



REGIONE BASILICATA



PROVINCIA DI POTENZA



COMUNE DI FORENZA



COMUNE DI MASCHITO



COMUNE DI RIPACANDIDA

Committente:



Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO  
"PARCO EOLICO PIANO DELLA SPINA"

Titolo:

Relazione tecnica delle  
opere architettoniche

Tavola:

A.10

-Progettista Architettonico/Elettromecc.:

Ing. Paolo Battistella

-Consulenza Geologica:

Dott. Geologo Antonio Viviani

-Responsabile V.I.A.:

Ing. Rocco Sileo



INGEGNERIA - ARCHITETTURA  
TOPOGRAFIA

-Consulenza Topografica:

Geom. Rocco Galasso

0	Emissione	10/2021	G.M.	P.B.	Data: Ottobre 2021
N°	REVISIONE	DATA	RED.	APPR.	

*Committente:*  
**EN POWER S.r.l.s.**  
*Via Principe Amedeo, 7 – 85010 Pignola (PZ)*

Parco Eolico Piano della Spina  
**RELAZIONE TECNICA OPERE ARCHITETTONICHE**  
**A10**

A. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	2
A.1 LAY-OUT.....	2
A.2 OPERE ARCHITETTONICHE.....	5
B. INDIVIDUAZIONE CRITICITÀ.....	7
B.1 CAVIDOTTO: ATTRAVERSAMENTO METANODOTTO.....	7
B.2 INTERFERENZE CAVIDOTTO – LINEA TELEFONICA .....	9
B.3 IMPIANTI EOLICI ESISTENTI.....	10
C. CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELLE OPERE.....	12
C.1 AEROGENERATORE.....	12
C.2 SOTTOSTAZIONE MT/AT E CABINA DI RACCOLTA .....	15
C.3 SCHEMI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	17

	Redatto	Verificato	Note	Data
Emissione	G.Montanari	P.Battistella		Ottobre 2021

## A. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### A.1 Lay-out

L'impianto è situato nell'entroterra della Regione Basilicata, sul versante medio occidentale dell'Appennino Lucano, ad un'altitudine media di 800 – 600m s.l.m.

L'area è stato oggetto di studi anemologici dai primi anni 90' al fine di studiarne la potenzialità eolica.

I risultati e gli studi effettuati ne hanno evidenziato la potenzialità tanto che la zona è stata oggetto dell'installazione di anemometri e sull'area sono presenti i primi impianti eolici sviluppati da IVPC (PE Maschito e PE Forenza).

Il Parco Eolico Piano della Spina è stato ideato verificando che intorno ai parchi esistenti ci sono aree che risultano libere da vincoli e vanno a completare la potenzialità eolica della zona. In altre parole l'impianto risulta un "completamento" dell'area rendendo il tutto armonico dal punto di vista paesaggistico.

