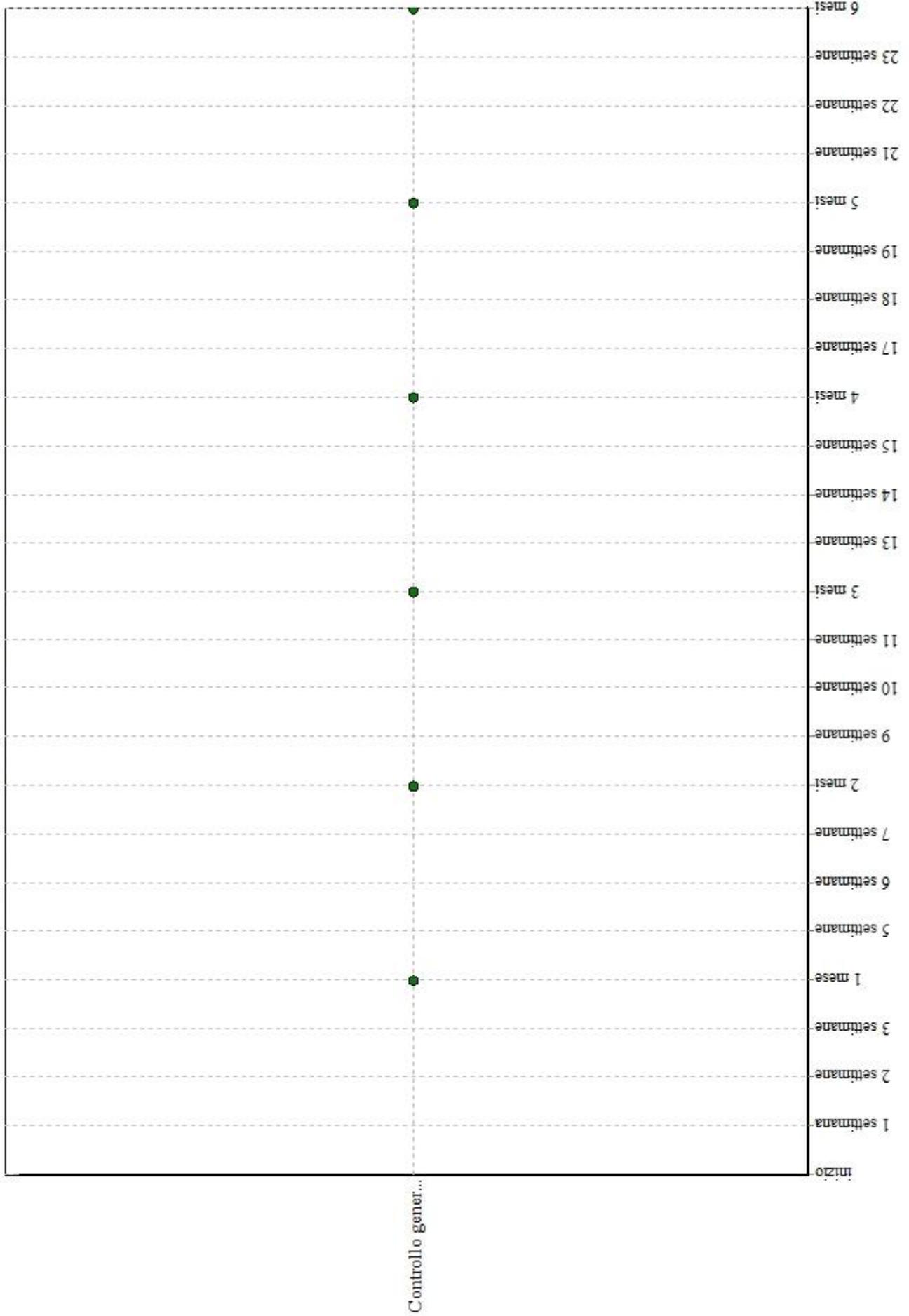
**01.02.04.I01 Sostituzioni**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire, quando usurati o non più rispondenti alle norme, i regolatori di carica.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Controller di carica - Controlli in 6 mesi**





**Controller di carica - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.05

# Convertitore statico

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Il convertitore statico (comunemente chiamato inverter) è un dispositivo elettronico che trasforma l'energia continua (prodotta dal generatore eolico) in energia alternata (monofase o trifase) che può essere utilizzata da un'utenza oppure essere immessa in rete.

I convertitori possono essere:

- convertitori c.c./c.a.: apparecchiature statiche o macchine rotanti usualmente impiegate per trasferire l'energia in c.c. sulla rete in c.a. Se reversibili, i convertitori c.c./c.a. consentono il trasferimento di potenza dalla corrente continua alla corrente alternata e viceversa;
- convertitori c.a./c.a.: apparecchiature statiche o rotanti capaci di convertire potenza elettrica da una frequenza ad un'altra. I convertitori statici c.a./c.a. reversibili consentono il trasferimento di potenza tra reti alternate a frequenza diversa.

Il dispositivo di conversione statica deve prevedere:

- la separazione metallica fra la rete pubblica in c.a. e la parte in c.c. del convertitore/protezione sensibile alla componente continua;
- un sistema di regolazione del fattore di potenza.

Il convertitore deve prevedere un dispositivo di separazione metallica tra la rete pubblica in c.a. e la parte in c.c. Tale prescrizione risulta valida anche quando il circuito in c.c. risulti interno al convertitore.

Come elemento separatore è utilizzabile un trasformatore di isolamento a bassa frequenza posto tra la rete pubblica e lato c.a. del convertitore.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.02.05.R01 Controllo della potenza

*Classe di Requisiti: Controllabilità tecnologica*

*Classe di Esigenza: Controllabilità*

Il convertitore statico deve garantire il perfetto accoppiamento tra la tensione in uscita dal generatore e il range di tensioni in ingresso dal convertitore.

#### **Prestazioni:**

Il convertitore deve assicurare che il valore della corrente in uscita deve essere inferiore al valore massimo della corrente supportata dallo stesso.

#### **Livello minimo della prestazione:**

La potenza massima  $P_{inv}$  destinata ad un inverter deve essere compresa tra la potenza massima consigliata in ingresso del convertitore  $P_{pv}$  ridotta del 20% con tolleranza non superiore al 5%:  $P_{pv} (-20\%) < P_{inv} < P_{pv} (+5\%)$ .

#### **Riferimenti normativi:**

D.Lgs. 29.12.2003, n. 387; CEI EN 60904; CEI EN 61727; CEI EN 61215; CEI EN 60099; CEI EN 61724; CEI 11-20.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.02.05.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

#### ***01.02.05.A02 Anomalie delle spie di segnalazione***

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

#### ***01.02.05.A03 Difetti agli interruttori***

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### ***01.02.05.A04 Emissioni elettromagnetiche***

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

#### ***01.02.05.A05 Infiltrazioni***

Fenomeni di infiltrazioni di acqua all'interno dell'alloggiamento dell'inverter.

#### ***01.02.05.A06 Scariche atmosferiche***

Danneggiamenti del sistema di protezione dell'inverter dovuti agli effetti delle scariche atmosferiche.

#### ***01.02.05.A07 Sovratensioni***

Valori della tensione e della frequenza elettrica superiore a quella ammessa dall'inverter per cui si verificano malfunzionamenti.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.05.C01 Controllo generale***

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare lo stato di funzionamento del quadro di parallelo invertitori misurando alcuni parametri quali le tensioni, le correnti e le frequenze di uscita dall'inverter. Effettuare le misurazioni della potenza in uscita su inverter-rete.

Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni*.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

#### ***01.02.05.C02 Verifica messa a terra***

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo*

Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra (quando previsto) dell'inverter.

Anomalie riscontrabili: 1) *Scariche atmosferiche*; 2) *Sovratensioni*.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

#### ***01.02.05.C03 Verifica protezioni***

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare il corretto funzionamento dei fusibili e degli interruttori automatici dell'inverter.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili*; 2) *Difetti agli interruttori*.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.02.05.I01 Pulizia generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

### **01.02.05.I02 Serraggio**

*Cadenza: ogni anno*

Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

### **01.02.05.I03 Sostituzione inverter**

*Cadenza: ogni 3 anni*

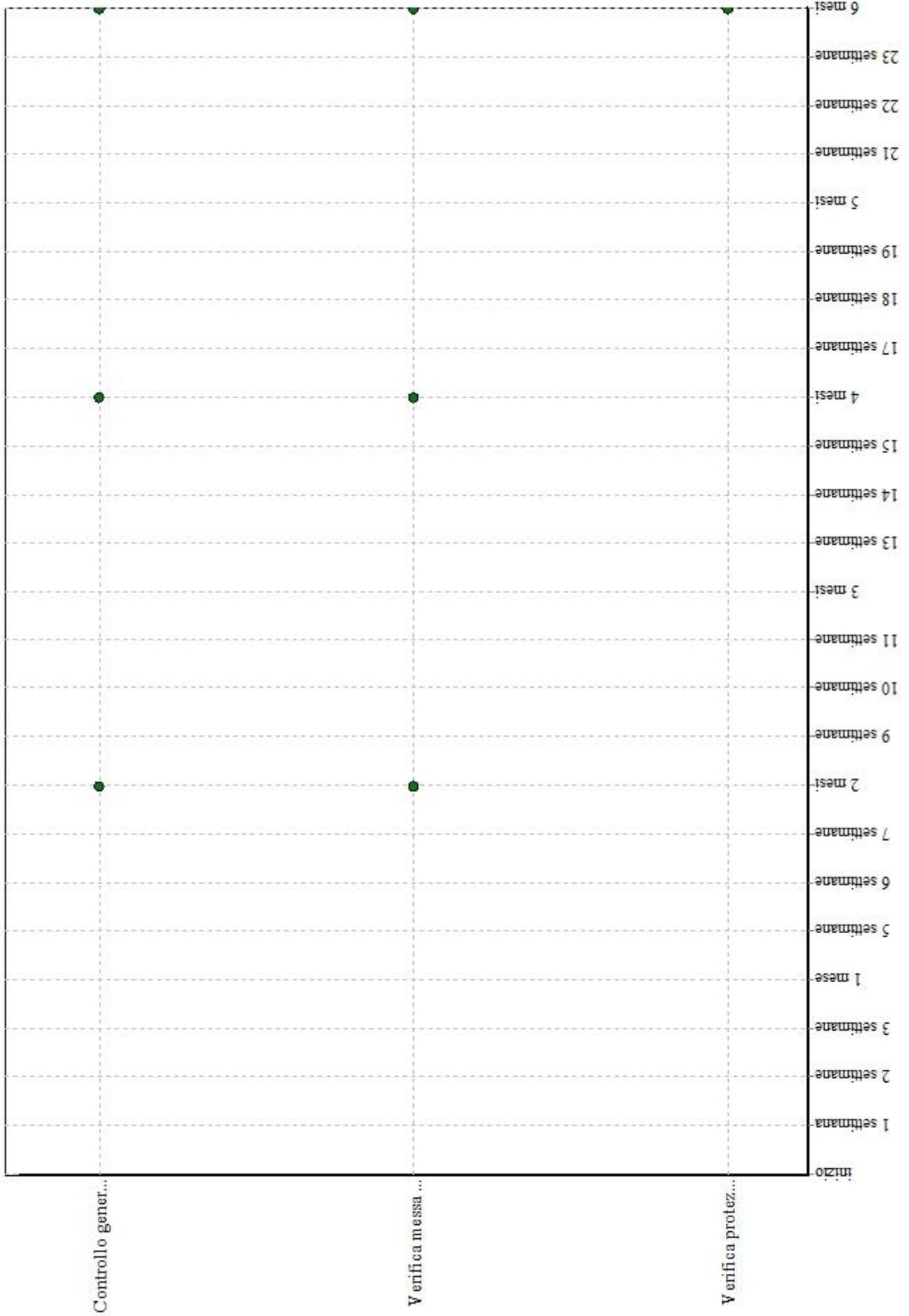
Eseguire la sostituzione dell'inverter quando usurato o per un adeguamento alla normativa.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

#### **Risorse necessarie**

Nr	DESCRIZIONE
1	

**Convertitore statico - Controlli in 6 mesi**





**Convertitore statico - Interventi in 6 mesi**

Pulizia general...	inizio
	1 settimana
	2 settimane
	3 settimane
	1 mese
	5 settimane
	6 settimane
	7 settimane
	2 mesi
	9 settimane
	10 settimane
	11 settimane
	3 mesi
	13 settimane
	14 settimane
	15 settimane
	4 mesi
	17 settimane
	18 settimane
	19 settimane
	5 mesi
	21 settimane
	22 settimane
	23 settimane
	6 mesi



## Elemento Manutenibile: 01.02.06

# Dispositivi ausiliari

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

I principali dispositivi ausiliari montati all'interno della navicella comprendono un dispositivo idraulico per lubrificare il moltiplicatore di giri o le altre parti meccaniche e scambiatori di calore per il raffreddamento dell'olio e del generatore, ivi compresi pompe e ventilatori. Sulla sommità della navicella sono installati anemometri e banderuole per il controllo della turbina, luci di segnalazione per gli aerei ed un'eventuale piattaforma di supporto per la discesa da elicottero (per l'accesso alle turbine off-shore). Per migliorare l'affidabilità dell'aerogeneratore vengono impiegati diversi sensori che monitorano lo stato dei vari componenti e segnalano eventuali malfunzionamenti che necessitano di operazioni di manutenzione. Ciò è particolarmente critico per gli impianti eolici in mare, ai quali non è facile accedere.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.06.A01 Anomalie sensore***

Difetti di funzionamento del sensore rotativo.

#### ***01.02.06.A02 Anomalie sistema di trasmissione***

Difetti di funzionamento del sistema di trasmissione dati sensori-consolle.

#### ***01.02.06.A03 Anomalie delle sonde termiche***

Difetti di funzionamento delle sonde termiche.

#### ***01.02.06.A04 Anomalie dei termoregolatori***

Difetti di funzionamento dei termoregolatori.

#### ***01.02.06.A05 Difetti di tenuta***

Perdita del fluido di raffreddamento.

#### ***01.02.06.A06 Difetti di pressione***

Valori della pressione del fluido di raffreddamento inferiori a quella di esercizio.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.06.C01 Controllo generale***

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo a vista*

Eeguire un controllo dei sensori in seguito ad eventi meteo eccezionali.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie sistema di trasmissione*; 2) *Anomalie sensore*.\_

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

### **01.02.06.C02 Controllo sistema di raffreddamento**

---

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare lo stato generale del sistema di raffreddamento e che non ci siano perdite di olio e/o acqua.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie delle sonde termiche*; 2) *Anomalie dei termoregolatori*; 3) *Difetti di tenuta*; 4) *Difetti di pressione*.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

### **01.02.06.C03 Funzionalità sensore**

---

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Effettuare il test di funzionamento ad ogni messa in funzione.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie sensore*.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.02.06.I01 Sostituzione sensori**

---

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i sensori quando danneggiati e/o usurati.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

### **01.02.06.I02 Sostituzione olio**

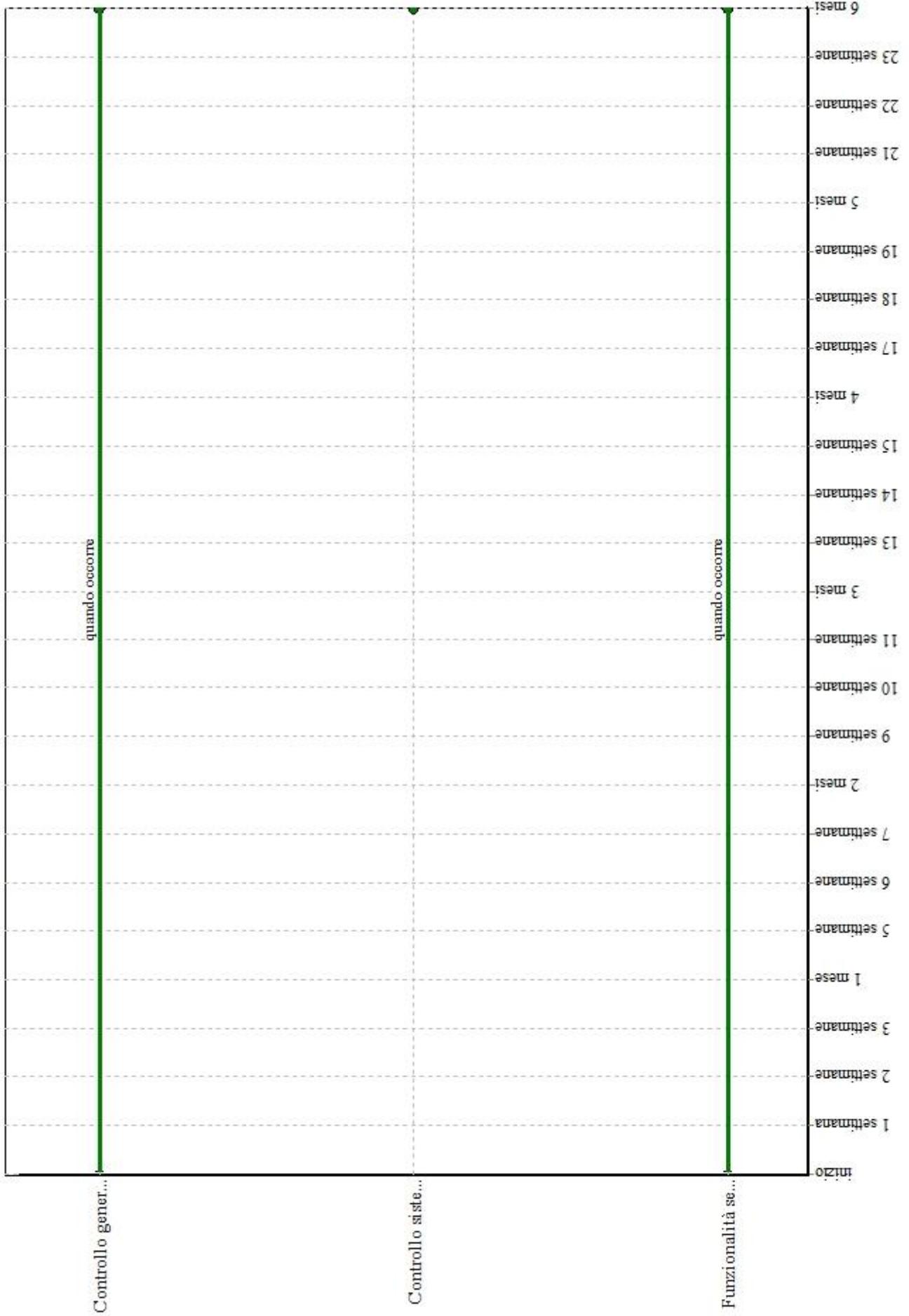
---

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire la sostituzione dell'olio di raffreddamento.

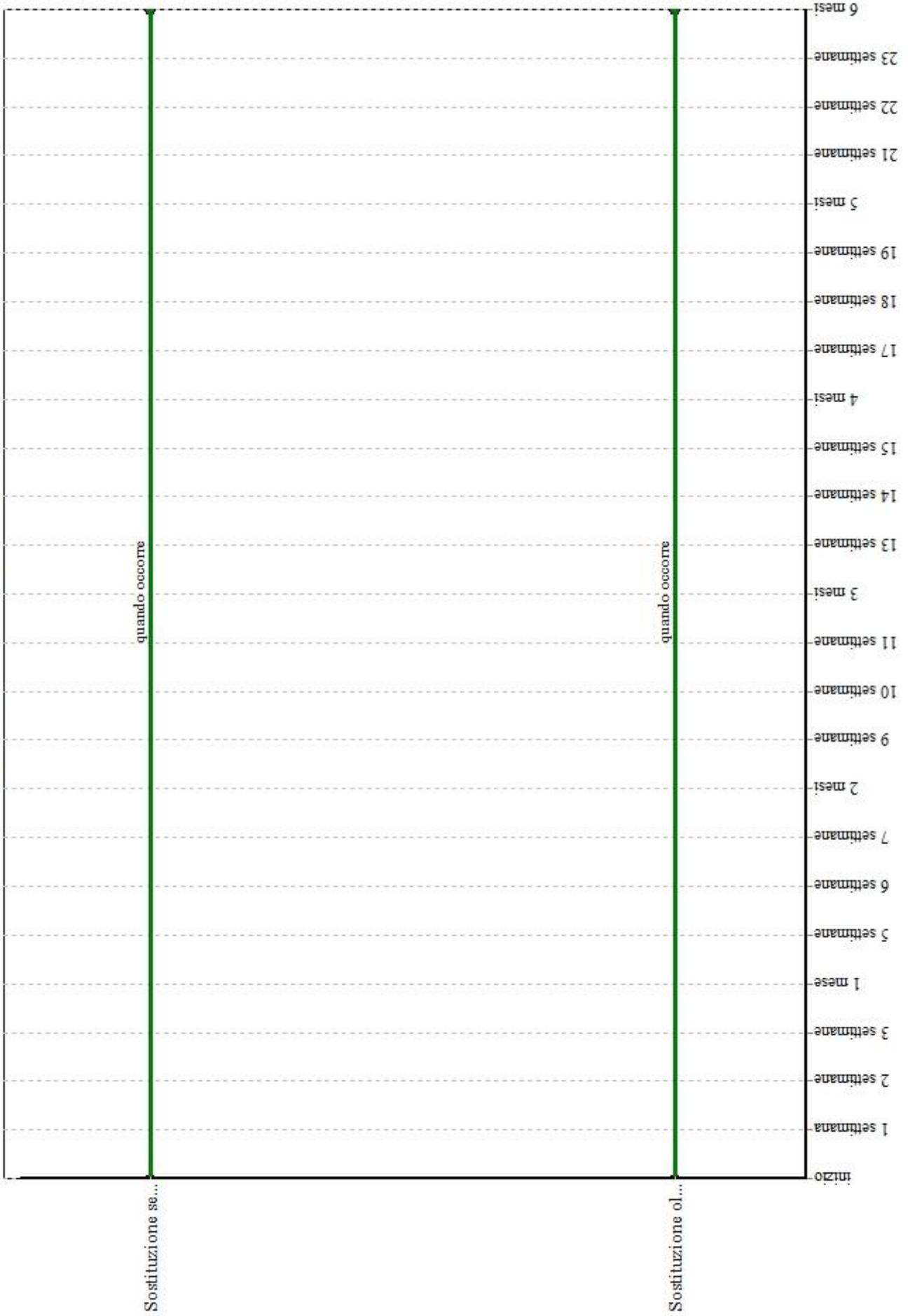
Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Dispositivi ausiliari - Controlli in 6 mesi**





### Dispositivi ausiliari - Interventi in 6 mesi





## Elemento Manutenibile: 01.02.07

# Dispositivo generale

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Il dispositivo generale è un dispositivo installato all'origine della rete del produttore immediatamente prima del punto di consegna ed in condizioni di aperto esclude l'intera rete del cliente produttore dalla rete pubblica. E' solitamente:

- un sezionatore quadripolare nelle reti trifase;
- un sezionatore bipolare nelle reti monofase.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.07.A01 Anomalie dei contatti ausiliari***

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### ***01.02.07.A02 Anomalie delle molle***

Difetti di funzionamento delle molle.

