

SOGGETTO PROPONENTE:



**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI
CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE
UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO,
PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIENTI (MC)
DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW**

PROGETTO DEFINITIVO

Serie RELAZIONI SPECIALISTICHE

**ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI
ORGANI ROTANTI (CALCOLO DELLA GITTATA)**

RS_010

All.1 - Mappa della gittata massima

PROGETTAZIONE:



INGENIUM ENGINEERING SRL

Via Maitani, 3 - 05018 Orvieto (TR)
tel. 0763.530340 fax 0763.530344
e mail: info@ingenium-engineering.com
pec: info@pec.ingenium-engineering.com
www.ingenium-engineering.com

Azienda con sistema di gestione qualità ISO 9001:2015
certificato da Bureau Veritas Italia SpA
cert. n° IT306096

Ing. Roberto Lorenzotti
Arch. Giovanna Corso
Ing. Elena Crespi

CONSULENZE SPECIALISTICHE:

Aspetti Ambientali:

Agrifolia Studio Associato
di Daniele Dallari, Gianfilippo Lucatello, Piero Morandini

Aspetti impiantistici:

Sinergye Ring srl
Ing. Giuseppe Nobile

Acustica ambientale:

Ing. Emilio Dema

Geologia:

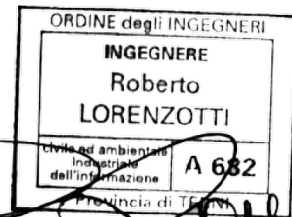
Geosystem Studio Associato di Geologia e Progettazione
Dott. Geologo Davide Lo Conte

Archeologia:

Dott. Giulio Matteo D'Amelio
Dott. Nicola Gasperi

Rilievo planaltimetrico: Geom. Giovanni Piscini

firma / timbro progettista



firma / timbro proponente

| | | | | | | |
|------|---------|-------------------------|---------|-----------|-------------|---------------------|
| 03 | | | | | | COD. DOCUMENTO |
| 02 | | | | | | IE_360_PD_RS_010_01 |
| 01 | 10/2023 | modifica aerogeneratore | E.C. | G.C. | R.L. | FOGLIO 1 DI 1 |
| 00 | 07/2023 | prima emissione | E.C. | G.C. | R.L. | |
| REV. | DATA | DESCRIZIONE MODIFICA | REDATTO | APPROVATO | AUTORIZZATO | |

E' vietata ai sensi di legge la divulgazione e la riproduzione del presente documento senza la preventiva autorizzazione

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI (CALCOLO DELLA GITTATA)

SOMMARIO

| | | |
|-----|--|---|
| 1. | Oggetto del documento | 2 |
| 2. | Caratteristiche del campo eolico | 2 |
| 3. | Caratteristiche dell'aerogeneratore | 2 |
| 4. | Calcolo della gittata massima degli elementi rotanti | 3 |
| 4.1 | Premesse | 3 |
| 4.2 | Ipotesi di calcolo | 3 |
| 4.3 | Calcoli | 4 |
| 4.4 | Conclusioni | 8 |

Allegato:

- ALL. 1 - Planimetria con gli effetti della rottura degli organi rotanti



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

1. Oggetto del documento

La presente relazione è finalizzata allo studio ed al calcolo della gittata massima degli elementi rotanti di un aerogeneratore tipo da installare nel parco eolico da ubicarsi nei territori comunali di Monte Cavallo, Pieve Torina e Serravalle del Chianti in provincia di Macerata.

