

REGIONE CAMPANIA



COMUNE DI COLLE SANNITA

PROVINCIA DI BENEVENTO



OGGETTO: REALIZZAZIONE IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA, AI SENSI DEL D.LGS N. 387 DEL 2003, COMPOSTO DA N° 2 AEROGENERATORI, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 6 MW, SITO NEL COMUNE DI COLLE SANNITA (BN), IN LOCALITA' "MONTE FREDDO".

ELABORATO	DESCRIZIONE	SCALA DI RAPP.
Elab-19	MONITORAGGIO MANUTENZIONE E GESTIONE DELL'IMPIANTO	
data: 12/2016		Revisione n° 00

Progettazione:
Ing. Sandro Ruopolo

REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Ing. Sandro Ruopolo	Ing. Giuseppe De Masi	Ing. Sandro Ruopolo
Ing. Giuseppe De Masi	Ing. Giuseppe Delli Priscoli	
Ing. Viviana Criscuolo		
Geom. Danilo Sgambati		



Sommario

1. INTRODUZIONE	2
2. MONITORAGGIO	4
2.1 Fase di cantiere	4
2.2 Fase di esercizio	6
3. MANUTENZIONE	9
3.1 Manutenzione aerogeneratori	12
3.2 Manutenzione sistema elettrico	13
3.3 Manutenzione opere civili e viabilità	14
4. ANALISI DEI RISCHI	15
4.1 Campi elettrici e magnetici	15
4.2 Distacco di una pala o parte di essa durante il moto.....	16
4.3 Fulminazione atmosferica	17
5. DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI	18

1. INTRODUZIONE

Il progetto in esame consiste nella realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica da realizzare nel comune di Colle Sannita in provincia di Benevento caratterizzato da una potenza elettrica installata di 6 MW, ottenuta attraverso l'impiego di 2 aerogeneratori da 3,0 MW nominali, ricadenti nelle località "Monte Freddo".

L'energia prodotta verrà trasferita alla cabina di consegna MT (Impianto di utenza per la connessione) sita nel Comune di Colle Sannita, mediante cavi interrati in MT, per essere successivamente immessa nella rete elettrica. Si prevederà la realizzazione di una cabina di utenza MT da collegare in antenna all'esistente Cabina Primaria (CP) AT/MT "Colle Sannita" di proprietà di Enel distribuzione.

Un impianto eolico ha in media una vita stimabile in 25 – 30 anni per cui la gestione e la manutenzione hanno una rilevanza e un costo non trascurabili.

La sua gestione sarà affidata ad un team caratterizzato da elevate competenze specialistiche nella conduzione di questa tipologia di impianti.

Manutenzione e gestione sono finalizzate ad una serie di obiettivi e standard da mantenere, quali:

1. l'impianto non deve precludere in nessun caso l'esercizio delle attività agricole dei fondi confinanti né di ogni altro tipo di attività preesistente;
2. l'attività di funzionamento dell'impianto non interferisce con la migrazione e le attività delle specie volatili a rischio di estinzione;
3. protezione dell'impianto eolico in caso di incendio;
4. massimizzare e ottimizzare le performance dell'impianto.

Per rispettare questi standard devono essere implementate una serie di azioni che riguardano gli aerogeneratori, la linea elettrica, le sottostazioni, ma anche la viabilità interna al campo e le piazzole.

Saranno quindi previste la manutenzione delle strade di accesso e delle superfici, delle gru, dell'area della rete del parco eolico e dei terreni, il monitoraggio remoto attivo e passivo

giornaliero degli aerogeneratori, il coordinamento, monitoraggio e test successivi dei lavori di manutenzione del WTG, della sottostazione e della stazione di consegna, la registrazione di dati di introiti, tempi di fermo e disponibilità, nonché l'analisi di tutti i dati operativi con lo scopo di prevenire anomalie future.

Particolare attenzione sarà posta nello smaltimento degli oli esausti derivanti dal funzionamento dell'impianto eolico che saranno adeguatamente trattati presso il “ Consorzio obbligatorio degli oli esausti”.

Infine, è utile sottolineare la particolare attenzione che bisognerà dedicare al revamping, ovvero alla revisione delle caratteristiche costruttive e funzionali dell'impianto quali sostituzione dei rotori o dell'intera turbina, o riprogrammazione del sistema di gestione delle macchine.

