



# REGIONE BASILICATA



## PROVINCIA DI POTENZA



COMUNE DI FORENZA



COMUNE DI MASCHITO



COMUNE DI  
RIPACANDIDA

**Committente :**



**Oggetto :**

PROGETTO DEFINITIVO  
"PARCO EOLICO PIANO DELLA SPINA"

**Titolo :**

**SIA: Quadro Progettuale**

Tavola :

**A.17.c**

- Progettista Architettonico/Elettromecc.:

**Ing. Paolo Battistella**

- Consulenza Geologica :

**Dott. Geol. Antonio Viviani**

- Responsabile V.I.A.:

**Ing. Rocco Sileo**



- Consulenza Topografica :

**Geom. Rocco Galasso**

					Scala :
0	Emissione	10/2021	D.M.	R.S.	Data :
N°	REVISIONE	DATA	RED.	APPR.	Ottobre 2021

<b>A.17.c</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>A.17.c.1</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE</b>	<b>4</b>
A.17.c.1.1	Criteri progettuali	4
A.17.c.1.2	Definizione del layout d'impianto	5
A.17.c.1.3	Sintesi della configurazione dell'impianto	11
A.17.c.1.4	Modalità di connessione alla Rete	13
A.17.c.1.5	Caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore	17
A.17.c.1.6	Opere civili	20
	<i>Strade di accesso e viabilità di servizio al parco eolico</i>	20
	<i>Piazzole</i>	22
	<i>Fondazione aerogeneratori</i>	24
	<i>Cabina di raccolta</i>	26
	<i>Opere civili Stazione Elettrica</i>	27
A.17.c.1.7	Cavidotto in MT	29
	<i>Descrizione del tracciato</i>	29
	<i>Descrizione dell'intervento</i>	29
A.17.c.1.8	Soluzione di protezione contro i fulmini	33
	<i>Descrizione del fenomeno</i>	33
	<i>Fulmine ed aerogeneratore</i>	33
	<i>Rete di terra</i>	35
A.17.c.1.9	Interferenze del cavidotto	36
	<i>Interferenza con metanodotto</i>	36
	<i>Interferenza con telecomunicazioni</i>	37
A.17.c.1.10	Caratterizzazione anemologica e stima della producibilità	38
A.17.c.1.11	Dismissione dell'impianto	39
<b>A.17.c.2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI CONSIDERATE</b>	<b>40</b>
<b>A.17.c.2.1</b>	<b>Alternativa "0"</b>	<b>40</b>
A.17.c.2.2	Alternativa tecnologica	41
A.17.c.2.3	Alternativa dimensionale - impiego di aerogeneratori di media taglia	41
A.17.c.2.5	Motivazione della scelta progettuale adottata	42

---

Figura 1_Layout parco .....	6
Figura 2_Individuazione delle zone del parco .....	7
Figura 3_Zona C e B del progetto con verifica delle distanze minime .....	9
Figura 4_Zona A del progetto con verifica delle distanze minime .....	9
Figura 5_Layout zona Maschito con indicazione delle distanze-Legenda .....	10
Figura 6_Layout zona Forenza .....	11
Figura 7_Allaccio alla rete nazionale .....	14
Figura 8_Sottostazione di allaccio .....	15
Figura 10_Tipico posizionamento di due terne .....	16
Figura 9_Tipico sistemazione cavidotto su strada .....	16
Figura 11_Navicella Vestas .....	17
Figura 12_Piazzola tipo per V136 .....	23
Figura 13_Posizionamento della gru e scarpata in riporto .....	23
Figura 14_Area di stoccaggio delle pale con evidenziate le due zone di appoggio. ....	24
Figura 15_Tipica fondazione di aerogeneratori .....	25
Figura 16_Sezione tipo di fondazione aerogeneratore .....	25
Figura 17_Pianta fondazione tipo .....	26
Figura 18_Edificio sottostazione .....	27
Figura 19_Layout progetto su ortofoto .....	29
Figura 20_Rete unifilare .....	30
Figura 21_Interferenza con metanodotto .....	36
Figura 22_Superamento interferenza .....	37
Figura 23_Rosa dei venti .....	38
Figura 24_Cronoprogramma opere di dismissioni .....	40

## A.17.c INTRODUZIONE

Il presente QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE relativo allo Studio di Impatto Ambientale (SIA) riguarda il progetto di realizzazione di un impianto eolico costituito da n. 16 aerogeneratori da installare nei comuni di Forenza, Maschito e Ripacandida (PZ) e con opere di connessione ricadenti anche nel comune di Palazzo San Gervasio (PZ).

In generale un'opera determina impatti nella fase di realizzazione, nella fase di costruzione, nella fase di esercizio e nella fase di dismissione. La descrizione approfondita del progetto e di tutte le fasi che determinano la vita dell'opera permettono di definire puntualmente le diverse tipologie d'impatto ad esso ascrivibili, pertanto, nella presente relazione si descriverà il progetto proposto, dando la descrizione delle singole attività necessarie per la costruzione dell'impianto, le attività e modalità con cui sarà espletata la fase di produzione dell'impianto e l'indicazione precisa sulle attività che dovranno portare alla dismissione dell'impianto a fine vita utile. In tal modo saranno individuati i potenziali fattori causali di impatto descrivendo al contempo le misure mitigative e di prevenzione adottate.

### LA PROPOSTA DI PROGETTO

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico costituito da sedici aerogeneratori da installare nei comuni di Forenza, Maschito e Ripacandida (PZ) e con opere di connessione ricadenti anche nel comune di Palazzo San Gervasio (PZ) per una potenza complessiva di 84 MW.

Proponente dell'iniziativa è la società *EN.POWER Energy One srls* con sede legale in Via Principe Amedeo, n. 7 - 85010 Pignola (PZ).

Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato (detto "cavidotto interno") che collegherà l'impianto alla cabina di raccolta prevista in agro di Forenza (PZ).

Dalla cabina di raccolta è prevista la posa di un cavidotto interrato (detto "cavidotto esterno") per il collegamento dell'impianto alla sottostazione di trasformazione e consegna in agro di Palazzo San Gervasio (PZ).

### OBIETTIVI E CONTENUTI DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Lo Studio di Impatto Ambientale è strutturato in tre parti:

- QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO nel quale vengono elencati i principali strumenti di pianificazione territoriale ed ambientale, attraverso i quali vengono individuati i vincoli ricadenti sulle aree interessate dal progetto in esame verificando la compatibilità dell'intervento con le prescrizioni di legge.

- QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE nel quale vengono descritte le opere di progetto e le loro caratteristiche fisiche e tecniche.
- QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE nel quale sono individuati e valutati i possibili impatti, sia negativi che positivi, conseguenti alla realizzazione dell'opera; viene resa la valutazione degli impatti cumulativi; si dà conto della fattibilità tecnico-economica dell'intervento e delle ricadute che la realizzazione apporta nel contesto sociale ed economico generale e locale; vengono individuate le misure di mitigazione e compensazione previste per l'attenuazione degli impatti negativi.

## A.17.c.1 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

### A.17.c.1.1 Criteri progettuali

Il progetto di questo impianto costituisce la sintesi del lavoro di un team di architetti, paesaggisti, esperti ambientali e ingegneri che ad esso hanno contribuito fino dalle prime fasi di impostazione del lavoro.

Ferma restando l'adesione alle norme vigenti in materia di tutela paesaggistica e ambientale, la proposta progettuale indaga e approfondisce i seguenti aspetti:

- ✓ Le caratteristiche orografiche e geomorfologiche del sito;
- ✓ La disposizione degli aerogeneratori sul territorio;
- ✓ I caratteri delle strutture;
- ✓ La qualità del paesaggio;
- ✓ Le forme e i sistemi di valorizzazione e fruizione pubblica delle aree e dei beni paesaggistici (accessibilità, percorsi e aree di fruizione, servizi, ecc.);
- ✓ Le indicazioni per l'uso di materiali nella realizzazione dei diversi interventi previsti dal progetto.

Con riferimento agli obiettivi e ai criteri di valutazione suddetti si richiamano alcuni criteri di base utilizzati nella scelta delle diverse soluzioni individuate, al fine di migliorare l'inserimento dell'infrastruttura nel territorio senza tuttavia trascurare i criteri di rendimento energetico determinati dalle migliori condizioni anemometriche:

- ✓ Rispetto dell'orografia del terreno (limitazione delle opere di scavo/riporto);

- ✓ Massimo riutilizzo della viabilità esistente; realizzazione della nuova viabilità rispettando l'orografia del terreno e secondo la tipologia esistente in zona o attraverso modalità di realizzazione che tengono conto delle caratteristiche percettive generali del sito;
- ✓ Impiego di materiali che favoriscano l'integrazione con il paesaggio dell'area per tutti gli interventi che riguardino manufatti (strade, cabine, muri di contenimento, ecc.) e sistemi vegetazionali;
- ✓ Attenzione alle condizioni determinate dai cantieri e ripristino della situazione "ante operam" con particolare riguardo alla reversibilità e rinaturalizzazione o rimboschimento delle aree occupate temporaneamente da camion e autogru nella fase di montaggio degli aerogeneratori.

A tutto questo vanno aggiunte alcune considerazioni più generali legate alla natura stessa del fenomeno ventoso e alla conseguente caratterizzazione dei siti idonei per lo sfruttamento di energia eolica. E' possibile allora strutturare un impianto eolico riappropriandosi di un concetto più vasto di energia associata al vento, utilizzando le tracce topografiche, gli antichi percorsi, esaltando gli elementi paesaggistici, facendo emergere le caratteristiche percettive (visive e sonore) prodotte dagli stessi aerogeneratori. L'asse tecnologico e infrastrutturale dell'impianto eolico, ubicato nei punti con migliori condizioni anemometriche e geotecniche, incrociandosi con le altre trame, diventa occasione per far emergere e sottolineare le caratteristiche peculiari di un sito.

#### **A.17.c.1.2 Definizione del layout d'impianto**

Il progetto prevede l'installazione di 16 aerogeneratori di grande taglia della tipologia VESTAS. Lo studio del sito, sotto il profilo della produzione energetica e dell'impatto ambientale, hanno suggerito di adottare due diversi modelli di turbina:

- Nr.12 V162 da 5.6 MW di potenza nominale con diametro rotore di 162m e altezza mozzo di 125m
- Nr.4 V136 da 4.2 MW di potenza nominale con diametro rotore di 136m e altezza mozzo di 86 m.

La potenza complessiva del parco eolico è pari a 84 MW.

Il Parco Eolico denominato "Piano della Spina" è stato progettato verificando che nell'intorno dei parchi esistenti ci fossero aree libere da vincoli e in considerazione di una sorta di completamento della linea degli aerogeneratori presenti. In altre parole l'impianto risulta un "completamento" dell'area rendendo il tutto armonico dal punto di vista paesaggistico.

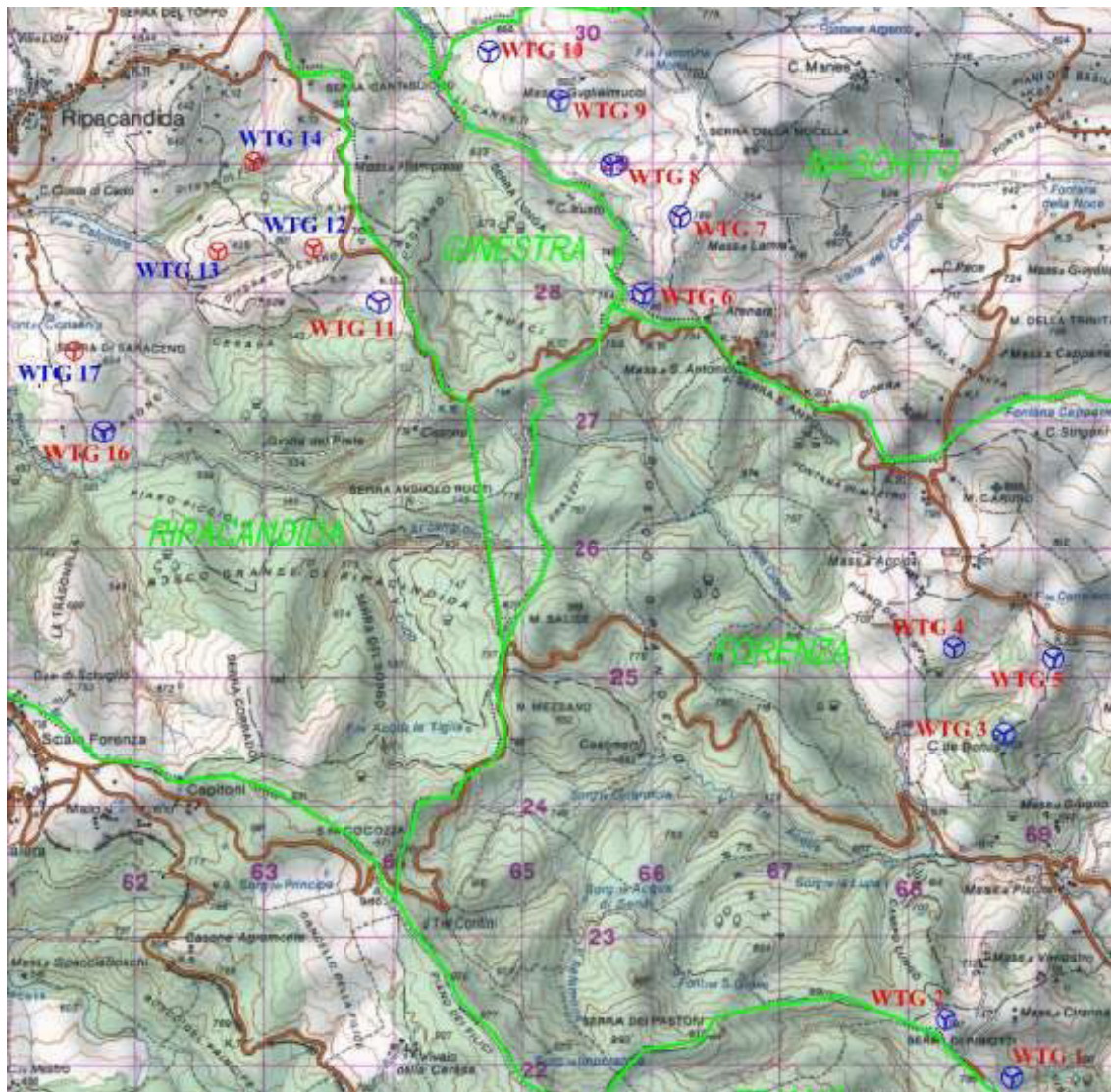


Figura 1\_Layout parco

Sebbene trattasi di un unico progetto, l'impianto si sviluppa su tre zone (vedi figura):

- **Zona A**, ubicata nel comune di Forenza e comprendente gli aerogeneratori WTG 1, WTG 2, WTG 3, WTG 4 e WTG 5;
- **Zona B**, ubicata nel comune Maschito comprendente gli aerogeneratori WTG 6, WTG 7, WTG 8, WTG 9, WTG 10;
- **Zona C**, ubicata nel comune di Ripacandida comprendente gli aerogeneratori WTG 11, WTG 12, WTG 13, WTG 14, WTG 16 e WTG 17.