2. Caratteristiche del campo eolico

Il parco Eolico oggetto del presente progetto, prevede una potenza installata di 51,12 MW equivalenti alla installazione di n° 12 aerogeneratori, della potenza unitaria nominale pari a 4.260 kW. L'impianto eolico per la produzione di energia elettrica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- n° **12 aerogeneratori** di potenza unitaria nominale pari a 4260 kW, comprensivi al loro interno di cabine elettriche di trasformazione BT/MT;
- **elettrodotto MT** in esecuzione interrata per il collegamento dei tre sottocampi alla cabina di smistamento;
- **cabina di raccolta e smistamento** delle dimensioni di 18 metri per 5 metri ubicata lungo la SP 30;
- **elettrodotto MT** in esecuzione interrata 30 kV dalla cabina di smistamento alla Sottostazione MT/AT;
- **rete trasmissione dati in fibra ottica** per il controllo dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare.
- **Sottostazione Elettrica MT/AT** per la connessione in entra-esce alla Rete elettrica a 132KV denominata ""Camerino-Cappuccini"" (rif. Preventivo di Connessione cod. pratica 202200965).
La nuova SSE sarà ubicata in loc. Fonte delle Mattinate sul territorio comunale di Serravalle del Chianti con accesso diretto dalla Strada Provinciale 50 Fonte delle Mattinate - Taverne. La posizione della sottostazione dovrà essere confermata da TERNA nell'ambito del rilascio del benessere di propria competenza.

3. Caratteristiche dell'aerogeneratore

Le torri tubolari avranno un'altezza di 92 metri e il diametro del rotore sarà di 115,71 metri per una altezza complessiva degli aerogeneratori di 149,86 m da terra.

Le principali caratteristiche sono riportate nella seguente tabella:

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

| | | |
|-------------------|-----------------------------|-------------|
| | Diametro (m) | 115,7 |
| | Area spazzata (mq) | 10.516 |
| | Numero di pale | 3 |
| | Materiale | PRV |
| | Velocità minima (giri/min) | 4,4 |
| | Velocità massima (giri/min) | 13,2 |
| | Senso di rotazione | orario |
| TRASMISSIONE | Posizione rotore | sopra vento |
| SISTEMA ELETTRICO | Potenza nominale (kW) | 4.260 |
| TORRE IN ACCIAIO | Altezza al mozzo (m) | 92,0 |
| | Altezza totale (m) | 149,86 |

Figura 1 Caratteristiche generali Enercon E-115 EP3 E4

L'intera navicella viene posta su di una torre avente forma conica tubolare. La velocità del vento di avviamento è la minima velocità del vento che dà la potenza corrispondente al massimo rendimento aerodinamico del rotore. Quando la velocità del vento supera il valore corrispondente alla velocità di avviamento la potenza cresce al crescere della velocità del vento. La potenza cresce fino alla velocità nominale e poi si mantiene costante fino alla velocità di Cut-out wind speed (fuori servizio). Per ragioni di sicurezza a partire dalla velocità nominale la turbina si regola automaticamente e l'aerogeneratore fornirà la potenza nominale servendosi dei suoi meccanismi di controllo. L'aerogeneratore si avvicinerà al valore della potenza nominale a seconda delle caratteristiche costruttive della turbina montata: passo fisso, passo variabile, velocità variabile, etc.

4. Calcolo della gittata massima degli elementi rotanti

4.1 Premesse

Lo studio è stato condotto nell'ipotesi di distacco del complesso dell'elemento rotante per la rottura del collegamento al mozzo.

4.2 Ipotesi di calcolo

Lo studio della gittata di un elemento rotante dell'aerogeneratore si basa sull'ipotesi di considerare l'elemento come un corpo rigido, ovvero un insieme di particelle soggette a forze tali da mantenere costanti nel tempo le loro distanze relative. Pertanto, il moto di un corpo rigido è traslatorio quando tutte le particelle che costituiscono il corpo subiscono lo stesso spostamento qualsiasi sia l'intervallo di tempo considerato. In un moto traslatorio, rettilineo o curvilineo, ogni segmento che congiunge due punti qualunque del corpo rigido, durante il movimento resta parallelo a sé stesso, quindi tutti i punti descrivono traiettorie uguali e sovrapponibili (Principio di sovrapposizione). Il moto traslatorio di un corpo rigido resta dunque conosciuto

