

REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI POTENZA

Comuni di :

Castelgrande - Muro Lucano - Rapone - San Fele

LOCALITA' "Toppo Macchia"

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE - 16 AEROGENERATORI (potenza totale 88,2 MW)

Sezione A :

PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

Titolo elaborato:

A.9 - RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO

N. Elaborato: **A.9**

Scala:

Proponente

MIA WIND Srl

Via della Tecnica, 18 - 85100 - Potenza (PZ)

Amministratore Unico
Donato Macchia

Progettazione



sede legale e operativa

San Giorgio Del Sannio (BN) via de Gasperi 61

sede operativa

Lucera (FG) S.S.17 loc. Vaccarella snc c/o Villaggio Don Bosco

P.IVA 01465940623

Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873



Progettista

Dott. Ing. Nicola Forte



Rev.	Data	Elaborazione	Approvazione	Emissione	DESCRIZIONE
00	NOVEMBRE 2018	GAS	PM	NF	RICHIESTA A.U.
		sigla	sigla	sigla	
Nome File sorgente		GE.AGB01.P3.PD.A.9.docx	Nome file stampa	GE.AGB01.P3.PD.A.9.pdf	Formato di stampa A4

INDICE

A.9.a DESCRIZIONE DEI DIVERSI ELEMENTI PROGETTUALI.....	3
Premessa	3
Descrizione del progetto.....	4
Caratteristiche tecniche aerogeneratore di progetto	9
Fondazioni Aerogeneratore	12
Piazzole di cantiere	12
Strade di progetto	13
Area di Cantiere.....	15
Aree temporanee di stoccaggio.....	17
Cavidotto MT di collegamento	17
Opere civili punto di connessione.....	19
Cavidotto AT di collegamento.....	22
Anemometro di campo	22
A.9.b. ANEMOLOGIA E DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	23
SITO DI INSTALLAZIONE.....	23
POTENZA TOTALE.....	23
DISPOSIZIONE ED ORIENTAMENTO AEROGENERATORI	24
PREVISIONE DI PRODUZIONE ENERGETICA.....	30
A.9.c. SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI.....	31

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Inquadramento delle aree dell'impianto (IGM 1: 50000), con indicazione della viabilità e degli aerogeneratori di progetto (in rosso), di quelli autorizzati (cerchi blu grandi) o esistenti (cerchi blu piccoli), del cavidotto esterno in cavo interrato e della SSE di collegamento alla RTN.	5
Figura 2: -- Inquadramento delle aree dell'impianto con indicazione dei limiti comunali, della viabilità e degli aerogeneratori di progetto (in rosso), di quelli autorizzati (cerchi blu grandi) o esistenti (cerchi blu piccoli), del cavidotto esterno in cavo interrato e della SSE di collegamento alla RTN.	6
Figura 3: -- Inquadramento dell'area su cui è prevista la centrale eolica (IGM 1:25000), con indicazione dei vertici del poligono che la delimitano (cfr. tav. A.16.a.5).....	7
Figura 4: -- Inquadramento dell'area su cui è prevista la Sottostazione elettrica (IGM 1:25000), con indicazione dei vertici del poligono che la delimita (cfr. tav. A.16.a.5).....	8
Figura 5: -- Tabella con le coordinate e le caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore utilizzato	9
Figura 6 Caratteristiche aerogeneratore Tipo Vestas V150.....	10
	1

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 2 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------

Figura 7 Particolare aerogeneratore tipo Vestas V150 11

Figura 8: disposizione degli aerogeneratori, con indicazione di tutte le strade e aree da smantellare a fine cantiere (in giallo), le strade rimanenti in fase di esercizio (in marrone) e in verde, le relative scarpate e tutte le parti da ripristinare e inerbire. 16

Figura 9: sezione tipica e operazioni di scavo direzionali con TOC..... 19

Figura 10: Caratteristiche anemologiche previste nel punto di installazione della turbina B07 ad altezza mozzo pari a 105 m 23

Figura 11: Inquadramento su base IGM 25000, dell'area di progetto e delle opere di connessione alla rete; in rosso, gli aerogeneratori, la viabilità e le reti elettriche interrato di progetto, e in blu, nei cerchi grandi gli aerogeneratori autorizzati e non ancora realizzati e nei cerchi piccoli, gli aerogeneratori esistenti. 26

Figura 12: dettaglio su base IGM 25000, dell'area di impianto; in rosso, gli aerogeneratori, la viabilità e gli elettrodotti in cavo interrato di progetto, e in blu, nei cerchi grandi gli aerogeneratori autorizzati e nei cerchi piccoli, gli aerogeneratori esistenti. 27

Figura 32: disposizione schematica degli aerogeneratori di progetto con le distanze reciproche tra gli aerogeneratori, che risultano maggiori di 3D nella disposizione su un'unica fila e 6D su più file (distanze sulla direzione dei venti prevalenti) 28

Figura 33: disposizione schematica degli aerogeneratori di progetto con le distanze reciproche e rispetto a quelli autorizzati o esistenti; le distanze risultano maggiori di 3D nella disposizione su un'unica fila e 6D su più file 29

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 3 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------

A.9.a DESCRIZIONE DEI DIVERSI ELEMENTI PROGETTUALI

Premessa

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto eolico costituito da sedici aerogeneratori (per una potenza complessiva di 88,2 MW da installare nella parte nord occidentale della Basilicata, in provincia di Potenza, in un'area posta a confine dei comuni di Castelgrande, Muro Lucano, Rapone e San Fele.