2. MONITORAGGIO

La vigilanza continua delle macchine in funzione, nonché dei processi per la realizzazione dell'impianto, si eseguiranno attraverso opportuna strumentazione che misura le grandezze caratteristiche (velocità, consumo, produzione, ecc.)

Le attività di monitoraggio dovranno svolgersi, necessariamente, sia nella fase di cantiere che nella fase di esercizio.

L'impianto sarà dotato, quindi, di un sofisticato sistema di monitoraggio e controllo che fornirà informazioni utili al suo esercizio nell'arco delle 24 ore, con la possibilità di analizzare i dati relativi alle prestazioni con il massimo grado di accuratezza.

Le macchine aerogeneratrici saranno dotate di sistemi di autodiagnosi, che forniranno tutte le necessarie informazioni agli operatori per individuare eventuali anomalie e programmare un puntuale intervento sul campo.

2.1 Fase di cantiere

Il controllo in fase di cantiere sarà svolto, nell'ambito della Direzione lavori, da un "Direttore Operativo Ambientale" che dovrà verificare e certificare non solo il rispetto delle misure previste per l'eliminazione o, quantomeno, per l'attenuazione degli effetti negativi sull'ambiente previste nel presente Studio, ma anche l'eventuale rispetto delle prescrizioni impartite dall'autorità ambientale.

Tale attività sarà testimoniata dalla tenuta di un "giornale dei lavori ambientale" (su cui saranno annotate tutte le attività giornaliere con riferimento alle tematiche ambientali), da documentazione fotografica significativa e da una relazione finale di sintesi. Tale documentazione farà parte del collaudo finale dell'impianto.

Le opere di maggiore rilevanza saranno costituite dalla realizzazione della viabilità di servizio all'impianto, delle piazzole e delle opere per l'allestimento del cantiere.

Nel caso specifico, oltre all'adeguamento della viabilità esistente, nel progetto è prevista la realizzazione di una nuova viabilità di servizio per garantire il transito dei mezzi che trasporteranno le componenti della pala eolica.

Il corpo stradale, così come la porzione della piazzola adibita allo stazionamento dei mezzi di sollevamento durante l'installazione, sarà realizzato con fondazione in tout-venant di cava, misto cementato e stabilizzato, mediamente per uno spessore di 70 cm.

Dopo l'installazione degli aerogeneratori, la viabilità e le piazzole realizzate verranno ridotte in modo da garantire ad un automezzo di raggiungere le pale per effettuare le ordinarie operazioni di manutenzione.

La parte cantieristica più complessa è l'installazione degli aerogeneratori. In questa fase diventa importante saper coordinare le varie fasi di lavoro, per consentire il transito in sicurezza lungo la viabilità pubblica ai normali mezzi di trasporto. In sintesi, l'installazione della turbina tipo in cantiere prevede le seguenti fasi:

1. Montaggio gru.
2. Trasporto e scarico materiali
3. Preparazione Navicella
4. Controllo delle torri e del loro posizionamento
5. Montaggio torre
6. Sollevamento della navicella e relativo posizionamento
7. Montaggio del mozzo
8. Montaggio della passerella porta cavi e dei relativi cavi
9. Sollevamento delle pale e relativo posizionamento sul mozzo
10. Montaggio tubi per il dispositivo di attuazione del passo
11. Collegamento dei cavi al quadro di controllo a base torre
12. Spostamento gru tralicciata. Smontaggio e rimontaggio braccio gru.

In fase di realizzazione delle opere saranno predisposti i seguenti accorgimenti:

- Conservare il terreno vegetale al fine della sua ricollocazione in sito;
- Non interferire con le infrastrutture esistenti.

Durante la fase di cantiere verranno usate macchine operatrici (escavatori, dumper, ecc.) a norma, sia per quanto attiene le emissioni in atmosfera che per i livelli di rumorosità; periodicamente sarà previsto il carico, il trasporto e lo smaltimento, presso una discarica autorizzata, dei materiali e delle attrezzature di rifiuto in modo da ripristinare, a fine lavori, l'equilibrio del sito (viabilità, zona agricola, ecc.).

Relativamente all'approvvigionamento di materia prima, si prevede di utilizzare le cave di inerti autorizzate presenti in zona.

2.2 Fase di esercizio

In fase di esercizio è previsto un sistema di gestione che tende ad ottimizzare la produzione e migliorare le performance dell'impianto.