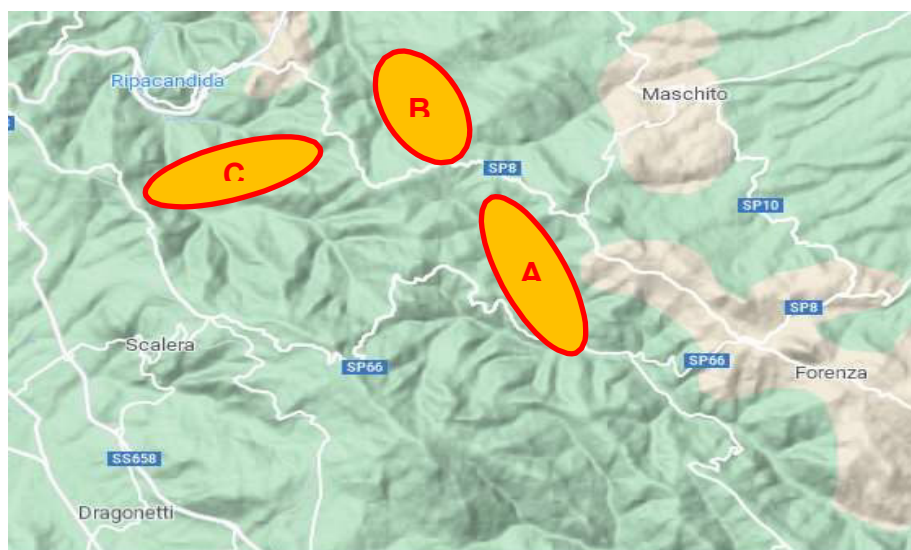


Figura 2\_ Individuazione delle zone del parco

Il territorio interessato alla realizzazione dell'impianto è classificato come "Zona Agricola" secondo lo strumento urbanistico vigente. Le opere civili da realizzare risultano essere compatibili con l'inquadramento urbanistico del territorio; esse, infatti, non comportano una variazione della "destinazione d'uso del territorio" e non necessitano di alcuna "variante allo strumento urbanistico", come da giurisprudenza consolidata. Come è desumibile dagli elaborati di progetto le aree interessate dalla realizzazione del parco eolico risultano per lo più di proprietà privata. L'ubicazione degli aerogeneratori e delle infrastrutture necessarie è stata evidenziata sugli stralci planimetrici degli elaborati progettuali. L'energia elettrica prodotta sarà convogliata mediante cavidotto al punto di consegna nel territorio di Palazzo San Gervasio (PZ).

Dal punto di vista catastale, la base degli aerogeneratori ricade sulle seguenti particelle:

	AEROGENERATORE	COMUNE	FG	PART.
ZONA A	WTG 1	Forenza	56	82
	WTG 2		56	176
	WTG 3		36	25
	WTG 4		25	15
	WTG 5		26	40
ZONA B	WTG 6	Maschito	20	59
	WTG 7		21	14
	WTG 8		20	5
	WTG 9		9	58
	WTG 10		9	13
ZONA C	WTG 11	Ripacandida	30	206-205
	WTG 12		29	219
	WTG 13		28	81
	WTG 14		21	119
	WTG 16		33	333
	WTG 17		27	244

Ubicazione catastale degli aerogeneratori



Il cavidotto nel suo percorso completo attraversa i seguenti fogli catastali:

- Comune di Forenza: fogli 13, 15, 25, 26, 36, 37, 46, 48, 51, 52, 53 e 56;
- Comune di Maschito: fogli 9,10,20 e 21;
- Comune di Venosa: foglio 76
- Comune di Ripacandida: fogli 21,27,28,29,30 e 33;
- Comune di Ginestra: foglio 22;
- Comune di Palazzo San Gervasio: fogli 23 e 27

L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e dalle relative fasce di asservimento è riportato nel Piano Particellare di Esproprio allegato al progetto (rif. Elaborati A.13 e A.16.a.18).

Dal punto di vista naturalistico l'area d'installazione degli aerogeneratori è esterna ad Aree Naturali Protette, Aree della Rete Natura 2000, Aree IBA ed Oasi; lambisce il Parco Regionale del Vulture che è interessato dall'attraversamento di un breve tratto di cavidotto interno all'altezza del territorio comunale di Ginestra.

Nella tabella successiva le coordinate dei sedici aerogeneratori:

WTG	UTM33T Wgs84		Comune	Modello
	Est	Nord		
1	568.732	4.521.710	Forenza	V162
2	568.227	4.522.163	Forenza	V162
3	568.672	4.524.371	Forenza	V162
4	568.297	4.525.044	Forenza	V162
5	569.057	4.524.958	Forenza	V162
6	565.872	4.527.801	Maschito	V162
7	566.156	4.528.398	Maschito	V162
8	565.640	4.528.798	Maschito	V162
9	565.221	4.529.299	Maschito	V162
10	564.672	4.529.665	Maschito	V162
11	563.820	4.527.728	Ripacandida	V162
12	563.324	4.528.153	Ripacandida	V136
13	562.576	4.528.124	Ripacandida	V136
14	562.854	4.528.828	Ripacandida	V136
16	561.686	4.526.724	Ripacandida	V162
17	561.456	4.527.348	Ripacandida	V136

Al fine di una migliore mitigazione dell'impatto ambientale, per garantire i corridoi faunistici, oltre che per evitare l'effetto "scia" tra gli aerogeneratori dell'impianto, le macchine sono state disposte in modo da rispettare la distanza minima pari a 3 volte il diametro del rotore (distanza misurata dalla massima proiezione a terra).

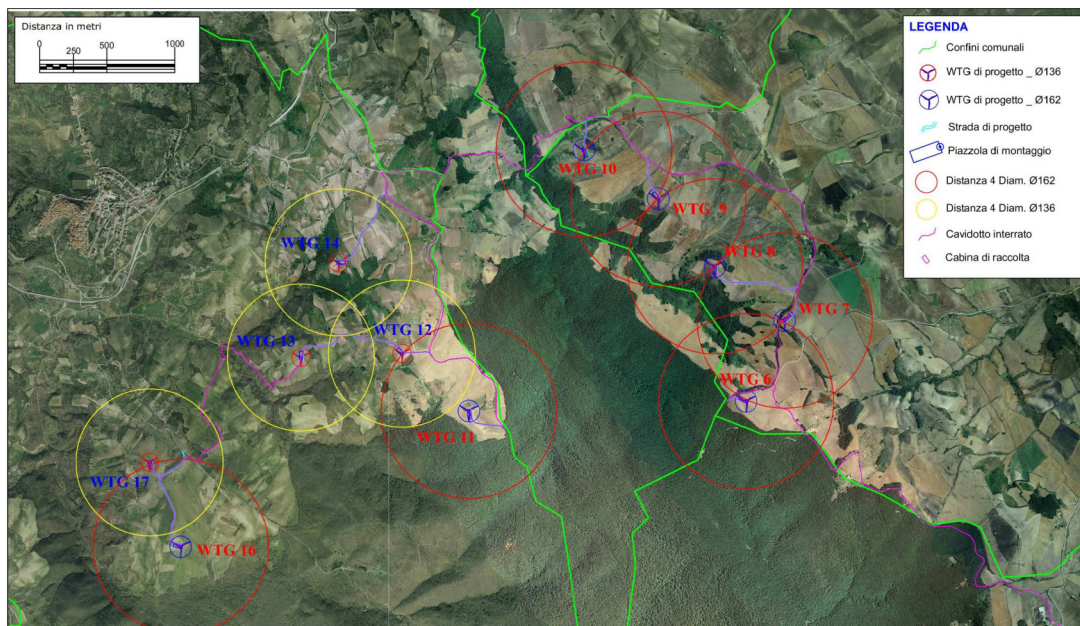


Figura 3\_Zona C e B del progetto con verifica delle distanze minime

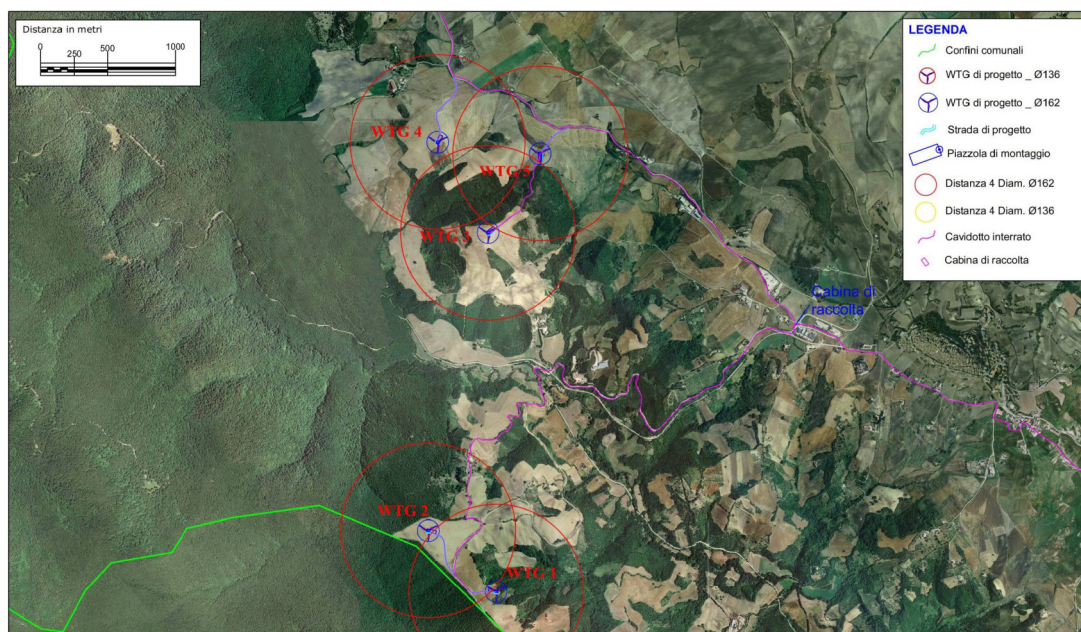
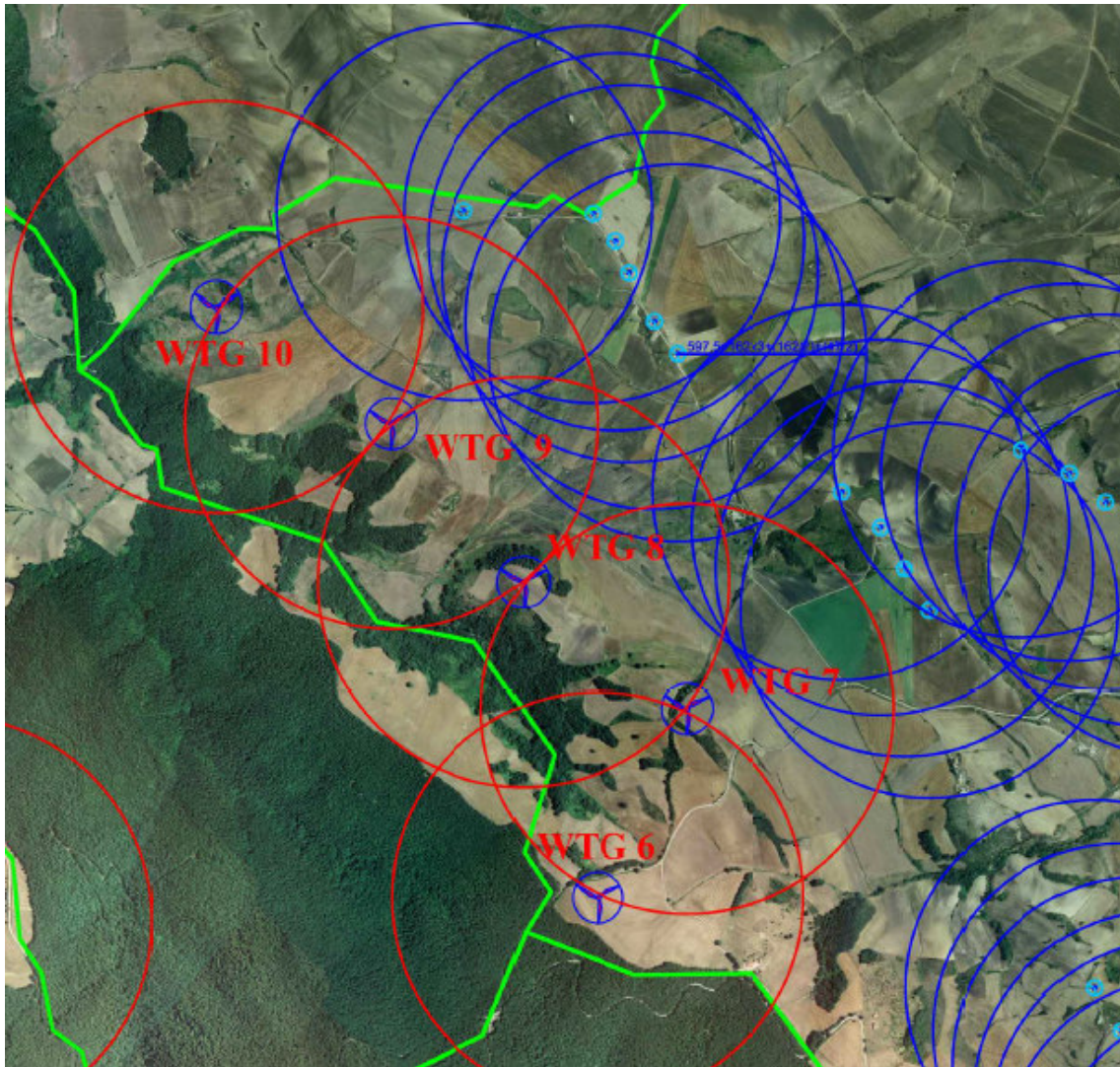


Figura 4\_Zona A del progetto con verifica delle distanze minime

Il Parco eolico "Piano della Spina" è stato progettando rispettando la distanza minima tra aerogeneratori indicata dalla normativa regionale. Questa è definita pari a tre volte il diametro maggiore tra le proiezioni a terra dei rotori delle due macchine.

Tale criterio è stato adottato sia per le macchine poste all'interno del parco, sia con le macchine esistenti.



-  WTG di progetto \_ Ø162
-  WTG esistenti Diam. Ø52
-  Distanza 3 Diam. Ø162 + proiezione rotore Ø162 e Ø136 = 635m
-  Distanza 3 Diam. Ø162 + proiezione rotore Ø162 e Ø52 = 593m

Figura 5 \_Layout zona Maschito con indicazione delle distanze-Legenda

Nella figura soprastante sono indicati gli aerogeneratori del Comune di Maschito (WTG6-WTG10) con l'indicazione delle distanze minime richieste.

Come indicato nella Legenda la distanza minime tra le V162 di progetto e quelle esistenti (lungo il crinale a est dell'impianto) è di 593m. Tale valore è riportato come raggio dei cerchi azzurri centrati sulle turbine esistenti.