L'intervento sinteticamente prevede:

- L'installazione di n. 16 aerogeneratori di cui 15 di Modello Vestas V150 di potenza di 5.6 MW ed altezza al mozzo (a seguire hub) pari a 105 m ed 1 (individuato come B14) Modello Vestas V136 di potenza di 4.2 MW ed hub 112 m.;
- L'installazione 16 di cabine di trasformazione poste all'interno della base della torre e realizzazione delle opere di fondazione degli aerogeneratori;
- La realizzazione di 16 piazzole di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio, per un'occupazione complessiva di circa 7000 mq per singolo aerogeneratore (comprensivi di movimenti terra) di cui circa 4000 mq per ciascun aerogeneratore saranno da ripristinare a fine cantiere (le piazzole di montaggio, comprensive di plinto di fondazione, occupano un'area praticabile di 50x55 m di lato, mentre le piazzole di stoccaggio mediamente occupano un'area di 20x75 m, entrambe al netto delle scarpate e dei rilevati di raccordo morfologico);
- La realizzazione di nuova viabilità per una lunghezza complessiva di circa 10 Km (di cui 2000 m circa vanno intese come opere temporanee soggette a totale dismissione a fine cantiere);
- L'adeguamento di circa 8 Km di strade esistenti (l'adeguamento consiste in miglioramenti delle pendenze e del fondo stradale e allargamenti della carreggiata, laddove necessario, per garantire il passaggio dei mezzi di cantiere e di trasporto degli aerogeneratori);
- La realizzazione di un'area di cantiere (temporanea da ripristinare a fine lavori) di superficie pari a circa 4500 mq, da allocare in prossimità dell'aerogeneratore B07;
- La realizzazione di un cavidotto interrato in media tensione per il collegamento delle turbine di lunghezza pari a circa 17,3 Km di cui circa 9 Km lungo viabilità esistente (detto cavidotto interno) da realizzare con TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) nei tratti interferenti con il reticolo idrografico e con la rete dei tratturi, Beni Paesaggistici tutelati ai sensi del D.lgs 42/2004; tale tecnica non produrrà alterazioni morfologiche né esteriori dello stato dei luoghi e sarà necessaria per l'attraversamento del tratturo "Della Correa" da parte del cavidotto in uscita dalle WTG B01 e B02, e per l'attraversamento di un impluvio lungo la strada di servizio della WTG B05.;
- La realizzazione di un cavidotto interrato in media tensione per il collegamento delle turbine alla sottostazione di trasformazione di lunghezza pari a circa 10,6 Km (detto cavidotto esterno);
- La realizzazione di una stazione elettrica di trasformazione MT/AT da collegare in antenna alla futura stazione elettrica di smistamento AT autorizzata sul territorio del comune di Rapone (all'interno dell'area PIP) con DD 150c.2141/D.00579 del 19/06/2014;

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 4 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------

- La realizzazione di un cavidotto AT interrato lungo circa 100 m per il collegamento tra la stazione di trasformazione e la stazione di smistamento;
- L'installazione di un anemometro di campo, ubicato in territorio di San Fele.

Descrizione del progetto

Dei sedici aerogeneratori in progetto, 3 ricadono in comune di Castelgrande (contrassegnati dal codice B01, B02, B03), 2 in comune di San Fele (B04 e B05) mentre tutti gli altri ricadono in comune di Muro Lucano.

L'impianto di progetto, verrà sempre collegato, tramite un cavidotto interrato, alla stazione elettrica di trasformazione.

La sottostazione di trasformazione è prevista all'interno dell'area PIP del territorio comunale di Rapone in prossimità della futura stazione di smistamento Terna (opera già autorizzata con DD 150c.2141/D.00579 del 19/06/2014).

L'accesso alla sottostazione di trasformazione è stato previsto a partire dalla viabilità di progetto dell'area PIP ad oggi autorizzata con DD 150c.2141/D.00579 del 19/06/2014.

La stazione elettrica è costituita da due stalli di trasformazione collegati ad un sistema sbarre AT, comune a più produttori, da un corpo di fabbrica in cui avranno sede le celle MT predisposte per l'arrivo di n.2 linee interrate di media tensione provenienti dal parco eolico, e, le celle BT per la conduzione e gestione dell'impianto

Le operazioni relative alla realizzazione del parco eolico possono sintetizzarsi come segue:

- Adeguamento della viabilità esistente per il trasporto dei componenti in sito;
- Realizzazione di nuovi tratti di strada necessari sia per la fase di cantiere che per l'esercizio;
- Realizzazione di piazzole di cantiere per l'installazione degli aerogeneratori, ed interventi di riduzione e rinaturalizzazione per la fase di esercizio;
- Realizzazione di struttura di fondazione;
- Montaggio dell'aerogeneratore;
- Realizzazione del cavidotto completamente interrato fino al punto di consegna;
- Realizzazione della stazione elettrica di trasformazione di utenza

La sottostazione di trasformazione è stata prevista in prossimità della futura stazione di smistamento in modo da limitare la lunghezza del cavidotto AT di collegamento tra le due stazioni (stazione di utenza e stazione di rete). L'area ove ricade la stazione di progetto risulta morfologicamente valida e priva di vincoli ostativi

Di seguito si riporta prima l'indicazione geografica degli aerogeneratori di progetto (su cartografia IGM 1:50000) e l'inquadramento rispetto ai limiti comunali e le coordinate di riferimento in Gauss-Boaga dei limiti dell'areale interessato dagli aerogeneratori de dalla stazione elettrica di trasformazione.