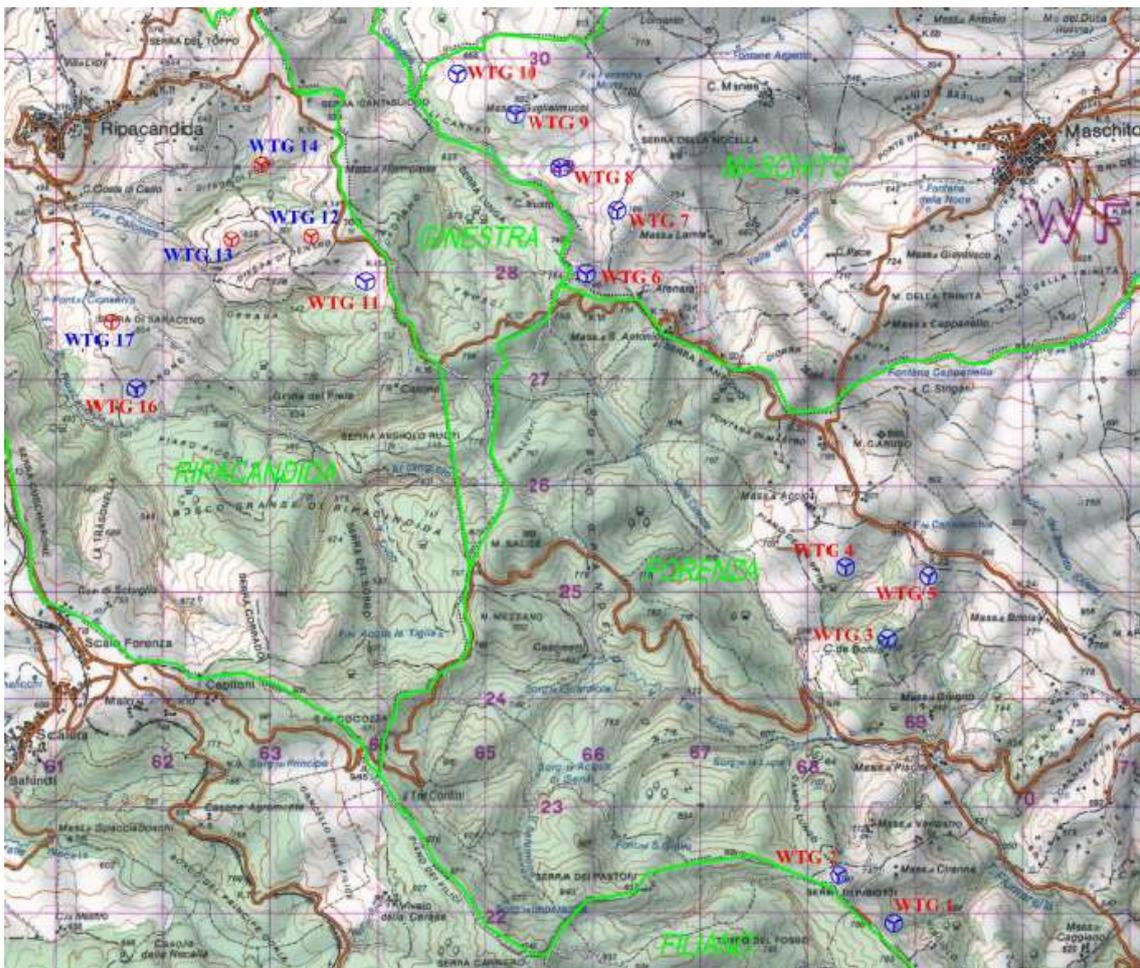


Figura 1 Lay-out Parco Eolico Piano della Spina

Le coordinate UTM Wgs84 delle 16 macchine sono:

WTG	UTM33T Wgs84		Comune
	Est	Nord	
1	568732	4521710	Forenza
2	568227	4522163	Forenza
3	568672	4524371	Forenza
4	568297	4525044	Forenza
5	569057	4524958	Forenza
6	565872	4527801	Maschito
7	566156	4528398	Maschito
8	565640	4528798	Maschito
9	565221	4529299	Maschito
10	564672	4529665	Maschito
11	563820	4527728	Ripacandida
12	563324	4528153	Ripacandida
13	562576	4528124	Ripacandida
14	562854	4528828	Ripacandida
16	561686	4526724	Ripacandida
17	561456	4527348	Ripacandida

Figura 2 Lay-out PE Piano della Spina

Lo studio del sito, sotto il profilo della produzione energetica e dell'impatto ambientale, hanno suggerito di adottare due diversi modelli di turbina:

- V162 da 5.6 MW di potenza - diametro rotore di 162m - altezza mozzo 125m
- V136 da 4.2 MW di potenza - diametro rotore di 136m - altezza mozzo di 86 m.

La distribuzione dei due modelli è qui riportata:

Nr.	Modello
WTG01	V162
WTG02	V162
WTG03	V162
WTG04	V162
WTG05	V162
WTG06	V162
WTG07	V162
WTG08	V162
WTG09	V162
WTG10	V162
WTG11	V162
WTG12	V136
WTG13	V136
WTG14	V136
WTG16	V162
WTG17	V136

Figura 3 Modello torri

La scelta progettuale fondamentale, caratterizzata dal tipo di macchine da impiegare e dal loro posizionamento sul terreno, è stata formulata in modo da ottenere il massimo rendimento degli aerogeneratori tenendo a riferimento i seguenti aspetti:

- caratteristiche anemologiche del sito, favorevoli all'insediamento produttivo, relativamente a direzione ed intensità del vento;
- orografia e morfologia dell'area d'intervento, di tipo ottimale;
- posizionamento delle macchine tali da evitare interferenze negative indotte da effetti scia;
- utilizzo di due diverse altezze di torri a seconda della posizione della turbina;
- accessibilità all'area di impianto idonea a macchine di grande taglia;
- distanze ottimali da insediamenti civili;
- assenza di vincoli paesistici;
- morfologia di zona in grado di garantire un ottimo grado d'inserimento ambientale.