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

quando è noto il moto di uno qualunque dei suoi punti. In conclusione, lo studio del moto traslatorio di un corpo rigido e quello del moto di un punto materiale, presentano lo stesso grado di difficoltà. Nella cinematica del moto rotatorio, considerando un corpo rigido incernierato ad un asse di rotazione fisso, un qualsiasi punto del corpo fuori dell'asse di rotazione può muoversi solo nel piano perpendicolare all'asse, mantenendosi a distanza costante da questo, quindi: il moto di un corpo rigido è rotatorio attorno ad un asse fisso se ogni particella del corpo si muove lungo una circonferenza e i centri di tutte le circonferenze di trovano su una retta chiamata asse di rotazione. Tutti i punti del corpo rigido in rotazione si muovono con la stessa velocità angolare, pertanto si considera il centro di applicazione della velocità il baricentro del corpo, che si considera posizionato al centro della stessa. Si considera il moto del corpo bidimensionale, traslatorio e curvilineo, rappresentato da un punto materiale (baricentro) lanciato in aria obliquamente sottoposto all'accelerazione di gravità costante g diretta verso il basso e a velocità iniziale data dalla rotazione delle pale. Si assume come ipotesi esemplificativa di trascurare la resistenza dell'aria.

Si precisa che lo studio prende in esame simultaneamente i valori massimi di tutti i parametri coinvolti, ovverosia velocità di rotazione massima, velocità del vento massima, forze di spinta. Tale approccio è decisamente cautelativo, poiché sebbene i singoli valori di picco dei parametri siano realizzabili per quanto poco probabili, è assolutamente improbabile la simultaneità di tali valori. Per questa ragione, la simulazione è da considerarsi altamente improbabile.

Inoltre si trascura l'effetto delle azioni di resistenza aerodinamiche sulla gittata a vantaggio di sicurezza in quanto di difficile valutazione.

4.3 Calcoli

Le equazioni del moto che descrivono il problema nell'ipotesi di corpo non puntiforme:

$$\begin{cases} M g = M a_g \\ 0 = I \cdot \frac{d_w}{d_t} \end{cases}$$

Supponendo di concentrare tutto il peso nel centro di massa della pala il momento della forza peso è nullo nell'ipotesi in cui si adotti come polo per il calcolo dei momenti lo stesso centro delle masse. In questa ipotesi

la seconda equazione del moto $(0 = I \cdot \frac{d_w}{d_t})$ dimostra che durante la traiettoria il corpo effettua rotazione indisturbata intorno al suo asse principale d'inerzia.

La prima equazione $(M g = M a_g)$ che risolve il problema del moto descrive un moto parabolico del corpo puntiforme.

Lo studio viene eseguito ipotizzando un sistema cartesiano xy con origine nel punto in cui il corpo viene

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

lanciato. Lo stesso studio ipotizza trascurabile l'effetto dovuto all'attrito dell'aria a vantaggio di sicurezza.

Considerando un sistema di riferimento con asse y positivo verso l'alto, l'origine degli assi sia nel punto

$$\begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$$

le componenti dell'accelerazione saranno

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

dove $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità.

Il vettore velocità v all'istante $t=0$ ha le seguenti componenti:

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos\theta \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin\theta \end{cases}$$

La velocità in funzione del tempo è data dalla Legge:

$$v(t) = v_0 + a \cdot t$$

Le leggi del moto sono quindi le seguenti:

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_x t \\ y(t) = y_0 + v_y t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

La traiettoria del punto materiale intercetta il suolo al tempo T tale che $y(T) = 0$.

Dalla legge del moto si ottiene:

$$T = \frac{v_y}{g} + \frac{1}{g} \sqrt{v_y^2 + 2y_0 g}$$

La posizione e la velocità iniziale sono determinati dall'angolo α e dalla velocità tangenziale V della pala al momento del distacco. Essi sono legati alla posizione ed alla velocità iniziale dalle relazioni:

$$\begin{cases} x_0 = -R \cdot \cos\alpha \\ y_0 = H + R \cdot \sin\alpha \\ v_x = V \cdot \sin\alpha \\ v_y = V \cdot \cos\alpha \end{cases}$$