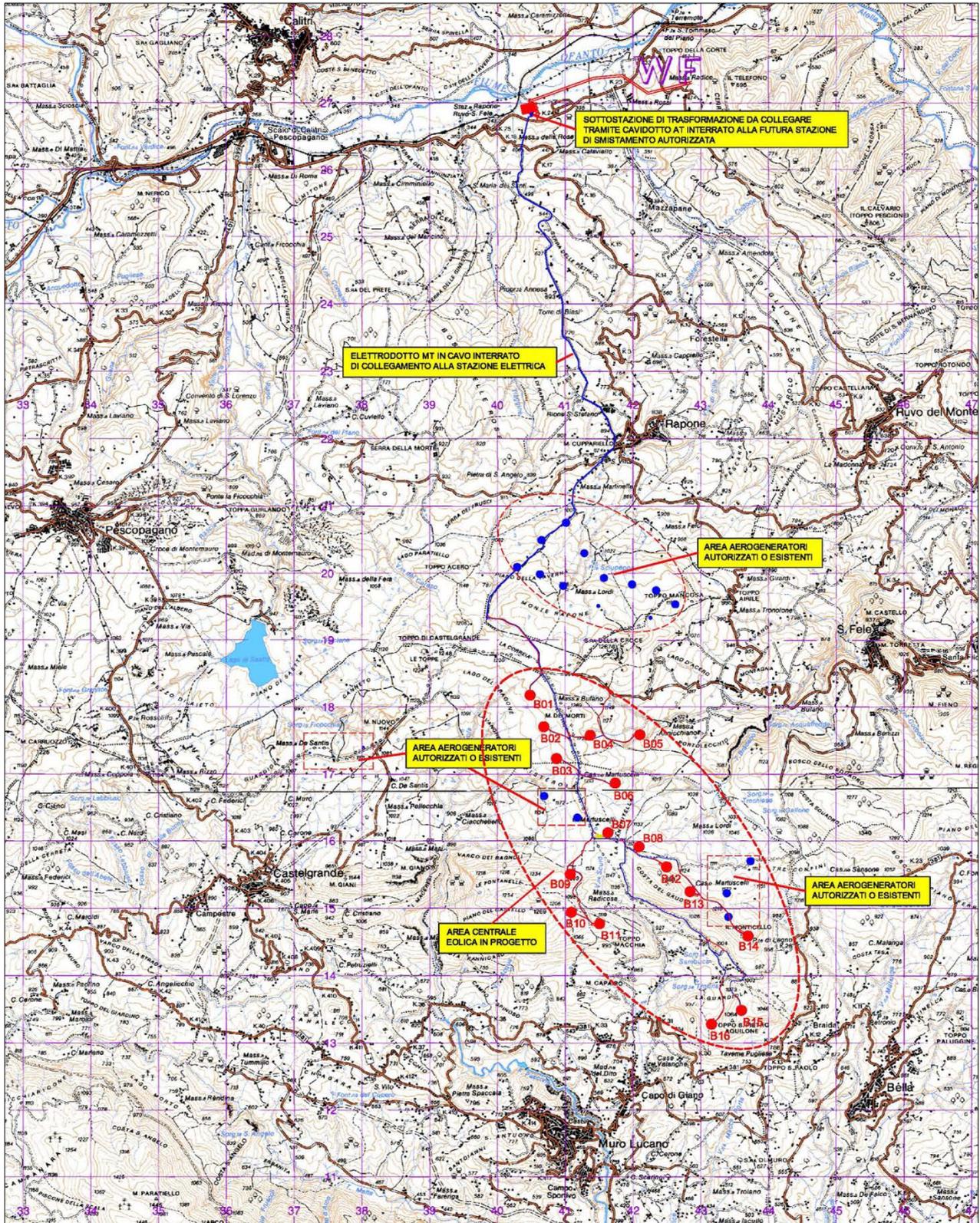


Figura 1: Inquadramento delle aree dell'impianto (IGM 1: 50000), con indicazione della viabilità e degli aerogeneratori di progetto (in rosso), di quelli autorizzati (cerchi blu grandi) o esistenti (cerchi blu piccoli), del cavidotto esterno in cavo interrato e della SSE di collegamento alla RTN.