Altro elemento caratterizzante il sito di intervento è **l'aspetto vegetativo**: sono presenti prati, cespugli di bassa altezza e arbusti, con completa assenza di vegetazione di alto fusto.

Per quanto riguarda la presenza del Bosco Grande di Ripacandida, parzialmente nel Parco Naturale del Vulture, il progetto non prevede alcuna interferenza ne con gli aerogeneratori, compreso il sorvolo, ne con passaggi di cavidotti o piste.

## A.2 Opere architettoniche

Il progetto del Parco Eolico "Piano della Spina" prevede la realizzazione delle seguenti opere:

### Opere civili:

- **plinti di fondazione**, del tipo diretto o su pali a seconda delle caratteristiche del sottosuolo, su cui vengono solidarizzati gli aerogeneratori. Vestas tradizionalmente privilegia strutture a base circolare per minimizzare il volume del getto di calcestruzzo armato al fine di contenere costi e impatti ambientali;
- **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 cilindratura 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;
- **area provvisoria di stoccaggio** dei componenti maggiori da installare, quali pale, sezioni di torre, navicella. L'area dovrà prevedere una superficie piana, di dimensione adeguate con una portata consona ai carichi dovuti ai mezzi di trasporto;
- **cavidotto interrato** da realizzarsi con scavi a sezione obbligata, posa di sabbione su fondo scavo, stesura dei cavi elettrici e di segnale, protezione con coppe 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 raggi di raccordo delle curve, le pendenze e la larghezza della carreggiata.

### Opere impiantistiche - fornitura e posa in opera:

- sedici **aerogeneratori** costituiti rotore, navicella, torre e fondazione. In aggiunta la parte impiantistica schematizzata in:
  - pale con regolazione di pitch e sistema antifulmine;
  - albero rotore con regolazione pitch;
  - cuscinetto principale;

- moltiplicatore di giri (Gearbox)
  - Generatore elettrico;
  - Inverter;
  - Trasformatore;
  - Apparecchi di misura e regolazione;
  - Collegamento al cavidotto del PE
- impianto di **monitoraggio e controllo** della singola macchina e del parco eolico nel suo insieme;
- **cavidotto** in MT (30kV) interno al Parco Eolico;
- **cabina** di raccolta per gestione della rete elettrica di raccolta;
- **cavidotto** in MT (30kV) di collegamento tra cabina del Parco Eolico e Sottostazione Elettrica;
- **Sottostazione elettrica** con trasformatore elevatore 30/150kV, contatori, interruttori e sistemi ausiliari. L'area deve essere recintata e illuminata secondo quanto indicato dalle normative. I sistemi trovano alloggiamenti in appositi fabbricati. La parte dedicata alla misura deve essere accessibile in modo indipendente da personale Terna;
- **Collegamento 150KV** allo **stallo produttori** in area Terna (SE su linea Genzano-Forenza da 150kV).

## B. INDIVIDUAZIONE CRITICITÀ

Il Parco Eolico Piano della Spina non presenta criticità particolari se non le problematiche “abituali” di progetti di questo tipo.

In particolare, si sono individuate le seguenti criticità:

- Cavidotto: attraversamento metanodotto;
- Cavidotto: Interferenze con linea telefonica
- Impianto: interferenza con Parco Eolico Esistente..