#### ***01.02.07.A03 Anomalie degli sganciatori***

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### ***01.02.07.A04 Corto circuiti***

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

#### ***01.02.07.A05 Difetti delle connessioni***

Difetti di serraggio delle connessioni in entrata ed in uscita dai sezionatori.

#### ***01.02.07.A06 Difetti ai dispositivi di manovra***

Difetti agli interruttori dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### ***01.02.07.A07 Difetti di taratura***

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

#### ***01.02.07.A08 Surriscaldamento***

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.07.C01 Controllo generale***

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la funzionalità dei dispositivi di manovra dei sezionatori. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare corto circuiti.

Anomalie riscontrabili: 1) *Corto circuiti*; 2) *Difetti ai dispositivi di manovra*; 3) *Difetti di taratura*; 4) *Surriscaldamento*; 5) *Anomalie degli sganciatori*.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

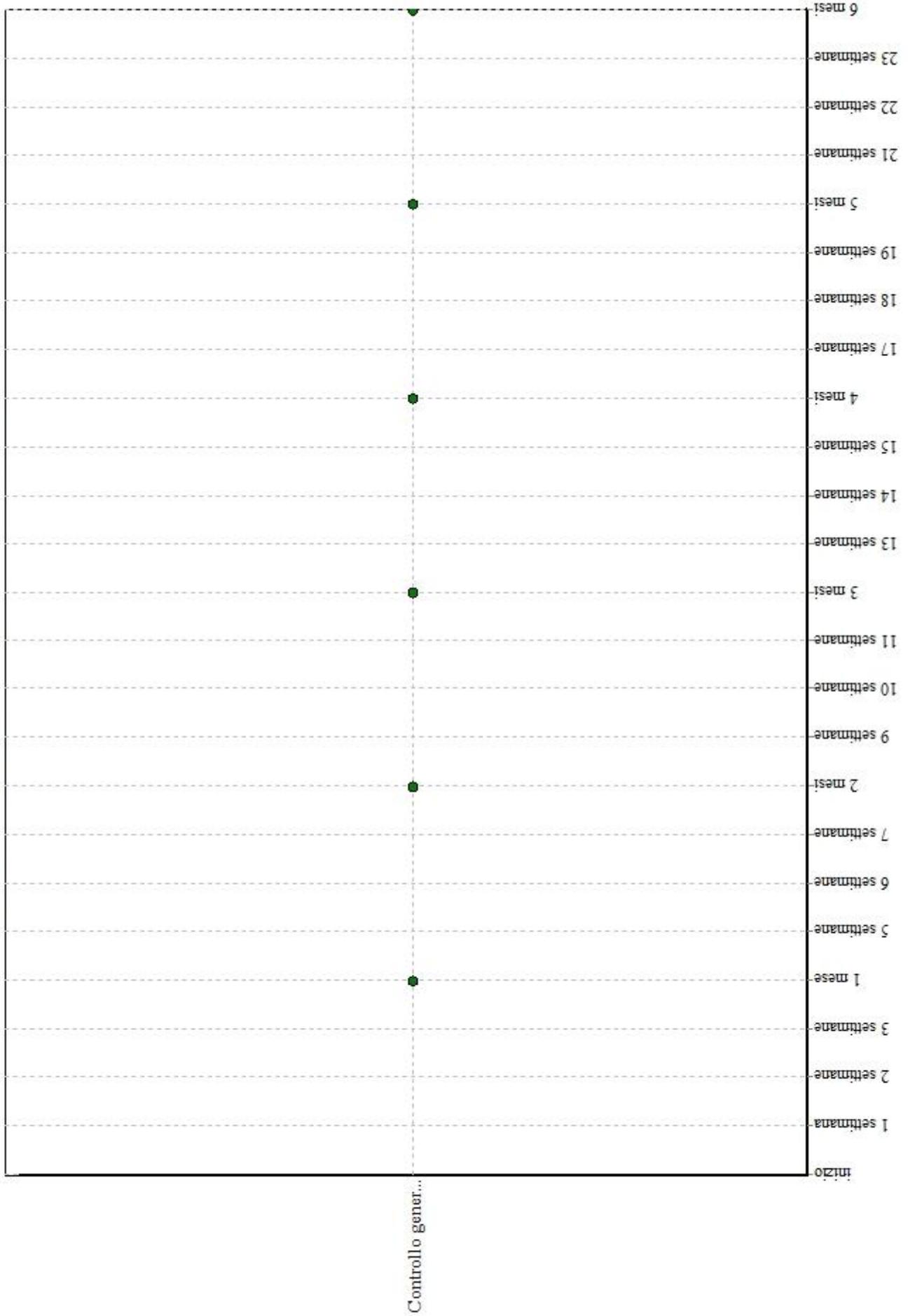
### ***01.02.07.101 Sostituzioni***

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire, quando usurato o non più rispondente alle norme, il dispositivo generale.

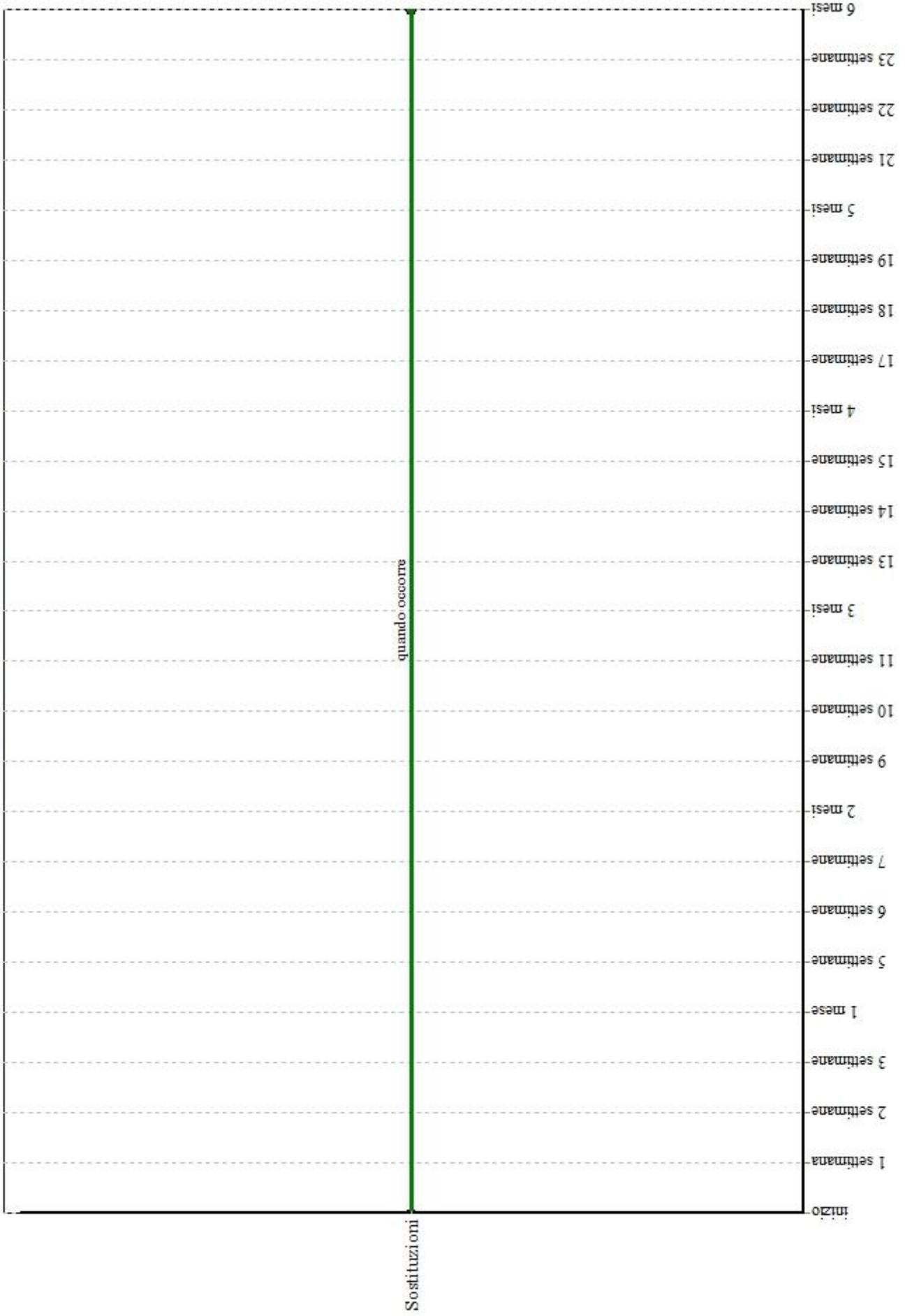
Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Dispositivo generale - Controlli in 6 mesi**





**Dispositivo generale - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.08

# Generatore

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Per catturare l'energia del vento e trasformarla in energia elettrica si utilizzano macchine eoliche definite generatori eolici che possono essere classificate in due gruppi ben distinti in funzione del tipo di modulo base adoperato :

- generatori eolici ad asse verticale;
- generatori eolici ad asse orizzontale.

Un generatore eolico ad asse verticale (VAWT - Vertical Axis Wind Turbines) è formato da una ridotta quantità di parti mobili nella sua struttura; tale condizione conferisce al generatore un'alta resistenza alle forti raffiche di vento e la possibilità di sfruttare qualsiasi direzione del vento senza doversi riorientare continuamente. È una macchina molto versatile, adatta all'uso domestico come alla produzione centralizzata di energia elettrica nell'ordine di Gigawatt.

Un generatore eolico ad asse orizzontale (HAWT - Horizontal Axis Wind Turbines) è formato da un involucro (gondola) che contiene un generatore elettrico azionato da un rotore a pale lunghe circa 20 metri (solitamente 2 o 3).

Esso genera una potenza molto variabile: tipicamente 600 chilowatt che equivale al fabbisogno elettrico giornaliero di 500 famiglie o di 1000 case.

Il mulino a vento è un esempio storico di generatore ad asse orizzontale. Come i generatori ad asse verticale anche quelli ad asse orizzontale richiedono una velocità minima di 3-5 m/s ed erogano la potenza di progetto ad una velocità del vento di 12-14 m/s. Ad elevate velocità (20-25 m/s) l'aerogeneratore viene bloccato dal sistema frenante per ragioni di sicurezza.

## ***ANOMALIE RICONTRABILI***

### ***01.02.08.A01 Anomalie avvolgimenti***

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

### ***01.02.08.A02 Anomalie cuscinetti***

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

### ***01.02.08.A03 Rumorosità***

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

## ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

### ***01.02.08.C01 Controllo generale***

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la temperatura e la rumorosità dei cuscinetti.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*; 2) *Anomalie cuscinetti*; 3) *Rumorosità*.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

---

**01.02.08.C02 Verifica isolamento**

---

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Misurazioni*

Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.

Anomalie riscontrabili: *1) Anomalie avvolgimenti.*

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

---

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

**01.02.08.I01 Sostituzione avvolgimenti**

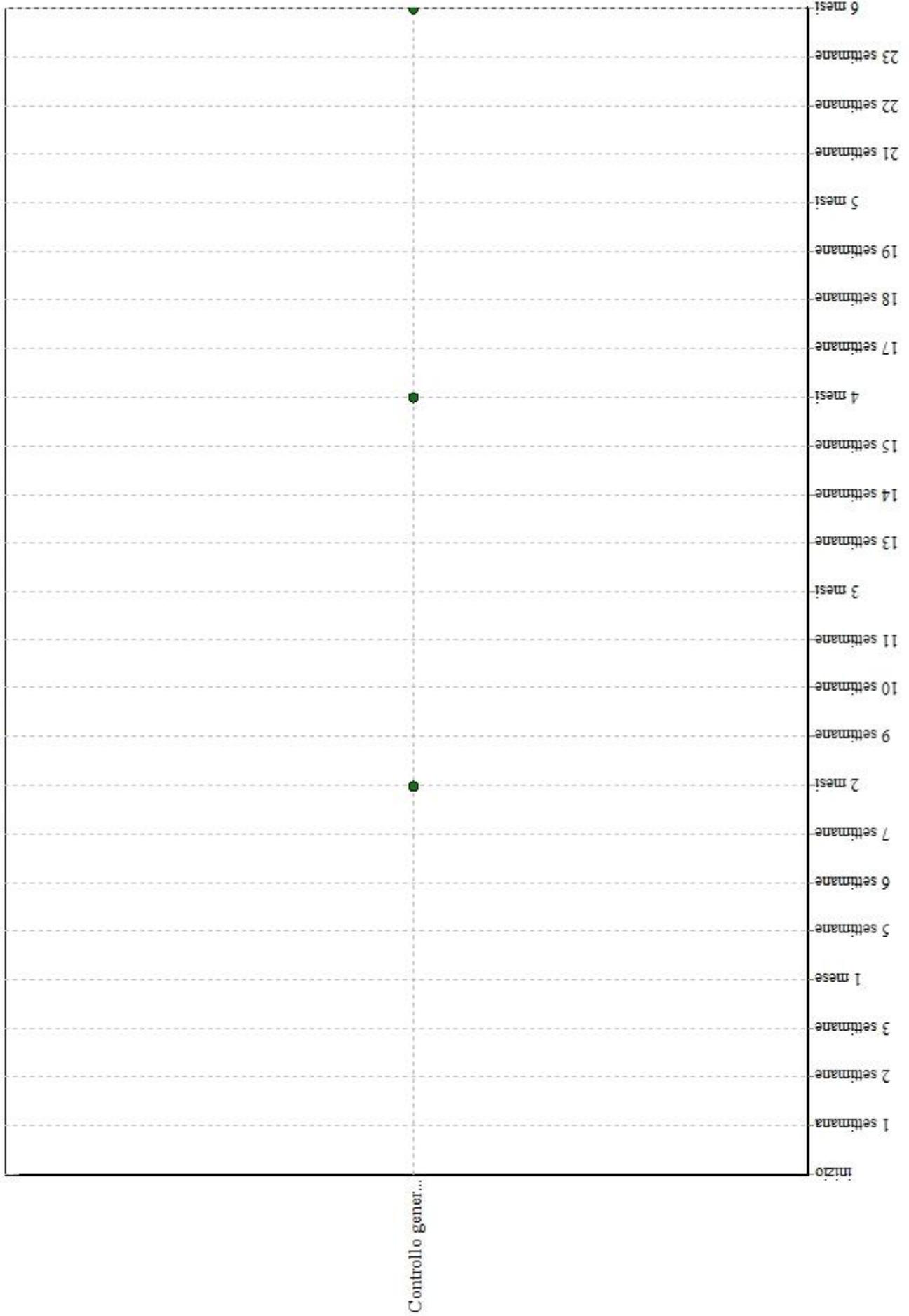
---

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Generatore - Controlli in 6 mesi**





**Generatore - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.09

# Generatore asincrono doubly feed

**Unità Tecnologica: 01.02****Sistemi eolici**

Il generatore asincrono doubly feed è il generatore asincrono ad avvolgimento ed è accoppiato ad un sistema di alimentazione del rotore che viene controllato da un convertitore del tipo bistadio. Con questo sistema è possibile regolare le grandezze elettriche del rotore in modo da ottenere il valore di scorrimento richiesto dal sistema (tale valore serve per controllare la velocità mediante la combinazione della coppia frenante che si combina con la coppia della turbina).

Questo tipo di generatore viene molto utilizzato nei sistemi eolici di grande taglia in quanto è possibile il funzionamento a giri variabili ma a velocità non eccessiva.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.09.A01 Anomalie avvolgimenti***

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

#### ***01.02.09.A02 Anomalie convertitore***

Difetti di funzionamento del convertitore elettronico di frequenza.

#### ***01.02.09.A03 Anomalie cuscinetti***

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

#### ***01.02.09.A04 Eccessivi valori di scorrimento***

Valori eccessivi dei parametri di scorrimento per cui si verificano malfunzionamenti.

#### ***01.02.09.A05 Rumorosità***

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.09.C01 Controllo parametri di funzionamento***

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Registrazione*

Verificare che i parametri di funzionamento del generatore siano quelli di progetto per evitare malfunzionamenti (grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina).

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*; 2) *Anomalie cuscinetti*; 3) *Rumorosità*.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

---

### **01.02.09.C02 Verifica isolamento**

---

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Misurazioni*

Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti.*

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

### **01.02.09.I01 Settaggio parametri**

---

*Cadenza: quando occorre*

Ripristinare i parametri di progetto quali grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

### **01.02.09.I02 Sostituzione avvolgimenti**

---

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

### **01.02.09.I03 Sostituzione convertitore**

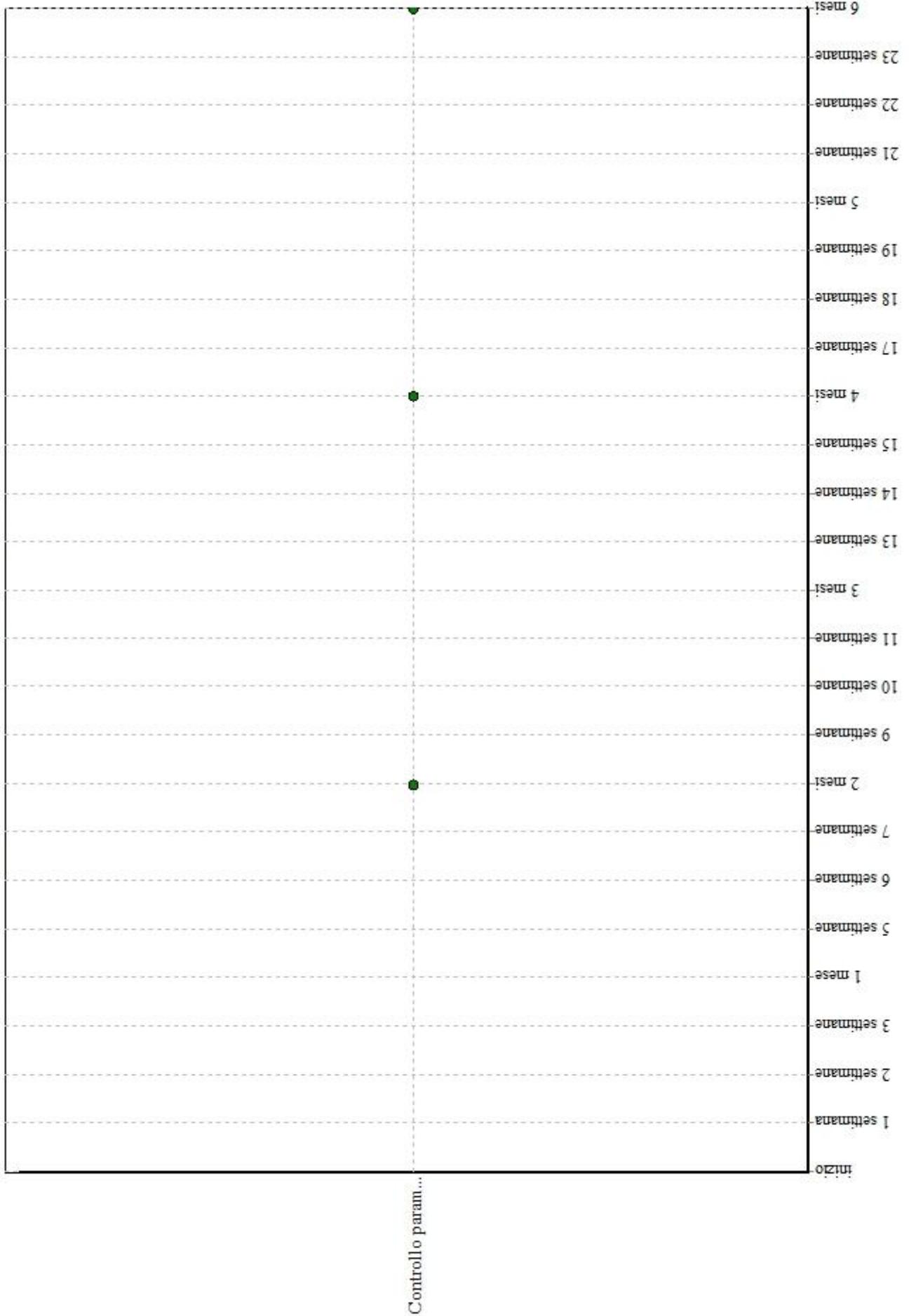
---

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire il convertitore elettronico quando danneggiato e/o usurato.