Ogni aerogeneratore è controllato mediante un microprocessore che garantisce un controllo completo dal quadro agli strumenti di protezione, col quale ogni turbina eolica è in grado di auto diagnosticare eventuali problematiche e grazie ad uno schermo ed una tastiera è possibile leggere facilmente lo stato dell'aerogeneratore ed aggiustare le impostazioni.

Fondamentale risulta l'utilizzo dei Sistemi SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), ovvero dei sistemi di controllo, supervisione e acquisizione dati degli aerogeneratori.

Solitamente le case costruttrici gestiscono tali sistemi offrendo una gamma di funzioni di monitoraggio e supervisione dei parchi eolici, così come avviene per le tradizionali centrali elettriche.

Un server centrale gestisce la raccolta, la conservazione e l'elaborazione intelligente dei dati provenienti dall'intero parco eolico. Una piattaforma SCADA del tipo WebWPS permette lo scambio di dati con unità esterne come le stazioni meteorologiche e altri sistemi di monitoraggio. Sarà presente inoltre una stazione GMS.

Il sistema WebWPS SCADA installato sui WTG Vestas V136 offre un controllo remoto dotato di una varietà di visualizzazioni di stato utilizzabili da uno standard web browser di

internet. Gli stati visualizzati presentano informazioni che includono anche i dati elettrici e meccanici, oltre che meteorologici.

Il Power Plant Controller è un sistema che fornisce adeguata regolazione dell'energia, power ramping e controllo del voltaggio permettendo di ottimizzare i livelli di produzione e monitoraggio, nonché di emettere rapporti dettagliati. La rete di comunicazione è composta di cavi in fibra ottica e switches.

Le funzioni principali di un sistema SCADA sono in definitiva:

- Controllo in tempo reale della potenza attiva e reattiva dell'intero impianto eolico;
- Controllo e monitoraggio delle turbine, della strumentazione meteorologica e delle apparecchiature di sottostazione;
- Report di produttività degli impianti in modalità scritta e grafica;
- Relazione completa sul funzionamento del modulo del generatore;
- Calcolo della disponibilità;
- Informazioni on-line di ogni turbina: stato, potenza, velocità del vento, voltaggio, temperature e allarmi attivi;
- Dati disponibili su intervalli di pochi minuti, inclusi i valori medi, massimi e minimi, le deviazioni standard;
- Report della curva di potenza, incluse le curve di propagazione, nonché di riferimento e distribuzione del vento da unità multiple;
- Controllo remoto di una singola turbina o di un gruppo di turbine.

Il sistema di Telecontrollo garantisce quindi i seguenti requisiti:

- Affidabilità;
- Connessione costante agli impianti (always-on);
- Tempi di risposta rapidi;
- Manovra degli organi remoti;
- Acquisizione di misure;
- Monitoraggio di stati e condizioni impiantistiche;
- Registrazione eventi e grandezze;
- Emissione di report gestionali;
- Gestione allarmi;

- Rilevamento anomalie;
- Networking per la diffusione di informazioni, controlli o interventi remoti di manutenzione.

La centrale eolica è tipicamente monitorata tramite 2 SCADA distinti: uno per la sottostazione AT/MT e l'altro per le turbine eoliche.



In aggiunta al sistema Siemens WebWPS Scada, le turbine eoliche V-136 - 3.0 sono dotate del sistema TCM che monitora le condizioni della WTG mediante il monitoraggio del livello di vibrazioni delle componenti principali e confronta le vibrazioni registrate.

3. MANUTENZIONE

Durante la vita dell'impianto tutte le apparecchiature saranno sottoposte a ciclo di manutenzione con interventi periodici (manutenzione ordinaria) e specifici (manutenzione straordinaria). Un intervento tipico di manutenzione ordinaria comporta le seguenti attività: ingrassaggi, check meccanico, check elettrico, sostituzione di eventuali parti di usura, ecc.