Dall'analisi dell'immagine risulta evidente che la distanza minima richiesta è ampiamente soddisfatta. Infatti la progettazione ha tenuto conto di una distanza aggiuntiva che, unita alla differenza di quota, tutela le macchine esistenti da effetti dovuti alla turbolenza.

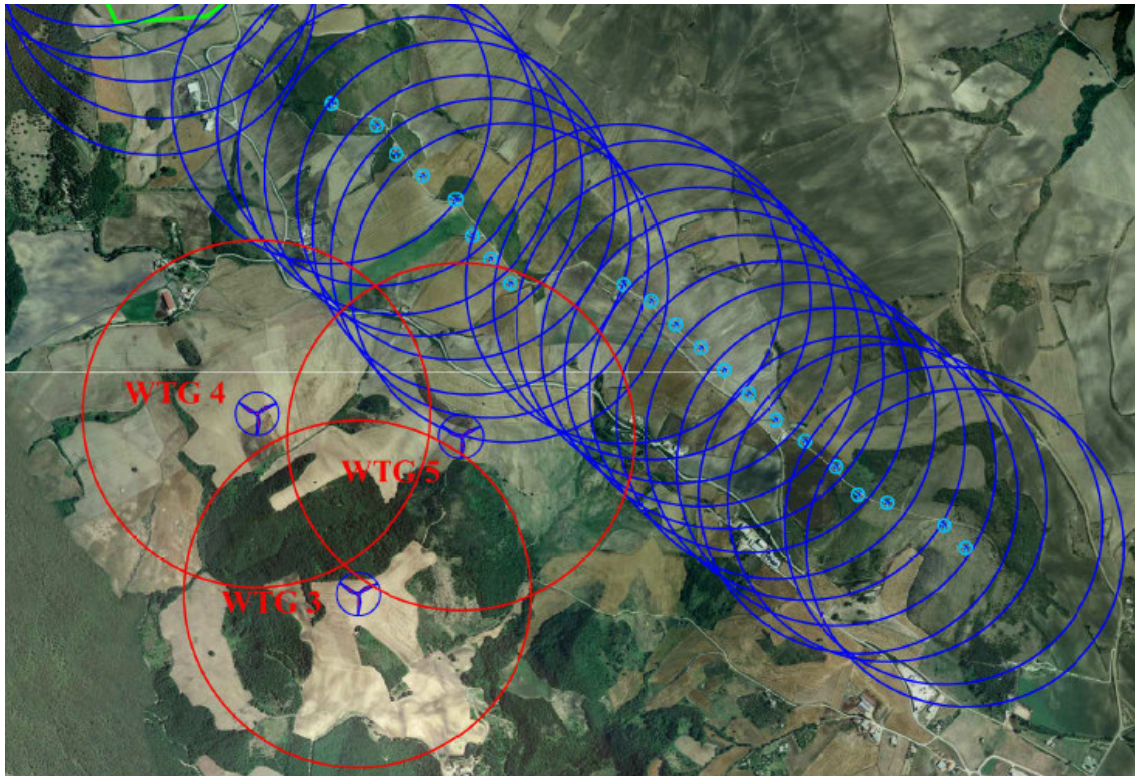


Figura 6\_Layout zona Forenza

Analogo discorso vale per le WTG nel comune di Forenza (WTG3, 4 e 5). Rispetto alle macchine esistenti sul crinale a est.

Si può notare come solo la WTG5 ha un margine minimo, ma rispetto ad una macchina posta a Nord. Considerando che la componente da sud del vento è praticamente trascurabile l'interferenza può ritenersi anch'essa trascurabile.

Anche in questo caso le macchine esistenti sono a quota superiore (sommità del crinale) e quindi gli effetti scia residui vengono ancor più attenuati.

Alla luce delle considerazioni suddette, è da ritenere corretta, l'impostazione del layout.

### A.17.c.1.3 Sintesi della configurazione dell'impianto

L'impianto eolico di progetto è costituito da 16 aerogeneratori per una potenza complessiva installata di 84,00 MW. Nel dettaglio, il progetto prevede la realizzazione/installazione di:

- 16 aerogeneratori;
- 16 cabine di trasformazione poste all'interno della torre di ogni aerogeneratore;
- Opere di fondazione degli aerogeneratori;

- 16 piazzole di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio;
- Nuova viabilità per una lunghezza complessiva di circa 6.000,00 m;
- Una cabina di raccolta;
- Un cavidotto interrato interno in media tensione per il trasferimento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori alla cabina di raccolta (lunghezza scavo circa 31.175,00 m);
- Un cavidotto interrato esterno in media tensione per il trasferimento dell'energia prodotta dalla cabina di raccolta/smistamento alla stazione di trasformazione di utenza 30/150 kV da realizzarsi nel comune di Deliceto (FG) (lunghezza di circa 11.475,00 m);
- Una stazione di trasformazione 380/150kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Genzano 380 – Melfi 380";
- Un nuovo elettrodotto AT a 150 KV per il collegamento della stazione di trasformazione suddetta e su futura Stazione Elettrica SE di smistamento a 150kV della RTN da inserire in entra-esce alla linea 150 kV "Genzano – Palazzo San Gervasio – Forenza Maschito"

Per la realizzazione dell'impianto sono previste le seguenti opere ed infrastrutture:

✓ Opere civili:

- **plinti di fondazione**, del tipo diretto o su pali a seconda delle caratteristiche del sottosuolo, su cui vengono solidarizzati gli aerogeneratori;
- **piazzole a servizio** delle singole macchine con superficie più estesa nella fase di costruzione/montaggio in quanto, oltre ad alloggiare gru principale e gru di servizio, dovrà permettere il deposito momentaneo dei componenti da installare (tronchi di torre, navicella e pale). Quest'ultima funzione sarà svolta tramite l'occupazione temporanea di superficie limitrofa che, una volta completata l'operazione di montaggio, sarà ripristinata nelle condizioni originarie. La piazzola rimarrà invece disponibile per l'esercizio e la manutenzione, ovvero per permettere l'accesso dei mezzi di supporto compreso mezzo con cestello per raggiungere le parti più elevate della turbina;
- **viabilità interna** di collegamento delle piazzole, da realizzare con scavi a sezione aperta di sbancamento al di sotto del piano di campagna, formazione di ossatura stradale, compattazione e cilindatura dello strato definitivo in macadam. Non sono previste opere di impermeabilizzazione della sede stradale tramite asfaltatura. Per i tratti di massima pendenza (>16%) sarà invece da valutare l'opportunità di eseguire un fondo di calcestruzzo;
- **cavidotto interrato** da realizzarsi con scavi a sezione obbligata, posa di sabbione su fondo scavo, stesura dei cavi elettrici e di segnale, protezione con coppelle prefabbricate, rinterro, compattazione e segnalazione. Non sono previsti tratti di collegamento elettrico aereo;
- **adeguamento strade** di accesso al sito. In particolare, dopo una verifica puntuale da eseguire congiuntamente al trasportatore, si dovranno eventualmente adeguare le

strade di accesso al sito (strade comunali o provinciali) intervenendo sui raggi di raccordo delle curve, le pendenze e la larghezza della carreggiata

✓ Opere impiantistiche:

- sedici **aerogeneratori** completi, costituiti da torre, navicella, rotore e di tutta la parte impiantistica. Comprendono sistema di regolazione pale (pitch), albero principale, moltiplicatore di giri, albero veloce, generatore elettrico, inverter, trasformatore di potenza, collegamento al cavidotto a 30kV. Gli aerogeneratori attualmente previsti sono di fabbricazione Vestas di due diversi modelli a seconda del punto di installazione: V136 e V162;
- impianto di **monitoraggio e controllo** della singola macchina e del parco eolico nel suo insieme;
- **cavidotti** in Media Tensione (30kV);
- opere relative alla realizzazione delle opere elettromeccaniche **di uno stallo** produttori in area Terna in fase di progettazione.

#### A.17.c.1.4 Modalità di connessione alla Rete

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata da Terna prevede il collegamento dell'impianto eolico Piano della Spina in antenna a 150kV su futura Stazione Elettrica SE di smistamento a 150kV della RTN da inserire in entra-esce alla linea 150 kV "Genzano – Palazzo San Gervasio – Forenza Maschito" previa realizzazione di:

- Nuova SE di trasformazione 380/150kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Genzano 380 – Melfi 380";
- Un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra le future SE suddette.

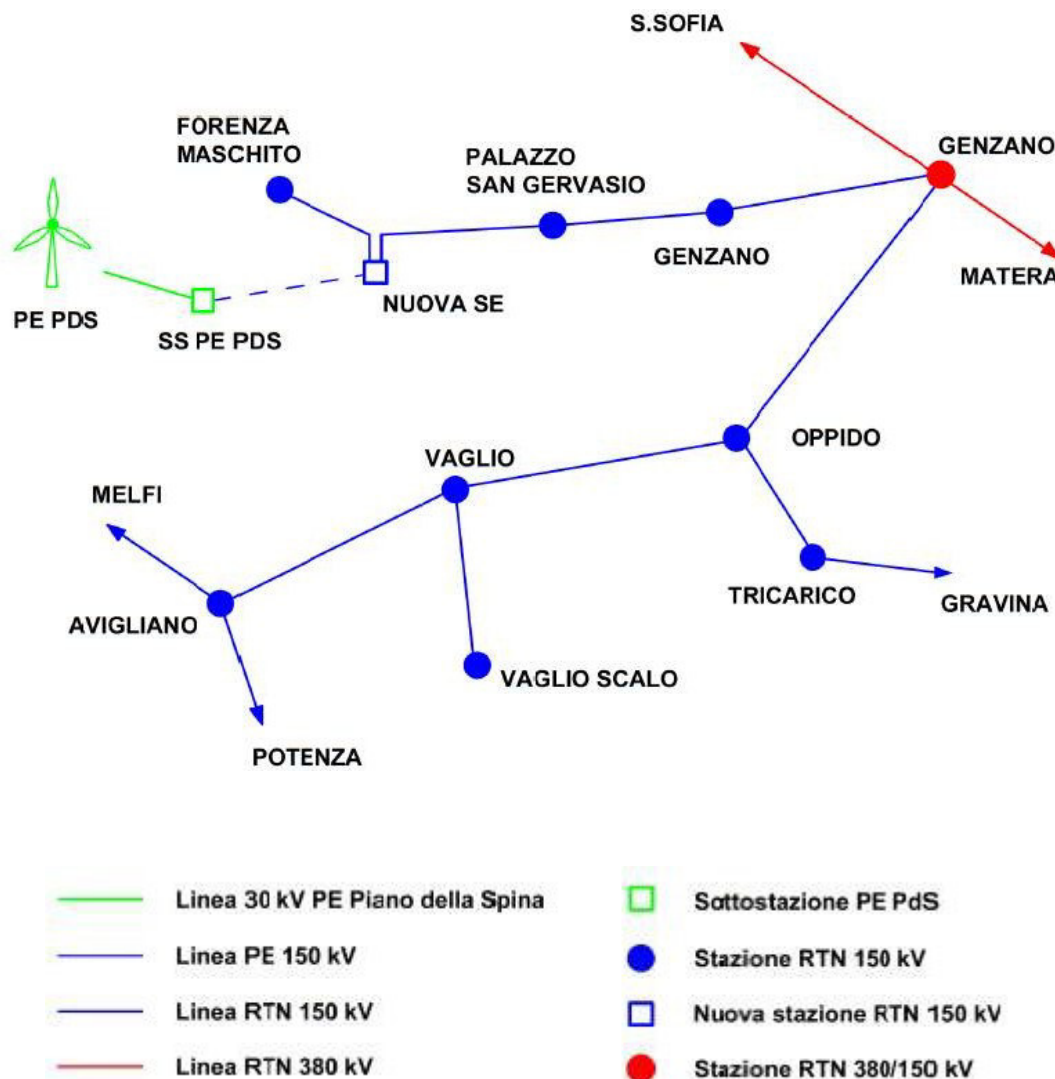


Figura 7 \_Allaccio alla rete nazionale

Il sito per la connessione è stato scelto in quanto è:

- su strada pubblica con un accesso diretto;
- vicino alla progettata Stazione Elettrica da 150 kV di proprietà di Terna Spa;
- lontano dai centri abitati, abitazioni e da insediamenti di qualsiasi natura e genere.

L'impianto di "UTENZA" a 150 kV è stato ubicato a sud della S.E. di Terna Spa ed individuato catastalmente al foglio n.23 particella 60 con accesso dalla strada vicinale nel comune di Palazzo San Gervasio (PZ) con accesso da altre strade pubbliche presenti in zona di facile accessibilità.

L'individuazione del sito e la sistemazione della stazione elettrica nello stesso risultano facilitati sia dalla dimensione del lotto individuato, sia dalla vicinanza della stazione 150 kV in parola e sia soprattutto dalla mancanza di qualsiasi tipo di infrastruttura agricola e/o residenziale in genere.

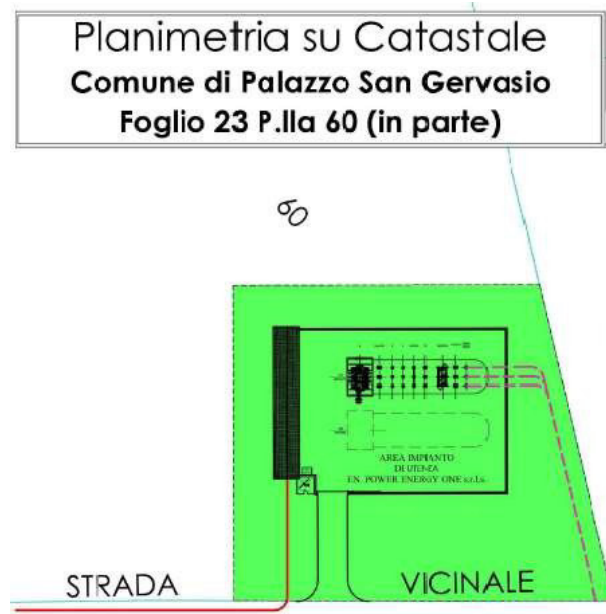


Figura 8 \_Sottostazione di allaccio

La realizzazione del collegamento "in antenna" alla S.E. Terna avverrà secondo le indicazioni di Terna. Sono previste due soluzioni:

- con linea aerea a 150 kV con campata unica che si atterrerà sui portali di ammarco delle rispettive stazioni (Rete ed utente);
- con cavidotto interrato da 150kV.

La produzione elettrica del parco eolico, costituito da 16 aerogeneratori, viene raccolta in una cabina di impianto. Da qui un cavidotto in doppia terna collegherà il Parco Eolico alla Stazione di Allaccio.

Lo schema elettrico dell'impianto è descritto dall'unifilare riportato nell'elaborato A.16.b.7.

Per quanto riguarda la scelta del tracciato del cavidotto si è tenuto conto dei seguenti fattori :

- Minimizzazione dei percorsi;
- Far coincidere il tracciato con piste/strade esistenti o da costruire;
- Evitare il più possibile l'attraversamento di centri abitati.