### B.1 Cavidotto: Attraversamento 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.

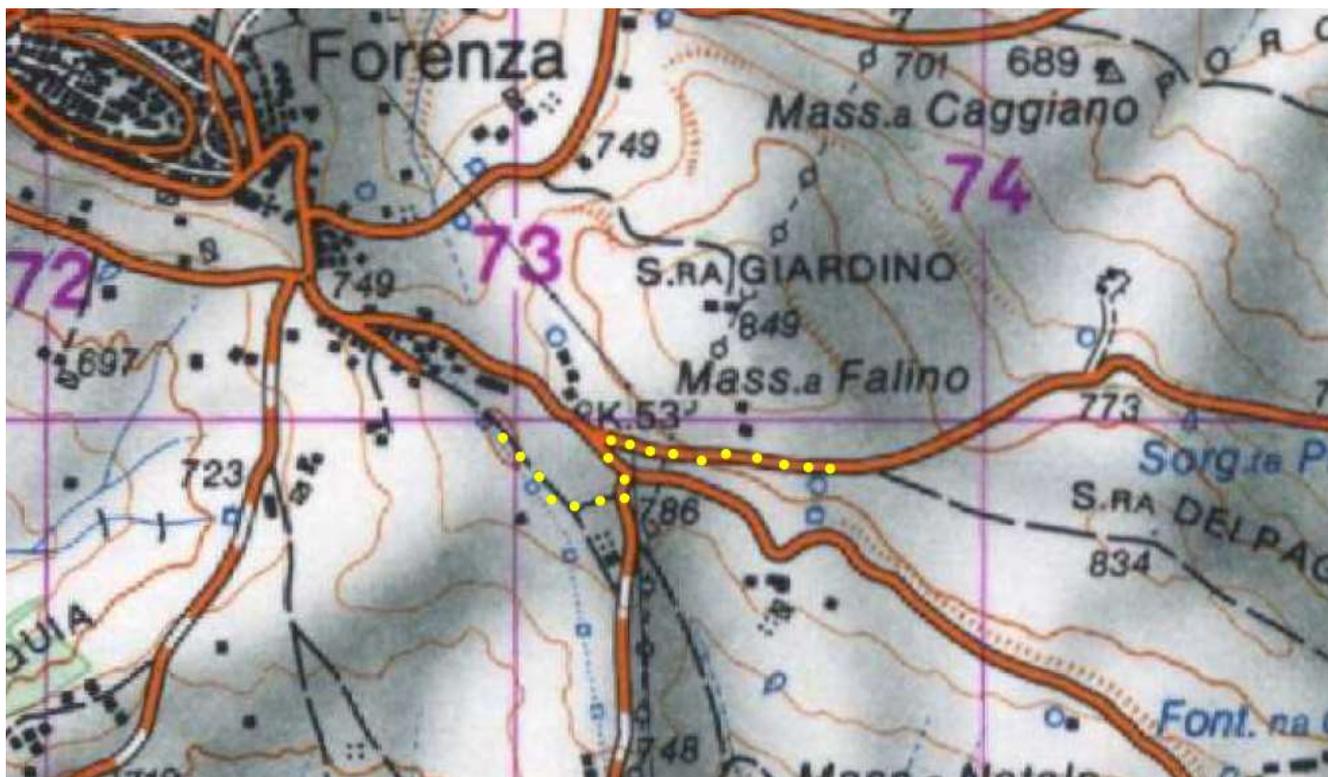


Figura 4 Intersezione cavidotto - metanodotto

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.