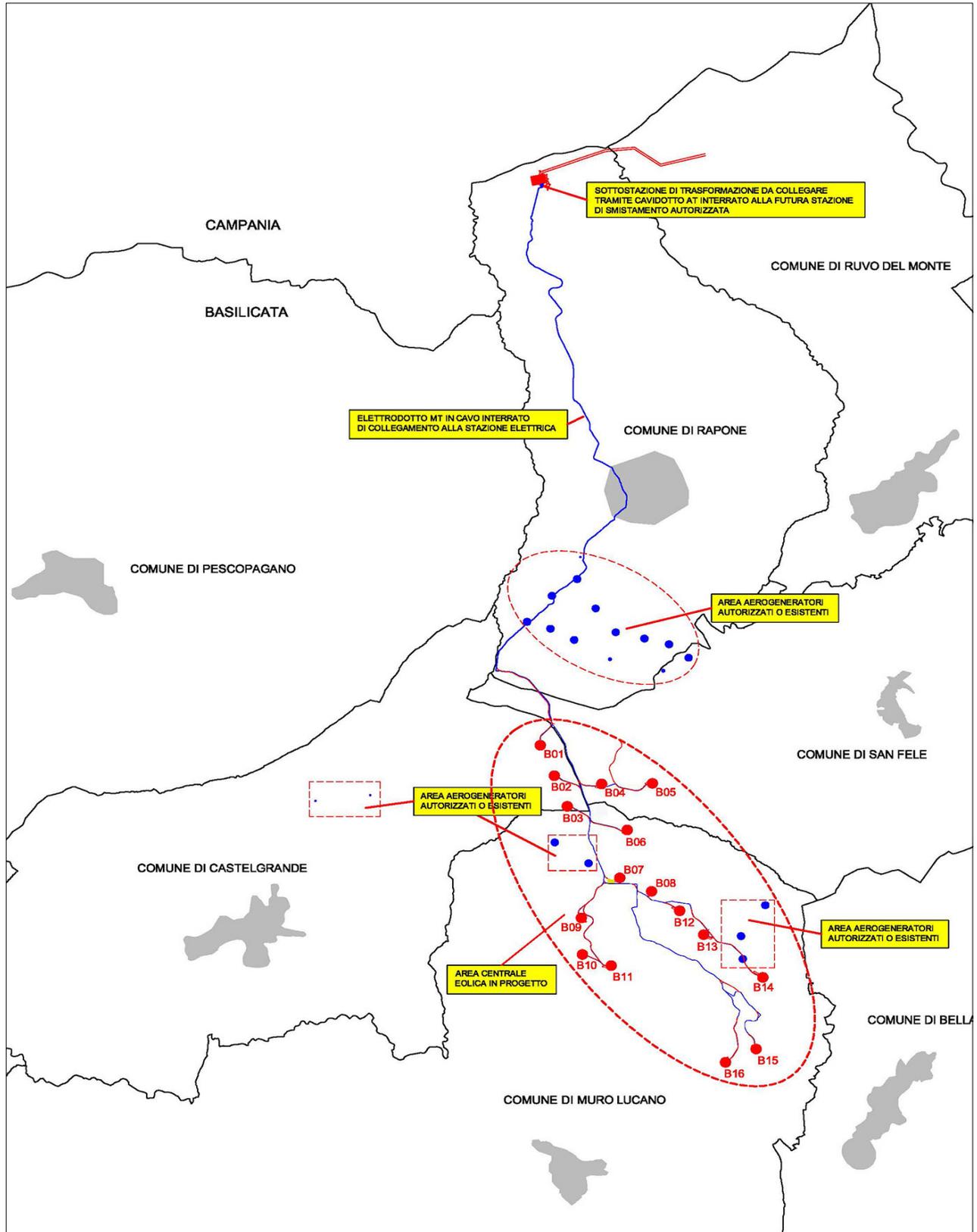


Figura 2: -- Inquadramento delle aree dell'impianto con indicazione dei limiti comunali, della viabilità e degli aerogeneratori di progetto (in rosso), di quelli autorizzati (cerchi blu grandi) o esistenti (cerchi blu piccoli), del cavidotto esterno in cavo interrato e della SSE di collegamento alla RTN.