L'impatto ambientale dell'elettrodotta viene sostanzialmente annullato adottando la soluzione di completo interrimento del cavo ad una profondità di almeno 120cm. La trincea avrà poi una larghezza di circa 70cm in singola o doppia terna, di almeno 90cm in tripla (o più) terna.



La posa avviene realizzando uno scavo largo avente le caratteristiche dimensionali secondo i tipici qui riportati.

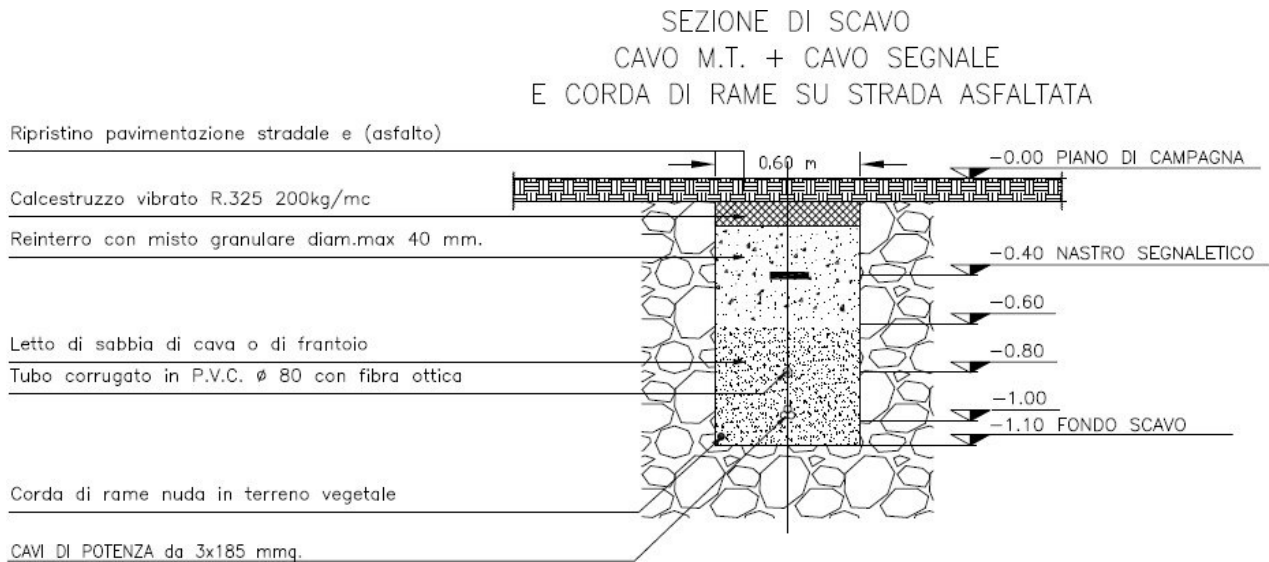


Figura 9\_ Tipico sistemazione cavidotto su strada

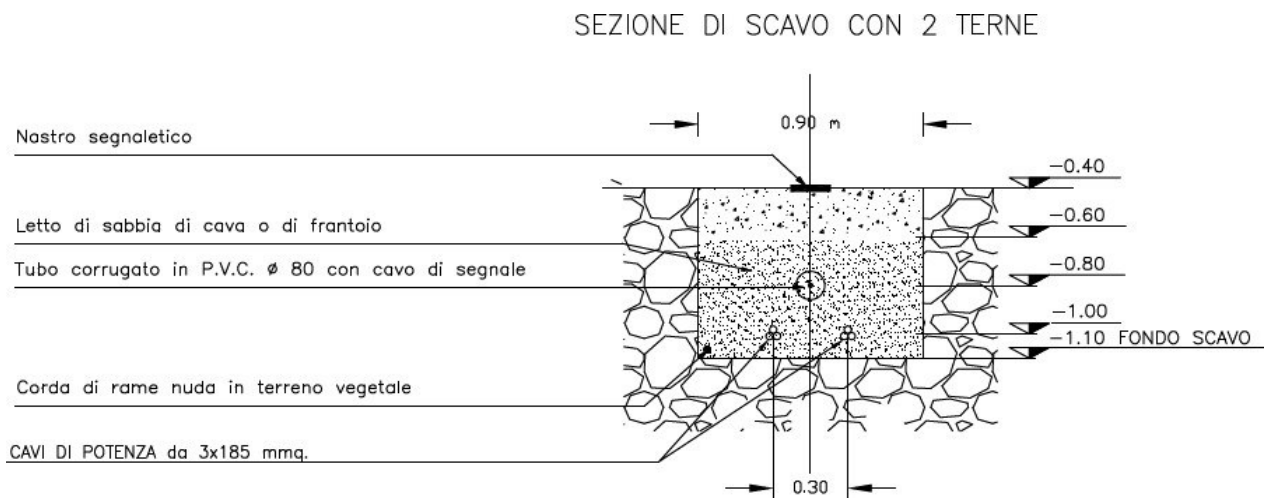


Figura 10\_ Tipico posizionamento di due terne

Poco al di sopra viene posizionato un elemento protettivo in resina e ad una profondità di 30cm viene posto un nastro segnalatore per evitare il rischio di interferenze con nuovi scavi.

Il ripristino dopo lo scavo sarà curato al fine di rendere agevole ed idoneo il transito sia alle macchine agricole sia a tutti i mezzi di comune circolazione. Si provvederà inoltre all'apposizione di cippi segnalatori. Il cavo di segnale è del tipo multifibre armato con polimeri ad alta resistenza e privo di parti metalliche, protetto all'interno di un tubo corrugato in PVC.

Nel caso di attraversamento di aree a rischio frana si procederà con tutte le tecniche e cautele del caso secondo le normative applicabili (scavo a 45° etc) in accordo con il Geologo e con gli Enti Preposti.

#### A.17.c.1.5 Caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore

Lo schema costruttivo rimane quello classico, in cui la navicella è progettata con struttura portante saldata. Al suo interno sono alloggiati il sistema di trasmissione con moltiplicatore di giri, il generatore elettrico e i dispositivi ausiliari. L'avvio della turbina avviene con un vento di 3m/s, a passo massimo.

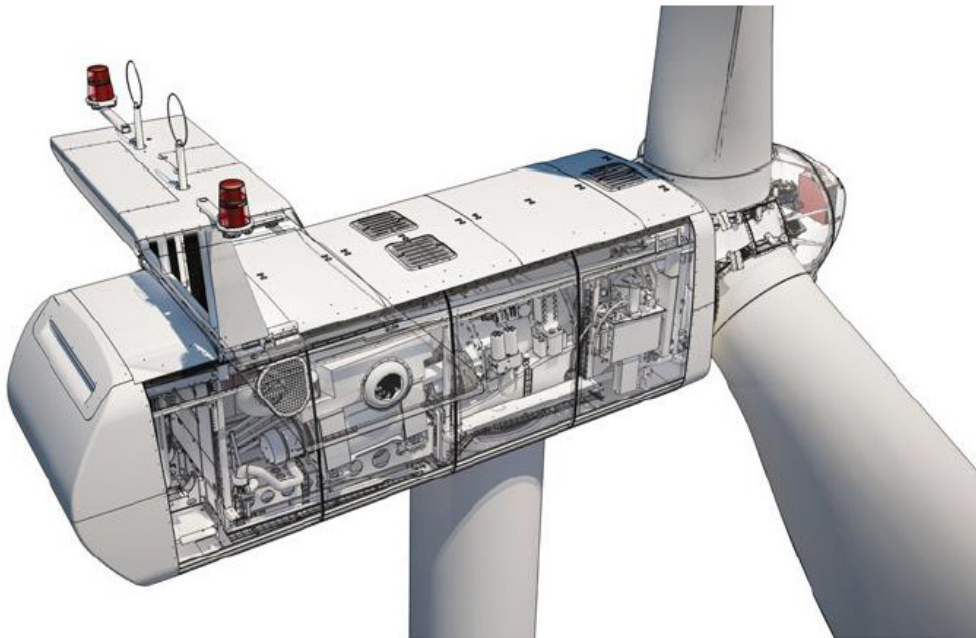


Figura 11\_Navicella Vestas

Al crescere del vento il rotore può aumentare la sua velocità fino a quella nominale, variando il passo delle pale e regolando il generatore.

A velocità del vento alte, oltre quella di raggiungimento della potenza nominale, il sistema di regolazione del passo e quello del generatore mantengono la potenza al valore prefissato, indipendentemente da variazioni di velocità del vento, di carico, di temperatura o di densità dell'aria. Quando necessario, l'aerogeneratore frena aerodinamicamente mettendo completamente in bandiera le pale.

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate e controllate da diverse unità di controllo basate su microprocessori.

Le pale del rotore, aventi forte influenza sull'*output* della turbina e sull'emissione sonora, sono di materiale a base epossidica rinforzato da fibre di vetro e di carbonio, quindi caratterizzate da durezza, resistenza all'abrasione e alta resistenza ai fattori chimici e alle radiazioni solari. Hanno inoltre un rivestimento di protezione contro i fattori atmosferici. Il profilo alare si estende fino alla navicella, ottimizzando così l'andamento delle linee di corrente per l'intera lunghezza della pala.

## SISTEMI DI CONTROLLO

I sistemi di controllo, come accennato, sono il *pitch control* e lo *yaw control*.

Il primo, *pitch control*, di cui è dotata ciascuna pala in modo indipendente, esegue la rotazione delle pale intorno al loro asse principale e permette la riduzione della potenza al suo valore nominale, evitando così l'utilizzo di freni meccanici. Gli angoli aerodinamici e costruttivi sono costantemente monitorati, in modo da permettere veloci regolazioni in funzione del vento.

Il secondo, *yaw control* detto anche imbardata, modifica l'orientamento della navicella, allineando la macchina rispetto alla direzione del vento e garantendo, indipendentemente dalla direzione del vento, la migliore esposizione del rotore ovvero perpendicolare alla direzione del vento in posizione sopravento rispetto alla torre.

## COMPONENTI PRINCIPALI DELLA TURBINA

### Pale:

- Numero: 3
- Lunghezza: 79.35 m V162 e 66.66 m V136
- Materiale: materiale composito a matrice epossidica rinforzata con fibra di carbonio e Tip metallico.

### Rotore:

- Diametro: 162m per V162 e 136 m per V136
- Area spazzata: 20612 m<sup>2</sup> per V162 e 14.527 m<sup>2</sup> per V136
- Rotazione: oraria (vista frontale)
- Orientamento: sopravento
- Angolo di tilt: 6°
- Intervallo funzionamento 4.3 – 12.1 rpm (V162) e 5,6 – 14 rpm (V136)

### Navicella/mozzo:

- Pitch System:
  - Tipo: idraulico
  - Numero: uno per ogni pala

- Intervallo: da -5° a 95° (V162) da -10° a 95° (V136)
- Tipo: a due stadi;
- Lubrificazione: olio a pressione
- Moltiplicatore (Gearbox):
  - Tipo: a due stadi;
  - Lubrificazione: olio a pressione
- Generatore e convertitore di frequenza:
  - Generatore: sincrono a magneti permanenti (V162) e asincrono a doppia alimentazione (V136).
  - Numero di poli: 36 Potenza: 5650 kW (V162)
  - Numero poli: 6 con Potenza 4.250/ 4.450 kW (V136)
  - Classe Isolamento: H
  - Protezione IP54
- Trasformatore:
  - Trasformatore trifase a due avvolgimenti
  - Immerso in liquido isolante (V162) - A secco (V136)
  - Design ecocompatibile nel rispetto del regolamento UE 2019/1783 (classe 2) – (V162)
  - Design ecocompatibile nel rispetto del regolamento UE 2014/548 (V136)
- Sistema Yaw di orientamento della navicella
  - Motori e riduttori
  - Ralla di collegamento
- Sistema freni
- Unità di controllo superiore
- Sistema rilevamento/misura vento
- Captatori sistema parafulmine

**Torre:**

- Tubolare/conica
- Altezza mozzo: 125m (V162) - 86 m (V136)
- Collegamento di potenza e di segnale fra la base e la navicella
- Circuito d'illuminazione
- Sistema monofase di alimentazione dell'unità di controllo
- Sistema monofase per l'alimentazione della resistenza di riscaldamento
- Unità di controllo inferiore
- Quadro dei servizi ausiliari
- Quadro di media tensione
- Collegamenti sistema equipotenziale e di messa a terra.

### **A.17.c.1.6 Opere civili**

Per la realizzazione dell'impianto, come già detto, sono da prevedersi l'esecuzione delle fondazioni in calcestruzzo armato delle macchine eoliche, nonché la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento e/o ampliamento della rete viaria esistente nel sito per la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto. Inoltre sono da prevedersi la realizzazione dei cavidotti ed opere di rete.

#### *Strade di accesso e viabilità di servizio al parco eolico*

Gli interventi di realizzazione e sistemazione delle strade di accesso all'impianto si suddividono in due fasi:

FASE 1 – STRADE DI CANTIERE (sistemazioni provvisorie)

FASE 2 – STRADE DI ESERCIZIO (sistemazioni finali)

Nella definizione del layout dell'impianto è stata utilizzata al massimo la viabilità esistente sul sito (carrarecce sterrate, piste, sentieri ecc.). La viabilità interna all'impianto, pertanto, risulterà costituita da strade esistenti da adeguare, integrate da tratti di strada da realizzare ex-novo per poter raggiungere la posizione di ogni aerogeneratore.

La viabilità esistente interna all'area d'impianto è costituita principalmente da strade sterrate o con finitura in massicciata. Ai fini della realizzazione dell'impianto si renderanno necessari interventi di adeguamento della viabilità esistente in taluni casi consistenti in sistemazione del fondo viario, adeguamento della sezione stradale e dei raggi di curvatura, ripristino della pavimentazione stradale con finitura in stabilizzato ripristinando la configurazione originaria delle strade. In altri casi gli interventi saranno di sola manutenzione.

Le strade di nuova realizzazione, che integreranno la viabilità esistente, si svilupperanno per quanto possibile al margine dei confini catastali, ed avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o di riporto.

Complessivamente si prevede la realizzazione di circa 6 km di nuova viabilità.

La sezione stradale, con larghezza media di 5,50m, sarà in massicciata tipo "Mac Adam" similmente alle carrarecce esistenti e sarà ricoperta da stabilizzato ecologico del tipo "Diogene", realizzato con granulometrie fini composte da frantumato di cava. Per ottimizzare l'intervento e limitare i ripristini dei terreni interessati, la viabilità di cantiere di nuova realizzazione coinciderà con quella definitiva di esercizio.

## FASE 1

Durante la fase di cantiere è previsto l'adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione dei nuovi tracciati stradali. La viabilità dovrà essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle autogru necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore.

La sezione stradale avrà una larghezza variabile al fine di permettere senza intralcio il transito dei mezzi di trasporto e di montaggio necessari al tipo di attività che si svolgeranno in cantiere. Sui tratti in rettilineo è garantita una larghezza minima di 5,50 m. Le livellette stradali seguono quasi fedelmente le pendenze attuali del terreno.