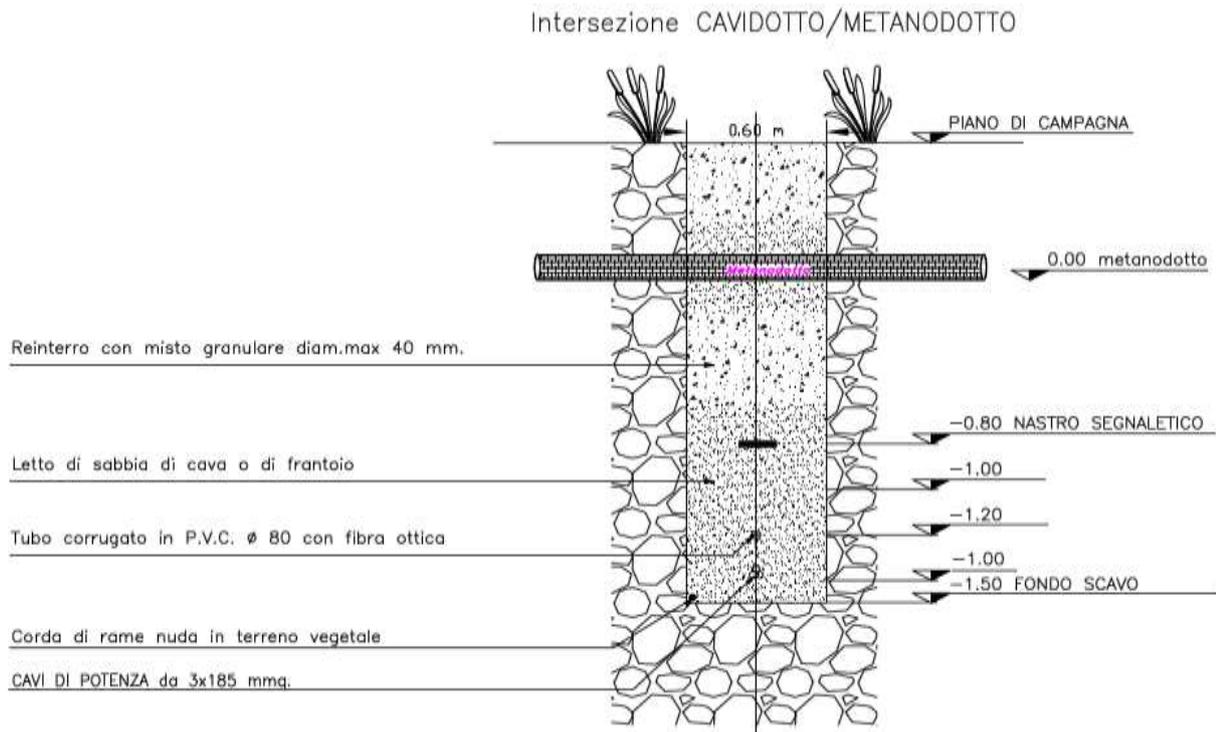


Figura 5 Tipico Cavidotto- intersezione con metanodotto

In sede di iter autorizzativo si provvederà a contattare il gestore della rete gas per ottenere l'assenso al progetto esecutivo.

## B.2 Interferenze Cavidotto – Linea telefonica

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”.

### B.3 Impianti eolici esistenti

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 internamente al parco, sia con le WTG esistenti.