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

Dalla Legge del moto è possibile ricavare la distanza dal polo al punto di impatto al suolo (gittata):

$$G = x(T)$$

sostituendo in termini di V e α si ha:

$$G_{max} = \frac{V_g \cdot \sin\alpha}{g} \cdot \left[V_g \cdot \cos\alpha + \left(\sqrt{V_g^2 \cdot \cos^2\alpha + 2(H + R_g \cdot \sin\alpha)g} \right) \right] - R_g \cdot \cos\alpha$$

R_g rappresenta il raggio del baricentro ed è calcolato considerando le caratteristiche geometriche della pala, e la distribuzione delle masse lungo il profilo della stessa. Si può ritenere accettabile considerare la posizione del baricentro ad una distanza pari ad 1/3 della lunghezza della pala.

V_g è invece la velocità periferica del baricentro ed è calcolata a partire dalla velocità di rotazione massima del rotore (Rpm). La velocità angolare $\omega = 2\pi/60$. Nel moto circolare $V_g = \omega R_g$.

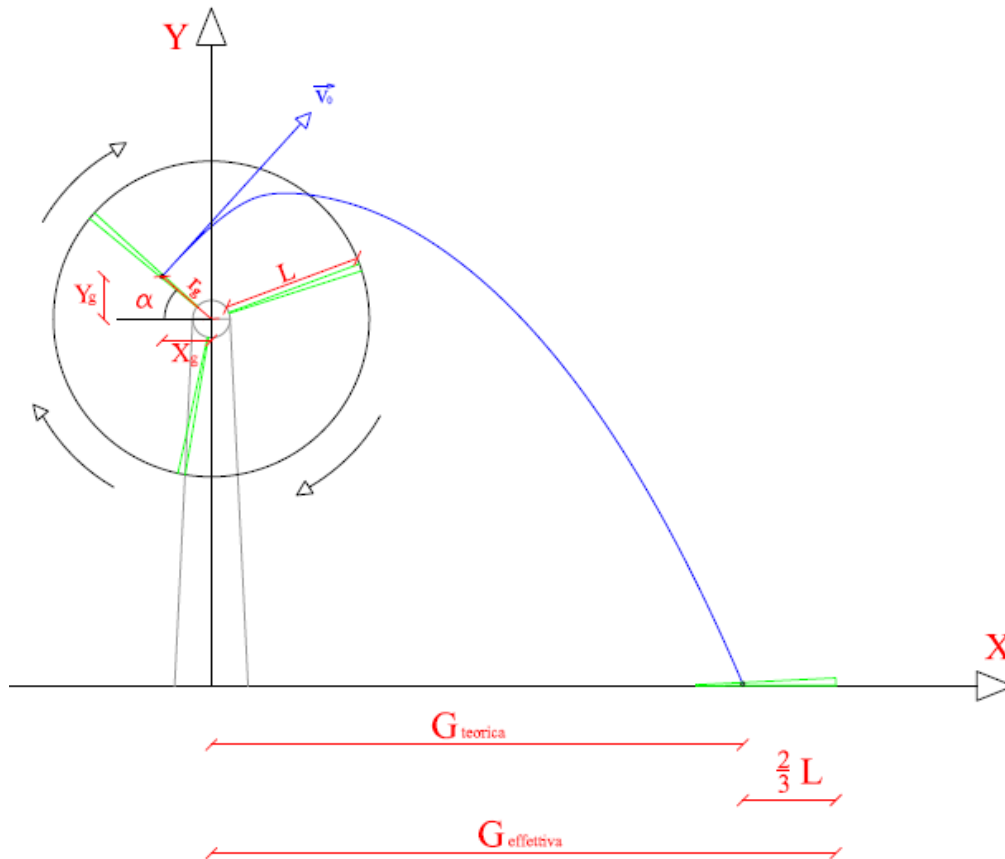
Per tener conto dell'attrito dell'aria si può considerare una riduzione della velocità periferica dell'ordine del 20% rispetto a quella ideale.