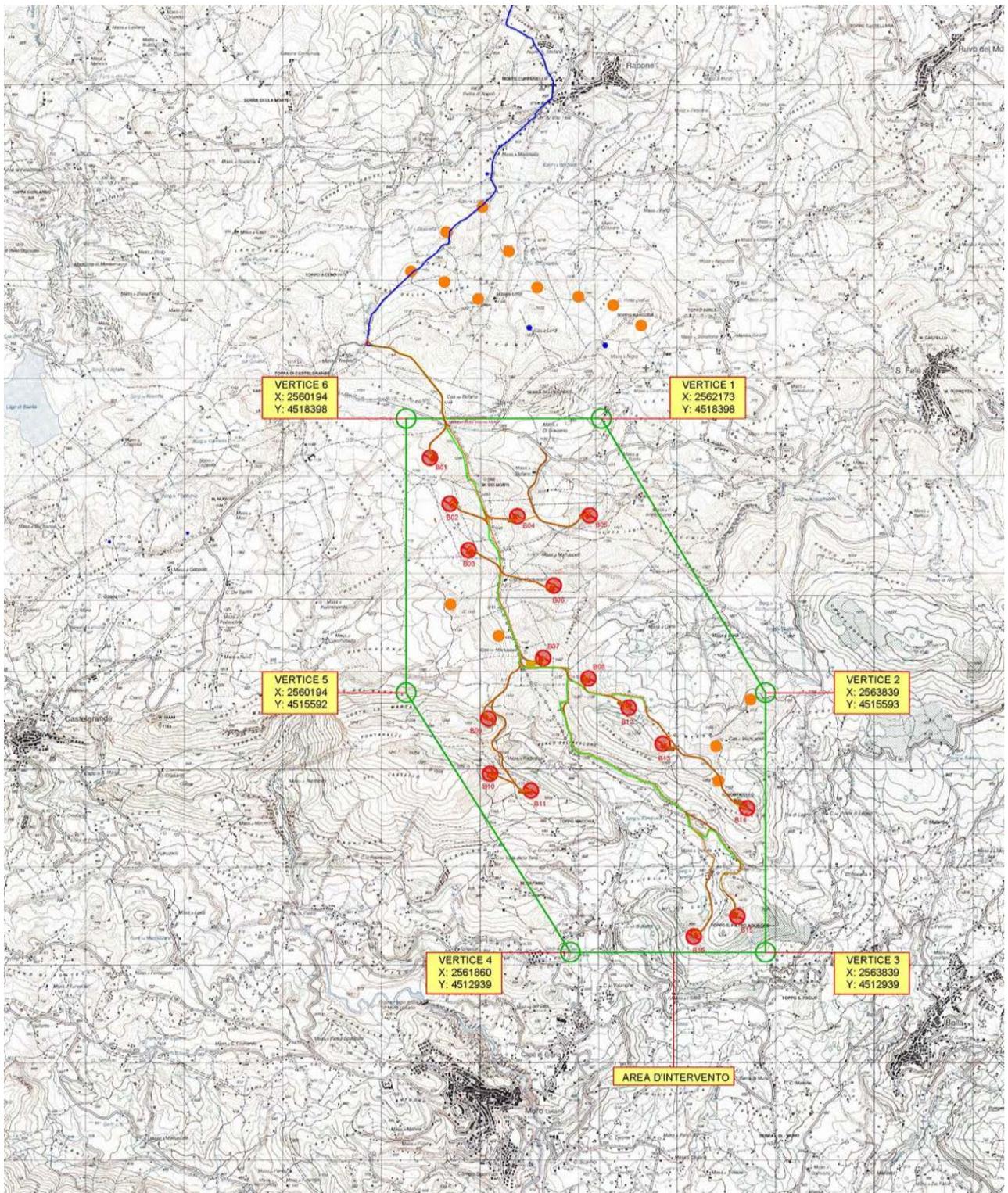


Figura 3: -- Inquadramento dell'area su cui è prevista la centrale eolica (IGM 1:25000), con indicazione dei vertici del poligono che la delimitano (cfr. tav. A.16.a.5)

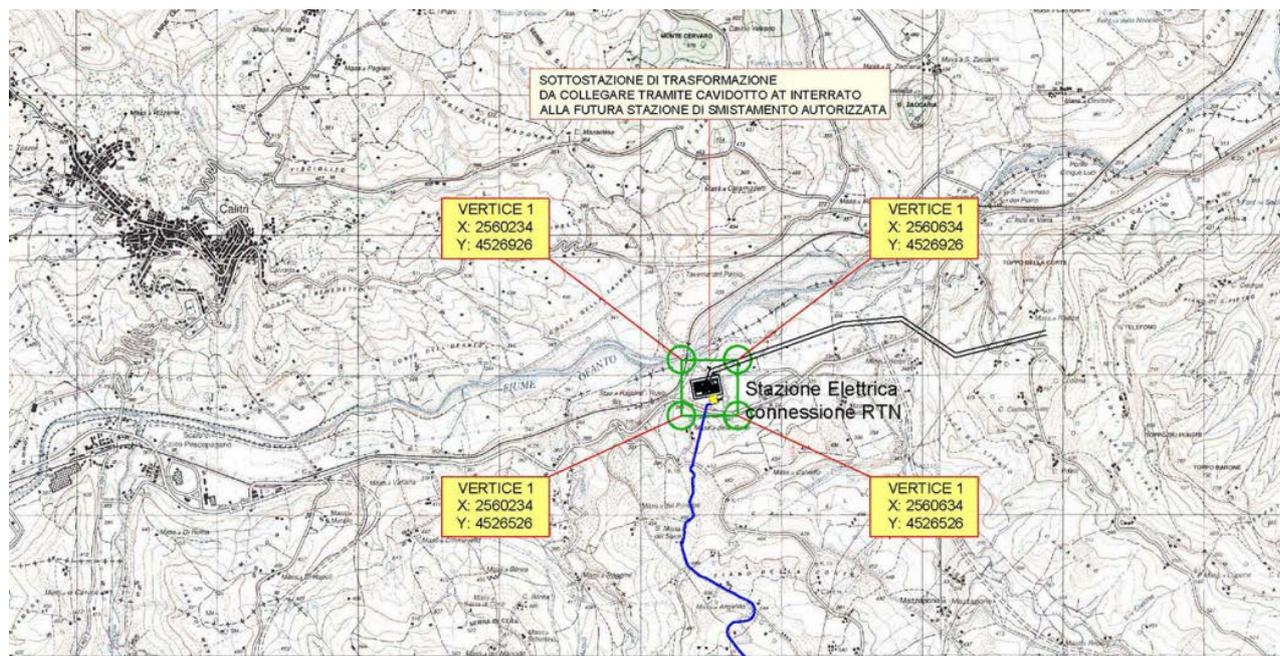


Figura 4: -- Inquadramento dell'area su cui è prevista la Sottostazione elettrica (IGM 1:25000), con indicazione dei vertici del poligono che la delimita (cfr. tav. A.16.a.5)

A seguire si riporta un quadro riepilogativo con l'identificazione del numero degli aerogeneratori, le coordinate secondo i sistemi di georeferenziazione UTM WGS 84 e Gauss Boaga, il modello di aerogeneratore previsto, l'altezza al mozzo e la quota altimetrica di riferimento della base torre.