La massimizzazione della disponibilità/produzione degli aerogeneratori e del sistema elettrico, si raggiunge attraverso:

- Programmazione a medio termine e concentrazione nei mesi storicamente meno ventosi (estivi) delle manutenzioni sugli aerogeneratori e sul sistema elettrico in relazione alla ventosità del sito;
- Programmazione a breve termine delle fermate in relazione alla ventosità prevista sul sito;
- Riduzione dei tempi di intervento su guasto;
- Procedure operative specifiche per garantire gli interventi massimo in 24 ore;
- Monitoraggio continuo degli impianti (sistemi SCADA) da control rooms dedicate;
- Comunicazione immediata via sms in caso di allarmi;
- Basi operative e sottostazioni elettriche nelle immediate vicinanze degli impianti;
- Impiego di imprese specializzate ed in grado di intervenire con tempestività (riparazione cavidotti, apparecchiature MT/AT, interventi sugli aerogeneratori, gru e piattaforme aeree, ecc.);
- Monitoraggio continuo dei fenomeni e dei dissesti idrogeologici / tempestività di intervento;
- Assicurare un buon rapporto con il territorio e la popolazione locale.

I costi di manutenzione e gestione di un parco eolico incidono profondamente sul bilancio totale di spesa, da qui l'esigenza indispensabile di realizzare una attività di monitoraggio da affiancare alla normale manutenzione preventiva a cadenza semestrale, che solitamente è inclusa nel rapporto di global service fra fornitore e gestore.

La manutenzione deve essere incentrata sull'affidabilità e sulla disponibilità delle macchine e se applicata correttamente è capace di:

- Fornire maggiori informazioni sulle cause e sugli effetti dei guasti, rendendo più agevole la gestione dell'impianto;
- Garantire una diminuzione delle anomalie derivanti dal naturale deterioramento degli organi di una macchina aumentando di conseguenza la disponibilità;
- Garantire una maggiore efficienza e integrità di tutti i componenti delle macchine in questione;
- Diminuire il numero e i tempi di intervento a guasto;
- Diminuire i costi di manutenzione.

Tutto ciò in sintonia con le strategie aziendali tese all'ottimizzazione dei costi della manutenzione ed alla massimizzazione della disponibilità delle macchine di produzione.

Il programma di manutenzione è diviso secondo i seguenti punti:

- manutenzione programmata;
- manutenzione ordinaria;
- manutenzione straordinaria.

La programmazione è di natura preventiva quando riguarda la struttura impiantistica, le strutture-infrastrutture edili e gli spazi esterni (piazzole, viabilità di servizio, ecc.).

La manutenzione ordinaria comprende l'attività di controllo e di intervento di tutte le unità che fanno parte dell'impianto eolico.

Per manutenzione straordinaria si intendono tutti quegli interventi che non possono essere preventivamente programmati e che sono finalizzati a ripristinare il funzionamento delle componenti impiantistiche che manifestano guasti e/o anomalie.

La manutenzione è redatta seguendo le impostazioni della norma UNI 10336 "Criteri di progettazione della manutenzione" che individua tre momenti fondamentali:

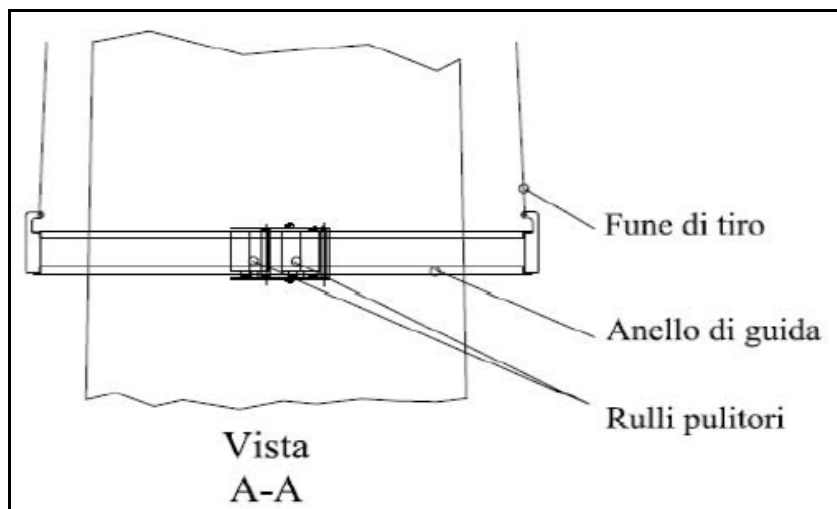
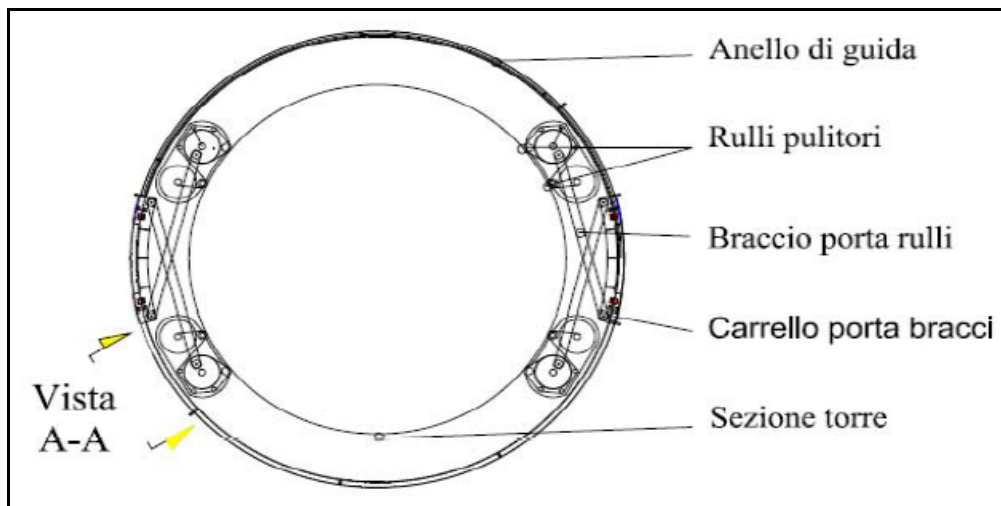
1. individuazione dei sistemi critici;
2. analisi dei guasti, loro effetti e criticità;
3. formulazione del piano di interventi.