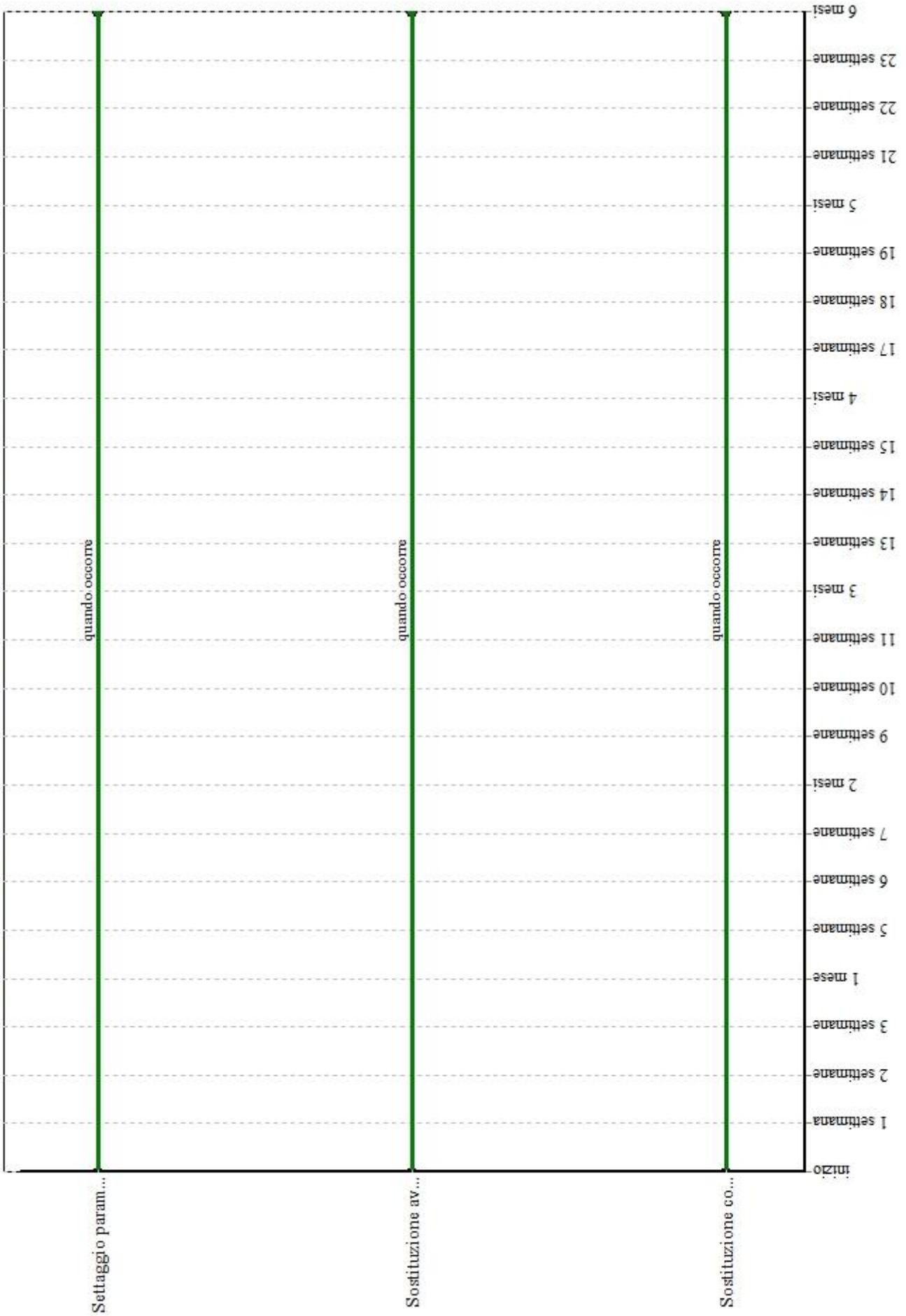
Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

# Generatore asincrono doubly feed - Controlli in 6 mesi





**Generatore asincrono doubly feed - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.10

# Moltiplicatore di giri

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Il moltiplicatore di giri serve per trasformare la rotazione lenta delle pale in una rotazione più veloce in grado di far funzionare il generatore di elettricità.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.10.A01 Anomalie del rotore***

Difetti di funzionamento del rotore.

#### ***01.02.10.A02 Difetti di marcia***

Difetti nella marcia del motore per cui si verificano continui arresti e ripartenze.

#### ***01.02.10.A03 Difetti di serraggio***

Difetti di tenuta dei serraggi dei vari bulloni.

#### ***01.02.10.A04 Difetti dello statore***

Difetti di funzionamento dello statore.

#### ***01.02.10.A05 Rumorosità***

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.10.C01 Controllo generale***

*Cadenza:* ogni 6 mesi

*Tipologia:* Ispezione a vista

Verificare che il motore giri correttamente e che il livello del rumore prodotto non sia eccessivo. Controllare che non si verifichino giochi o cigolii.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie del rotore*; 2) *Difetti di marcia*; 3) *Difetti di serraggio*; 4) *Difetti dello statore*; 5) *Rumorosità*.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

### ***MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

**01.02.10.I01 Revisione**

---

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire lo smontaggio completo del motore per eseguirne la revisione.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**01.02.10.I02 Serraggio bulloni**

---

*Cadenza: ogni 6 mesi*

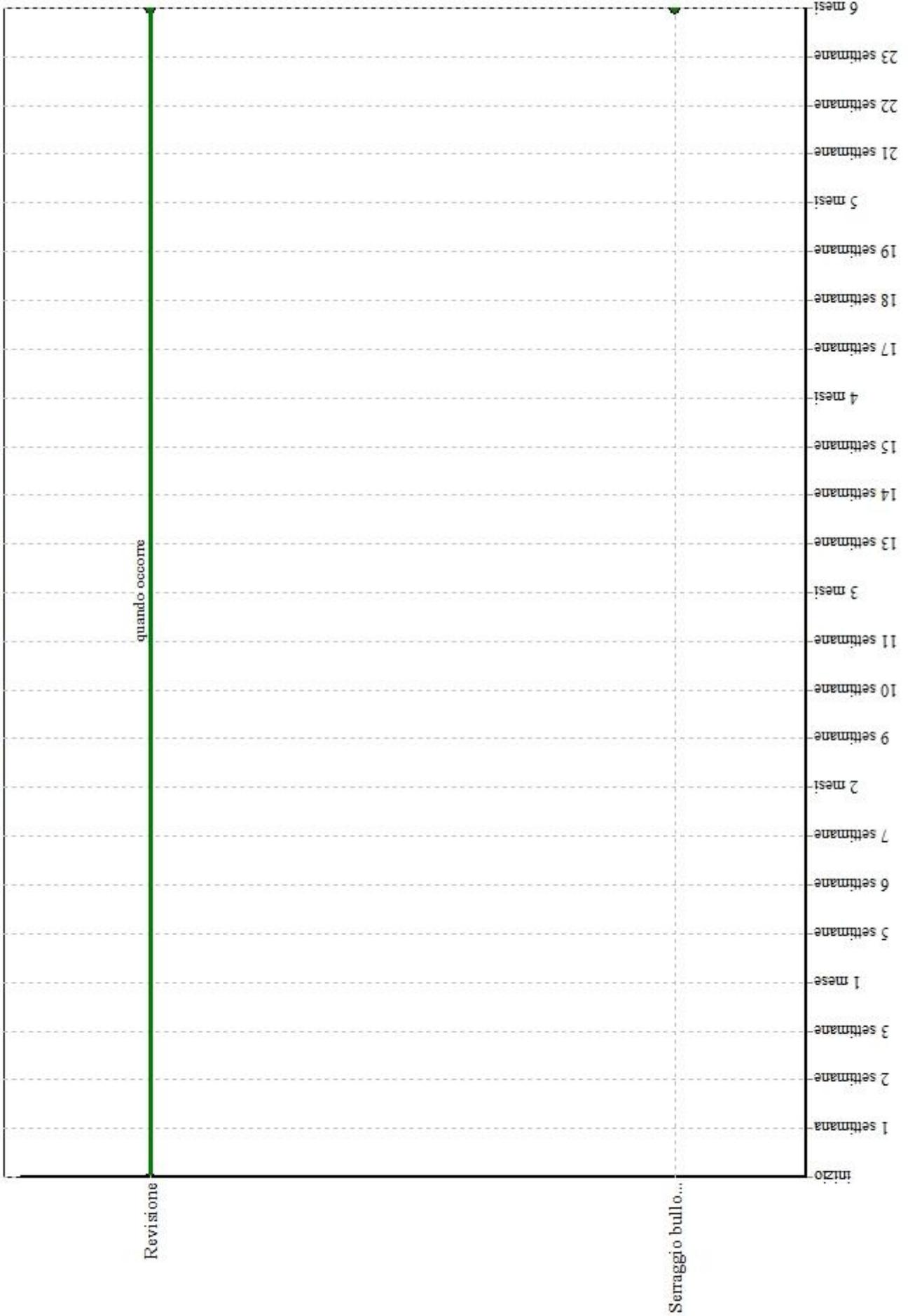
Eeguire il serraggio di tutti i bulloni per evitare giochi e malfunzionamenti.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_





**Moltiplicatore di giri - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.11

# MOZZO

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Il mozzo in una turbina eolica è il componente che connette le pale all'albero principale trasmettendo ad esso la potenza estratta dal vento ed ingloba i meccanismi di regolazione dell'angolo di Pitch. Il mozzo è solitamente di acciaio o di ferro ed è protetto esternamente da un involucro di forma ovale chiamato ogiva. Ci sono tre tipi principali di mozzo:

- rigido;
- oscillante (teetering);
- per pale incernierate.

Il mozzo rigido ha la funzione di mantenere le principali parti che lo costituiscono in posizione fissa rispetto all'albero principale. L'angolo di Pitch delle pale può comunque essere variato, ma non è consentito alcun altro movimento. È di fatto il tipo più utilizzato nei rotori a tre o più pale. Il mozzo rigido deve possedere una robustezza tale da sopportare i carichi dinamici trasmessi dalle pale e dovuti alle operazioni d'imbardata.

Il mozzo oscillante (utilizzato in quasi tutte le turbine a due pale) è progettato per ridurre i carichi aerodinamici sbilanciati trasmessi all'albero tipici dei rotori bipala, consentendo al rotore di oscillare di alcuni gradi rispetto alla direzione perpendicolare all'asse di rotazione dell'albero principale.

Il mozzo oscillante è stato principalmente abbinato a turbine con angolo di Pitch fisso, ma può anche essere utilizzato su turbine ad angolo variabile.

Il mozzo per pale incernierate è un mozzo rigido con vincoli a cerniera per le pale ed utilizzato dalle turbine sottovento per ridurre i carichi eccessivi durante i forti venti.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.02.11.R01 (Attitudine al) controllo del rumore prodotto

*Classe di Requisiti: Acustici*

*Classe di Esigenza: Benessere*

Le pale del rotore durante il funzionamento devono garantire un livello di rumore entro i limiti prescritti dalla legge in materia di acustica ambientale.

#### **Prestazioni:**

I rotori devono funzionare in modo da mantenere il livello di rumore nei limiti indicati dalla normativa. Tali valori possono essere oggetto di verifiche che vanno eseguite sia con gli impianti funzionanti che con gli impianti fermi.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Il valore del livello di pressione  $L_p$  misurato deve essere inferiore a quello imposto dalla normativa dove:

$$L_p = L_w - 20 \text{ Log}(r) - A_h - 8 \text{ dB}$$

Per l'esecuzione delle verifiche devono essere noti i valori di  $L_w$  dichiarati dal produttore dell'aerogeneratore.

#### **Riferimenti normativi:**

Legge 26.10.1995, n. 447; D.P.C.M. 1.3.1991.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.02.11.A01 Anomalie mozzo

Difetti di tenute dell'attacco mozzo-pale.

#### ***01.02.11.A02 Anomalie cuscinetti***

Difetti di funzionamento dei cuscinetti delle pale.

#### ***01.02.11.A03 Anomalie pale***

Deformazioni e/o imbarcamenti delle pale per cui si verificano malfunzionamenti.

#### ***01.02.11.A04 Difetti sistema bloccaggio***

Difetti di funzionamento del sistema di bloccaggio del rotore.

#### ***01.02.11.A05 Vibrazioni***

Difetti di serraggio delle pale al mozzo per cui si verificano fenomeni di vibrazioni.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.11.C01 Controllo generale***

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che le pale girino liberamente senza eccessivo rumore e senza vibrazioni.

Requisiti da verificare: 1) .

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie pale*; 2) *Anomalie cuscinetti*; 3) *Vibrazioni*.

Ditte specializzate: *Elettricista.* \_

### ***MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

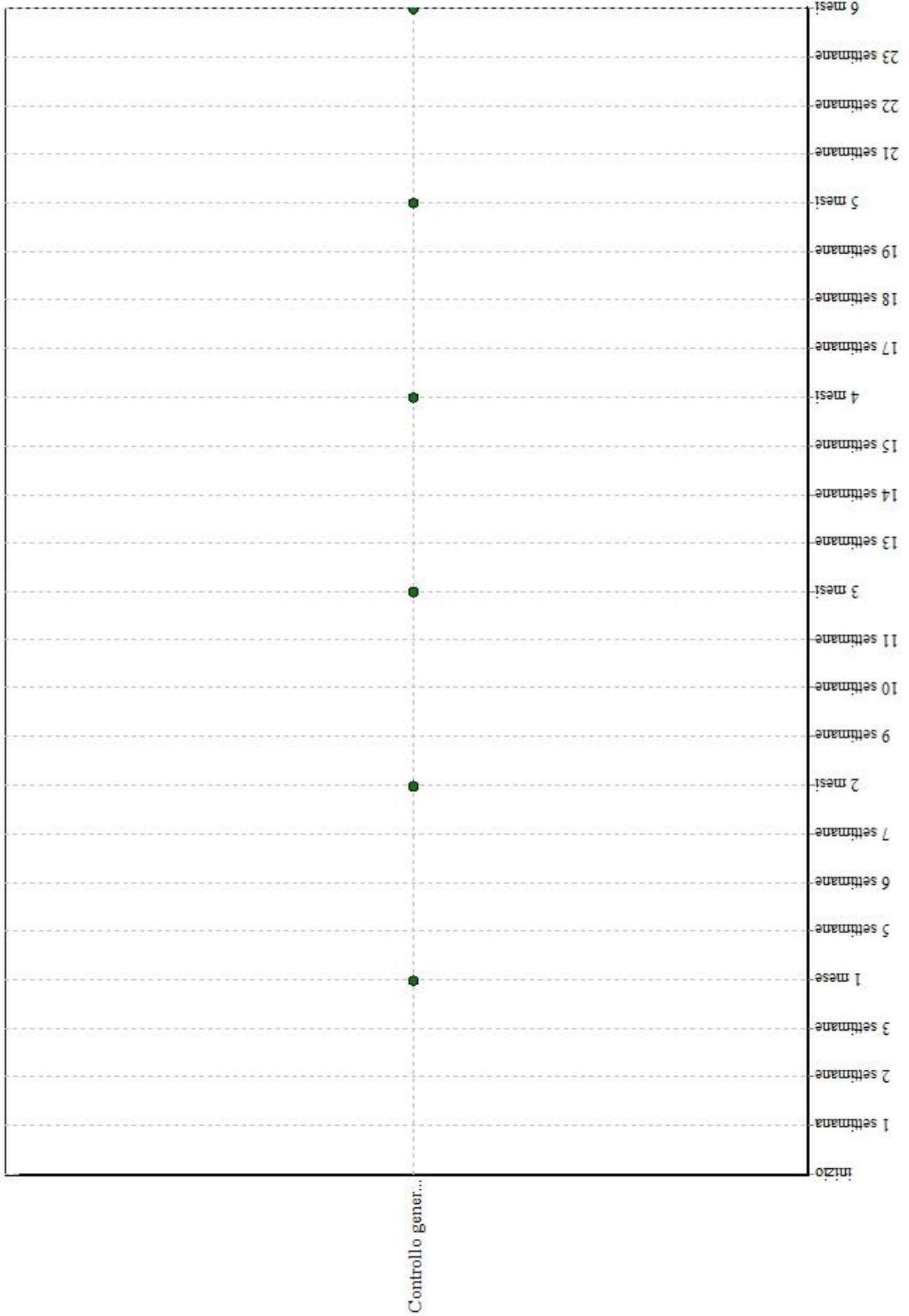
#### ***01.02.11.I01 Lubrificazione***

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire il rabbocco dell'olio del sistema automatico lubrificante.

Ditte specializzate: *Elettricista.* \_

**Mozzo - Controlli in 6 mesi**





**Mozzo - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.12

# Navicella e sistema di imbardata

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

La navicella è una cabina realizzata in struttura metallica sulla quale è saldato il generatore e il rivestimento della cabina (quest'ultimo realizzato in materiale plastico rinforzato con fibre di vetro); all'interno della cabina sono ubicati tutti i componenti di un aerogeneratore ad eccezione, naturalmente, del rotore e del mozzo. La navicella è posizionata sulla cima della torre e può girare di 180° sul proprio asse. Per assicurare sempre il massimo rendimento dell'aerogeneratore è importante mantenere un allineamento più continuo possibile tra l'asse del rotore e la direzione del vento; tale allineamento (negli aerogeneratori di media e grossa taglia) è garantito da un servomeccanismo, detto sistema di imbardata, mentre nei piccoli aerogeneratori è sufficiente l'impiego di una pinna direzionale. Nel sistema di imbardata un sensore, la banderuola, indica lo scostamento dell'asse della direzione del vento e aziona un motore che riallinea la navicella.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.12.A01 Anomalie pinna di direzione***

Difetti di funzionamento della pinna direzionale.

#### ***01.02.12.A02 Anomalie sistema di imbardata***

Difetti di funzionamento del sistema di imbardata per cui si verificano disallineamenti delle pale.

#### ***01.02.12.A03 Corrosione***

Fenomeni di corrosione della struttura metallica della navicella.

#### ***01.02.12.A04 Difetti di movimento***

Difetti di rotazione della navicella

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.12.C01 Controllo generale***

*Cadenza: ogni settimana*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare che la navicella ruoti liberamente e che il sistema di imbardata sia funzionante.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie pinna di direzione*; 2) *Anomalie sistema di imbardata*; 3) *Corrosione*; 4) *Difetti di movimento*.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

---

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

### ***01.02.12.101 Riallineamento***

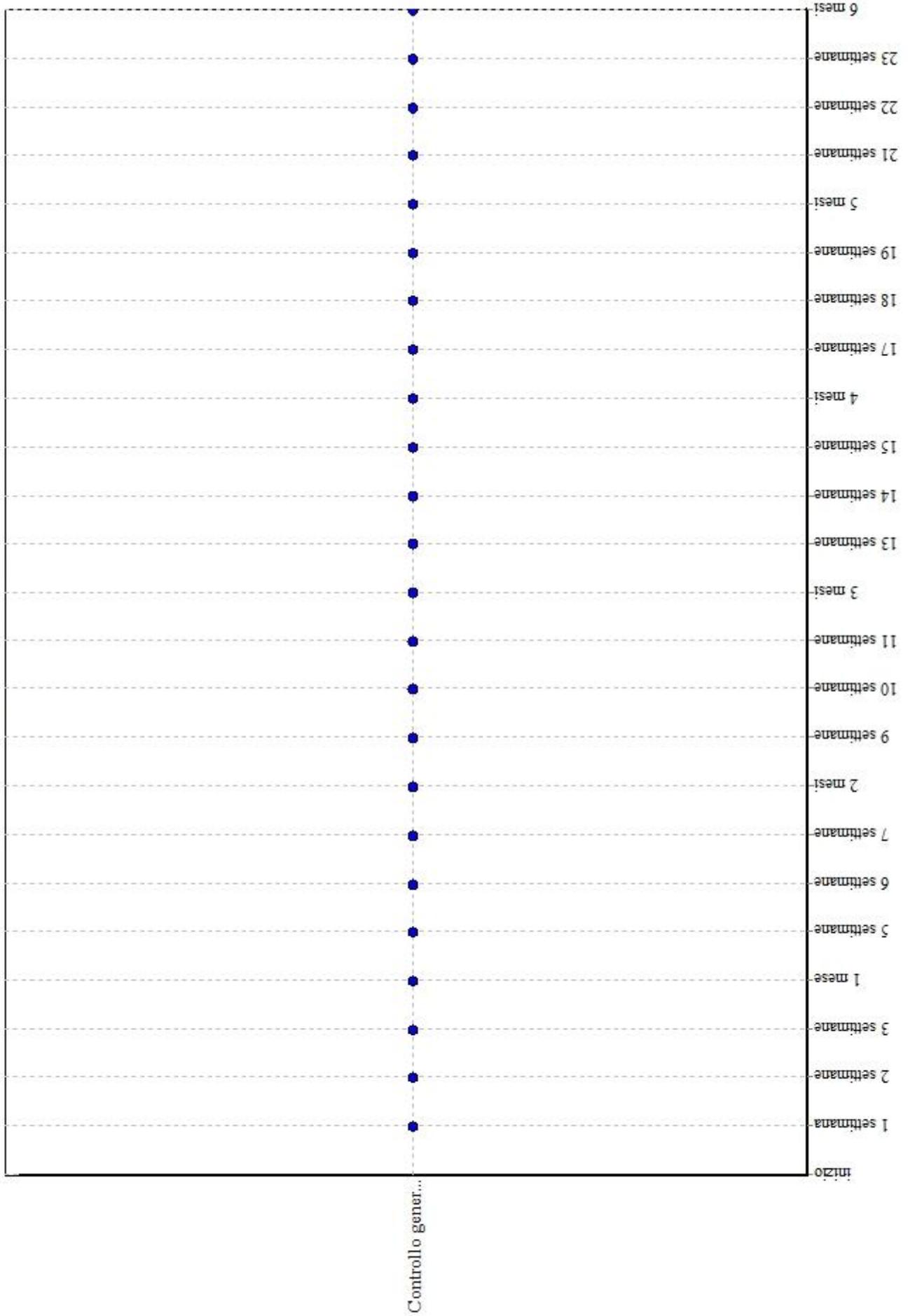
---

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire l'allineamento tra l'asse del rotore e la direzione del vento.