L'adeguamento o la costruzione ex-novo della viabilità di cantiere garantirà il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o artificiali oggi esistenti in loco.

Le opere connesse alla viabilità di cantiere saranno costituite dalle seguenti attività:

- Tracciamento stradale: pulizia del terreno consistente nello scoticamento per uno spessore medio di 50 cm;
- Formazione della sezione stradale: comprende opere di scavo e rilevati nonché opere di consolidamento delle scarpate e dei rilevati nelle zone di maggiore pendenza;
- Formazione del sottofondo: è costituito dal terreno, naturale o di riporto, sul quale viene messa in opera la soprastruttura, a sua volta costituita dallo strato di fondazione e dallo strato di finitura;
- Posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;
- Realizzazione dello strato di fondazione: è il primo livello della soprastruttura, ed ha la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, deve essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40 cm.
- Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli poiché non è previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 3 cm, mentre natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione.

## FASE 2

La fase seconda prevede la regolarizzazione del tracciato stradale utilizzato in fase di cantiere, secondo gli andamenti precisati nel progetto della viabilità di esercizio; prevede altresì il ripristino della situazione *ante operam* di tutte le aree esterne alla viabilità finale e utilizzate in fase di cantiere nonché la sistemazione di tutti gli eventuali materiali e inerti accumulati provvisoriamente.

L'andamento della strada sarà regolarizzata e la sezione della carreggiata utilizzata in fase di cantiere sarà di circa 5,50 ml, mentre tutti i cigli dovranno essere conformati e realizzati secondo le indicazioni della direzione lavori, e comunque riutilizzando terreno proveniente dagli scavi seguendo pedissequamente il tracciato della viabilità di esercizio.

Le opere connesse alla viabilità di esercizio saranno costituite dalle seguenti attività:

- Sagomatura della massicciata per il drenaggio spontaneo delle acque meteoriche;
- Modellazione con terreno vegetale dei cigli della strada e delle scarpate e dei rilevati;
- Ripristino della situazione ante operam delle aree esterne alla viabilità di esercizio, delle zone utilizzate durante la fase di cantiere;
- Nei casi di presenza di scarpate o di pendii superiori ad 1/1,5 m si prevederanno sistemazioni di consolidamento attraverso interventi di ingegneria naturalistica, in particolare saranno previsti solchi con fascine vive e piante, gradinate con impiego di foglia caduca radicata (nei terreni più duri) e cordonate.

### *Piazzole*

Il progetto prevede la riduzione al minimo dei movimenti di terra, e quindi degli impatti sul territorio. Le necessità di spazio per il montaggio dell'aerogeneratore è però importante, infatti è necessario:

- posizionare la gru principale, considerare che la distanza dall'asse della fondazione deve essere di 25m e che il montaggio del traliccio della gru richiede uno spazio libero rettilineo di 100m circa;
- posizionare la gru ausiliaria;
- permettere l'arrivo dei trasporti entro il raggio di lavoro della gru principale;
- eseguire le operazioni di scarico dei componenti (tronchi di torre, navicella, pale, ecc.) prevedendo aree libere per lo stoccaggio momentaneo;
- montare a terra il rotore
- considerare la presenza della fondazione e relativa distanza operativa.

Un tipico esempio di piazzola richiesta per la turbina V136 è riportata nella figura sottostante. Si sottolinea la possibilità di adeguare la geometria al caso specifico.

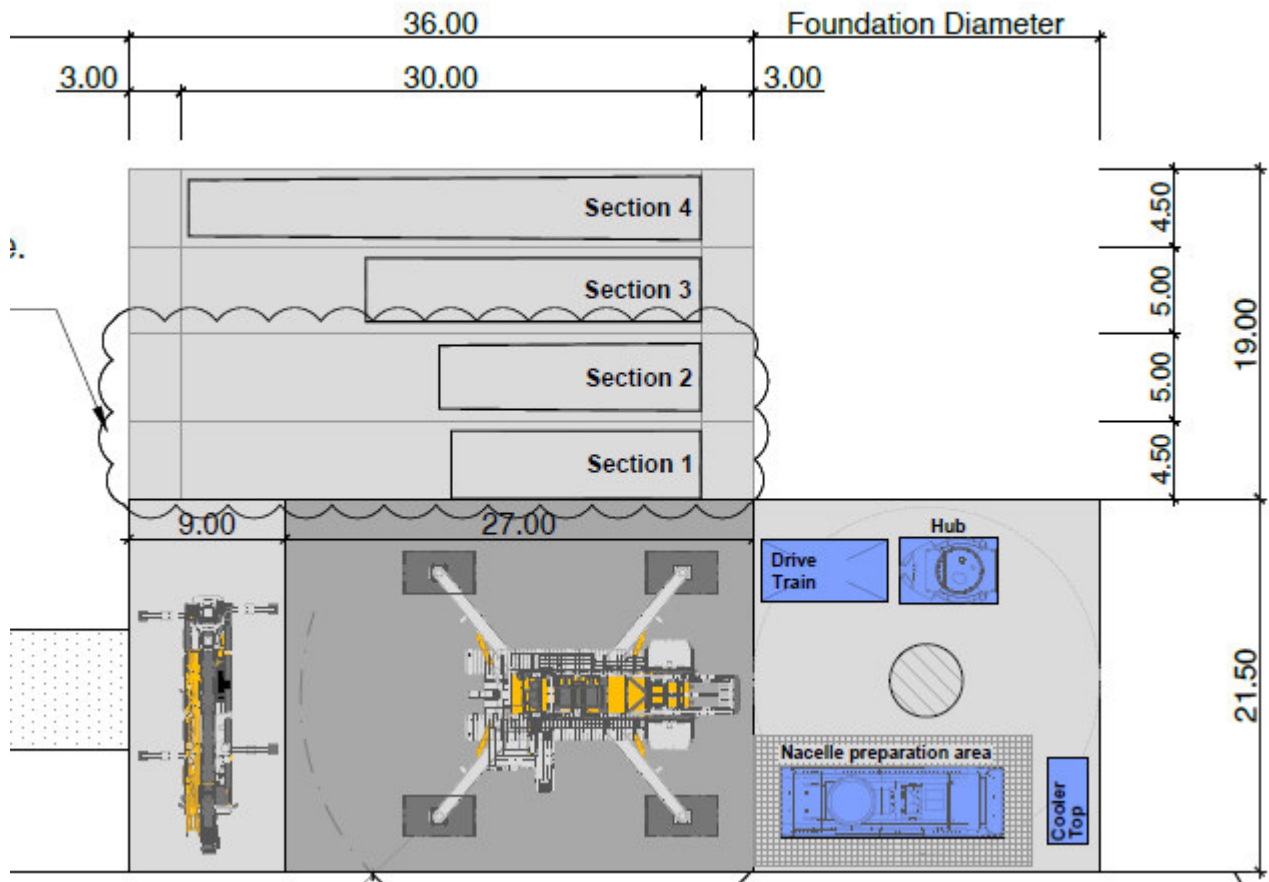


Figura 12\_Piazzola tipo per V136

Il posizionamento della gru richiede un margine di sicurezza dal margine della scarpata in riporto come mostrato in figura. Nel caso ciò non fosse garantito si dovrà provvedere ad apposito lavoro di consolidamento in accordo con VESTAS.

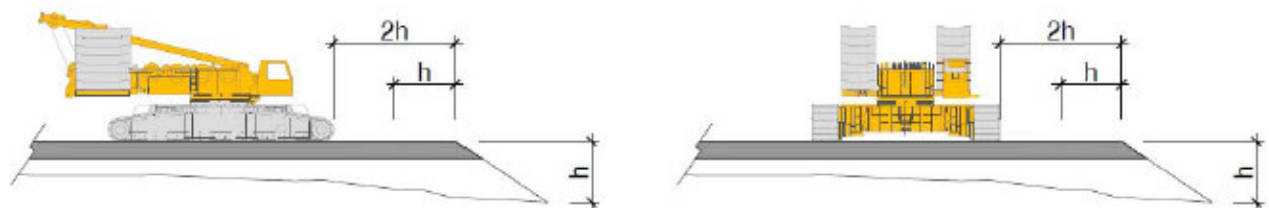


Figura 13\_ Posizionamento della gru e scarpata in riporto

Per l'area di stoccaggio delle pale è previsto l'utilizzo provvisorio di una superficie adiacente alla piazzola nella quale verranno predisposte, dopo una pulizia dell'intera area da vegetazione o altro, due strutture di appoggio come visibile nella seguente figura.



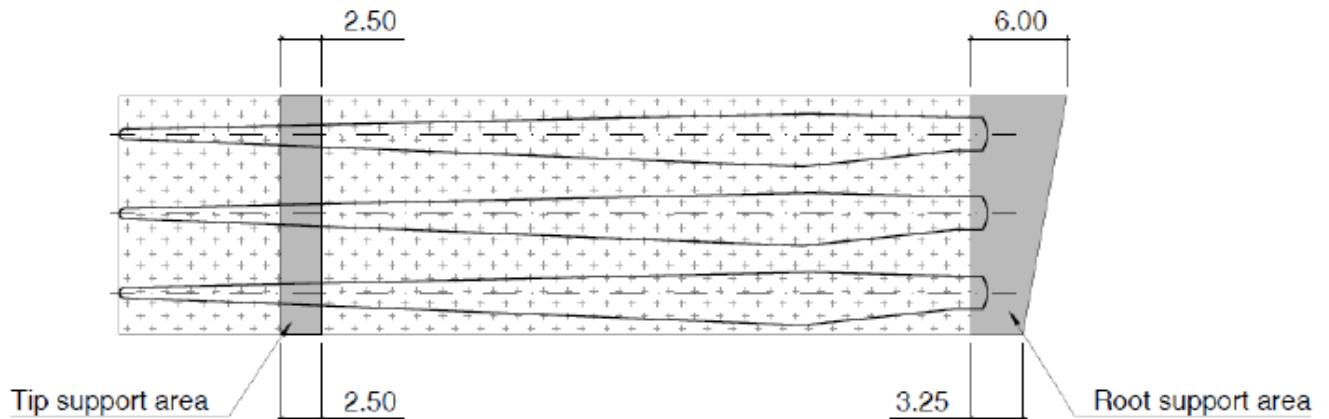


Figura 14\_ Area di stoccaggio delle pale con evidenziate le due zone di appoggio.

Finito il montaggio le due aree di appoggio verranno ripristinate allo stato originale.

#### Fondazione aerogeneratori

Le fondazioni di un aerogeneratore sono progettate in base alle caratteristiche del terreno e quindi non è possibile definire la soluzione ideale prima di aver completato tutti gli studi geotecnici.

In linea di principio, le fondazioni si dividono in due tipologie principali:

- plinto diretto
- plinto a pali.

Per entrambe le soluzioni si prevede che il loro piano superiore sia ad almeno 1 metro al di sotto del piano di campagna, ciò permetterà, in fase di dismissione, la rimozione della struttura per un metro di profondità.

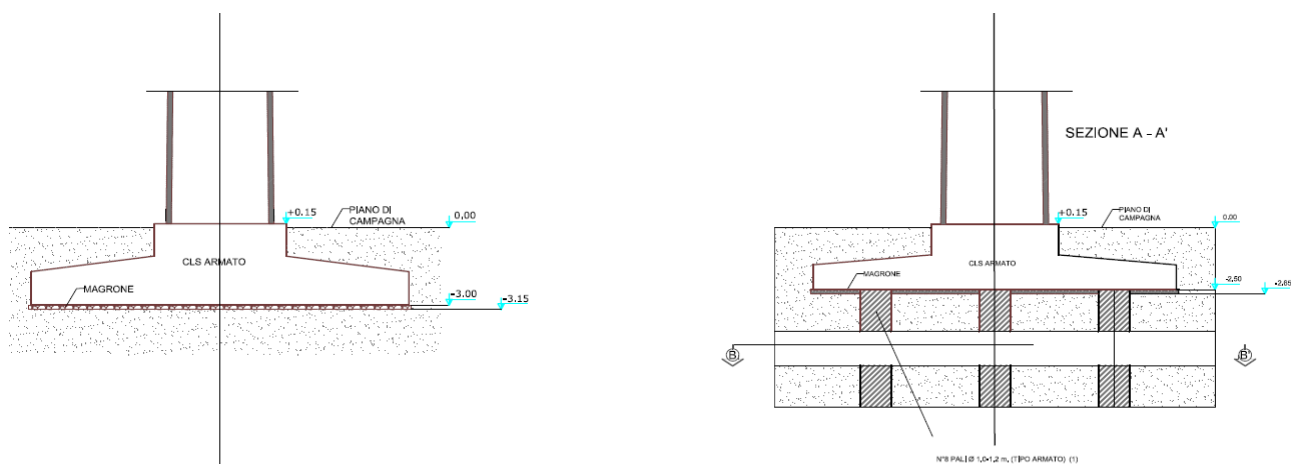


Figura 15\_Tipica fondazione di aerogeneratori

La soluzione prevista per l'impianto è orientata sull'utilizzo di soluzione diretta (a gravità) per la gran parte delle postazioni. La decisione sarà però effettuata non appena conclusi gli studi geotecnici sulla base dei sondaggi specifici previsti per ogni postazione.

La pianta della fondazione può assumere varie forme geometriche, dal classico plinto quadro, a quello esagonale al più moderno circolare. La scelta del tipo di fondazione, la forma e il dimensionamento definitivo verranno eseguiti in sede di progetto esecutivo ottimizzando gli aspetti strutturali.

Le figure seguenti indicano le scelte tipiche delle macchine Vestas: il plinto è di pianta cilindrica con diametro variabile a seconda delle caratteristiche del terreno. Il sistema di ancoraggio adottato è quello a "tirafondi".