Al fine di considerare la distanza minima di sicurezza a partire dall'aerogeneratore fino al punto di caduta si incrementa il valore di G_{max} di una ulteriore distanza pari a 2/3 della lunghezza della lama. Tale ipotesi considera lo scenario più svantaggioso ossia il caso in cui la lama all'impatto con il suolo si disponga con la parte più lontana dal suo baricentro verso l'esterno. La distanza minima è pertanto:

$$D = G_{max} + 2/3 L$$

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo



Schema della Gittata per angolo compreso tra 0° e 90°

Utilizzando i seguenti dati di input,

| | | |
|--------------------------------------|-------|----------|
| Hmozzo | 92 | m |
| Lunghezza lama | 56,51 | m |
| Rg (1/3 L) | 18,84 | m |
| Velocità massima di rotazione | 13,2 | rpm |
| Vg | 26,02 | giri/min |

Si ottiene:

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIENTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

| α | Gmax (m) | D (m) | | α | Gmax (m) | D (m) |
|----------|----------|--------|--|----------|----------|--------|
| 0 | -18,84 | 18,84 | | 95 | 119,04 | 156,72 |
| 5 | -1,20 | 36,48 | | 100 | 113,77 | 151,44 |
| 10 | 16,39 | 54,06 | | 105 | 108,07 | 145,74 |
| 15 | 33,59 | 71,27 | | 110 | 102,08 | 139,76 |
| 20 | 50,09 | 87,76 | | 115 | 95,91 | 133,59 |
| 25 | 65,59 | 103,26 | | 120 | 89,65 | 127,32 |
| 30 | 79,83 | 117,51 | | 125 | 83,36 | 121,03 |
| 35 | 92,61 | 130,29 | | 130 | 77,09 | 114,76 |
| 40 | 103,76 | 141,43 | | 135 | 70,88 | 108,55 |
| 45 | 113,16 | 150,83 | | 140 | 64,75 | 102,43 |
| 50 | 120,75 | 158,42 | | 145 | 58,73 | 96,40 |
| 55 | 126,52 | 164,19 | | 150 | 52,80 | 90,47 |
| 60 | 130,51 | 168,18 | | 155 | 46,97 | 84,65 |
| 65 | 132,80 | 170,47 | | 160 | 41,24 | 78,91 |
| 70 | 133,51 | 171,18 | | 165 | 35,58 | 73,26 |
| 75 | 132,79 | 170,46 | | 170 | 29,99 | 67,67 |
| 80 | 130,80 | 168,48 | | 175 | 24,45 | 62,12 |
| 85 | 127,73 | 165,40 | | 180 | 18,94 | 56,61 |
| 90 | 123,75 | 161,42 | | | | |

Dalle tabelle si evince che il valore massimo della gittata si raggiunge si ottiene per un angolo $\alpha = 70^\circ$ a cui corrisponde un valore di **Gmax = 133,51 m** ed un valore di **D = 171,18 m**.

In riferimento ai ricettori sensibili sopra definiti, per una maggiore cautela nei riguardi di persone e cose, il valore teorico di gittata, che non tiene conto dell'attrito viscoso dell'aria, viene cautelativamente incrementato di circa il 5%, definendo pertanto il raggio di sicurezza, con centro l'asse dell'aerogeneratore, pari a **180 m**.

4.4 Conclusioni

Studi scientifici realizzati in materia (Failure of Rotorblades – Analysis of Dangers for the Environs of a Wind Turbine by Thomas Hahn & Jürgen Kröning, TÜV Nord e.V. Hamburg, Germany) hanno effettivamente dimostrato che per gli aerogeneratori multimegawatt la probabilità di impatto di un frammento della pala (o di tutta la pala) su una strada di dimensioni 20x50 metri distante tre volte il diametro del rotore è dell'ordine di 10-5 per persona per anno. Considerando che la probabilità che l'impatto al suolo determini morte di persone non è pari ad uno ma inferiore, sia per la dimensione del danno che per la presenza effettiva di persone o auto sul suolo, ne consegue che l'aumento della probabilità di morte endogena (morte causata da effetti determinati dall'attività umana come per esempio sport, hobby, incidenti sul lavoro, incidenti stradali, ecc...), già a distanza dalla torre di tre volte il diametro del rotore, è trascurabile se confrontata con il tasso di morte endogena di letteratura che si attesta a 2×10^{-4} per persona per anno. Pertanto, a seguito dei calcoli effettuati e delle considerazioni probabilistiche di cui sopra nel progetto dell'opera si manterrà una distanza di almeno

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIENTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

345 metri (pari a circa 3 volte il diametro del rotore) tra la torre eolica e le zone sensibili quali strade principali (per le quali è più probabile la frequenza di transito di mezzi) e i fabbricati adibiti a residenza o lavoro per un tempo di permanenza superiore alle 4 ore giornaliere.