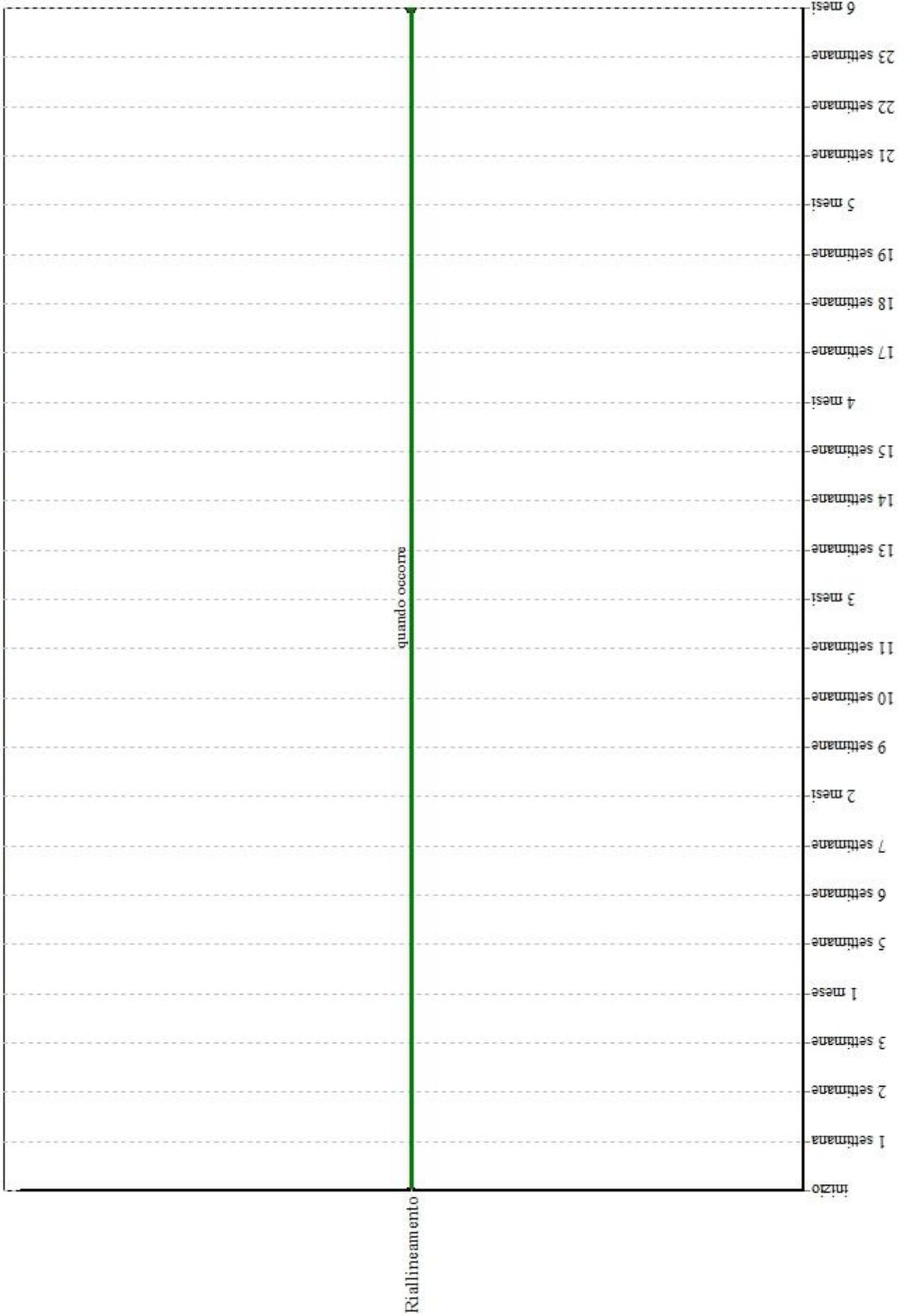
Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

**Navicella e sistema di imbardata - Controlli in 6 mesi**





**Navicella e sistema di imbardata - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.13

# Pale eoliche

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Le pale eoliche ad asse orizzontale sono costituite da due o tre pale solidali incernierate su di un asse parallelo alla direzione del vento. All'asse è collegato un generatore eolico di energia elettrica (dinamo od alternatore) ed il tutto, inscatolato in una apposita gondola, per la protezione dagli agenti atmosferici, è montato su una torre metallica di opportuna altezza.

Le pale eoliche hanno un opportuno profilo aerodinamico e talvolta la loro inclinazione varia con la direzione e velocità del vento.

Le pale eoliche ad asse verticale, costituite da un rotore con asse perpendicolare alla direzione del vento, hanno il vantaggio di poter sfruttare il vento proveniente da qualsiasi direzione e quindi essendo in continuo movimento offrono un rendimento più elevato. Sono impianti più versatili, adatti alla produzione di piccole e grandi quantità di energia, e pertanto son quelli che oggi incontrano più favore.

Le pale possono essere realizzate in fibre di carbonio, in poliestere rinforzato con fibre di vetro.

## **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

### **01.02.13.R01 (Attitudine al) controllo del rumore prodotto**

*Classe di Requisiti: Acustici*

*Classe di Esigenza: Benessere*

Le pale del rotore durante il funzionamento devono garantire un livello di rumore entro i limiti prescritti dalla legge in materia di acustica ambientale.

#### **Prestazioni:**

Le pale devono funzionare in modo da mantenere il livello di rumore nei limiti indicati dalla normativa. Tali valori possono essere oggetto di verifiche che vanno eseguite sia con gli impianti funzionanti che con gli impianti fermi.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Il valore del livello di pressione  $L_p$  misurato deve essere inferiore a quello imposto dalla normativa dove:

$$L_p = L_w - 20 \log(r) - A_h - 8 \text{dB}$$

Per l'esecuzione delle verifiche devono essere noti i valori di  $L_w$  dichiarati dal produttore dell'aerogeneratore.

#### **Riferimenti normativi:**

Legge 26.10.1995, n. 447; D.P.C.M. 1.3.1991.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.02.13.A01 Anomalie pale**

Difetti di conformazione delle pale dovuti ad eventi meteorici eccezionali.

### **01.02.13.A02 Difetti di funzionamento**

Difetti di funzionamento delle pale.

### **01.02.13.A03 Disallineamento**

Non perfetto allineamento delle pale per cui si verificano malfunzionamenti.

### **01.02.13.A04 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il normale funzionamento.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.02.13.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare il corretto funzionamento e l'allineamento delle pale.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie pale*; 2) *Difetti di funzionamento*; 3) *Disallineamento*; 4) *Rumorosità*.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

### **01.02.13.C02 Controllo rumorosità**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare con idonei strumenti il livello del rumore prodotto durante il normale funzionamento.

Requisiti da verificare: 1) .

Anomalie riscontrabili: 1) *Rumorosità*; 2) *Disallineamento*.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.02.13.I01 Sostituzione pale**

*Cadenza: ogni 20 anni*

Sostituzione delle pale quando danneggiate e/o usurate.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

### **01.02.13.I02 Riallineamento pale**

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire il riallineamento delle pale quando necessario.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

**Pale eoliche - Controlli in 6 mesi**

Controllo gener...	inizio
	1 settimana
	2 settimane
	3 settimane
	1 mese
	5 settimane
	6 settimane
	7 settimane
	2 mesi
	9 settimane
	10 settimane
	11 settimane
	3 mesi
	13 settimane
	14 settimane
	15 settimane
	4 mesi
	17 settimane
	18 settimane
	19 settimane
	5 mesi
	21 settimane
	22 settimane
	23 settimane
	6 mesi



**Pale eoliche - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.14

# Quadro di comando e regolazione

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Nel quadro di comando e regolazione degli impianti ad energia eolica (connessi ad una rete elettrica) avviene la distribuzione dell'energia. In caso di consumi elevati o in assenza di alimentazione da parte degli aerogeneratori la corrente viene prelevata dalla rete pubblica. In caso contrario l'energia fotovoltaica eccedente viene di nuovo immessa in rete.

I quadri elettrici dedicati agli impianti ad energia eolica possono essere: quadro di campo e quadro di interfaccia rete. Le strutture più elementari sono centralini da incasso, in materiale termoplastico autoestinguente, con indice di protezione IP40, fori asolati e guida per l'assemblaggio degli interruttori e delle morsette e devono essere del tipo stagno in materiale termoplastico con grado di protezione non inferiore a IP65.

## **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

### **01.02.14.R01 Accessibilità**

*Classe di Requisiti: Facilità d'intervento*

*Classe di Esigenza: Funzionalità*

I quadri devono essere facilmente accessibili per consentire un facile utilizzo sia nel normale funzionamento sia in caso di guasti.

#### **Prestazioni:**

E' opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **Riferimenti normativi:**

D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37; IEC 60364-7-712.

### **01.02.14.R02 Identificabilità**

*Classe di Requisiti: Facilità d'intervento*

*Classe di Esigenza: Funzionalità*

I quadri devono essere facilmente identificabili per consentire un facile utilizzo. Deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori nonché le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.

#### **Prestazioni:**

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **Riferimenti normativi:**

D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37; IEC 60364-7-712.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.02.14.A01 Anomalie dei contattori**

Difetti di funzionamento dei contattori.

### **01.02.14.A02 Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### **01.02.14.A03 Anomalie dei magnetotermici**

Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.

### **01.02.14.A04 Anomalie dei relè**

Difetti di funzionamento dei relè termici.

### **01.02.14.A05 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### **01.02.14.A06 Depositi di materiale**

Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.

### **01.02.14.A07 Difetti agli interruttori**

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### **01.02.14.A08 Difetti di taratura**

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### **01.02.14.A09 Difetti di tenuta serraggi**

Difetti di tenuta dei bulloni e dei morsetti.

### **01.02.14.A10 Surriscaldamento**

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto a ossidazione delle masse metalliche.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.02.14.C01 Verifica dei condensatori**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare l'integrità dei condensatori di rifasamento e dei contattori.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei contattori.*

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

---

### **01.02.14.C02 Verifica protezioni**

---

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare il corretto funzionamento dei fusibili, degli interruttori automatici e dei relè termici.

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili*; 2) *Anomalie dei magnetotermici*; 3) *Anomalie dei relè*.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

### **01.02.14.I01 Pulizia generale**

---

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

### **01.02.14.I02 Serraggio**

---

*Cadenza: ogni anno*

Eeguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

### **01.02.14.I03 Sostituzione quadro**

---

*Cadenza: ogni 20 anni*

Eeguire la sostituzione del quadro quando usurato o per un adeguamento alla normativa.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_





**Quadro di comando e regolazione - Interventi in 6 mesi**

Pulizia general...	inizio
	1 settimana
	2 settimane
	3 settimane
	1 mese
	5 settimane
	6 settimane
	7 settimane
	2 mesi
	9 settimane
	10 settimane
	11 settimane
	3 mesi
	13 settimane
	14 settimane
	15 settimane
	4 mesi
	17 settimane
	18 settimane
	19 settimane
	5 mesi
	21 settimane
	22 settimane
	23 settimane
	6 mesi



## Elemento Manutenibile: 01.02.15

# Rotore

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Il rotore è costituito da un mozzo su cui sono fissate le pale realizzate generalmente in fibra di vetro. I rotori a due pale sono meno costosi e girano a velocità più elevate; hanno lo svantaggio di essere più rumorosi e vibrano di più di quelli a tre pale. Possono essere realizzati anche rotori con una sola pala che viene equilibrata da un contrappeso. Ci sono anche rotori con numerose pale, di solito 24, che vengono impiegati per l'azionamento diretto di macchine come le pompe. Sono stati messi a punto dei rotori con pale "mobili". Variando l'inclinazione delle pale al variare della velocità del vento è possibile mantenere costante la quantità di elettricità prodotta dall'aerogeneratore.

### **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

#### **01.02.15.R01 (Attitudine al) controllo del rumore prodotto**

*Classe di Requisiti: Acustici*

*Classe di Esigenza: Benessere*

Le pale del rotore durante il funzionamento devono garantire un livello di rumore entro i limiti prescritti dalla legge in materia di acustica ambientale.

#### **Prestazioni:**

I rotori devono funzionare in modo da mantenere il livello di rumore nei limiti indicati dalla normativa. Tali valori possono essere oggetto di verifiche che vanno eseguite sia con gli impianti funzionanti che con gli impianti fermi.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Il valore del livello di pressione  $L_p$  misurato deve essere inferiore a quello imposto dalla normativa dove:

$$L_p = L_w - 20 \log(r) - A_h - 8 \text{dB}$$

Per l'esecuzione delle verifiche devono essere noti i valori di  $L_w$  dichiarati dal produttore dell'aerogeneratore.

#### **Riferimenti normativi:**

Legge 26.10.1995, n. 447; D.P.C.M. 1.3.1991.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.02.15.A01 Anomalie mozzo**

Difetti di tenute dell'attacco mozzo-pale.

#### **01.02.15.A02 Anomalie cuscinetti**

Difetti di funzionamento dei cuscinetti delle pale.

#### **01.02.15.A03 Anomalie pale**

Deformazioni e/o imbarcamenti delle pale per cui si verificano malfunzionamenti.

---

**01.02.15.A04 Difetti sistema bloccaggio**

Difetti di funzionamento del sistema di bloccaggio del rotore.

---

**01.02.15.A05 Vibrazioni**

Difetti di serraggio delle pale al mozzo per cui si verificano fenomeni di vibrazioni.

---

**CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

**01.02.15.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che le pale girino liberamente senza eccessivo rumore e senza vibrazioni.

Requisiti da verificare: 1) .

Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie pale*; 2) *Anomalie cuscinetti*; 3) *Vibrazioni*.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

---

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

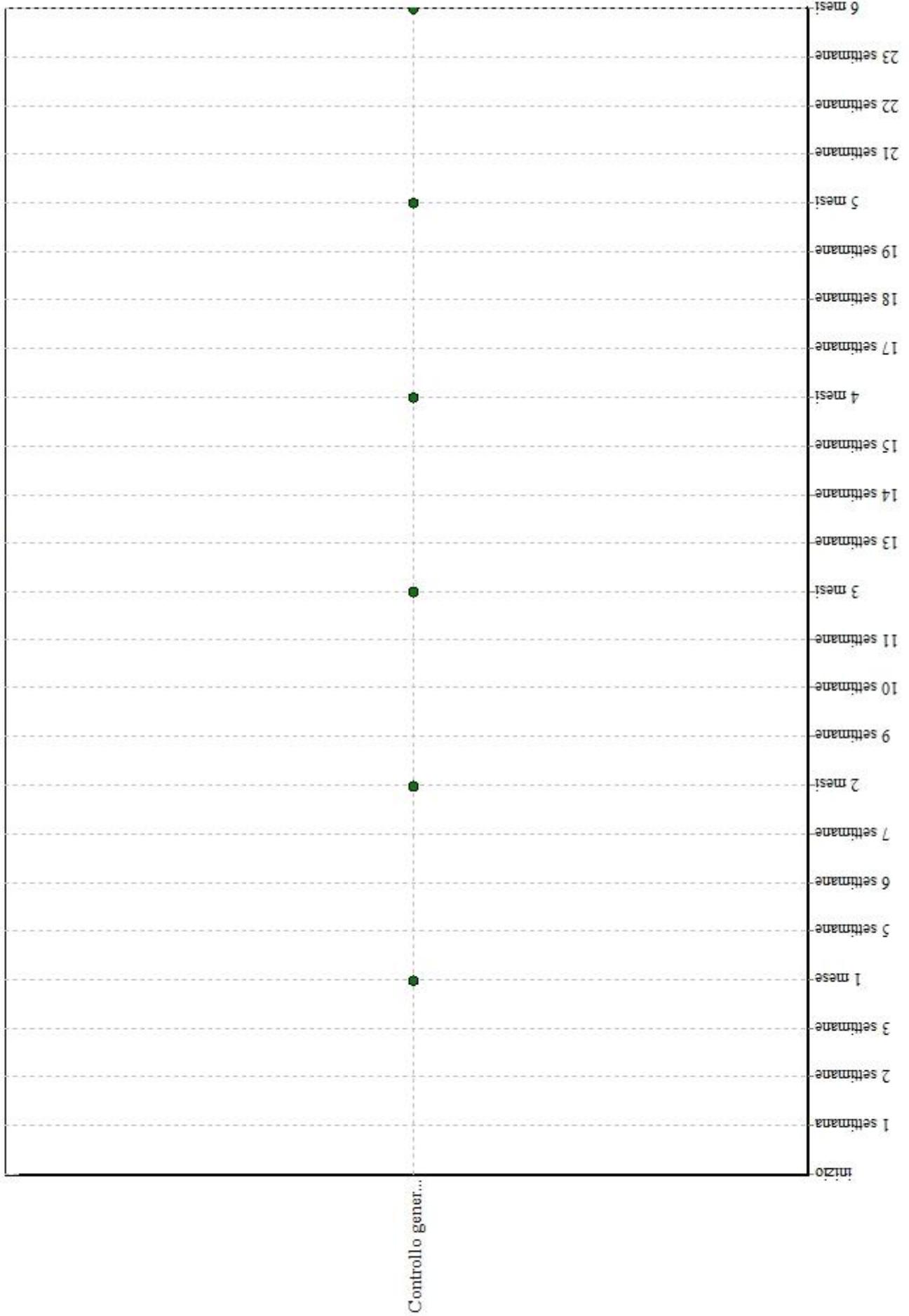
**01.02.15.I01 Lubrificazione**

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire il rabbocco dell'olio lubrificante.