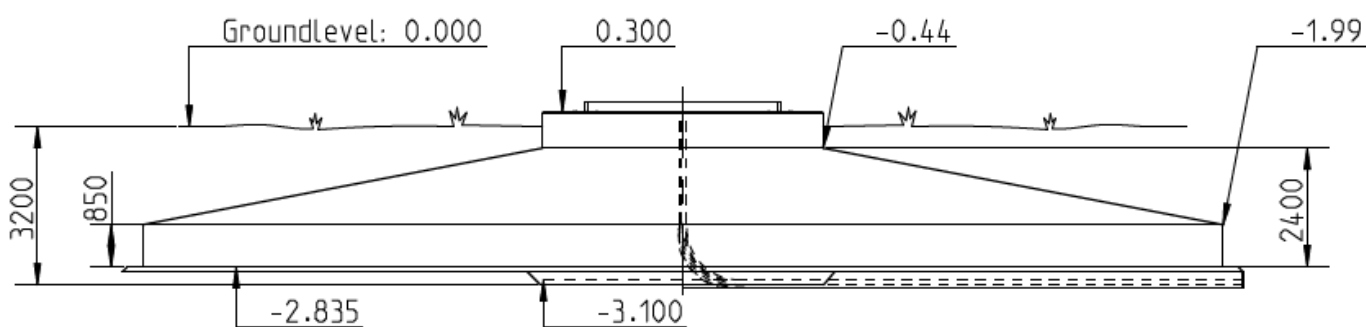


Figura 16\_Sezione tipo di fondazione aerogeneratore

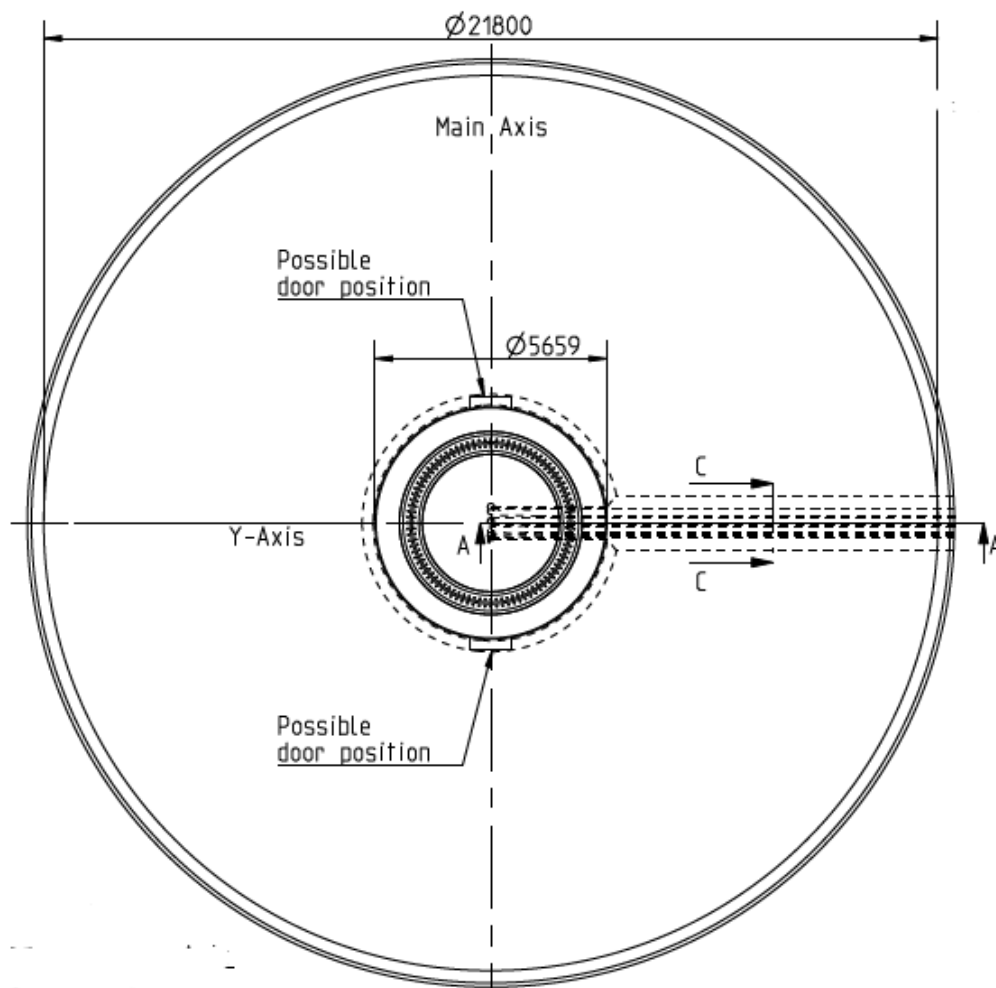


Figura 17\_Pianta fondazione tipo

Il Progetto Definitivo è stato sviluppato considerando diametri di fondazione con i valori massimi attesi pari a 22m per la V136 e 25m per la V162.

Viste le caratteristiche del terreno è però ipotizzabile una dimensione inferiore. Lo spessore del plinto è previsto di 2-3m. Nel caso di plinto a pali le dimensioni saranno più contenute.

### *Cabina di raccolta*

La cabina di raccolta si pone come interfaccia tra l'impianto eolico e la sottostazione. Il progetto prevede una cabina di raccolta di dimensioni all'incirca (12,50 x 3,90 x 2,50) m. Secondo la soluzione di progetto la cabina è nella "Zona A" del layout in agro di Forenza (PZ).

La cabina dovrà essere prefabbricata, e dovrà essere realizzata mediante una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante completa di porta di accesso e griglie di aerazione.

Le pareti sia interne che esterne, di spessore non inferiore a 7-8 cm, dovranno essere trattate con intonaco murale plastico. Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, dovrà essere a corpo unico con

il resto della struttura, dovrà essere impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento dovrà essere dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/m<sup>2</sup> ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m<sup>2</sup>.

Sul pavimento dovranno essere predisposte apposite finestrate per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

L'armatura interna del monoblocco dovrà essere elettricamente collegata all'impianto di terra, in maniera tale da formare una rete equipotenziale uniformemente distribuita su tutta la superficie del chiosco.

Le porte dovranno avere dimensioni 1200x2500 (H) mm, dovranno essere dotate di serratura di sicurezza inter-bloccabile alla cella MT, e le griglie di aerazione saranno il tipo standard di dimensioni 1200x500 (H) mm. I materiali da utilizzare sono o vetroresina stampata, o lamiera, ignifughe ed autoestinguenti.

La base della cabina dovrà essere sigillata alla platea, mediante l'applicazione di un giunto elastico tipo: ECOACRIL 150; successivamente la sigillatura dovrà essere rinforzata mediante cemento anti-ritiro.

#### Opere civili Stazione Elettrica

La struttura degli edifici della sottostazione sarà realizzata a telai in cemento armato e sarà calcolata secondo le leggi 1086/71, 64/74 e D.M. 17.01.2018 e s.m.i.

La costruzione degli edifici è in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile. Le fondazioni verranno scelte a seguito dello studio geologico-tecnico.

La copertura a tetto è a falda, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

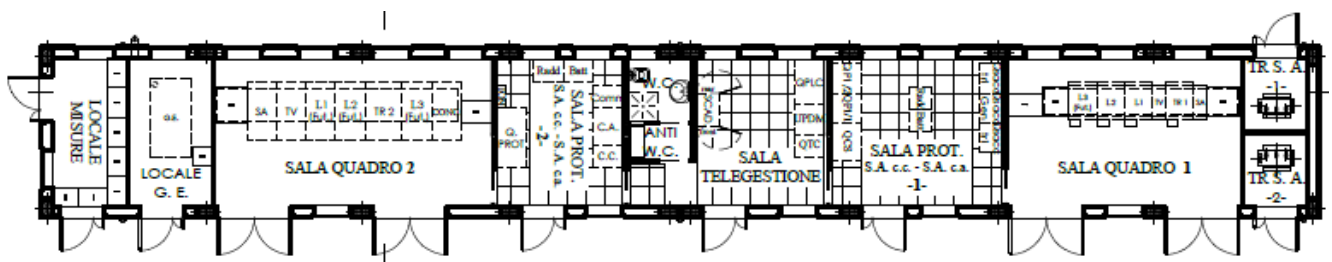


Figura 18\_Edificio sottostazione

Nell'edificio di Sottostazione troveranno sistemazione:

- Locale misure
- Locale G.E.
- Sala Quadri 1 e 2

- Sala Protezioni
- Sala Telegestione
- Trasformatori
- Locali igienici

Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991, il D.Lgs. 192/05 e successivi regolamenti di attuazione.

#### COMPONENTE PRINCIPALE

Il macchinario principale sarà costituito da n° 1 **trasformatore** 30/150 kV le cui caratteristiche principali sono:

- Potenza nominale 80/90 MVA
- Tensione nominale 150/30 kV
- Vcc% 10%
- Commutatore sotto carico variazione del  $\pm 10\%$  Vn con +5 e -5 gradini
- Raffreddamento ONAN/ONAF
- Gruppo DYn11
- Potenza sonora <82 dB (A)

Le principali caratteristiche tecniche complessive della stazione saranno le seguenti:

- Tensione massima sezione 150 kV 170 kV
- Frequenza nominale 50 Hz

Correnti limite di funzionamento permanente:

- Potere di interruzione interruttori 150 kV 40 kA
- Corrente di breve durata 150 kV 40 kA
- Condizioni ambientali limite -25/+40 °C
- Salinità di tenuta superficiale degli isolamenti:
- Elementi 150 kV 14 g/l

La sezione 150 kV con isolamento in aria sarà costituita da:

- n° 1 stallo linea per il collegamento alla stazione di Terna;
- n° 1 stallo TR AT/MT.

### A.17.c.1.7 Cavidotto in MT

#### Descrizione del tracciato

In linea generale la scelta del tracciato è eseguita tenendo in considerazione i seguenti fattori:

- Minimizzazione dei percorsi;
- Far coincidere il tracciato con piste/strade esistenti o da costruire;
- Evitare il più possibile l'attraversamento di centri abitati.

L'immagine seguente riporta l'intero layout su ortofoto.

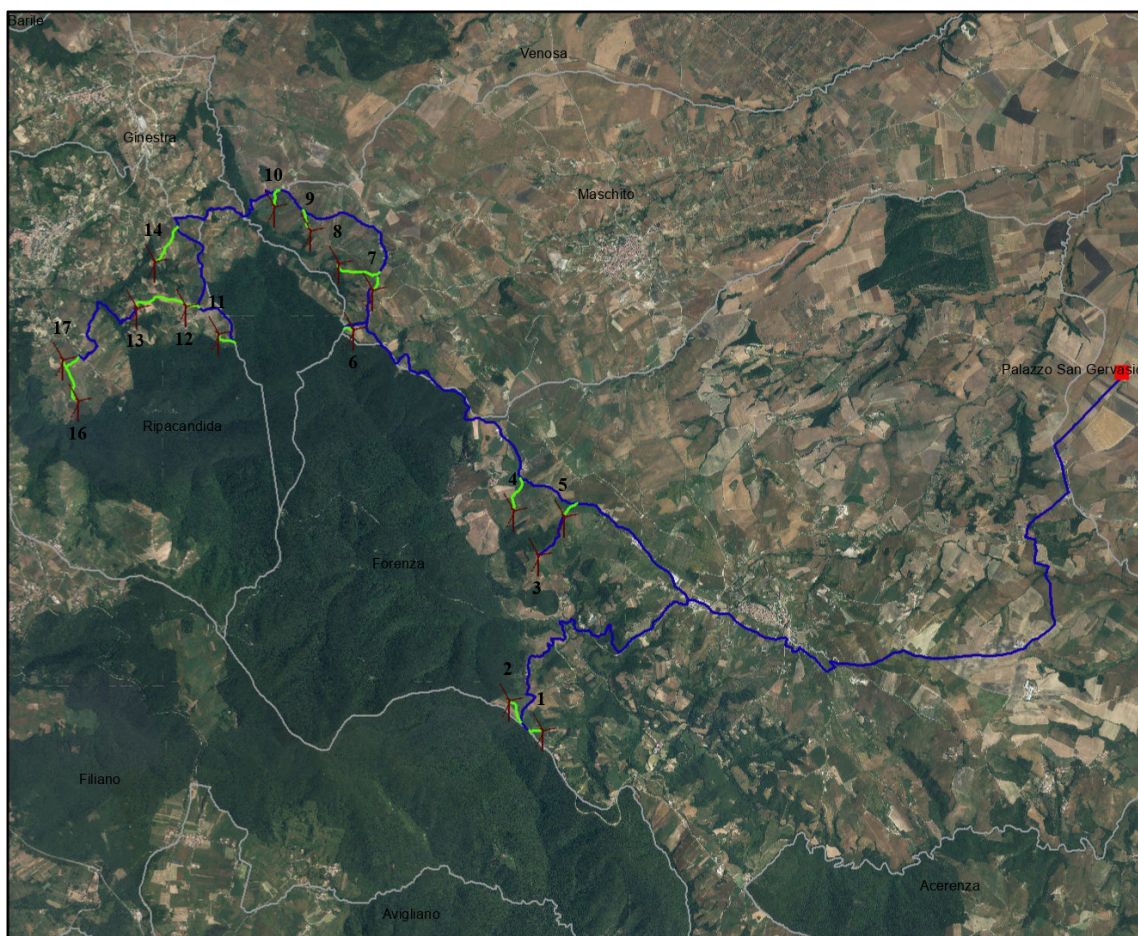


Figura 19\_Layout progetto su ortofoto

#### Descrizione dell'intervento

La scelta della tipologia di cavi elettrici da utilizzare per la rete di impianto in media tensione (30kV) deve tener conto del vincolo sulla corrente massima ammissibile, propria di ogni sezione

minimizzando contestualmente le cadute di tensione, cercando il giusto compromesso tra la minimizzazione delle perdite e il contenimento dei costi.

Di seguito si riporta lo schema di connessione del parco eolico.

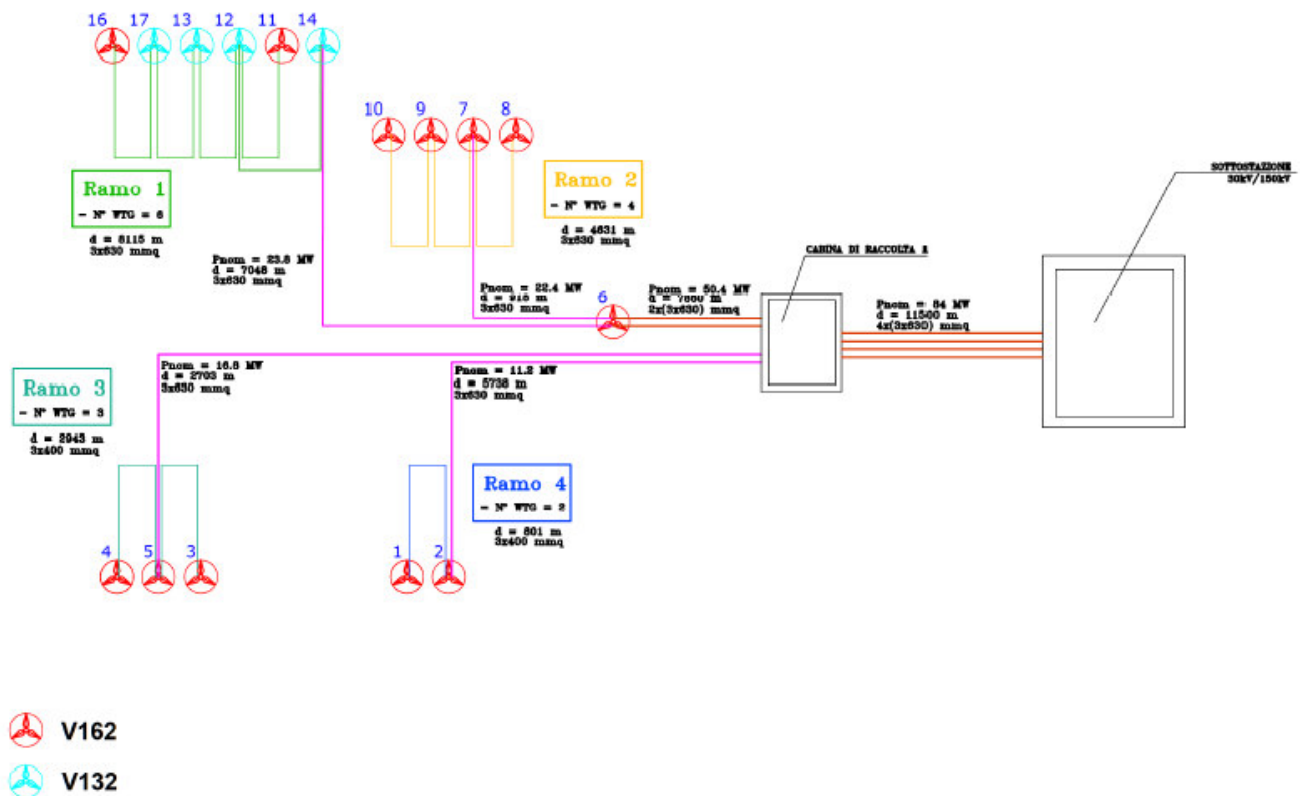


Figura 20\_Rete unifilare

In rosso sono rappresentate le macchine V162 da 5.6 MW di potenza nominale, in azzurro le V136 da 4.2 MW di potenza nominale.