ID WTG	UTM WGS84 Lon. Est [m]	UTM WGS 84 Lat. Nord [m]	Gauss Boaga Lon. Est [m]	Gauss Boaga Lat. Nord [m]	Modello aerogeneratore	Potenza [KW]	Altitudine s.l.m. [m]	Altezza mozzo s.l.t. [m]
B01	540427	4517990	2560432	4517999	VESTAS V150	5600	1194,7	105,0
B02	540629	4517520	2560634	4517529	VESTAS V150	5600	1191,3	105,0
B03	540817	4517044	2560822	4517053	VESTAS V150	5600	1181,2	105,0
B04	541313	4517391	2561318	4517400	VESTAS V150	5600	1183,7	105,0
B05	542048	4517400	2562053	4517409	VESTAS V150	5600	1070,0	105,0
B06	541683	4516681	2561688	4516690	VESTAS V150	5600	1159,5	105,0
B07	541576	4515942	2561581	4515951	VESTAS V150	5600	1172,3	105,0
B08	542036	4515734	2562041	4515743	VESTAS V150	5600	1152,8	105,0
B09	541019	4515323	2561024	4515332	VESTAS V150	5600	1182,1	105,0
B10	541036	4514757	2561041	4514766	VESTAS V150	5600	1133,6	105,0
B11	541452	4514586	2561457	4514595	VESTAS V150	5600	1100,0	105,0

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO				Codice	GE.AGB.01.P3.PD.A.9
					Data creazione	20/11/2018
					Data ultima modif.	06/12/2018
					Revisione	00
					Pagina	9 di 32

B12	542443	4515433	2562448	4515442	VESTAS V150	5600	1168,5	105,0
B13	542789	4515064	2562794	4515073	VESTAS V150	5600	1192,9	105,0
B14	543646	4514404	2563651	4514413	VESTAS V136	4200	1190,0	112,0
B15	543547	4513296	2563552	4513305	VESTAS V150	5600	1027,4	105,0
B16	543105	4513092	2563110	4513101	VESTAS V150	5600	954,0	105,0

Figura 5: -- Tabella con le coordinate e le caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore utilizzato

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

Opere civili:

plinti di fondazione delle macchine eoliche; realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori; realizzazione delle fondazioni delle apparecchiature AT ed MT, realizzazione dei locali tecnici all'interno della stazione elettrica.

Opere impiantistiche:

installazione degli aerogeneratori con relative apparecchiature di elevazione/trasformazione dell'energia prodotta; esecuzione dei collegamenti elettrici, tramite cavidotti interrati. Installazioni, prove e collaudi delle apparecchiature elettriche (quadri, interruttori, trasformatori ecc.) nella sottostazione. Realizzazione degli impianti di terra delle turbine e realizzazione degli impianti relativi ai servizi ausiliari e ai servizi generali.

Caratteristiche tecniche aerogeneratore di progetto

L'aerogeneratore è una macchina rotante che trasforma l'energia cinetica del vento in energia elettrica ed è essenzialmente costituito da una torre, dalla navicella e dal rotore.

Nel dettaglio, le pale sono fissate su un mozzo e nell'insieme costituiscono il rotore; il mozzo, a sua volta, è collegato al moltiplicatore di giri e successivamente al rotore del generatore elettrico.

Tutti i componenti sopra menzionati, ad eccezione del rotore e del mozzo, sono ubicati entro una cabina detta navicella, la quale, a sua volta, è sistemata su un supporto-cuscinetto in maniera da essere facilmente orientata secondo la direzione del vento.

Oltre ai componenti su elencati, vi è un sistema di controllo che esegue il controllo della potenza ruotando le pale intorno al loro asse principale, il controllo dell'orientamento della navicella, detto controllo dell'imbardata, che serve ad allineare la macchina rispetto alla direzione del vento.

V150-4.2 MW™

IEC IIIB/IEC S

Facts & figures

POWER REGULATION Pitch regulated with variable speed

OPERATING DATA

Rated power 4,000 kW/4,200 kW
 Cut-in wind speed 3 m/s
 Cut-out wind speed 22.5 m/s
 Re cut-in wind speed 20 m/s
 Wind class IEC IIIB/IEC S
 Standard operating temperature range from -20°C* to +45°C with de-rating above 30°C (4,000 kW)

*subject to different temperature options

SOUND POWER

Maximum 104.9 dB(A)*
 *Sound Optimised modes dependent on site and country

ROTOR

Rotor diameter 150 m
 Swept area 17,671 m²
 Air brake full blade feathering with 3 pitch cylinders

ELECTRICAL

Frequency 50/60 Hz
 Converter full scale

GEARBOX

Type two planetary stages and one helical stage

TOWER

Hub heights Site and country specific

NACELLE DIMENSIONS

Height for transport 3.4 m
 Height installed (incl. CoolerTop*) 6.9 m
 Length 12.8 m
 Width 4.2 m