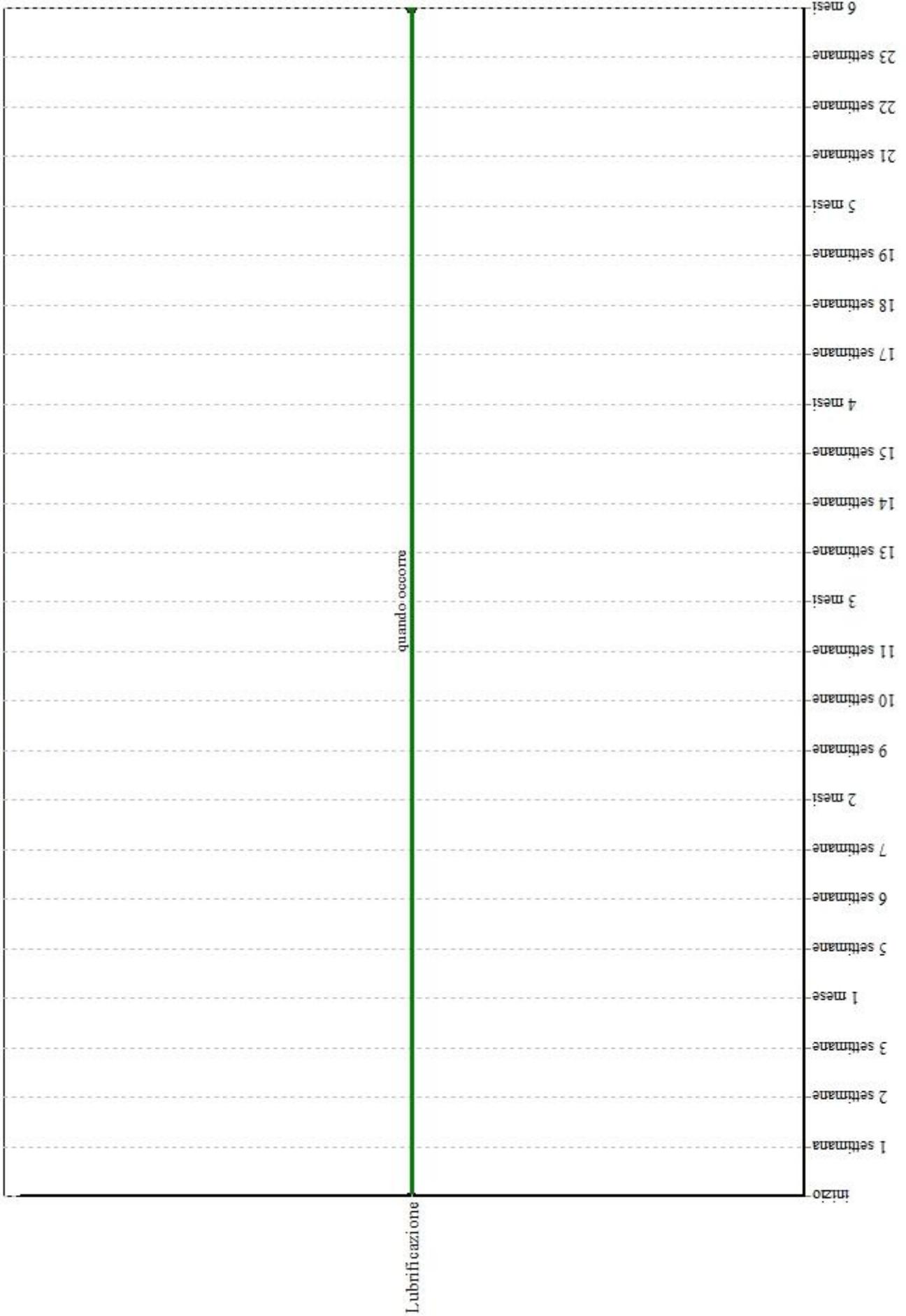
Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Rotore - Controlli in 6 mesi**





**Rotore - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.16

# Scaricatori di sovratensione

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Quando in un impianto elettrico la differenza di potenziale fra le varie fasi o fra una fase e la terra assume un valore di tensione maggiore al valore della tensione normale di esercizio, si è in presenza di una sovratensione.

A fronte di questi inconvenienti, è buona regola scegliere dispositivi idonei che assicurano la protezione degli impianti elettrici; questi dispositivi sono denominati scaricatori di sovratensione.

Generalmente gli scaricatori di sovratensione sono del tipo estraibili; sono progettati per scaricare a terra le correnti e sono costituiti da una cartuccia contenente un varistore la cui vita dipende dal numero di scariche e dall'intensità di corrente di scarica che fluisce nella cartuccia.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.16.A01 Anomalie dei contatti ausiliari***

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### ***01.02.16.A02 Anomalie delle molle***

Difetti di funzionamento delle molle.

#### ***01.02.16.A03 Anomalie degli sganciatori***

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### ***01.02.16.A04 Difetti agli interruttori***

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### ***01.02.16.A05 Difetti varistore***

Esaurimento del varistore delle cartucce dello scaricatore.

#### ***01.02.16.A06 Difetti spie di segnalazione***

Difetti delle spie luminose indicatrici del funzionamento.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.16.C01 Controllo generale***

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle placchette, e dei coperchi delle cassette.

Controllare il corretto funzionamento delle spie di segnalazione della carica delle cartucce.

---

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

## ***MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

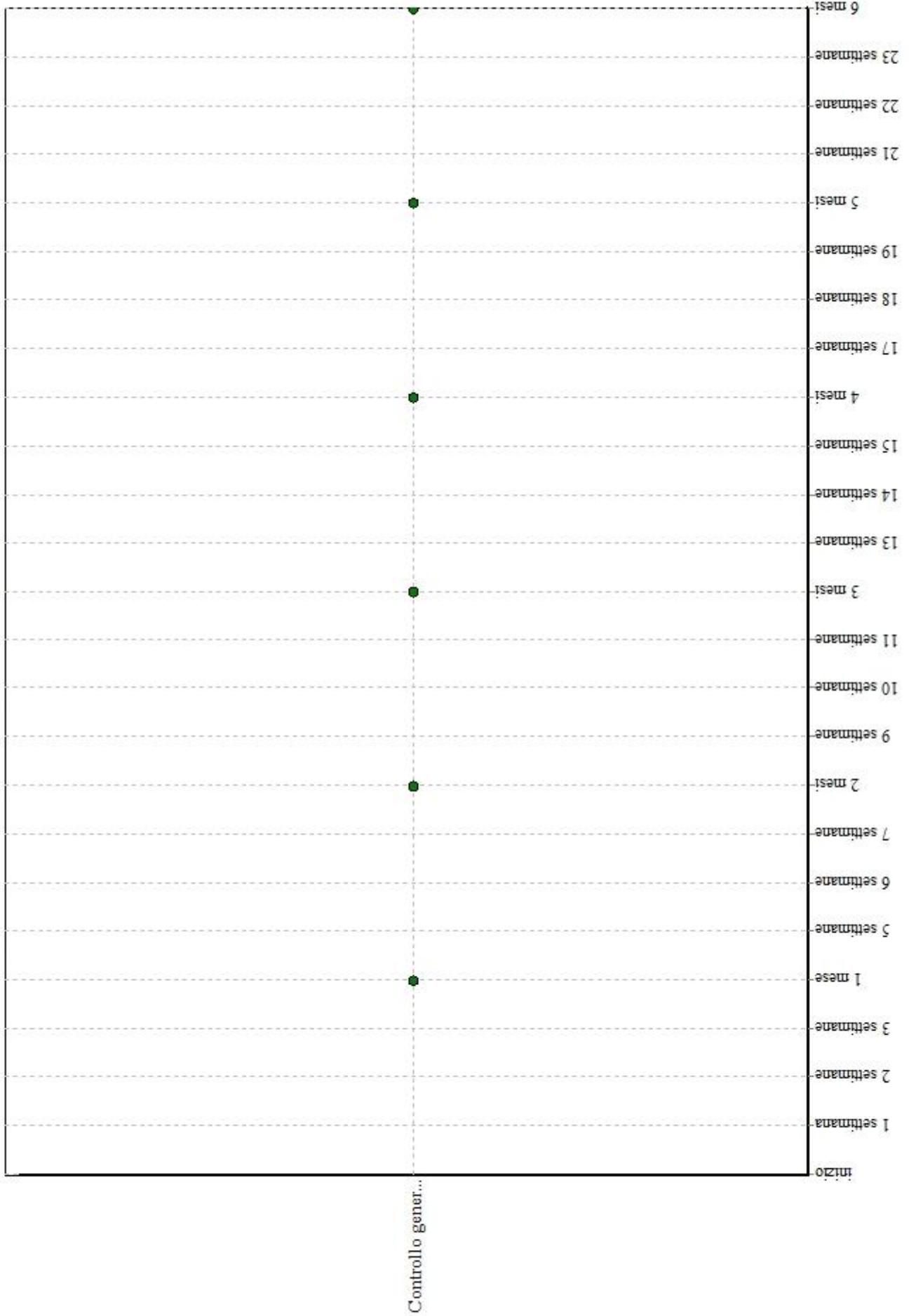
### ***01.02.16.I01 Sostituzioni cartucce***

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, le cartucce dello scaricatore di sovratensione.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Scaricatori di sovratensione - Controlli in 6 mesi**





### Scaricatori di sovratensione - Interventi in 6 mesi





## Elemento Manutenibile: 01.02.17

# Sistema di controllo angolo di pitch

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Il sistema di controllo dell'angolo di Pitch interviene quando la velocità del vento diventa eccessiva; tale sistema aumentando l'angolo di pitch ferma il rotore fino alla "messa in bandiera" (il carico aerodinamico sulle pale viene in tal modo ridotto al minimo).

Al crescere della velocità del vento, si può ridurre l'angolo di Pitch anziché aumentarlo allo scopo di causare intenzionalmente lo stallo e in modo da ridurre la potenza per metterle in bandiera. Alle alte velocità del vento il valore medio della potenza estratta è mantenuto prossimo al valore della potenza nominale del generatore. Quando la velocità del vento si mantiene al di sotto della potenza nominale l'angolo di Pitch è generalmente mantenuto fisso per limitare l'usura del meccanismo di regolazione (in queste condizioni si riduce l'efficienza della turbina ma migliora l'affidabilità complessiva del sistema).

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.17.A01 Difetti ai leverismi***

Difetti di funzionamento dei dispositivi di leverismi.

#### ***01.02.17.A02 Difetti di taratura***

Difetti di taratura del sistema di regolazione e controllo del dispositivo frenante.

#### ***01.02.17.A03 Difetti di tenuta***

Difetti di tenuta del sistema idraulico con conseguente abbassamento del livello della pressione di esercizio.

#### ***01.02.17.A04 Instabilità***

Fenomeni di instabilità per eccessiva velocità.

#### ***01.02.17.A05 Vibrazioni***

Fenomeni di vibrazione per eccessiva velocità delle pale.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.17.C01 Controllo generale***

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare le condizioni generali del sistema e che lo stesso si attivi in caso di vento eccessivo.

Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti ai leverismi.*

Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*\_

---

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

### ***01.02.17.101 Registrazione***

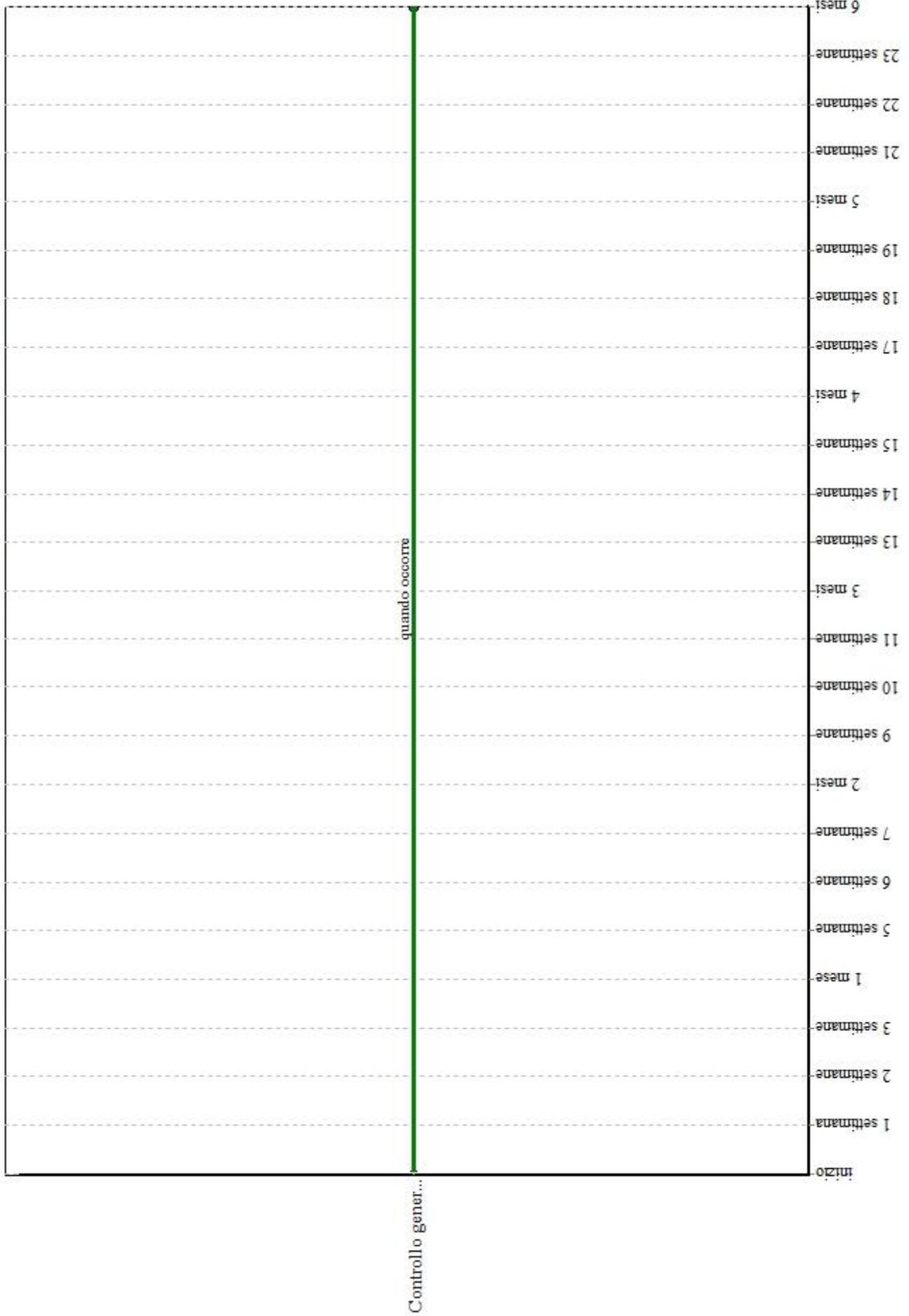
---

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Eeguire la registrazione e la taratura del dispositivo di controllo del sistema frenante.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

### Sistema di controllo angolo di pitch - Controlli in 6 mesi





**Sistema di controllo angolo di pitch - Interventi in 6 mesi**

Registrazione	inizio	1 settimana	2 settimane	3 settimane	1 mese	5 settimane	6 settimane	7 settimane	2 mesi	9 settimane	10 settimane	11 settimane	3 mesi	13 settimane	14 settimane	15 settimane	4 mesi	17 settimane	18 settimane	19 settimane	5 mesi	21 settimane	22 settimane	23 settimane	6 mesi
---------------	--------	-------------	-------------	-------------	--------	-------------	-------------	-------------	--------	-------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------



## Elemento Manutenibile: 01.02.18

# Sistema di controllo di stallo

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

In una turbina eolica che ruota a velocità costante, al crescere della velocità del vento incidente, aumenta l'angolo di attacco delle pale. Oltre una certa velocità il flusso d'aria inizia a distaccarsi dalla superficie esterna delle pale, creando il cosiddetto fenomeno dello stallo. Tale fenomeno si presenta inizialmente in prossimità del mozzo e progredisce verso l'estremità della pala all'aumentare della velocità del vento, fornendo un meccanismo automatico passivo di regolazione della potenza.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.18.A01 Difetti ai leverismi***

Difetti di funzionamento dei dispositivi di leverismi.

#### ***01.02.18.A02 Difetti di taratura***

Difetti di taratura del sistema di regolazione e controllo del dispositivo frenante.

#### ***01.02.18.A03 Difetti di tenuta***

Difetti di tenuta del sistema idraulico con conseguente abbassamento del livello della pressione di esercizio.

#### ***01.02.18.A04 Instabilità***

Fenomeni di instabilità per eccessiva velocità.

#### ***01.02.18.A05 Vibrazioni***

Fenomeni di vibrazione per eccessiva velocità delle pale.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.18.C01 Controllo generale***

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare le condizioni generali del sistema e che lo stesso si attivi in caso di vento eccessivo.

Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti ai leverismi.*

Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*\_

### ***MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

### ***01.02.18.I01 Registrazione***

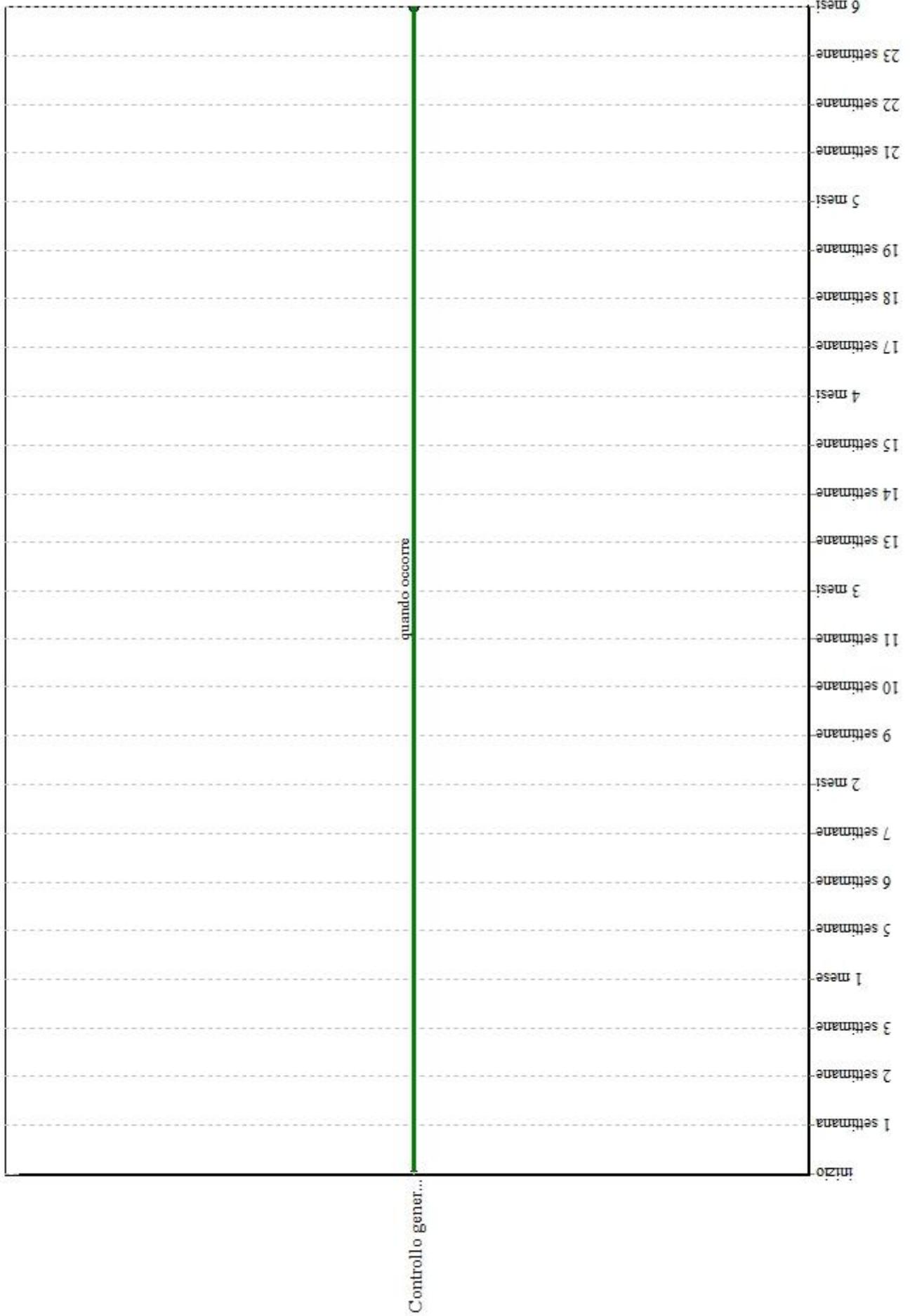
---

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Eeguire la registrazione e la taratura del dispositivo di controllo del sistema frenante.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Sistema di controllo di stallo - Controlli in 6 mesi**





**Sistema di controllo di stallo - Interventi in 6 mesi**

inizio	1 settimana	2 settimane	3 settimane	1 mese	5 settimane	6 settimane	7 settimane	2 mesi	9 settimane	10 settimane	11 settimane	3 mesi	13 settimane	14 settimane	15 settimane	4 mesi	17 settimane	18 settimane	19 settimane	5 mesi	21 settimane	22 settimane	23 settimane	6 mesi			
Registrazione																											



## Elemento Manutenibile: 01.02.19

# Sistema di dispersione

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Il sistema di dispersione è l'insieme dei corpi metallici in contatto elettrico con il terreno utilizzati per disperdere correnti elettriche.

Possono essere del tipo "intenzionale" o "di fatto".

Il sistema di dispersione intenzionale è installato unicamente con lo scopo di mettere a terra gli impianti elettrici mentre il dispersore di fatto è un corpo metallico in contatto diretto con il terreno (ad es. i ferri di armatura delle fondazioni degli aerogeneratori).

## **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

### **01.02.19.R01 Resistenza alla corrosione**

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

#### **Prestazioni:**

La resistenza alla corrosione degli elementi e dei materiali del sistema di dispersione dell'impianto di messa a terra viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma UNI ISO 9227

#### **Livello minimo della prestazione:**

Per garantire un'adeguata protezione occorre che i dispersori di terra rispettino i valori di  $V_s$  indicati dalla norma UNI di settore.

#### **Riferimenti normativi:**

D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; Legge 1.3.1968, n. 186; CEI 64-8; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI S/423.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.02.19.A01 Corrosioni**

Corrosione del materiale costituente il sistema di dispersione. Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.02.19.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i componenti (quali connessioni, pozzetti, capicorda, ecc.) del sistema di dispersione siano in buone condizioni e non ci sia presenza di corrosione di detti elementi. Verificare inoltre la presenza dei cartelli indicatori degli schemi elettrici.