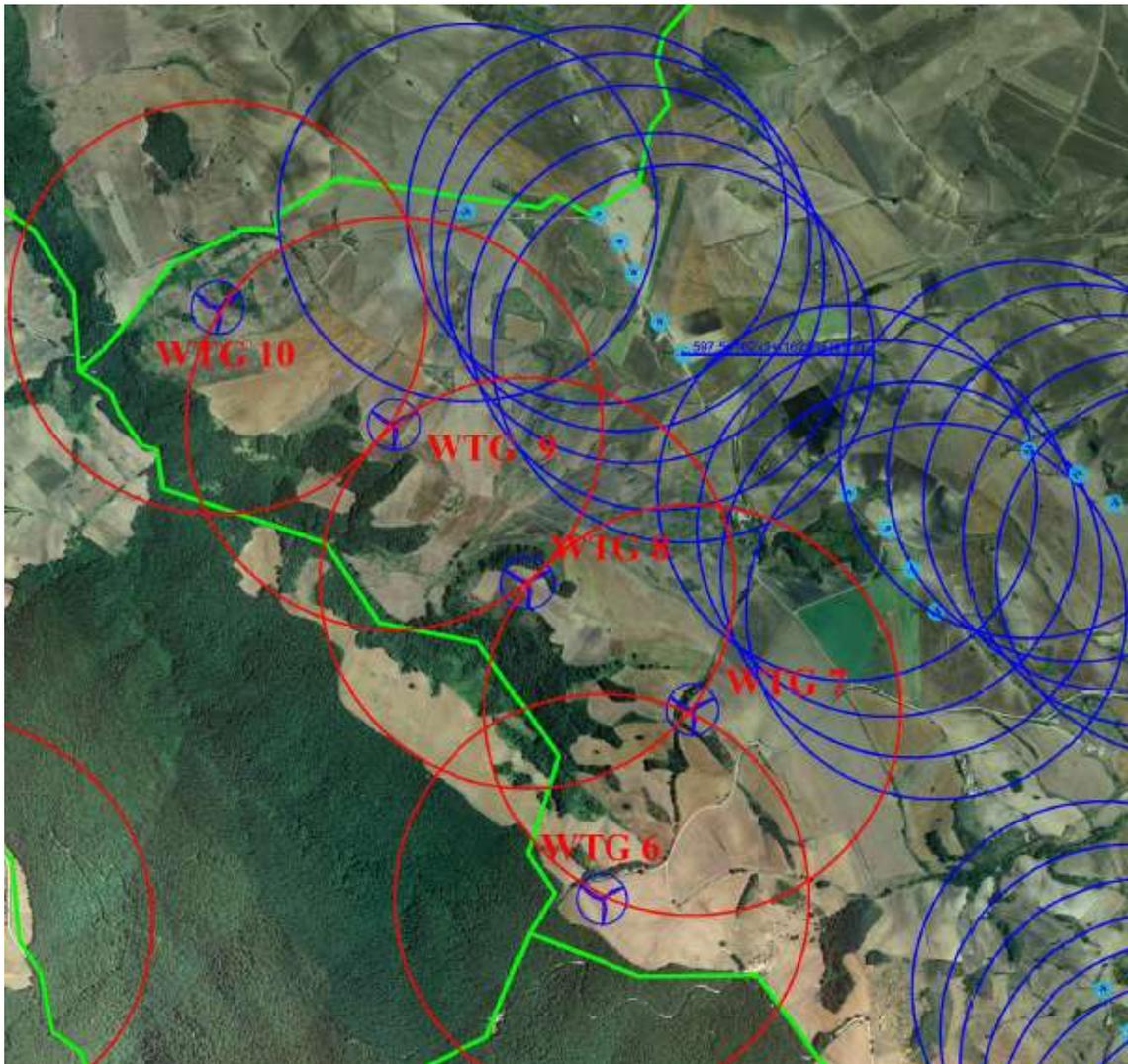


Figura 6 Lay-out zona “Maschito” con indicazione distanze minime<sup>1</sup>

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

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

Figura 7 Legenda figura precedente

<sup>1</sup> Tratto dalla tavola A.16.a.20

Come indicato nella Legenda la distanza minima 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, tutelano le macchine esistenti da effetti della turbolenza.

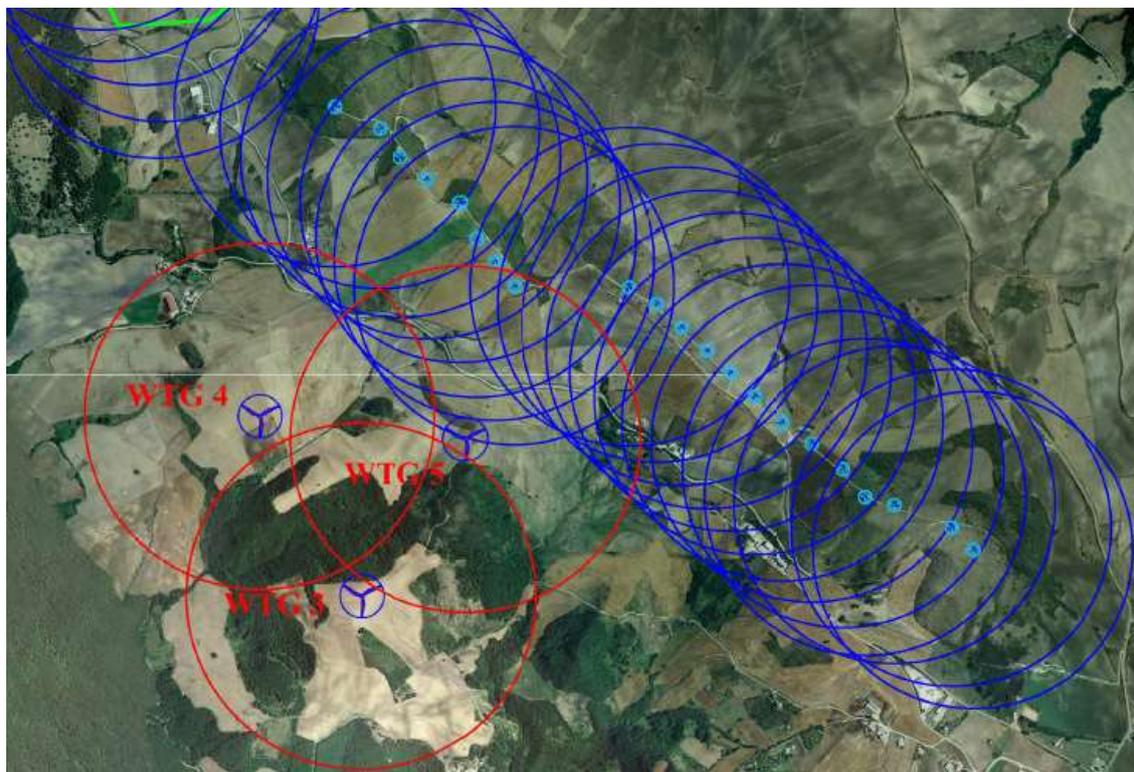


Figura 8 Lay-out zona "Foreza" con indicazione distanze minime<sup>2</sup>

Analogo discorso vale per le WTG nel comune di Foreza (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<sup>3</sup> 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.

In ogni caso il Committente si impegna, nell'eventualità di richieste da parte del gestore delle turbine esistenti, a concordare eventuali provvedimenti (compensazioni o fermi macchina in particolari condizioni) sulla base dei dati di produzione realmente registrati.