Lo studio analitico del fenomeno ha dimostrato che è opportuno evitare la presenza di ricettori sensibili al probabile distacco di organi rotanti nella circonferenza di raggio 345 m dall'asse dell'aerogeneratore, come graficamente riportato nella specifica tavola grafica allegata.

Da quanto esposto appare evidente che il fenomeno di rottura più complesso da stimare analiticamente resta il distacco di un frammento della pala, pertanto si rimanda all'esperienza dei costruttori più esperti i quali indicano detto fenomeno come molto raro e comunque i ritrovamenti dei frammenti a seguito dell'evento non sono mai avvenuti a distanze superiori a 50 metri dall'asse dell'aerogeneratore danneggiato.

Al fine di ridurre il rischio di distacco di frammenti è opportuna una pianificazione e messa in atto di opportune misure di prevenzione e monitoraggio, al fine di poter intervenire in tempo utile per scongiurare l'eventualità di una rottura.

Le azioni di monitoraggio e prevenzione svolte dalla società proponente nei riguardi della tutela dei sistemi rotorici sono i seguenti:

- Ascolto e osservazione giornaliera e con campagne di indagini visive con lo scopo di evidenziare microalterazioni della superficie delle pale. Le campagne di indagini visive, svolte con telescopi ad alta definizione, servono a certificare periodicamente lo stato delle pale.
- Monitoraggio strumentale continuo ed automatico di controllo dell'aerogeneratore. Questo, tramite la valutazione di opportuni parametri, è in grado di individuare sbilanciamenti del rotore e, quando diventano significativi, attua il blocco dell'aerogeneratore.

Tali azioni di prevenzione sono dunque volte a mantenere le buone condizioni di uso dei rotorici, mentre le azioni di monitoraggio impediscono di mantenere in esercizio operativo dei rotorici che non rispondano alle caratteristiche definite dal costruttore.