Requisiti da verificare: *1) Resistenza alla corrosione.*

Anomalie riscontrabili: *1) Corrosioni.*

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### ***01.02.19.101 Misura della resistività del terreno***

*Cadenza: ogni 12 mesi*

Effettuare una misurazione del valore della resistenza di terra.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

### ***01.02.19.102 Sostituzione dispersori***

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i dispersori danneggiati o deteriorati.

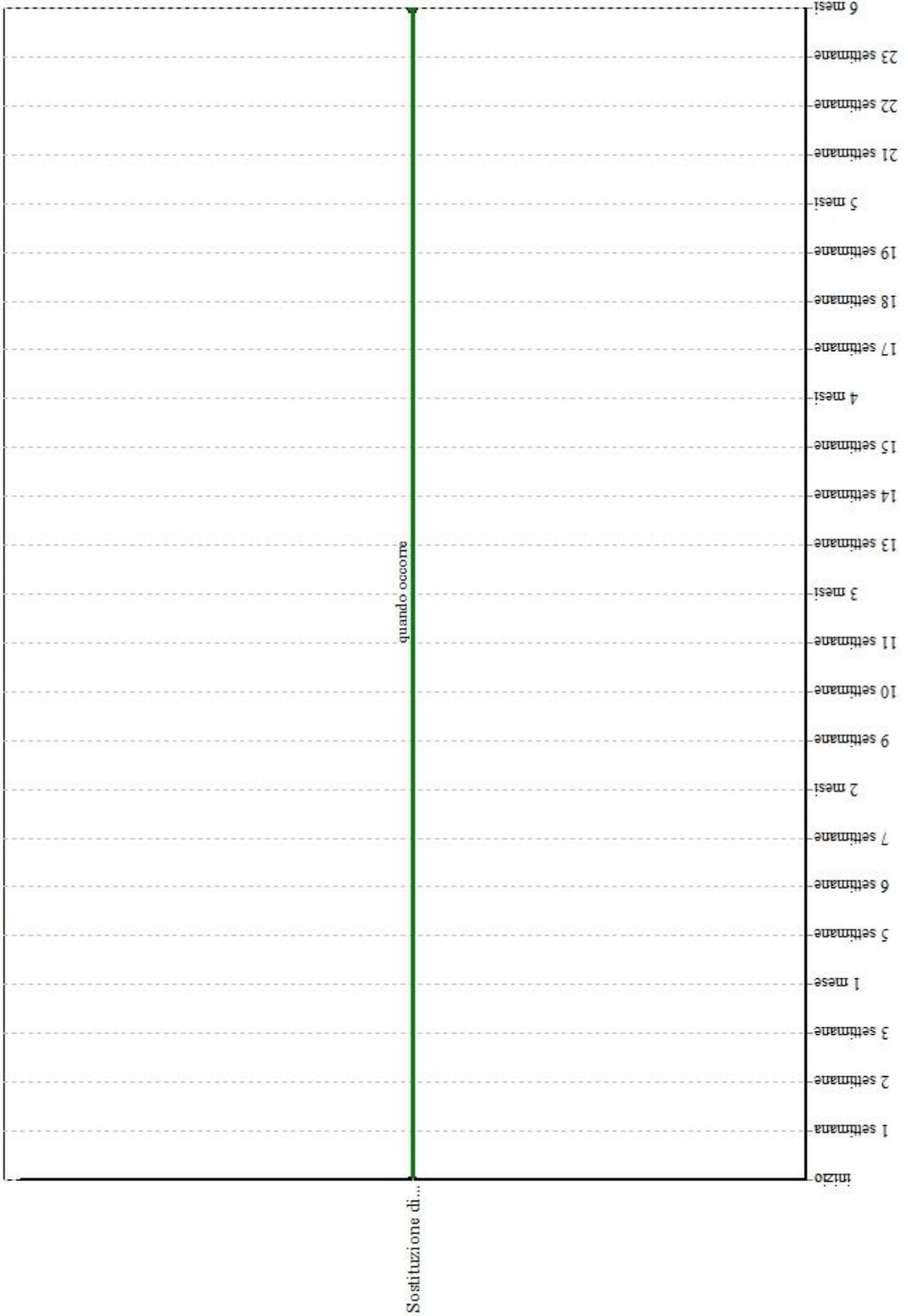
Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Sistema di dispersione - Controlli in 6 mesi**

	inizio
	1 settimana
	2 settimane
	3 settimane
	1 mese
	5 settimane
	6 settimane
	7 settimane
	2 mesi
	9 settimane
	10 settimane
	11 settimane
	3 mesi
	13 settimane
	14 settimane
	15 settimane
	4 mesi
	17 settimane
	18 settimane
	19 settimane
	5 mesi
	21 settimane
	22 settimane
	23 settimane
	6 mesi



**Sistema di dispersione - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.02.20

# Sistema di equipotenzializzazione

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

I conduttori equipotenziali sono gli elementi che collegano le masse alle masse estranee e queste ultime tra di loro allo scopo di garantire l'equipotenzialità; i conduttori equipotenziali principali collegano al morsetto principale di terra le masse estranee.

### **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

#### **01.02.20.R01 Resistenza alla corrosione**

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Il sistema di equipotenzializzazione dell'impianto deve essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

**Prestazioni:**

La resistenza alla corrosione dei conduttori equipotenziali principali e supplementari dell'impianto di messa a terra viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma di settore.

**Livello minimo della prestazione:**

Per garantire un'adeguata protezione occorre che i conduttori equipotenziali principali e supplementari rispettino i valori di  $V_s$  indicati dalla norma UNI di settore.

**Riferimenti normativi:**

D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; Legge 1.3.1968, n. 186; CEI 64-8; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI S/423.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.02.20.A01 Corrosione**

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

#### **01.02.20.A02 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio dei bulloni del sistema di equipotenzializzazione.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.02.20.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i componenti (quali conduttori, ecc.) siano in buone condizioni. Verificare inoltre che siano in buone condizioni i serraggi dei bulloni.

Requisiti da verificare: *1) Resistenza alla corrosione.*

Anomalie riscontrabili: *1) Corrosione; 2) Difetti di serraggio.*

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### ***01.02.20.101 Sostituzione degli equipotenzializzatori***

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli equipotenzializzatori danneggiati o deteriorati.

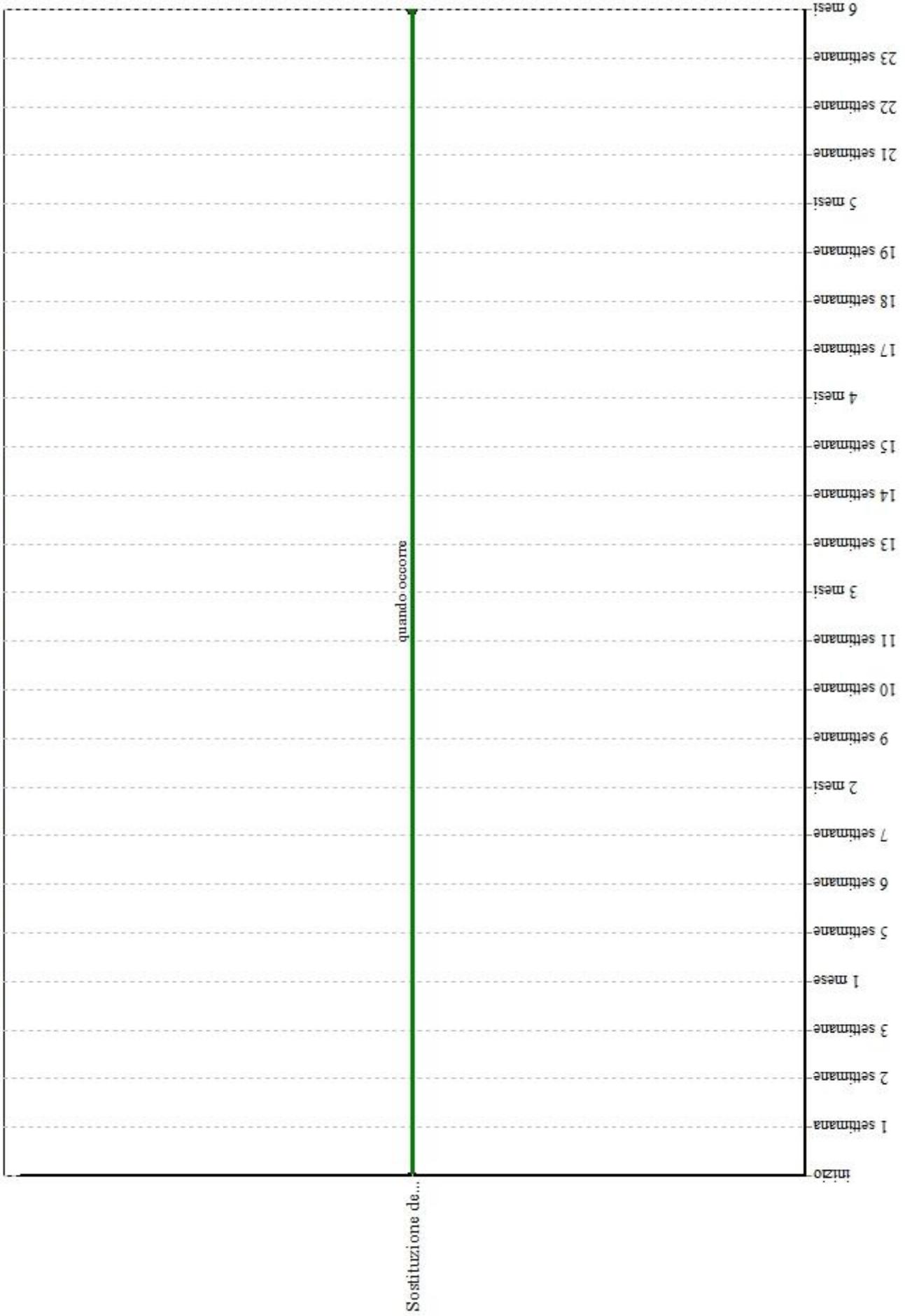
Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Sistema di equipotenzializzazione - Controlli in 6 mesi**

inizio	1 settimana	2 settimane	3 settimane	1 mese	5 settimane	6 settimane	7 settimane	2 mesi	9 settimane	10 settimane	11 settimane	3 mesi	13 settimane	14 settimane	15 settimane	4 mesi	17 settimane	18 settimane	19 settimane	5 mesi	21 settimane	22 settimane	23 settimane	6 mesi
--------	-------------	-------------	-------------	--------	-------------	-------------	-------------	--------	-------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------



### Sistema di equipotenzializzazione - Interventi in 6 mesi





## Elemento Manutenibile: 01.02.21

# Sistema frenante

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

Il sistema frenante è un dispositivo di sicurezza che serve a bloccare l'aerogeneratore in caso di vento eccessivo; è generalmente costituito da due sistemi indipendenti di arresto delle pale:

- sistema di frenaggio aerodinamico;
- sistema di frenaggio meccanico.

Il sistema aerodinamico viene utilizzato per controllare la potenza dell'aerogeneratore, come freno di emergenza in caso di sovravelocità del vento e per arrestare il rotore.

Il sistema meccanico viene utilizzato per completare l'arresto del rotore e come freno di stazionamento.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.02.21.A01 Anomalie disco***

Difetti di funzionamento del freno a disco del sistema idraulico.

#### ***01.02.21.A02 Anomalie pinze***

Difetti di funzionamento delle pinze del sistema meccanico.

#### ***01.02.21.A03 Difetti ai leverismi***

Difetti di funzionamento dei dispositivi di leverismi che azionano il paracadute.

#### ***01.02.21.A04 Difetti di serraggio***

Difetti di serraggio del limitatore al paracadute.

#### ***01.02.21.A05 Difetti di taratura***

Difetti di taratura del sistema di regolazione e controllo del dispositivo frenante.

#### ***01.02.21.A06 Difetti di tenuta***

Difetti di tenuta del sistema idraulico con conseguente abbassamento del livello della pressione di esercizio.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.02.21.C01 Controllo generale***

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare le condizioni generali e lo stato di usura del sistema di frenatura.

---

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### ***01.02.21.I01 Registrazione***

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Eeguire la registrazione e la taratura del dispositivo di controllo del sistema frenante.

Ditte specializzate: *Elettricista.*\_

**Sistema frenante - Controlli in 6 mesi**

Controllo gener...	inizio	1 settimana	2 settimane	3 settimane	1 mese	5 settimane	6 settimane	7 settimane	2 mesi	9 settimane	10 settimane	11 settimane	3 mesi	13 settimane	14 settimane	15 settimane	4 mesi	17 settimane	18 settimane	19 settimane	5 mesi	21 settimane	22 settimane	23 settimane	6 mesi
--------------------	--------	-------------	-------------	-------------	--------	-------------	-------------	-------------	--------	-------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------



**Sistema frenante - Interventi in 6 mesi**

Registrazione	6 mesi
	23 settimane
	22 settimane
	21 settimane
	5 mesi
	19 settimane
	18 settimane
	17 settimane
	4 mesi
	15 settimane
	14 settimane
	13 settimane
	3 mesi
	11 settimane
	10 settimane
	9 settimane
	2 mesi
	7 settimane
	6 settimane
	5 settimane
	1 mese
	3 settimane
	2 settimane
	1 settimana
	inizio



## Elemento Manutenibile: 01.02.22

# Torri cilindriche in acciaio

Unità Tecnologica: 01.02

Sistemi eolici

La torre è la parte più grande e più pesante dell'aerogeneratore; infatti la sua altezza va da 1 a 1,8 volte il diametro del rotore e viene determinata in base ad alcuni criteri:

- nei siti con alta turbolenza devono essere utilizzate torri alte per assicurare un'alta resa e un basso sforzo sulle macchine;

- le turbolenze diminuiscono con l'altezza dal suolo e di conseguenza aumenta la velocità.

### **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

#### **01.02.22.R01 Resistenza alla corrosione**

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

La torre deve essere realizzata in modo da contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

**Prestazioni:**

Per la realizzazione delle strutture di sostegno devono essere utilizzati materiali adeguati e all'occorrenza devono essere previsti sistemi di protezione in modo da contrastare il fenomeno della corrosione.

**Livello minimo della prestazione:**

Per la verifica della resistenza alla corrosione possono essere condotte prove in conformità a quanto previsto dalla normativa di settore.

**Riferimenti normativi:**

D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI EN ISO 1461.

#### **01.02.22.R02 Resistenza meccanica**

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

La torre deve essere realizzata in modo da non subire disgregazioni se sottoposti all'azione di carichi accidentali.

**Prestazioni:**

La torre deve essere realizzata con materiali e finiture in grado di garantire stabilità e sicurezza.

**Livello minimo della prestazione:**

La torre deve essere realizzata e dimensionata in modo da sopportare i carichi previsti in fase di progetto (peso proprio, carichi accidentali, ecc.).

**Riferimenti normativi:**

D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI EN ISO 1461.

### **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

**01.02.22.A01 Corrosione**

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici costituenti la struttura dei telai di sostegno.

**01.02.22.A02 Decolorazione**

Alterazione cromatica della superficie.

**01.02.22.A03 Deformazione**

Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.

**01.02.22.A04 Difetti di montaggio**

Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).

**01.02.22.A05 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno ed i relativi collettori.

**01.02.22.A06 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

**01.02.22.A07 Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

**CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO****01.02.22.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.

Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*

Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazione*; 2) *Difetti di montaggio*; 3) *Fessurazioni, microfessurazioni*; 4) *Corrosione*; 5) *Difetti di serraggio.*

Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*\_

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO****01.02.22.I01 Ripristino rivestimenti**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il ripristino dei rivestimenti superficiali quando si presentano fenomeni di corrosione.

Ditte specializzate: *Generico.*\_

### ***01.02.22.I02 Serraggio***

---

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire il ripristino dei serraggi degli elementi di sostegno e/o degli elementi di unione.

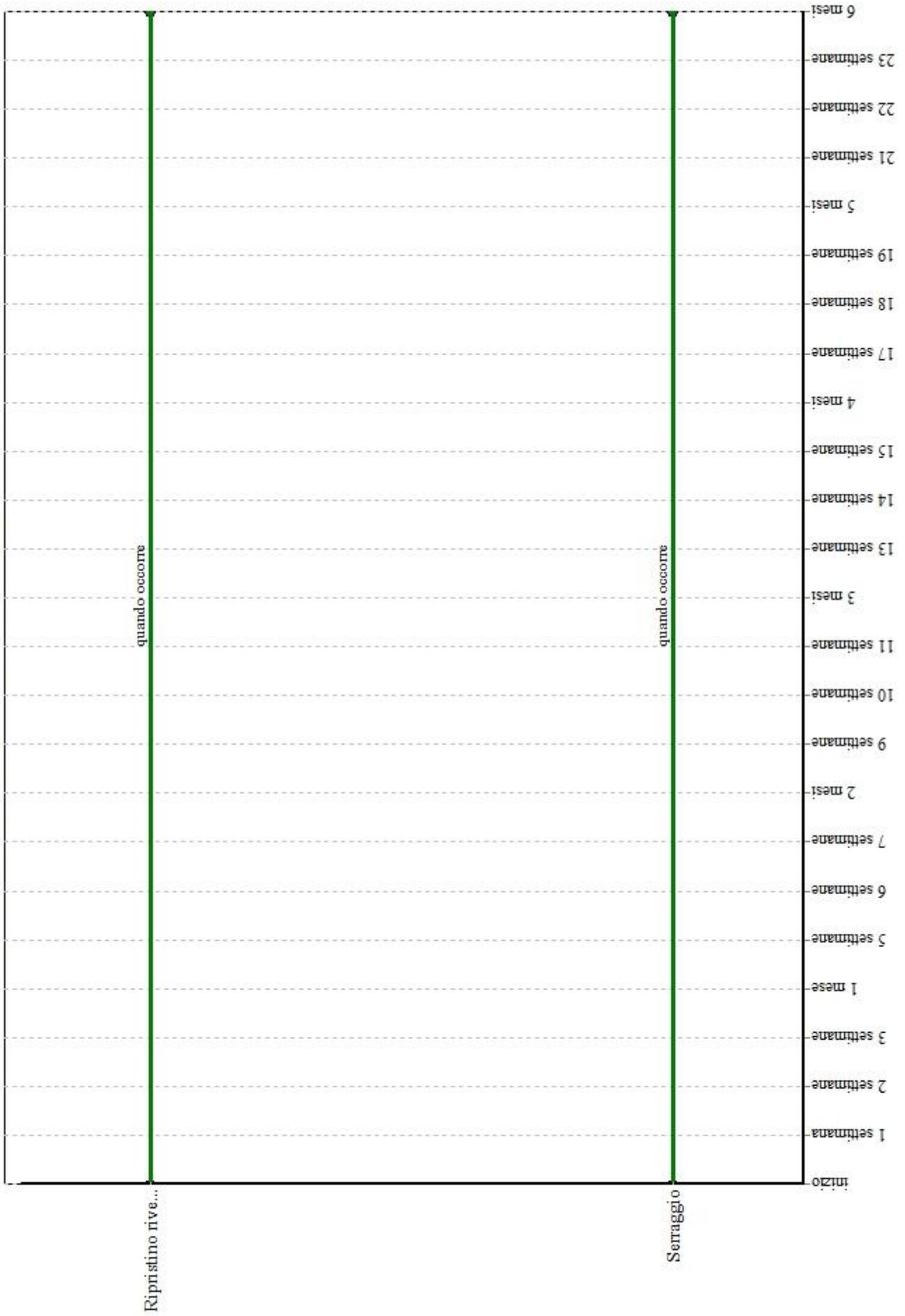
Ditte specializzate: *Generico.*\_

**Torri cilindriche in acciaio - Controlli in 6 mesi**

Controllo gener...	inizio	1 settimana	2 settimane	3 settimane	1 mese	5 settimane	6 settimane	7 settimane	2 mesi	9 settimane	10 settimane	11 settimane	3 mesi	13 settimane	14 settimane	15 settimane	4 mesi	17 settimane	18 settimane	19 settimane	5 mesi	21 settimane	22 settimane	23 settimane	6 mesi
--------------------	--------	-------------	-------------	-------------	--------	-------------	-------------	-------------	--------	-------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------



### Torri cilindriche in acciaio - Interventi in 6 mesi





## Unità Tecnologica: 01.03

# Strade

Le strade rappresentano parte delle infrastrutture della viabilità che permettono il movimento o la sosta veicolare e il movimento pedonale. La classificazione e la distinzione delle strade viene fatta in base alla loro natura ed alle loro caratteristiche:

- autostrade;
- strade extraurbane principali;
- strade extraurbane secondarie;
- strade urbane di scorrimento;
- strade urbane di quartiere;
- strade locali.

Da un punto di vista delle caratteristiche degli elementi della sezione stradale si possono individuare: la carreggiata, la banchina, il margine centrale, i cigli, le cunette, le scarpate e le piazzole di sosta. Le strade e tutti gli elementi che ne fanno parte vanno mantenuti periodicamente non solo per assicurare la normale circolazione di veicoli e pedoni ma soprattutto nel rispetto delle norme sulla sicurezza e la prevenzione di infortuni a mezzi e persone.

Nel progetto in esame si parte da una rete di strade statali (extraurbane secondarie) e ci si inoltra all'interno del parco eolico mediante strade locali che, caso per caso, saranno adeguate o aperte ex-novo.