La manutenzione riguarda tre distinti sistemi, gli aerogeneratori, il sistema elettrico e le opere civili e la viabilità. Per ognuno dei sistemi vengono riportate nel seguito le azioni da implementare per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

3.1 Manutenzione aerogeneratori

La manutenzione degli aerogeneratori deve garantire la massima disponibilità in esercizio delle singole unità, al fine di ridurre al minimo i tempi di “fuori servizio”.

Inoltre, per ottimizzare le attività in sito, si sviluppano soluzioni innovative per la pulizia delle torri con l'impiego di una attrezzatura speciale, completamente automatizzata, che usa rulli pulitori che si muovono orizzontalmente attraverso un anello guida che circonda la torre, e verticalmente attraverso funi di tiro. In questo modo si assicura la pulizia della completa superficie esterna della torre. Si riporta, nel seguito, una breve rappresentazione grafica del sistema:



I guasti degli aerogeneratori sono riconducibili a 4 tipi di categorie:

- Guasti di apparati meccanici;
- Guasti elettrici;
- Guasti elettronici;
- Interventi di resettaggio e riavvio da parte del manutentore senza impiego di materiali.

Il componente dell'aerogeneratore maggiormente critico è il rotore, per il quale si prevede un'elevata frequenza di guasto e tempi elevati di riparazione, in considerazione della difficoltà da parte dell'operatore ad arrivare nel sistema, o in caso di avaria grave, per l'intervento di una gru. Inoltre il rotore è uno degli elementi che lavorano per il maggior numero di ore durante l'anno. Particolare attenzione sarà quindi posta per il monitoraggio di questi componenti.

Le attività di manutenzione ordinaria, periodiche/ispettive riguardano le parti elettromeccaniche ed elettriche.

Le attività di manutenzione straordinaria riguardano:

- Generatori/moltiplicatori;
- Sottosistemi meccanici ed oleodinamici;
- Elettronica di potenza;
- Pale.

3.2 Manutenzione sistema elettrico

L'attenzione al sistema elettrico è volta a prevenire disservizi attraverso programmi di ispezione e manutenzione.

Manutenzioni ordinarie:

- Visiva
- Predittiva (es. termografia)
- Annuale (es. connessioni, protezioni etc.)

Manutenzioni straordinarie:

- Trasformatori AT/MT
- Trasformatori MT/BT
- Cavidotto MT
- Apparecchiature AT di SSE

3.3 Manutenzione opere civili e viabilità

Le attività di manutenzione devono garantire anche la viabilità e l'accesso sicuro ai campi eolici durante tutti i periodi dell'anno.

Manutenzioni ordinarie:

- Strade di accesso;
- Drenaggi;
- Lavori di consolidamento;
- Sgombero neve.