<sup>2</sup> Tratto dalla tavola A.16.a.20

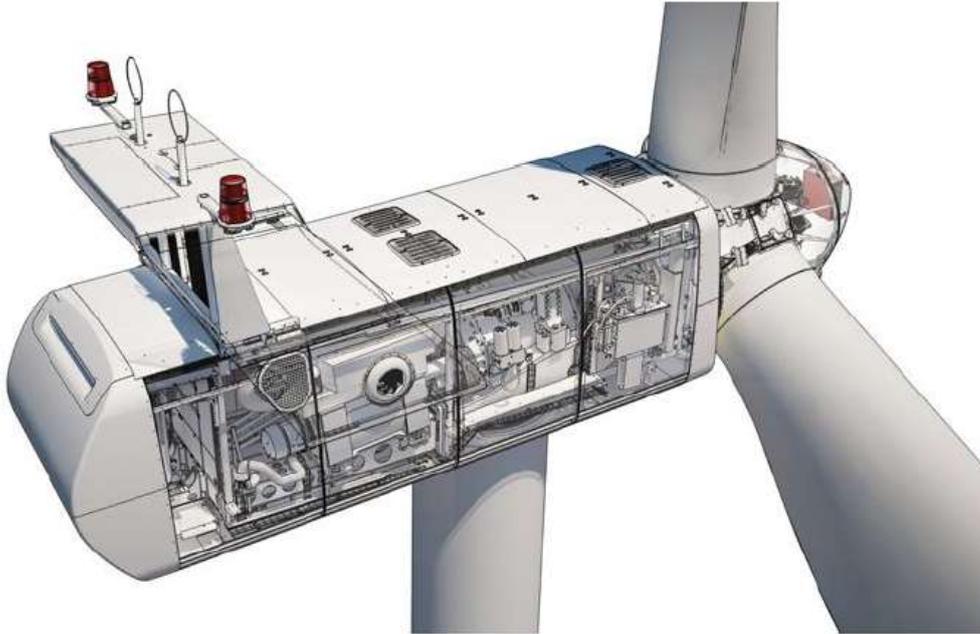
<sup>3</sup> Vedi Studio anemologico Tav.A5

## C. CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELLE OPERE

### C.1 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 9 - 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.

## C.2 Sottostazione MT/AT e cabina di raccolta

### SOTTOSTAZIONE MT/AT

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.

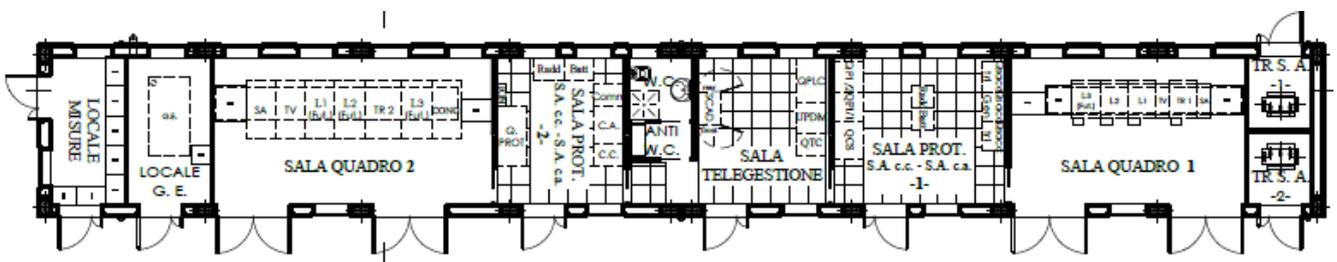


Figura 10 Edificio in sottostazione

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.

### CABINA DI RACCOLTA

La rete elettrica interna del parco eolico ha il suo punto di raccolta presso una cabina posta nel territorio comunale di Forenza. Da qui parte il cavidotto di collegamento con la

sottostazione di allaccio alla rete elettrica nazionale (RTN) lungo circa 11.500m, costituito da 4 terne interrate<sup>4</sup>.

La cabina è costituita da una struttura prefabbricata classica di dimensioni di circa 12,50 x 3,90m e altezza pari a 2,50m. La progettazione e la costruzione della cabina saranno eseguite secondo le norme tecniche applicabili.