La viabilità sarà del tipo a carreggiata singola con larghezza di 5,00 m e due banchine laterali da 0,50 m per una larghezza totale di 6,00 m.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

### 01.03.R01 Accessibilità

*Classe di Requisiti: Funzionalità tecnologica*

*Classe di Esigenza: Funzionalità*

Le strade, le aree a sosta e gli altri elementi della viabilità devono essere dimensionati ed organizzati in modo da essere raggiungibile e praticabile, garantire inoltre la sicurezza e l'accessibilità durante la circolazione da parte dell'utenza.

#### **Prestazioni:**

Le strade, le aree a sosta e gli altri elementi della viabilità devono assicurare la normale circolazione di veicoli e pedoni ma soprattutto essere conformi alle norme sulla sicurezza e alla prevenzione di infortuni a mezzi e persone.

I tipi di strade possono essere distinti in:

- A (Autostrade extraurbane) con intervallo di velocità (km/h)  $90 < V_p \leq 140$ ;
- A (Autostrade urbane) con intervallo di velocità (km/h)  $80 < V_p \leq 140$ ;
- B (Strade extraurbane principali) con intervallo di velocità (km/h)  $70 < V_p \leq 120$ ;
- C (Strade extraurbane secondarie) con intervallo di velocità (km/h)  $60 < V_p \leq 100$ ;
- D (Strade urbane di scorrimento) con intervallo di velocità (km/h)  $50 < V_p \leq 80$ ;
- E (Strade urbane di quartiere) con intervallo di velocità (km/h)  $40 < V_p \leq 60$ ;
- F (Strade locali extraurbane) con intervallo di velocità (km/h)  $40 < V_p \leq 100$ ;
- F (Strade locali urbane) con intervallo di velocità (km/h)  $25 < V_p \leq 60$ .

#### **Livello minimo della prestazione:**

Caratteristiche geometriche delle strade:

- Carreggiata: larghezza minima pari ai 3,50 m; deve essere dotata di sovrastruttura estesa per una larghezza di 0,30 m da entrambi i lati della carreggiata;
- Striscia di delimitazione verso la banchina: deve avere larghezza pari a 0,12 m nelle strade di tipo F, deve avere larghezza pari a 0,15 m nelle strade di tipo C, D, E; deve avere larghezza pari a 0,25 m nelle strade di tipo A, B; la striscia di separazione tra una corsia di marcia e una eventuale corsia supplementare per veicoli lenti deve avere larghezza  $\Rightarrow$  a 0,20 m;
- Banchina: deve avere una larghezza minima pari a: 2,50 m nelle strade di tipo A; 1,75 m nelle strade di tipo B; 1,50

- nelle strade di tipo C; 1,00 m nelle strade di tipo D e F (extraurbane); 0,50 m nelle strade di tipo E e F (Urbane);
- Cigli o arginelli in rilevato: hanno profondità  $\geq 0,75$  m nelle strade di tipo A, D, C, D e  $\geq 0,50$  m per le strade di tipo E e F;
  - Cunette: devono avere una larghezza  $\geq 0,80$  m;
  - Piazzole di soste: le strade di tipo B, C, e F extraurbane devono essere dotate di piazzole di sosta con dimensioni minime: larghezza 3,00 m; lunghezza 20,00 m + 25,00 m + 20,00 m;
  - Pendenza longitudinale: nelle strade di tipo A (Urbane), B e D = 6%; nelle strade di tipo C = 7%; nelle strade di tipo E = 8%; nelle strade di tipo F = 10%; nelle strade di tipo A (extraurbane) = 5%;
  - Pendenza trasversale: nei rettifili 2,5 %; nelle curve compresa fra 3,5% e 7%.
- Caratteristiche geometriche minime della sezione stradale (BOLL. UFF. CNR N.60 DEL 26.4.1978)

- Strade primarie Tipo di carreggiate: a senso unico separate da spartitraffico Larghezza corsie: 3,50 m N. corsie per senso di marcia: 2 o più Larghezza minima spartitraffico centrale: 1,60 m con barriere Larghezza corsia di emergenza: 3,00 m Larghezza banchine: - Larghezza minima marciapiedi: - Larghezza minima fasce di pertinenza: 20 m
- Strade di scorrimento Tipo di carreggiate: Separate ovunque possibile Larghezza corsie: 3,25 m N. corsie per senso di marcia: 2 o più Larghezza minima spartitraffico centrale: 1,10 m con barriere Larghezza corsia di emergenza: - Larghezza banchine: 1,00 m Larghezza minima marciapiedi: 3,00 m Larghezza minima fasce di pertinenza: 15 m
- Strade di quartiere Tipo di carreggiate: a unica carreggiata in doppio senso Larghezza corsie: 3,00 m N. corsie per senso di marcia: 1 o più con cordolo sagomato o segnaletica Larghezza minima spartitraffico centrale: 0,50 m Larghezza corsia di emergenza: - Larghezza banchine: 0,50 m Larghezza minima marciapiedi: 4,00 m Larghezza minima fasce di pertinenza: 12m
- Strade locali Tipo di carreggiate: a unica carreggiata in doppio senso Larghezza corsie: 2,75 m N. corsie per senso di marcia: 1 o più Larghezza minima spartitraffico centrale: - Larghezza corsia di emergenza: - Larghezza banchine: 0,50 m Larghezza minima marciapiedi: 3,00 m Larghezza minima fasce di pertinenza: 5,00

#### Riferimenti normativi:

Legge 9.1.1989, n. 13; Legge 24.11.2006, n. 286; Legge 27.12.2006, n. 296; Legge 2.4.2007, n. 40; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; D.Lgs. 30.4.1992, n. 285; D.Lgs. 10.9.1993, n. 360; D.P.R. 24.5.1988, n. 236; D.P.R. 16.12.1992, n. 495; D.P.R. 6.6.2001, n. 380; D.M. Lavori Pubblici 2.4.1968, n. 1444; D.M. Lavori Pubblici 11.4.1968, n. 1404; D.M. Lavori Pubblici 14.6.1989, n. 236; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; D.M. Infrastrutture e Trasporti 5.11.2001; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; C.M. Lavori Pubblici 8.8.1986, n. 2575; C.M. Infrastrutture e Trasporti 29.5.2002, n. 401; Direttiva M.I.T. 25.8.2004; Legge 13 febbraio 2012, n. 11; Decreto Legge 13 maggio 2011, n. 70 convertito con modificazioni dalla Legge 12 luglio 2011, n. 106; Legge 12 novembre 2011, n. 183; D.Lgs. 1° settembre 2011, n. 150; Legge 29 luglio 2010, n. 120; Legge 15 luglio 2009, n. 94; UNI EN 13242; UNI EN 13285; UNI EN ISO

14688-1; CNR UNI 10007; Bollettino Ufficiale CNR 26.4.1978, n. 60; Bollettino Ufficiale CNR 28.7.1980, n. 78; Bollettino Ufficiale CNR 15.4.1983, n. 90.

***L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:***

°01.03.01 Banchina

°01.03.02 Carreggiata

°01.03.03 Pavimentazione stradale in macadam

°01.03.04 Piazzole di sosta

°01.03.05 Scarpate

## Elemento Manutenibile: 01.03.01

# Banchina

Unità Tecnologica: 01.03

Strade

È una parte della strada, libera da qualsiasi ostacolo (segnaletica verticale, delineatori di margine, dispositivi di ritenuta), compresa tra il margine della carreggiata e il più vicino tra i seguenti elementi longitudinali: marciapiede, spartitraffico, arginello, ciglio interno della cunetta e ciglio superiore della scarpata nei rilevati.

### **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

#### **01.03.01.R01 Controllo geometrico**

*Classe di Requisiti: Controllabilità tecnologica*

*Classe di Esigenza: Controllabilità*

La banchina deve essere realizzata secondo dati geometrici di norma.

#### **Prestazioni:**

Per un effettivo utilizzo della banchina, questa dovrà essere realizzata secondo dati dimensionali dettati dalle vigenti norme di codice stradale.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Dati dimensionali minimi:

- larghezza compresa fra 1,00 m a 3,00-3,50 m;
- nelle grandi arterie la larghezza minima è di 3,00 m.

#### **Riferimenti normativi:**

Legge 9.1.1989, n. 13; Legge 24.11.2006, n. 286; Legge 27.12.2006, n. 296; Legge 2.4.2007, n. 40; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; D.Lgs. 30.4.1992, n. 285; D.Lgs. 10.9.1993, n. 360; D.P.R. 24.5.1988, n. 236; D.P.R. 16.12.1992, n. 495; D.P.R. 6.6.2001, n. 380; D.M. Lavori Pubblici 2.4.1968, n. 1444; D.M. Lavori Pubblici 11.4.1968, n. 1404; D.M. Lavori Pubblici 14.6.1989, n. 236; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; D.M. Infrastrutture e Trasporti 5.11.2001; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; C.M. Lavori Pubblici 8.8.1986, n. 2575; C.M. Infrastrutture e Trasporti 29.5.2002, n. 401; Direttiva M.I.T. 25.8.2004; Legge 13 febbraio 2012, n. 11; Decreto Legge 13 maggio 2011, n. 70 convertito con modificazioni dalla Legge 12 luglio 2011, n. 106; Legge 12 novembre 2011, n. 183; D.Lgs. 1° settembre 2011, n. 150; Legge 29 luglio 2010, n. 120; Legge 15 luglio 2009, n. 94; UNI EN 13242; UNI EN 13285; UNI EN ISO 14688-1; CNR UNI 10007; Bollettino Ufficiale CNR 26.4.1978, n. 60; Bollettino Ufficiale CNR 28.7.1980, n. 78; Bollettino Ufficiale CNR 15.4.1983, n. 90.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.03.01.A01 Cedimenti**

Consistono nella variazione della sagoma stradale caratterizzati da avvallamenti e crepe localizzati per cause diverse (frane, diminuzione e/o insufficienza della consistenza degli strati sottostanti, ecc.)

#### **01.03.01.A02 Deposito**

Accumulo di detriti, fogliame e di altri materiali estranei.

### **01.03.01.A03 Presenza di vegetazione**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di piante, licheni, muschi lungo le superfici stradali.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.03.01.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo*

Controllo dello stato generale. Verifica dell'assenza di eventuali buche e/o altre anomalie (cedimenti, sollevamenti, difetti di pendenza, fessurazioni, ecc.). Controllo dello stato dei giunti. Controllo dell'integrità della striscia di segnaletica di margine verso la banchina.

Requisiti da verificare: 1) *Accessibilità*; 2) *Controllo geometrico*.

Anomalie riscontrabili: 1) *Cedimenti*; 2) *Deposito*; 3) *Presenza di vegetazione*.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

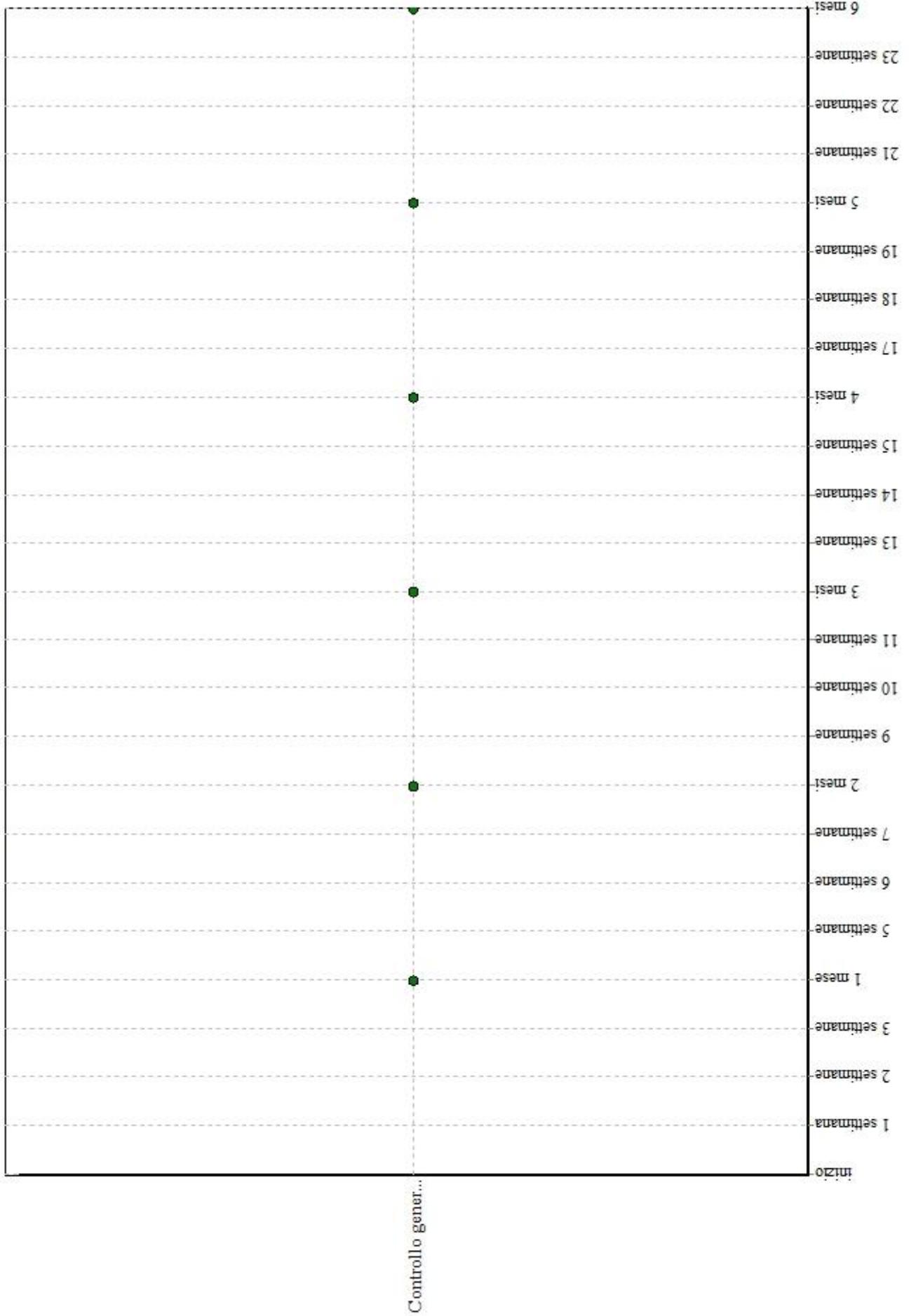
### **01.03.01.I01 Ripristino carreggiata**

*Cadenza: quando occorre*

Riparazioni di eventuali buche e/o fessurazioni mediante ripristino degli strati di fondo, pulizia e rifacimento degli strati superficiali con l'impiego di bitumi stradali a caldo. Rifacimento di giunti degradati.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

**Banchina - Controlli in 6 mesi**





**Banchina - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.03.02

# Carreggiata

Unità Tecnologica: 01.03

Strade

È la parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli. Essa può essere composta da una o più corsie di marcia. La superficie stradale è pavimentata ed è limitata da strisce di margine (segnaletica orizzontale).

### **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

#### **01.03.02.R01 Accessibilità**

*Classe di Requisiti: Sicurezza d'uso*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

La carreggiata deve essere accessibile ai veicoli ed alle persone se consentito.

#### **Prestazioni:**

La carreggiata dovrà essere dimensionata secondo quanto previsto dalle norme in materia di circolazione stradale.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Dimensioni minime:

- la carreggiata dovrà avere una larghezza minima pari a 3,50 m;
- deve essere dotata di sovrastruttura estesa per una larghezza di 0,30 m da entrambi i lati della carreggiata.

#### **Riferimenti normativi:**

Legge 9.1.1989, n. 13; Legge 24.11.2006, n. 286; Legge 27.12.2006, n. 296; Legge 2.4.2007, n. 40; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; D.Lgs. 30.4.1992, n. 285; D.Lgs. 10.9.1993, n. 360; D.P.R. 24.5.1988, n. 236; D.P.R. 16.12.1992, n. 495; D.P.R. 6.6.2001, n. 380; D.M. Lavori Pubblici 2.4.1968, n. 1444; D.M. Lavori Pubblici 11.4.1968, n. 1404; D.M. Lavori Pubblici 14.6.1989, n. 236; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; D.M. Infrastrutture e Trasporti 5.11.2001; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; C.M. Lavori Pubblici 8.8.1986, n. 2575; C.M. Infrastrutture e Trasporti 29.5.2002, n. 401; Direttiva M.I.T. 25.8.2004; Legge 13 febbraio 2012, n. 11; Decreto Legge 13 maggio 2011, n. 70 convertito con modificazioni dalla Legge 12 luglio 2011, n. 106; Legge 12 novembre 2011, n. 183; D.Lgs. 1° settembre 2011, n. 150; Legge 29 luglio 2010, n. 120; Legge 15 luglio 2009, n. 94; UNI EN 13242; UNI EN 13285; UNI EN ISO 14688-1; CNR UNI 10007; Bollettino Ufficiale CNR 26.4.1978, n. 60; Bollettino Ufficiale CNR 28.7.1980, n. 78; Bollettino Ufficiale CNR 15.4.1983, n. 90.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.03.02.A01 Buche**

Consistono nella mancanza di materiale dalla superficie del manto stradale a carattere localizzato e con geometrie e profondità irregolari spesso fino a raggiungere gli strati inferiori, ecc.).

#### **01.03.02.A02 Cedimenti**

Consistono nella variazione della sagoma stradale caratterizzati da avvallamenti e crepe localizzati per cause diverse (frane, diminuzione e/o insufficienza della consistenza degli strati sottostanti, ecc.).

### **01.03.02.A03 Sollevamento**

Variazione localizzata della sagoma stradale con sollevamento di parti interessanti il manto stradale.

### **01.03.02.A04 Usura manto stradale**

Si manifesta con fessurazioni, rotture, mancanza di materiale, buche e sollevamenti del manto stradale e/o della pavimentazione in genere.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.03.02.C01 Controllo carreggiata**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo*

Controllo dello stato generale. Verifica dell'assenza di eventuali buche e/o altre anomalie (cedimenti, sollevamenti, difetti di pendenza, fessurazioni, ecc.). Controllo dello stato dei giunti. Controllo dell'integrità della striscia di segnaletica di margine verso la banchina.

Requisiti da verificare: 1) *Accessibilità*.

Anomalie riscontrabili: 1) *Buche*; 2) *Cedimenti*; 3) *Sollevamento*; 4) *Usura manto stradale*.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

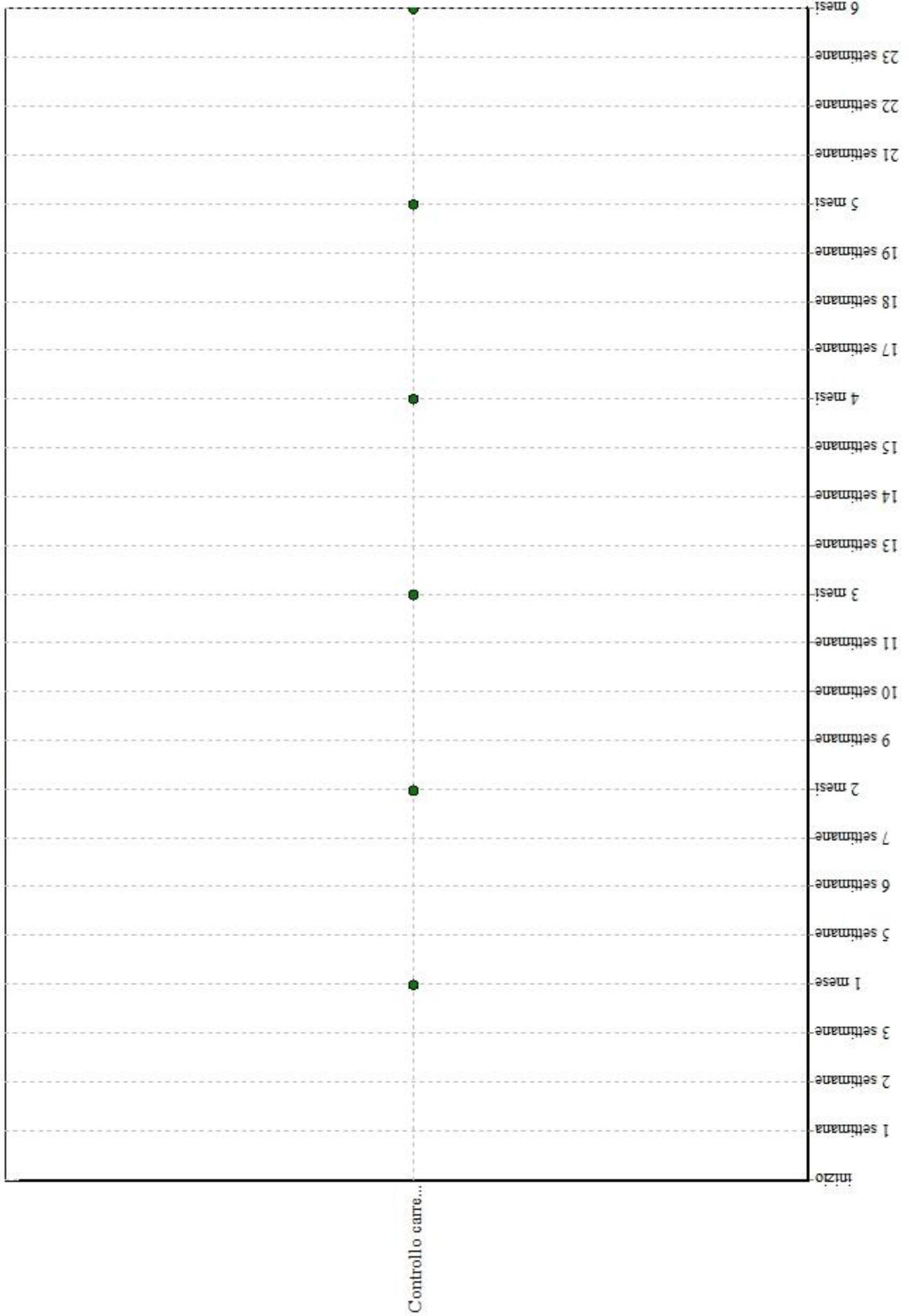
### **01.03.02.I01 Ripristino carreggiata**

*Cadenza: quando occorre*

Riparazioni di eventuali buche e/o fessurazioni mediante ripristino degli strati di fondo, pulizia e rifacimento degli strati superficiali con l'impiego di bitumi stradali a caldo. Rifacimento di giunti degradati.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

**Carreggiata - Controlli in 6 mesi**





**Carreggiata - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.03.03

# Pavimentazione stradale in macadam

Unità Tecnologica: 01.03

**Strade**

Le pavimentazioni stradali in materiali lapidei trovano il loro impiego oltre che per fattori estetici, soprattutto per la elevata resistenza all'usura. La scelta del materiale va fatta sulla scorta dell'appartenenza alla classe "A1" secondo la UNI CRN 10006-2002. La pavimentazione verrà realizzata a strati e avrà un pacchetto stradale composto da uno strato di fondazione di 40 cm e uno strato di finitura da 20 cm in misto stabilizzato con materiali ecologici

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.03.03.A01 Degrado sigillante***

Distacco e perdita di elasticità dei materiali utilizzati per le sigillature impermeabilizzanti e dei giunti.