Per il progetto in esame sono stati individuati quattro sottocampi, così composti:

- Ramo 1, potenza nominale 28 MW
  - Macchine V132 con potenza nominale 4.2 MW: 4 (WTG 12,13,14,17)
  - Macchine V162 con potenza nominale 5.6 MW: 2 (WTG 11,16)
- Ramo 2, potenza nominale 22.4 MW
  - Macchine V132 con potenza nominale 4.2 MW: 0
  - Macchine V162 con potenza nominale 5.6 MW: 4 (WTG 7,8,9,10)
- Ramo 3, potenza nominale 16.8 MW
  - Macchine V132 con potenza nominale 4.2 MW: 0
  - Macchine V162 con potenza nominale 5.6 MW: 3 (WTG 3,4,5)

- Ramo 4, potenza nominale 11.2 MW
  - Macchine V132 con potenza nominale 4.2 MW: 0
  - Macchine V162 con potenza nominale 5.6 MW: 2 (WTG 1,2)

All'interno di ogni sottocampo, il dimensionamento è stato fatto in corrispondenza della sezione più sollecitata, assumendo la potenza massima nel tratto considerato (corrispondente alla potenza nominale di tutte le macchine eoliche interessate) e una lunghezza del cavo pari alla lunghezza totale del cavidotto nel ramo, adottando quindi un approccio conservativo dal punto di vista della caduta di tensione e delle perdite.

Ramo	Tratto considerato per il dimensionamento	Potenza per il dimensionamento [MW]	Corrente di impiego [A]	Lunghezza [km]
Ramo 1	WTG12 - WTG14	23.8	458	8.115
Ramo 2	WTG9 - WTG7	11.2	216	4.631
Ramo 3	WTG4 - WTG5	5.6	108	2.943
Ramo 4	WTG1 - WTG2	5.6	108	0.801

La macchina WTG 6 da 5.6 MW costituisce il punto di congiunzione tra i rami 1 e 2 e la cabina di raccolta, alla quale afferiscono anche i cavi provenienti dai rami 3 e 4.

Da qui, due cavi tripolari si raccordano alla cabina, dalla quale partono quattro cavi tripolari diretti alla sottostazione 30kV/150kV.

Il dimensionamento di questi tratti è stato effettuato considerando la somma delle potenze nominali delle macchine interessate, trascurando le perdite all'interno dei sottocampi stessi e nei collegamenti a monte, e quindi in modo conservativo.

Insieme ai criteri di affidabilità e durevolezza, è stato adottato un criterio di minimizzazione dei costi: se da un lato all'aumento della sezione corrispondono minori perdite, e dunque un minor costo (in termini di mancati ricavi), dall'altro scegliendo cavi più spessi o aumentandone il numero crescono anche i costi.

Si è proceduto quindi alla ricerca di un punto di ottimo per ogni tratto, supponendo di considerare i mancati ricavi causati dalle perdite come costi annuali, e di distribuire l'investimento iniziale per la fornitura dei cavi su un periodo di cinque anni.

È stato scelto un cavo in alluminio del tipo ARE4H1RX per tensioni 18/30kV.

Nella tabella seguente, vengono presentati i risultati del dimensionamento.



Tratto	Formazione	Corrente ammissibile	Corrente impiego /ammissibile	Lunghezza
		[A]	%	[km]
Ramo 1	3x630 mm2	556.2	82.35	8.115
Ramo 2	3x630 mm2	556.2	38.75	4.631
Ramo 3	3x400 mm2	432	24.95	2.943
Ramo 4	3x400 mm2	432	24.95	0.801
Ramo 1 - WTG6	3x630 mm2	556.2	96.88	7.048
Ramo 2 - WTG6	3x630 mm2	556.2	77.51	0.918
Ramo 3 - cabina di raccolta	3x630 mm2	556.2	58.13	2.703
Ramo 4 - cabina di raccolta	3x630 mm2	556.2	38.75	0.801
WTG6 - cabina di raccolta	2x (3x630) mm2	500.58	96.88	7.860
Cabina di raccolta - SE	4x (3x630) mm2	439.40	91.98	11.500

Sono state calcolate le perdite effettive, ovvero considerando la produzione attesa del Parco eolico, per ogni tratto considerando. I valori vengono indicati nella seguente tabella:

Tratto	Perdite Effettive	Perdite tratto/ totale	Caduta di tensione (alla corrente massima)
	MWh/anno	%	%
Ramo 1	995	10.57	1.37
Ramo 2	133	1.41	0.37
Ramo 3	34	0.36	0.19
Ramo 4	9	0.10	0.05

Ramo 1 - WTG6	1187	12.60	1.40
Ramo 2 - WTG6	105	1.12	0.15
Ramo 3 - cabina di raccolta	175	1.85	0.32
Ramo 4 - cabina di raccolta	23	0.24	0.06
WTG6 - cabina di raccolta	2206	23.44	1.41
Cabina di raccolta - SS	4547	48.30	1.72

### A.17.c.1.8 Soluzione di protezione contro i fulmini

#### *Descrizione del fenomeno*

Il fulmine è una forma di elettricità statica creata dal movimento delle gocce di pioggia e della grandine all'interno delle nuvole. La maggior parte dei fulmini si formano, sviluppano e concludono all'interno delle nuvole, senza toccare il terreno. Un fulmine scarica a terra in media una corrente negativa di 40.000 ampere (40 kA) e trasferisce 500 MJ di energia. Durante la fase iniziale del fulmine, la corrente aumenta di circa 40 kA/ $\mu$ s, per raggiungere anche i 120 kA e oltre.

Il fulmine riscalda l'aria circostante fino a circa 10.000°C istantaneamente, provocando un'onda d'urto che noi percepiamo come un tuono.

Le correnti dei fulmini contengono un mix di frequenze che raggiungono anche centinaia di kHz. A queste alte frequenze, la corrente scorre preferenzialmente vicino alla superficie dei conduttori elettrici (skin effect), causando alcune complicazioni per i progettisti dei sistemi parafulmine.

Quando cade un fulmine, edifici ed alberi vengono regolarmente danneggiati e può persino accadere che persone o animali rimangano uccisi. Non c'è dunque da sorprendersi che le turbine eoliche, ben più alte degli alberi e collocate deliberatamente nei luoghi più esposti, siano obiettivi privilegiati.

#### *Fulmine ed aerogeneratore*

Oggi le turbine eoliche Vestas sono praticamente immuni dai danni provocati dai fulmini, ma in passato si sono affrontati innumerevoli problemi.

Il raggiungimento di questo livello di affidabilità ha richiesto un lungo lavoro. L' utilizzo di maggiore quantità di fibra di carbonio nelle pale della turbina, in particolare, ha richiesto un'attenta ricerca e verifica dei sistemi di protezione contro i fulmini.

Vestas, inoltre, ha sviluppato metodi efficaci per impedire che le scariche elettriche danneggino i cuscinetti e i sistemi elettrici che consentono di trasportare la corrente del fulmine lungo la torre e disperderla in sicurezza al suolo.

Le turbine Vestas sono progettate per picchi di corrente fino a 200 kA.

#### PALE DANNEGGIATE

L'estremità della pala è il punto più alto della turbina e quindi la parte che ha maggiori probabilità di essere colpita da un fulmine. I materiali compositi utilizzati per la fabbricazione delle pale, come la fibra di vetro, la fibra di carbonio e a volte il legno, vengono facilmente danneggiati dai fulmini.

Un fulmine che colpisce una pala non protetta provoca generalmente un solco di un centimetro o due attraverso il quale l'acqua penetra nella struttura delle pale indebolendola e rendendola ancora più esposta ai fulmini. Il risultato finale è un'avaria ma un fulmine potente è in grado di distruggere una pala all'istante.

Una prima soluzione per proteggere la struttura principale è stata quella di utilizzare punte delle pale in metallo. Cavi interni conducono la corrente del fulmine in sicurezza fino al piede della pala. Questo sistema ha dato ottimi risultati e molte turbine Vestas sono ancora funzionanti con la punta della pala in metallo.

La soluzione successiva è stata l'adozione di piccoli dischetti in metallo posizionati con precisione lungo la pala che assumono il ruolo di ricettori di fulmini. Le più moderne pale degli aerogeneratori Vestas sono dotate di un ricettore all'estremità e di una serie di ricettori collocati ad intervalli di cinque metri lungo tutta la pala, fino ad un raggio di venti metri dal mozzo.

#### LA FIBRA DI CARBONIO

Fare in modo che i fulmini colpiscano i ricettori è solo una parte del lavoro. La fibra di carbonio utilizzata nelle moderne pale conduce l'elettricità, anche se non allo stesso modo del metallo. Il progetto della pala deve tenere in considerazione il diverso comportamento del carbonio e del metallo, considerando che la corrente del fulmine lascia i cavi di metallo collegati ai ricettori dopo aver individuato un percorso preferenziale lungo la fibra di carbonio.

La corrente che viaggia lungo la fibra di carbonio non costituisce di per sé un problema, sono piuttosto le modalità costruttive della pala a creare delle difficoltà. Ad esempio le pale della V90-3.0 MW presentano sezioni in composto di carbonio inserite in una struttura in fibra di vetro. Non vi è quindi alcun percorso continuo attraverso la fibra di carbonio e, come risultato, la corrente del fulmine deve "saltare" dalle parti in carbonio a quelle metalliche. Il risultante "flashover"

(combustione generalizzata) può danneggiare o addirittura incendiare la fibra di carbonio. Per impedirlo bisogna introdurre delle buone connessioni elettriche tra il carbonio e il metallo nei punti critici della pala.

#### SISTEMI INTERNI

La corrente dei fulmini è in grado di danneggiare anche gli ingranaggi e i cuscinetti, perciò è importante mantenere al di fuori del percorso della scarica elettrica il mozzo della pala, il moltiplicatore di giri e il cuscinetto principale.

Per raggiungere tale scopo vengono inseriti contatti striscianti a molla tra la fascia in acciaio inossidabile fissata al mozzo attorno alla parte esterna della pala e il conduttore in metallo interno alla pala stessa. Questo mantiene il contatto quando la pala gira secondo la velocità del meccanismo di controllo del passo posizionato all'interno del mozzo.

L'intero impianto, noto come unità di trasferimento della corrente del fulmine (LCTU), assicura che le scariche elettriche bypassino gli ingranaggi del controllo del passo, il moltiplicatore di giri e il cuscinetto principale.

Confinare la corrente del fulmine alla struttura della navicella riduce notevolmente il rischio di danno ai componenti elettronici interni, alla navicella e alla torre. I dispositivi elettronici necessitano tuttavia di un'ulteriore protezione che viene realizzata attraverso schermature, collegamenti a terra e inibitori (tutti sistemi che impediscono alle correnti dei fulmini di indurre voltaggi pericolosi nei circuiti circostanti) e scegliendo componenti robusti capaci di resistere a voltaggi incredibilmente alti.

#### TORRE

Il passo successivo è incanalare in sicurezza la corrente lungo la torre fino a terra. L'ostacolo principale è il supporto della ralla che fa ruotare la navicella nella direzione del vento, che viene perciò protetta da un altro gruppo di contatti striscianti.

All'interno della torre, i conduttori arrivano fino al livello del terreno. L'acciaio, presente in abbondanza all'interno della torre, funge da percorso obbligato per la corrente. Alla base della torre, il sistema di messa a terra disperde infine la corrente del fulmine al suolo.

Nella torre gli scaricatori sono collegati senza interruzione dalla fondazione fino alla sezione in acciaio garantendo una scarica sicura della corrente del fulmine.

#### *Rete di terra*

La rete di terra è costituita da una serie di conduttori nudi in rame, collegati con la struttura metallica della torre e posati all'interno dello scavo della fondazione dell'aerogeneratore in

quantità adeguata, in conformità con la normativa vigente in merito alla sicurezza degli impianti elettrici. Nella fondazione vengono disposti dispersori ad anello in posizioni diverse. Essi consistono in nastri di acciaio zincato a caldo e collegati tra di loro attraverso appositi connettori per i dispersori di fondazione. La protezione interna riguarda i componenti elettrici ed elettronici.

I componenti elettronici interni all'aerogeneratore sono isolati galvanicamente e sono collocati all'interno di contenitori metallici collegati a terra. In caso di fulmini o di insolite sovratensioni, tutti i componenti elettrici ed elettronici sono protetti da componenti fissi ad assorbimento di energia.

Il quadro elettrico di controllo e il generatore sono protetti mediante scaricatori di sovratensione. Tutte le schede elettroniche con le rispettive unità di alimentazione sono equipaggiate con filtri ad elevata attenuazione. I dispositivi elettronici di controllo e di regolazione sono disaccoppiati galvanicamente.

#### A.17.c.1.9 Interferenze del cavidotto

##### *Interferenza con metanodotto*

La presenza di una linea di metanodotto lungo il tracciato del cavidotto di collegamento tra il Parco Eolico e la sottostazione di allaccio, oltre ad essere stata rilevata durante i vari sopralluoghi, è resa evidente sulla carta geografica IGM 1:50.000.



Figura 21 \_Interferenza con metanodotto

Nella fase di costruzione il cavidotto, in corrispondenza degli attraversamenti con il metanodotto, sarà realizzato in sottopasso con distanza minima in verticale di 1,5m e con inguainamento della corda in rame nudo per almeno 6m prima e dopo l'intersezione.