Manutenzioni straordinarie:

- Eventuali dissesti da frane.

4. ANALISI DEI RISCHI

4.1 Campi elettrici e magnetici

Per permettere l'immissione sulla Rete Trasmissione Nazionale (RTN) dell'energia prodotta dall'impianto eolico saranno realizzate una rete di collegamento interna al campo eolico e una nuova cabina di consegna.

La rete di collegamento a 20 kV collegherà i 2 aerogeneratori della potenza di 2 MW ciascuno, posti nel territorio di Colle Sannita (BN), alla cabina di consegna posta nel comune di Colle Sannita (BN), di proprietà di COGEIN ENERGY s.r.l. in adiacenza alla cabina primaria ENEL Distribuzione.

Alla stazione di consegna faranno capo i collegamenti a 20 kV provenienti dal campo eolico ed un breve collegamento a 20 kV interrato fino alla cabina ENEL.

Per quanto riguarda le linee elettriche a 20 kV interrate, il campo elettrico esterno risulta trascurabile in considerazione della tipologia di linea in cavo interrato, per l'effetto schermante del terreno e dello schermo metallico del cavo.

Per i conduttori che realizzano la rete interna al campo eolico ed il collegamento dello stesso alla cabina di consegna utente, vengono scelti conduttori in rame disposti in interrato della tipologia *cordato ad elica*, per i quali, secondo il punto 3.2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare del 29/05/2008 vengono generate fasce di ampiezza trascurabile e quindi non soggetti alla metodologia di calcolo prevista nel Decreto stesso.

Pertanto per tale parte di impianto non viene calcolata la Dpa (distanza di prima approssimazione) né l'area di prima approssimazione per i casi complessi quali parallelismi, incroci o cambi di direzione.

La corrente massima circolante nel cavo di collegamento, dalla navicella alla base della torre genererà un campo magnetico che sarà però schermato dalla struttura della torre in acciaio, tale da renderlo quasi totalmente nullo.

Per quanto riguarda la cabina di consegna, la Dpa, calcolata attraverso appositi strumenti analitici (rif. Relazione tecnica campi elettrici e magnetici) ha un valore di 2,0 mt.

4.2 Distacco di una pala o parte di essa durante il moto

Obiettivo della presente analisi è di determinare, in caso di distacco accidentale di una pala o di parte di essa da un aerogeneratore, la distanza massima che tali frammenti possono raggiungere.

La distanza dall'aerogeneratore al punto di impatto al suolo del frammento di pala è definita gittata e dipende dai seguenti parametri:

- Angolo di distacco della pala o del frammento;
- Velocità di rotazione all'atto del distacco della pala o del frammento;
- Forze generalizzate inerziali agenti sulla pala o sul frammento;
- Altezza del mozzo (H) dell'aerogeneratore;
- Raggio del rotore (R) dell'aerogeneratore;

A seconda del modello di aerogeneratore considerato e delle sue condizioni di funzionamento, si avranno risultati sensibilmente diversi, in quanto variano i parametri da utilizzare nel calcolo della gittata.

E' stata redatta una relazione tecnica specifica allegata al progetto generale che include il calcolo della distanza raggiunta da un eventuale distacco accidentale di un elemento rotante (Rif. Rel – “*Calcolo della gittata massima degli elementi rotanti dell'aerogeneratore*”).

Dall'analisi della gittata si ottiene che la massima distanza percorsa dall'elemento si ottiene per un angolo θ intorno a 23° con un valore di gittata pari a circa **73 metri**.

Lo studio del layout di progetto, ossia la ubicazione degli aerogeneratori sul territorio, oltre che a seguire precise regole tecniche al fine di ottenere la massima producibilità, è stato redatto rispettando tutti i vincoli ambientali e territoriali presenti sul territorio.

Pertanto nessuna civile abitazione è posizionata ad una distanza minore od uguale a 73 mt dalle turbine di progetto, per cui risulta verificata la sicurezza nel caso di rottura degli elementi rotanti.

4.3 Fulminazione atmosferica

Le pale sono dotate di un sistema di drenaggio della corrente di fulmine costituito da recettori metallici posti all'estremità di pala e lungo l'apertura della pala, da un cavo che collega i recettori alla radice pala e da un sistema di messa a terra. In questo modo si riesce a drenare una buona parte delle correnti indotte dalle fulminazioni atmosferiche senza danni alle pale.