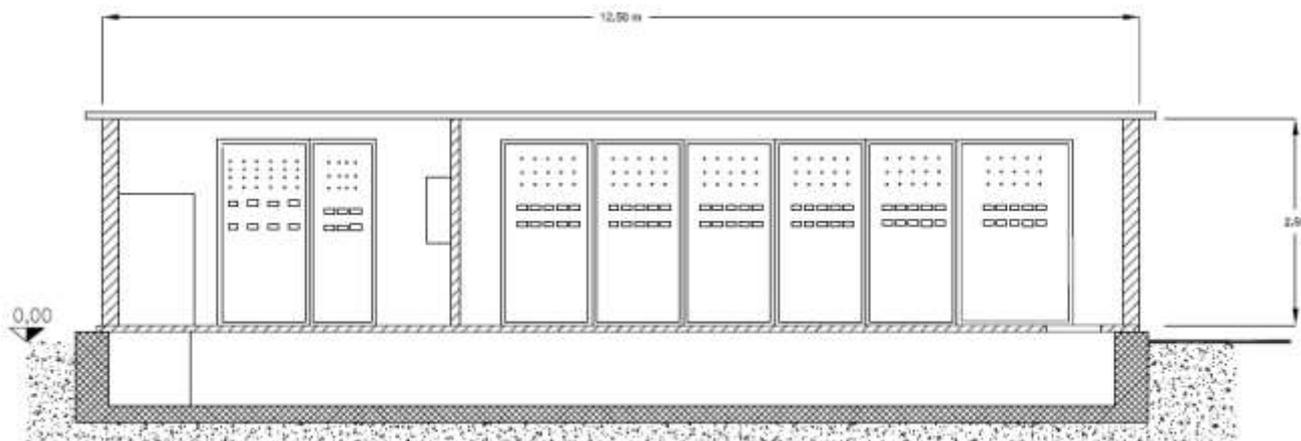


Figura 11 Cabina di Raccolta: Sezione

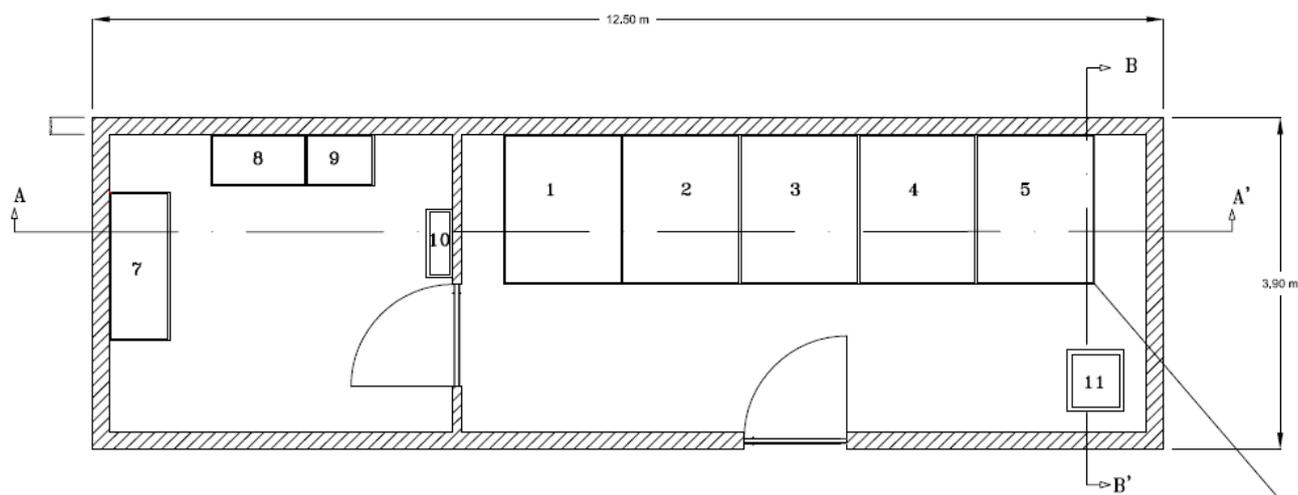


Figura 12 Cabina di Raccolta: Sezione pianta

Nella cabina sono presenti i seguenti componenti:

1. Armadio arrivo da SS
2. Armadio arrivo da SS
3. Armadio partenza per WTG impianto
4. Armadio partenza per WTG impianto
5. TV + TR Ausiliari
6. Trasformatore Ausiliari
7. QSA – Quadro Servizi Ausiliari
8. + 9. QR QMF/QMG
10. Botola di ispezione

<sup>4</sup> Per il dimensionamento si veda la relazione A.9 “Relazione Tecnica Impianto”

### **C.3 Schemi di Funzionamento dell'impianto**

Per gli schemi di funzionamento dell'impianto far riferimento alle seguenti tavole di progetto:

- A.16.b.3 Schemi funzionali dei singoli aerogeneratori
- A.16.b.7 Schemi elettrici impianto eolico
- A.16.b.4 Schemi di collegamento alla rete elettrica di distribuzione e trasmissione.