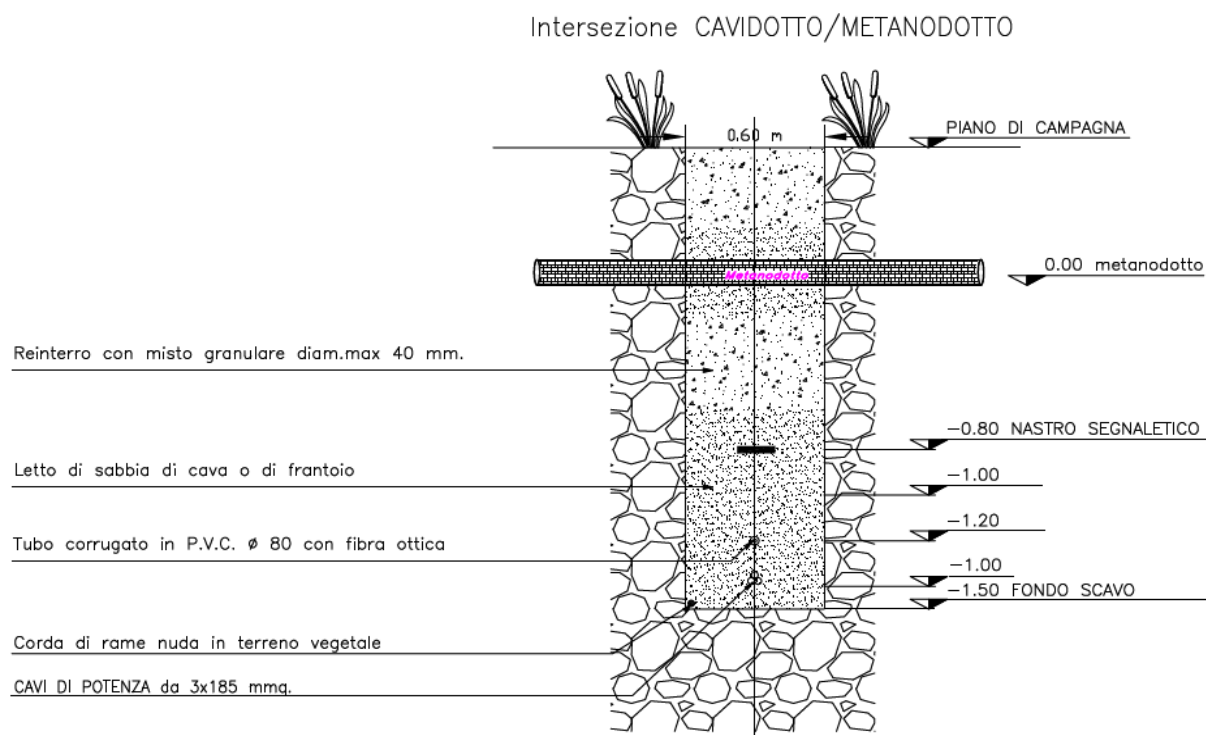


Figura 22\_Superamento interferenza

### Interferenza con telecomunicazioni

Potrebbero esserci delle brevi zone di interferenza con la linea telefonica che dovranno essere puntualmente individuate mediante appositi sopralluoghi con il gestore di rete.

Le interferenze tra cavidotto e linea telefonica sono di due tipi:

- 1) Incroci tra cavi
- 2) Parallelismo tra cavi

Per entrambe le situazioni vengono applicate le indicazioni previste dalla Norma CEI 11-17 con particolare riferimento al Cap. IV Sezione 1.

Nel caso di incrocio, il cavidotto passerà al di sotto del cavo di comunicazione. È prevista una distanza minima di 0,3m tra il cavo telefonico e quello con cavo segnale del parco eolico, al di sotto del quale giace il cavidotto MT. Nel caso in cui dovesse essere assente il cavo segnale, il cavidotto sarà in ogni caso posizionato ad oltre 0,3m di distanza dal cavo telefonico.

Il cavo telefonico sarà protetto, per una lunghezza di almeno 1m prima e dopo l'intersezione e simmetricamente ad essa, da appositi dispositivi protettivi indicati dalla norma (per esempio tubo in acciaio). Nel caso di parallelismo, la posa del cavidotto sarà effettuata alla massima distanza possibile dal cavo telefonico (per es. altro lato della strada). In ogni caso la distanza minima garantita, proiettata sul piano orizzontale, sarà non inferiore a 0,3m.

Nei riguardi dei fenomeni induttivi, dovuti ad eventuali guasti sui cavi di energia, le caratteristiche del parallelismo dovranno soddisfare quanto previsto dalla CEI 103-6. Nei riguardi di altri fenomeni di interferenza tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione, devono essere rispettate le direttive del Comitato Consultivo Internazionale Telegrafico e Telefonico (CCITT).

Una volta proceduto agli scavi e posato il cavidotto in MT, il costruttore, prima di procedere alla chiusura degli scavi, richiederà sopralluogo a funzionario del Ministero Delle Comunicazioni – Ispettorato Territoriale Puglia e Basilicata, per verificare la conformità del lavoro alle presenti specifiche progettuali, al fine di ottenere il "Nulla Osta di Esercizio".

#### A.17.c.1.10 Caratterizzazione anemologica e stima della producibilità

In tale paragrafo viene riportata una sintesi delle caratteristiche anemologiche del sito d'impianto e la stima di produzione media annua di energia del parco eolico in progetto, rimandando alla relazione specialistica ( rif. Elaborato A.5) per maggiori dettagli.

Sulla base dei dati di input è stata elaborata la rosa dei venti rappresentata nella figura sottostante.

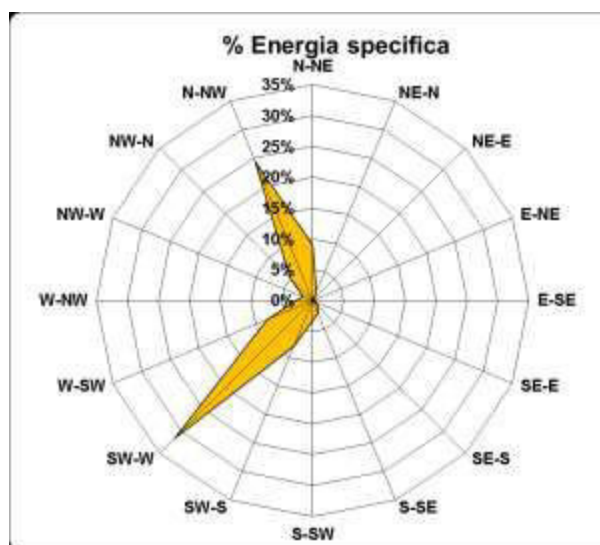


Figura 23\_Rosa dei venti

Come si può facilmente desumere, la direzione predominante corrisponde mediamente al SW-W (Sud Ovest-Ovest) con un'altra componente minore dalla direzione NNW (Nord-Nord-Ovest). Dalle simulazioni effettuate l'impianto mostra una produzione netta pari a 243GWh/anno per 2.896 ore equivalenti di funzionamento.

Tali dati rendono molto valida la realizzazione del parco eolico da un punto di vista tecnico-economico.

#### **A.17.c.1.11 Dismissione dell'impianto**

Alla fine della vita dell'impianto, stimata in 25 anni, si procede al completo smantellamento di tutte le strutture ripristinando le condizioni originarie del territorio.

Tale attività è finalizzata, in linea programmatica generale, alla restituzione dell'habitat, così come modificato dalla realizzazione del parco eolico, alle condizioni preesistenti, ristabilendo le condizioni vegetazionali e geomorfologiche originarie.

I conseguenti interventi di dismissione e di ripristino delle condizioni ambientali preesistenti possono essere così sintetizzati:

- rimozione degli aerogeneratori e degli apparati elettromeccanici;
- demolizione della cabina di raccolta/sezionamento;
- demolizione stallo di consegna;
- demolizione delle fondazioni delle turbine fino alla profondità di 1 m.;
- rimozione dei cavidotti;
- riutilizzo e smaltimento dei materiali;
- ripristino geomorfologico e vegetazionale del sistema viario delle piste per il raggiungimento delle singole turbine e dell'area utilizzata per le piazzole.

La dismissione dell'impianto avverrà come previsto dopo 25 anni di funzionamento, quindi nel 2049.

Il cronoprogramma riportato è del tutto indicativo in quanto la durata totale delle operazioni (3 mesi) dipenderà dal periodo dell'anno nel quale si faranno le varie operazioni e dalle situazioni meteorologiche.

In ogni caso la durata di tre mesi e la sequenza delle operazioni come riportata risulta un riferimento attendibile e realistico.



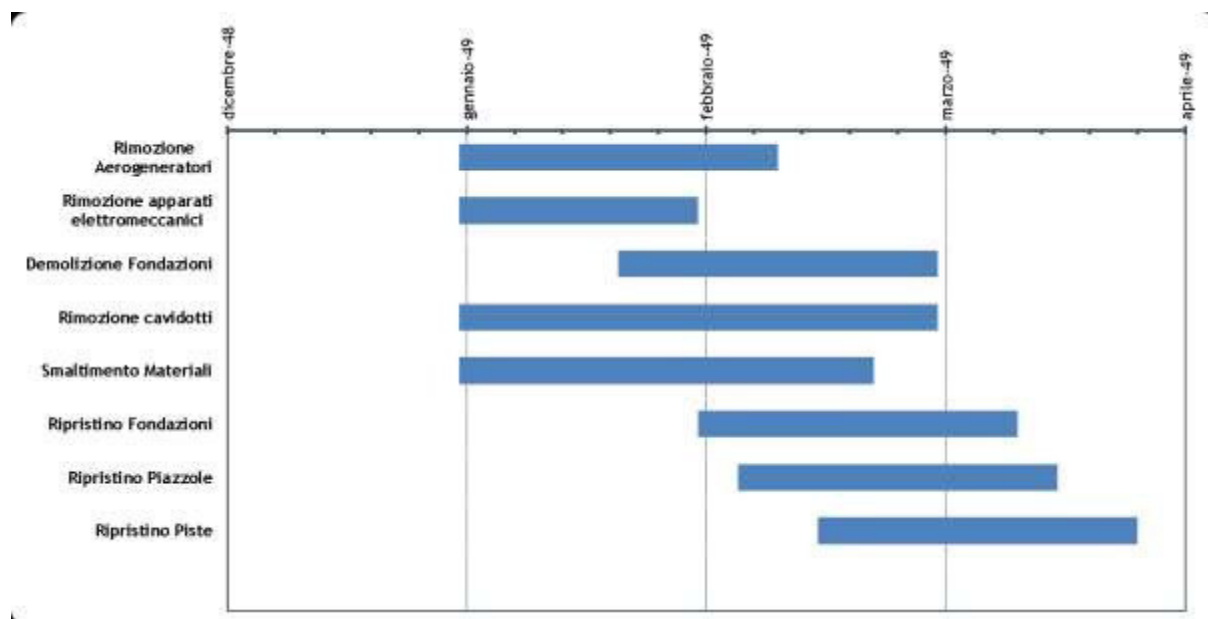


Figura 24\_Cronoprogramma opere di dismissioni

Per maggiori informazioni riguardo le modalità operative dei procedimenti di dismissione sopra elencati e riguardo le quantità ed entità di materiali che dovranno essere rimossi e smaltiti secondo le vigenti normative (es. conferimento olii esausti al consorzio obbligatorio etc.) si rimanda alla Tav. C "Progetto di dismissione dell'impianto".

## A.17.c.2 DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI CONSIDERATE

### A.17.c.2.1 Alternativa "0"

L'alternativa zero consiste nel rinunciare alla realizzazione del progetto, prevede di conservare le aree in esame come suoli prettamente agricoli. Tale alternativa non consente la possibilità di sfruttare a pieno le potenzialità del sito che, oltre alla predisposizione agricola dei suoli, si caratterizza anche per l'elevato potenziale eolico.

Si consideri che l'utilizzo della tecnologia eolica, ben si innesta nell'uso continuo dei suoli come agricoli, in quanto le occupazioni di superficie sono limitate, riducendo notevolmente l'utilizzo dei combustibili convenzionali con due importanti conseguenze ambientali:

- Risparmio di fonti energetiche non rinnovabili;
- Riduzione delle emissioni globali di CO<sub>2</sub>.

L'alternativa zero è assolutamente in controtendenza rispetto agli obiettivi, internazionali e nazionali di de-carbonizzazione nella produzione di energia e di sostegno alla diffusione delle fonti rinnovabili nella produzione di energia, inoltre, il mantenimento dello stato attuale non incrementerebbe l'impatto occupazionale connesso alla realizzazione dell'opera. Pertanto, l'alternativa "0" è da escludere.

### **A.17.c.2.2 Alternativa tecnologica**

Una possibile alternativa potrebbe essere quella fotovoltaica.

A parità di potenza progettuale, utilizzando la tecnologia fotovoltaica, occorrerebbero circa 168 ha di suolo agricolo a fronte dei 6 ha previsti nella soluzione di progetto.

Dal momento che:

- l'occupazione superficiale e l'impegno territoriale determinato da un impianto eolico sono molto più bassi rispetto a quelli di un impianto fotovoltaico; tale aspetto assume un grande rilievo in un territorio a forte vocazione agricola;
- gli eventuali impatti determinati dall'eolico sono tutti reversibili nel breve tempo a seguito della dismissione dell'impianto, mentre, per la tecnologia fotovoltaica l'occupazione di ampie superfici per una durata di almeno 20 anni potrebbe determinare impatti non reversibili o reversibili in un periodo molto lungo;

è stata preferita la tecnologia eolica.

### **A.17.c.2.3 Alternativa dimensionale - impiego di aerogeneratori di media taglia**

A parità di potenza progettuale, impiegando aerogeneratori di media taglia (ad esempio il modello Vestas V 90 da 1000 kw) occorrerebbe installare circa 84 aerogeneratori.

Ciò determinerebbe:

- un maggiore impatto percettivo in quanto, sebbene gli aerogeneratori di media taglia hanno uno sviluppo verticale minore, l'impianto eolico avrebbe un'estensione maggiore e quindi, essendo maggiore il territorio interessato, anche la visibilità dell'impianto aumenterebbe;
- una maggiore occupazione di suolo e superficie in quanto le opere a regime per una macchina di media taglia sono pressoché equivalenti alle opere previste per una macchina di grande taglia;
- un maggiore effetto selva dovuto al numero maggiore di aerogeneratori.

Per le motivazioni suddette tale alternativa è stata scartata.

### A.17.c.2.5 Motivazione della scelta progettuale adottata

Considerato che:

- I. l'alternativa zero è assolutamente in controtendenza rispetto agli obiettivi internazionali e nazionali di de-carbonizzazione nella produzione di energia e di sostegno alla diffusione delle fonti rinnovabili nella produzione di energia, inoltre, il mantenimento dello stato attuale non incrementerebbe l'impatto occupazionale connesso alla realizzazione dell'opera.
- II. a parità di potenza di progetto, l'impiego della tecnologia fotovoltaica determinerebbe :
  - un maggiore consumo di suolo;
  - possibili impatti non reversibili o reversibili nel lungo periodo;
- III. a parità di potenza di progetto, l'impiego di aerogeneratori di media taglia determinerebbe:
  - un maggiore impatto percettivo;
  - una maggiore occupazione di suolo e superficie;
  - un maggiore effetto selva;

**è da ritenere che la soluzione progettuale proposta consistente in 16 aerogeneratori modello Vestas V 136/V162 sia la migliore possibile.**

Il Tecnico

Dott. Ing. Rocco Sileo