HUB DIMENSIONS

Max. transport height 3.8 m
 Max. transport width 3.8 m
 Max. transport length 5.5 m

BLADE DIMENSIONS

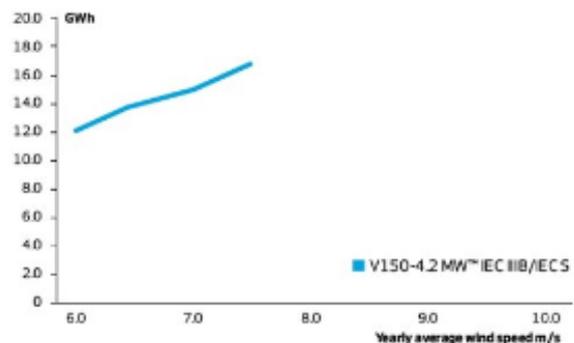
Length 73.7 m
 Max. chord 4.2 m

Max. weight per unit for transportation 70 metric tonnes

TURBINE OPTIONS

- 4.2 MW Power Optimised Mode (site specific)
- Load Optimised Modes down to 3.6 MW
- Condition Monitoring System
- Service Personnel Lift
- Vestas Ice Detection
- Low Temperature Operation to -30°C
- Fire Suppression
- Shadow detection
- Increased Cut-In
- Aviation Lights
- Aviation Markings on the Blades
- Vestas IntelliLight*

ANNUAL ENERGY PRODUCTION



Assumptions
 One wind turbine, 100% availability, 0% losses, k factor =2,
 Standard air density = 1.225, wind speed at hub height

Figura 6 Caratteristiche aerogeneratore Tipo Vestas V150

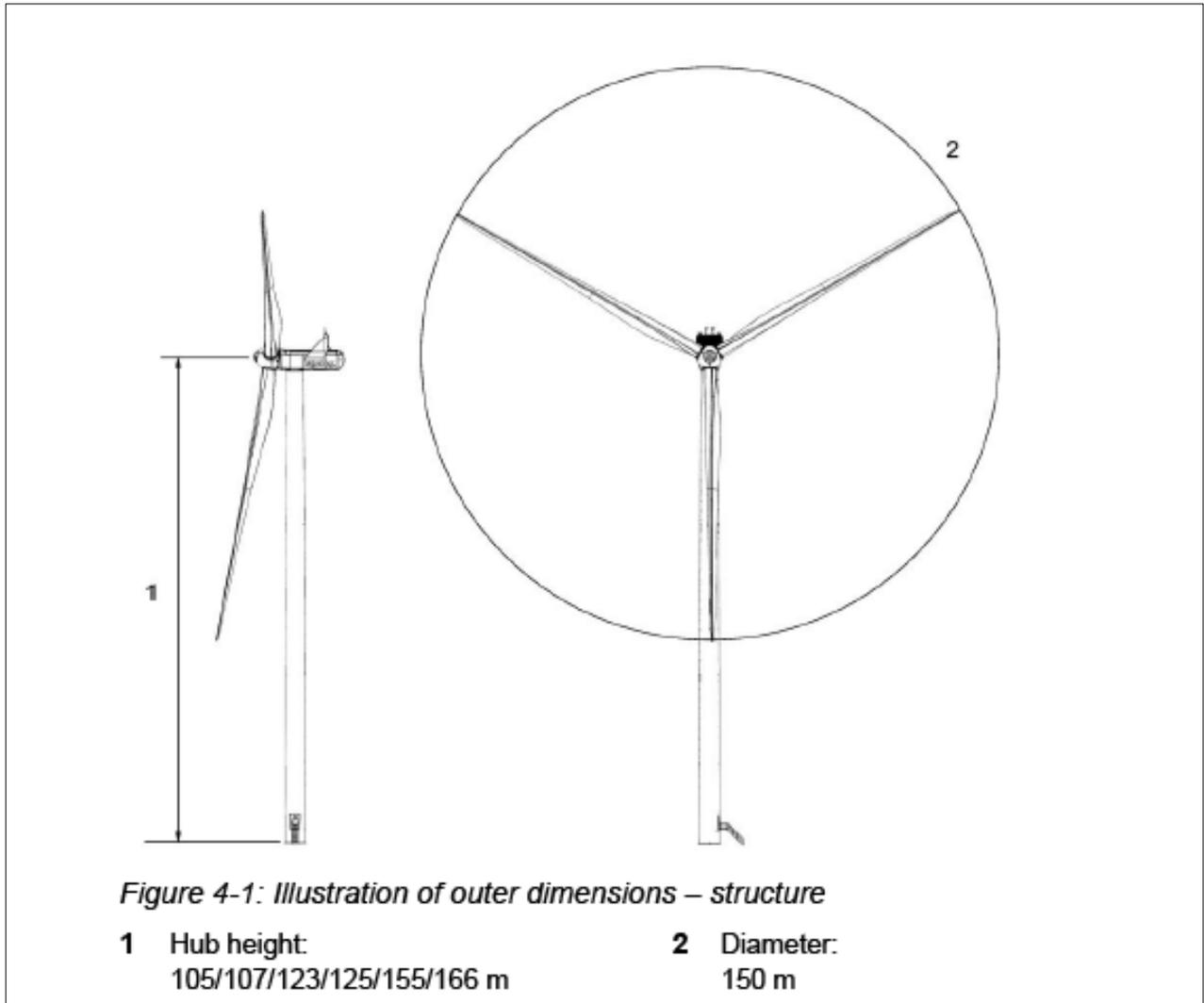


Figura 7 Particolare aerogeneratore tipo Vestas V150

Il rotore dell'aerogeneratore di progetto è tripala a passo variabile in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro posto sopravvento al sostegno, con mozzo rigido in acciaio.