Nel caso in cui la corrente di fulmine eccede i limiti progettuali (fissati dalle norme internazionali) si può manifestare un danneggiamento all'estremità di pala che si apre per la separazione dei due gusci, ma che, normalmente, non si distacca dal corpo della pala. È possibile che frammenti di guscio possano staccarsi, ma si tratta comunque di parti molto leggere in confronto alla resistenza che oppongono all'aria e che quindi non possono essere oggetto di calcoli di gittata come quelli che si possono effettuare sul corpo pala.



Figura 1 estremità di pala danneggiata da fulminazione atmosferica

5. DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI

Si precisa che l'area interessata dall'ubicazione del campo eolico, dovrà essere restituita al Comune, ovvero agli aventi diritto, nello stesso stato in cui risulta consegnata, ad eccezione delle opere non rimovibili.

La COGEIN ENERGY s.r.l. provvederà a propria cura e spese alla rimozione degli aerogeneratori e di ogni componente dell'impianto che sia rimovibile. A tal fine la stessa si impegna a costituire adeguata polizza a garanzia.

Le considerazioni da sviluppare per la redazione del piano di dismissione di un impianto eolico risultano di fondamentale importanza tanto quanto le analisi da svolgere nella fase di inserimento dell'impianto sul territorio.

La fase di decommissioning dell'impianto prevede la disinstallazione di ognuna delle unità produttive utilizzando i mezzi e gli strumenti appropriati, così come avviene nelle diverse fasi di realizzazione. Successivamente per ogni macchina si procederà al disaccoppiamento e separazione dei macrocomponenti (generatore, mozzo, rotore, ecc.), quindi saranno selezionati i componenti riutilizzabili, quelli da riciclare, quelli da rottamare secondo le normative vigenti.

Pertanto, una volta effettuato lo smontaggio delle macchine, si procederà alla rimozione dei singoli elementi costituenti il parco eolico.

In particolare i cavidotti che collegano la centrale con la cabina di consegna saranno rimossi e conferiti agli impianti di recupero e trattamento adatti.

Alla fine del ciclo produttivo dell'impianto, stimato in anni 25-30 sono previste e meglio dettagliate in seguito alla redazione del progetto esecutivo, le seguenti fasi:

- Rimozione degli aerogeneratori in tutte le loro componenti con conferimento del materiale agli impianti di recupero e trattamento secondo la normativa vigente;
- Rimozione completa delle linee elettriche e di tutti gli apparati elettrici e meccanici della sottostazione con conferimento del materiale agli impianti di recupero e trattamento secondo la normativa vigente;

- Ripristino delle piazzole degli aerogeneratori, la viabilità di servizio realizzata ad hoc ed il sito della sottostazione mediante il rimodellamento del terreno allo stato originario ed il ripristino della vegetazione, avendo cura di:
 - assicurare almeno un metro di terreno vegetale sul blocco di fondazione in c.a.;
 - rimuovere dai tratti stradali della viabilità di servizio da dismettere la fondazione stradale e tutte le opere d'arte;
 - per i ripristini vegetazionali utilizzare essenze erbacee, arbustive ed arboree autoctone dicotipi locali di provenienza regionale;
 - per i ripristini geomorfologici utilizzare tecniche di ingegneria naturalistica;

Pertanto, al termine della vita utile dell'impianto, dovrà essere prevista la dismissione dello stesso e la restituzione dei suoli alle condizioni ante-opera.

Quest'ultima operazione comporta, nuovamente, la costruzione delle piazzole per il posizionamento delle gru e il rifacimento della viabilità di servizio, che sia stata rimossa dopo la realizzazione dell'impianto, per consentire l'allontanamento dei vari componenti costituenti le macchine.

In questa fase, come detto, i vari componenti potranno essere sezionati in loco con il conseguenti impiego di automezzi più piccoli per il trasporto degli stessi.

Verrà demolita, se necessario, anche la sottostazione ed infine, sarà eliminata la viabilità di servizio e rinaturalizzati i siti.

L'unica opera che non prevede rimozione è rappresentata dalle fondazioni, che saranno demolite superficialmente per almeno 150 cm e ricoperte con terreno vegetale. In tal modo non saranno più visibili e sarà possibile, anche in corrispondenza delle stesse, il recupero delle condizioni naturali originali.