Ingenium engineering srl

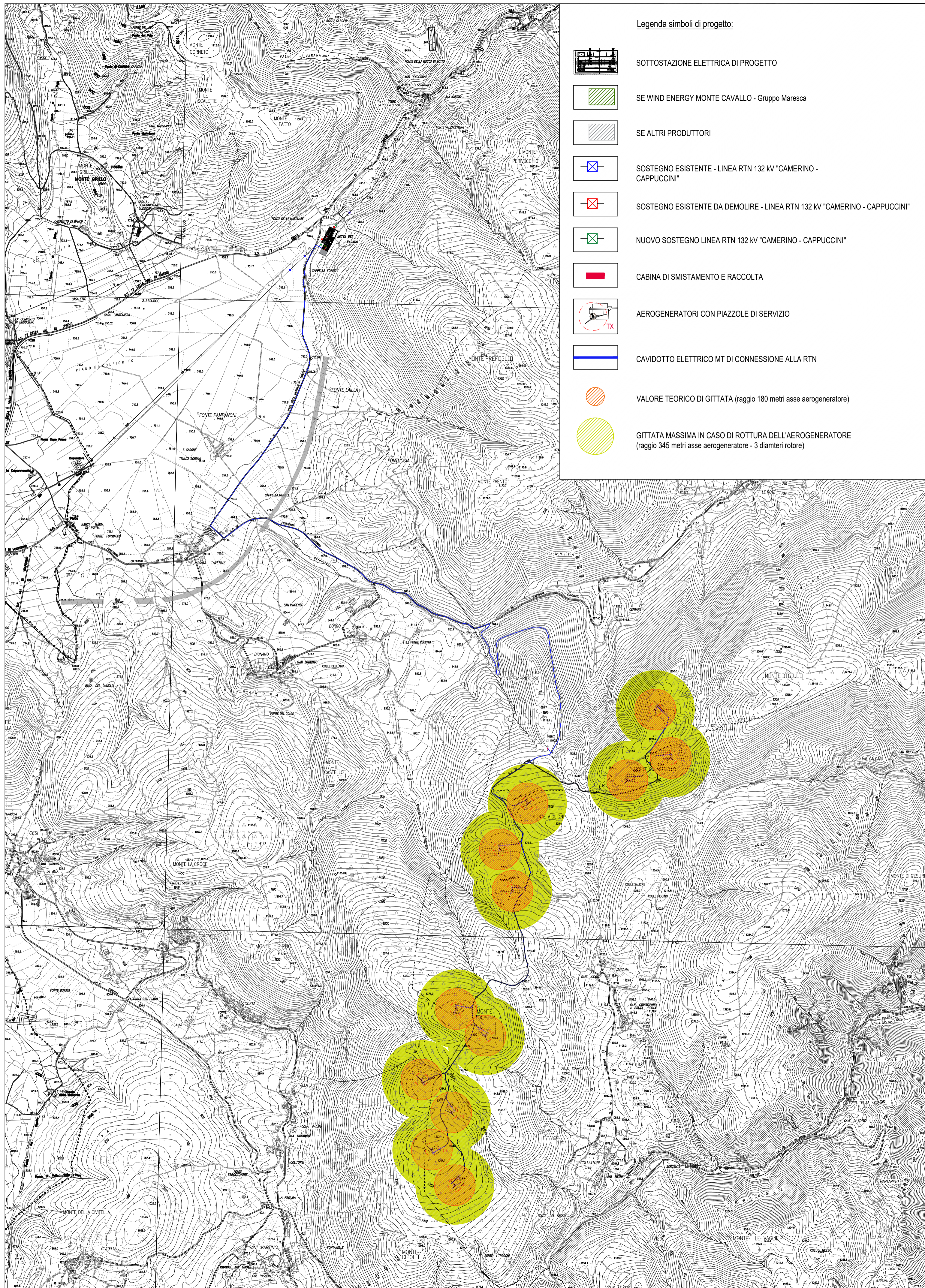
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

Allegato:

- **Planimetria con gli effetti della rottura degli organi rotanti**

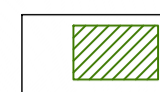




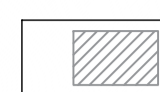
Legenda simboli di progetto:



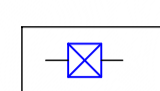
SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI PROGETTO



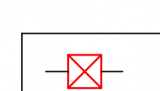
SE WIND ENERGY MONTE CAVALLO - Gruppo Maresca



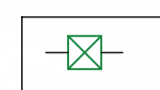
SE ALTRI PRODUTTORI



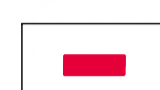
SOSTEGNO ESISTENTE - LINEA RTN 132 kV "CAMERINO - CAPPUCCINI"



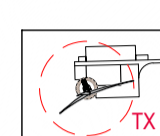
SOSTEGNO ESISTENTE DA DEMOLIRE - LINEA RTN 132 kV "CAMERINO - CAPPUCCINI"



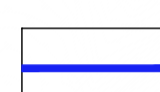
NUOVO SOSTEGNO LINEA RTN 132 kV "CAMERINO - CAPPUCCINI"



CABINA DI SMISTAMENTO E RACCOLTA



AEROGENERATORI CON PIAZZOLE DI SERVIZIO



CAVIDOTTO ELETTRICO MT DI CONNESSIONE ALLA RTN



VALORE TEORICO DI GITTATA (raggio 180 metri asse aerogeneratore)



GITTATA MASSIMA IN CASO DI ROTTURA DELL'AEROGENERATORE (raggio 345 metri asse aerogeneratore - 3 diametri rotore)