#### ***01.03.03.A02 Deposito superficiale***

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

#### ***01.03.03.A03 Rottura***

Rottura di parti degli elementi costituenti i manufatti.

#### ***01.03.03.A04 Sollevamento e distacco dal supporto***

Sollevamento e distacco dal supporto di uno o più elementi della pavimentazione.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.03.03.C01 Controllo pavimentazione***

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo*

Controllo dello stato generale. Verifica dell'assenza di eventuali anomalie della pavimentazione (buche, cedimenti, sollevamenti, difetti di pendenza, fessurazioni, ecc.).

Anomalie riscontrabili: 1) *Degrado sigillante*; 2) *Deposito superficiale*; 3) *Rottura*; 4) *Sollevamento e distacco dal supporto*.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

### ***MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

---

### ***01.03.03.I01 Sostituzione delle parti degradate***

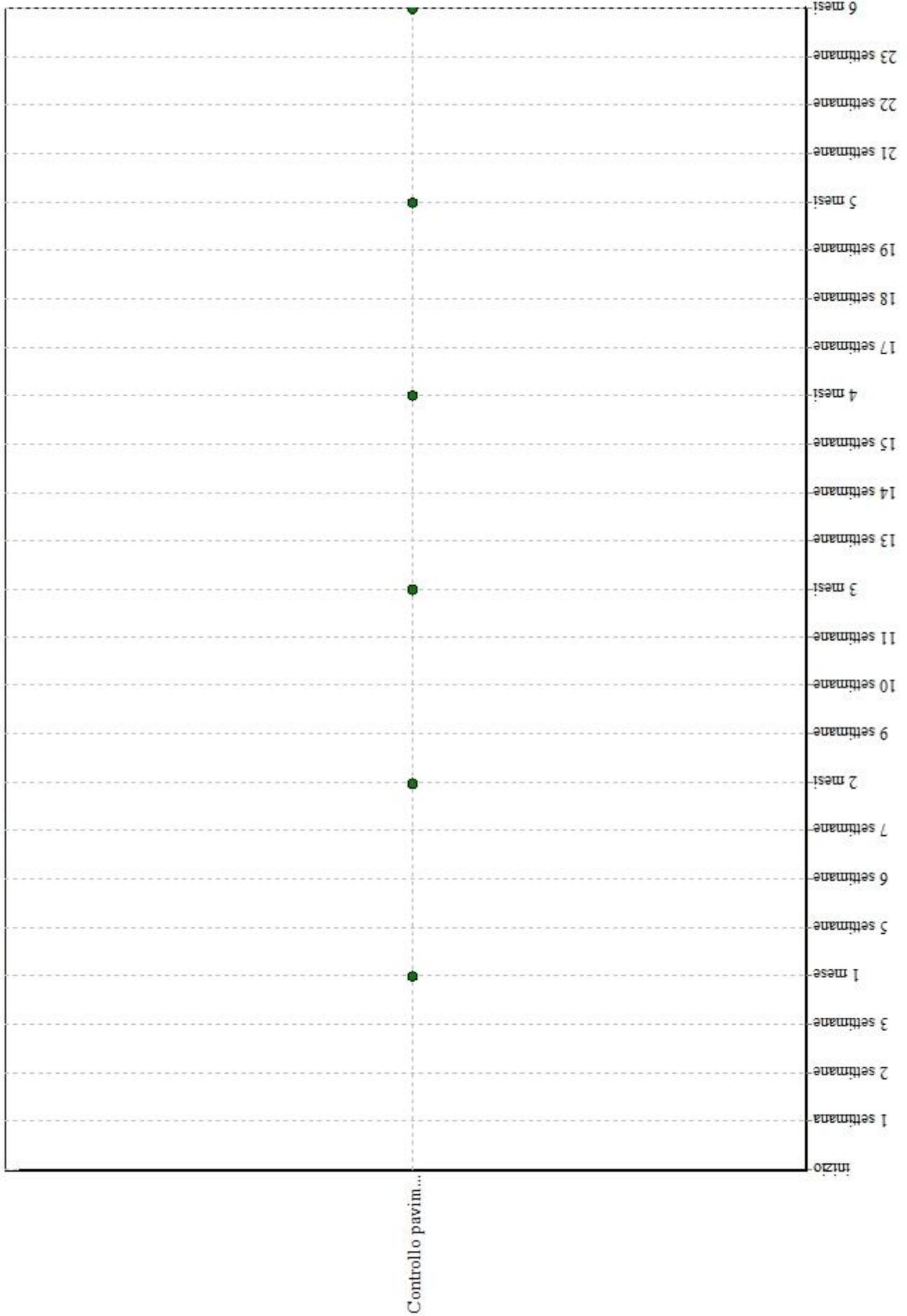
---

*Cadenza: quando occorre*

Sostituzione degli elementi usurati o rotti con altri analoghi previa rimozione delle parti deteriorate e relativa preparazione del fondo.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

**Pavimentazione stradale in macadam - Controlli in 6 mesi**





**Pavimentazione stradale in macadam - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.03.04

# Piazzole di sosta

Unità Tecnologica: 01.03

Strade

È la parte della strada adiacente alla carreggiata, separata da questa mediante striscia di margine discontinua e comprendente la fila degli stalli di sosta e la relativa corsia di manovra. In particolare le strade di tipo B, C, e F extraurbane devono essere dotate di piazzole per la sosta.

### **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

#### **01.03.04.R01 Accessibilità**

*Classe di Requisiti: Sicurezza d'uso*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Le piazzole di sosta devono essere realizzate in modo da consentire la sicurezza della circolazione dei veicoli.

#### **Prestazioni:**

E' opportuno che le piazzole di sosta siano intervallate, dimensionate e distribuite in maniera opportuna in entrambi i sensi di marcia delle strade.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Le piazzole di sosta vanno distribuite ad intervalli di circa 1000 m; Per le strade di tipo A, la lunghezza complessiva non deve essere inferiore a 65 m.

#### **Riferimenti normativi:**

Legge 9.1.1989, n. 13; Legge 24.11.2006, n. 286; Legge 27.12.2006, n. 296; Legge 2.4.2007, n. 40; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; D.Lgs. 30.4.1992, n. 285; D.Lgs. 10.9.1993, n. 360; D.P.R. 24.5.1988, n. 236; D.P.R. 16.12.1992, n. 495; D.P.R. 6.6.2001, n. 380; D.M. Lavori Pubblici 2.4.1968, n. 1444; D.M. Lavori Pubblici 11.4.1968, n. 1404; D.M. Lavori Pubblici 14.6.1989, n. 236; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; D.M. Infrastrutture e Trasporti 5.11.2001; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; C.M. Lavori Pubblici 8.8.1986, n. 2575; C.M. Infrastrutture e Trasporti 29.5.2002, n. 401; Direttiva M.I.T. 25.8.2004; Legge 13 febbraio 2012, n. 11; Decreto Legge 13 maggio 2011, n. 70 convertito con modificazioni dalla Legge 12 luglio 2011, n. 106; Legge 12 novembre 2011, n. 183; D.Lgs. 1° settembre 2011, n. 150; Legge 29 luglio 2010, n. 120; Legge 15 luglio 2009, n. 94; UNI EN 13242; UNI EN 13285; UNI EN ISO 14688-1; CNR UNI 10007; Bollettino Ufficiale CNR 26.4.1978, n. 60; Bollettino Ufficiale CNR 28.7.1980, n. 78; Bollettino Ufficiale CNR 15.4.1983, n. 90.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.03.04.A01 Buche**

Consistono nella mancanza di materiale dalla superficie del manto stradale a carattere localizzato e con geometrie e profondità irregolari spesso fino a raggiungere gli strati inferiori, ecc.).

#### **01.03.04.A02 Deposito**

Accumulo di detriti, fogliame e di altri materiali estranei.

**01.03.04.A03 Presenza di ostacoli**

Presenza di ostacoli (vegetazione, depositi, ecc.) di intralcio alle manovre degli autoveicoli.

**01.03.04.A04 Presenza di vegetazione**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di piante, licheni, muschi lungo le superfici stradali.

**01.03.04.A05 Usura manto stradale**

Si manifesta con fessurazioni, rotture, mancanza di materiale, buche e sollevamenti del manto stradale e/o della pavimentazione in genere.

**CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO****01.03.04.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo*

Controllo generale delle aree adibite a piazzole di sosta. Verifica dell'assenza di eventuali anomalie della pavimentazione. Controllare l'integrità della segnaletica orizzontale. Controllare l'assenza di crescita di vegetazione spontanea o di depositi lungo le aree.

Requisiti da verificare: 1) *Accessibilità.*

Anomalie riscontrabili: 1) *Buche;* 2) *Deposito;* 3) *Presenza di ostacoli;* 4) *Presenza di vegetazione;* 5) *Usura manto stradale.*

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

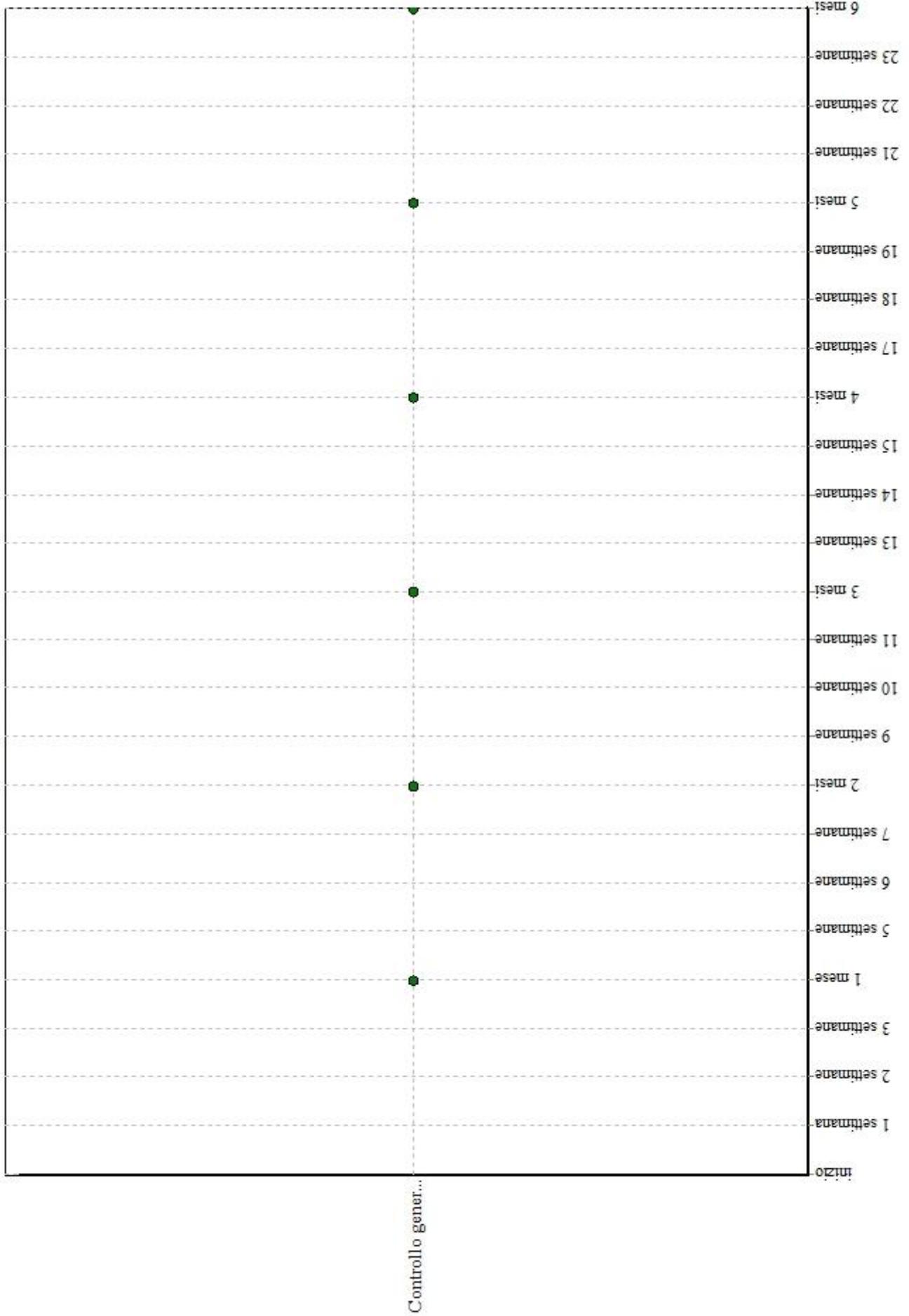
**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO****01.03.04.I01 Ripristino**

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino delle aree di sosta con integrazione del manto stradale e della segnaletica orizzontale. Rimozione di ostacoli, vegetazione, depositi, ecc.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

**Piazzole di sosta - Controlli in 6 mesi**





**Piazzole di sosta - Interventi in 6 mesi**





## Elemento Manutenibile: 01.03.05

# Scarpate

Unità Tecnologica: 01.03

Strade

La scarpata rappresenta la parte inclinata al margine esterno alla strada. E' generalmente costituita da terreno ricoperto da manto erboso e/o da ghiaia e pietrisco.

### ***ANOMALIE RISCONTRABILI***

#### ***01.03.05.A01 Deposito***

Accumulo di detriti e di altri materiali estranei.

#### ***01.03.05.A02 Frane***

Movimenti franosi dei pendii in prossimità delle scarpate.

### ***CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***01.03.05.C01 Controllo scarpate***

*Cadenza: ogni settimana*

*Tipologia: Controllo*

Controllo delle scarpate e verifica dell'assenza di erosione. Controllo della corretta tenuta della vegetazione.

Anomalie riscontrabili: 1) *Deposito*; 2) *Frane*.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

### ***MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

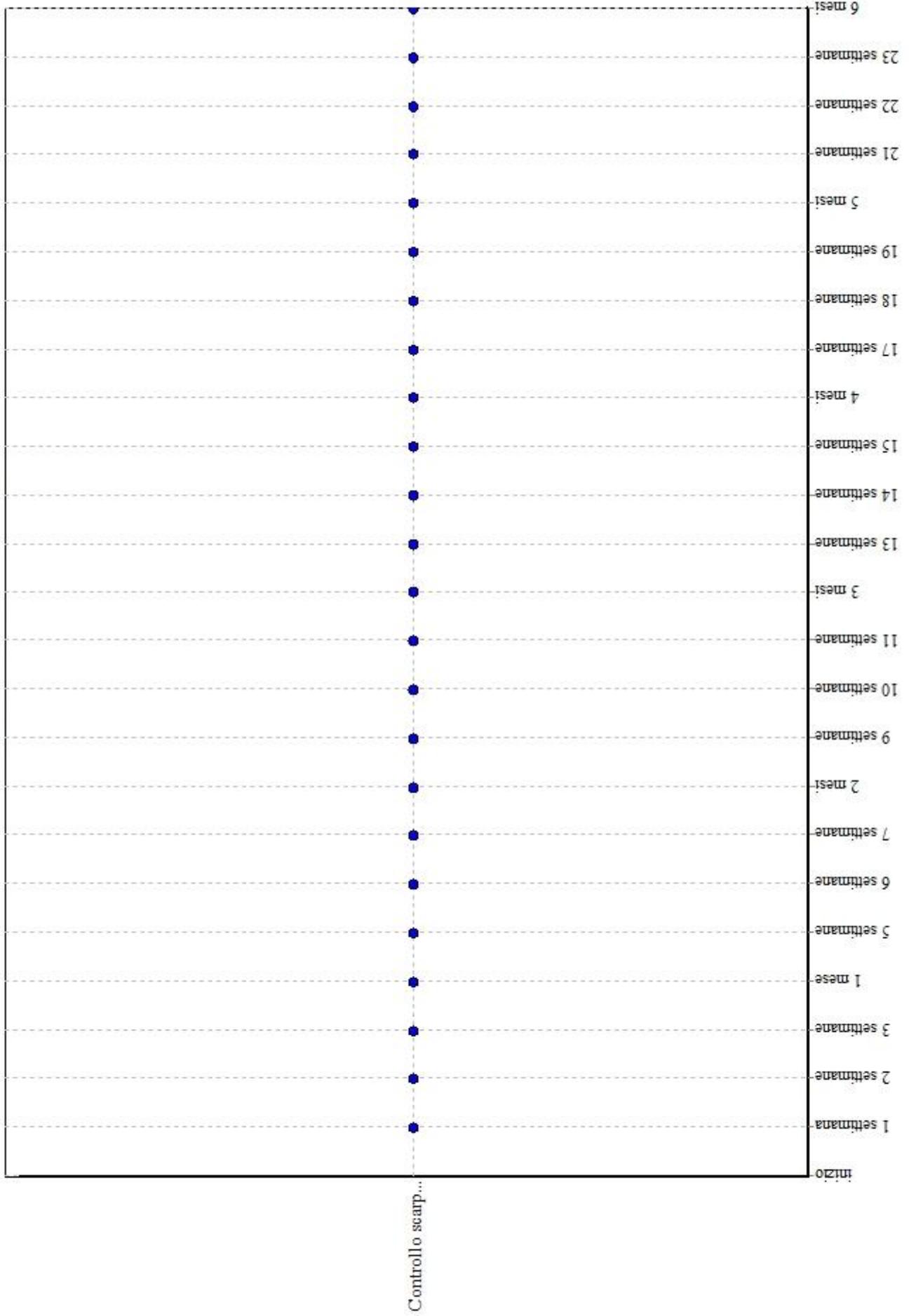
#### ***01.03.05.I01 Sistemazione scarpate***

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Taglio della vegetazione in eccesso. Sistemazione delle zone erose e ripristino delle pendenze.

Ditte specializzate: *Specializzati vari.*\_

**Scarpate - Controlli in 6 mesi**









# INDICE

<b>01 PARCO EOLICO "NURRI I.R." _</b>	<b>pag.</b>	<b>3</b>
01.01 Opere di fondazioni superficiali_		6
01.01.01 Plinti per torri eoliche_		9
01.02 Sistemi eolici _		13
01.02.01 Anemometro _		15
01.02.02 Cavidotti interrati _		19
01.02.03 Conduttori di protezione _		22
01.02.04 Controller di carica _		26
01.02.05 Convertitore statico _		30
01.02.06 Dispositivi ausiliari_		35
01.02.07 Dispositivo generale _		39
01.02.08 Generatore _		43
01.02.09 Generatore asincrono doubly feed_		47
01.02.10 Moltiplicatore di giri _		51
01.02.11 Mozzo_		55
01.02.12 Navicella e sistema di imbardata _		59
01.02.13 Pale eoliche _		63
01.02.14 Quadro di comando e regolazione_		67
01.02.15 Rotore _		72
01.02.16 Scaricatori di sovratensione_		76
01.02.17 Sistema di controllo angolo di pitch_		80
01.02.18 Sistema di controllo di stallo_		84
01.02.19 Sistema di dispersione _		88
01.02.20 Sistema di equipotenzializzazione _		92
01.02.21 Sistema frenante _		96
01.02.22 Torri cilindriche in acciaio_		100
01.03 Strade_		105
01.03.01 Banchina_		108
01.03.02 Carreggiata_		112
01.03.03 Pavimentazione stradale in macadam_		116
01.03.04 Piazzole di sosta_		120
01.03.05 Scarpate_		124

**IL TECNICO**  
ING. GIUSEPPE PILI