In progetto è prevista l'installazione di un aerogeneratore del tipo Vestas V136 di potenza 4.2 MW e altezza al mozzo di 112 m e 15 aerogeneratori da 5,6 MW, con altezza al mozzo pari a 105 m, le cui caratteristiche salienti sono riportate nella scheda tecnica allegata al progetto.

La torre, per entrambe le tipologie di aerogeneratore, è di forma tubolare tronco conico, in acciaio. La struttura è suddivisa in più parti, internamente è rivestita in materiale plastico ed è provvista di scala a pioli in alluminio per la salita. Le indicazioni tecniche dell'aerogeneratore descritto sono indicative ad una sola tipologia di prodotto in commercio e pertanto sono da intendersi solo qualitative. Fermo restando gli impatti ambientali è possibile che sia scelto, per l'esecuzione dell'opera, una tecnologia differente.

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 12 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

Fondazioni Aerogeneratore

Date le caratteristiche geometriche dell'aerogeneratore di progetto e le caratteristiche geologiche, geotecniche ed idrogeologiche dell'area d'intervento, rilevate dall'indagine preliminare, si prevedono fondazioni circolari diametro di base 21,70 m ed altezza totale 3m (rif. relazione GE.AGB01.P4.PD.A.11.1). Presumibilmente la fondazione sarà di tipo indiretto su pali. In fase esecutiva, sulla base delle indagini geologiche e geotecniche di dettaglio, verrà approfondito il calcolo strutturale delle fondazioni e la tipologia delle stesse.

Piazzole di cantiere

L'installazione degli aerogeneratori richiede in fase di cantiere la realizzazione di una piazzola di montaggio le cui caratteristiche dimensionali dipendono dalla turbina di progetto.

Nel caso in esame, sarà necessaria la realizzazione di una piazzola rettangolare di dimensioni 50 m x 55m (superficie di 2750 mq) necessaria per il montaggio dell'aerogeneratore. In adiacenza alla piazzola di montaggio è prevista una piazzola di stoccaggio temporaneo di dimensioni 20m x 75m. Saranno altresì previste delle piazzole temporanee ausiliarie per il montaggio del braccio gru.

In fase esecutiva, la forma e le dimensioni delle piazzole potranno subire delle lievi modifiche in base all'esecuzione di rilievi di maggior dettaglio. Le piazzole saranno collegate alla viabilità esistente tramite nuovi raccordi viari.

La piazzola di montaggio, ove è previsto l'appoggio della gru principale, verrà realizzata secondo le seguenti fasi:

- Asportazione di un primo strato di terreno dello spessore di circa 50 cm che rappresenta l'asportazione dello strato di terreno vegetale;
- Asportazione dello strato inferiore di terreno fino al raggiungimento della quota del piano di posa della massicciata stradale;
- Qualora la quota di terreno scoticato sia ad una quota inferiore a quella del piano di posa della massicciata stradale, si prevede la realizzazione di un rilevato con materiale proveniente da cave di prestito o con materiale di risulta del cantiere;
- Compattazione del piano di posa della massicciata;
- Posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;
- Realizzazione dello strato di fondazione o massicciata di tipo stradale, costituito da misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, che dovrà 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, 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.

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 13 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

Le piazzole di stoccaggio temporaneo verranno realizzate seguendo le stesse modalità realizzative.

Per tali piazzole non sarà prevista la posa di geotessuto/geogriglia, sempre che le caratteristiche geotecniche del terreno non lo richiederanno, e la finitura potrà essere anche in terra battuta.

Perimetralmente all'area di cantiere, nei casi in cui sarà necessario, sarà disposto un sistema di canalizzazione delle acque meteoriche mediante la realizzazione di cunette in terra.

Al termine dei lavori di montaggio degli aerogeneratori e del cablaggio della parte elettrica, si procederà alla totale rinaturalizzazione delle piazzole di stoccaggio ed ausiliarie.

La piazzola di montaggio verrà mantenuta durante la fase di esercizio dell'impianto.

Negli elaborati A17.a.9.1_6; sono riportati i profili e le sezioni longitudinali e trasversali delle piazzole.

Strade di progetto

Le aree d'impianto, sono raggiungibili a mezzo di viabilità esistente le cui caratteristiche permetteranno il trasporto delle componenti delle turbine di progetto salvo interventi di adeguamento puntuale.

Per maggiori dettagli si rimanda al report dei trasporti allegato alla Relazione Generale.

, l'intera area è servita da una viabilità secondaria (comunale) che si sovrappone spesso a percorsi tratturali e rurali e collega i vari centri abitati circostanti al Toppo di Castelgrande; per assicurare il trasporto degli aerogeneratori e per consentire le attività di cantiere, l'area di impianto è accessibile partendo dalla SS 401 Dir ofantina, da cui è possibile raggiungere il centro di Rapone, alternativamente attraverso le SP 219 o la SP 2; prima del centro abitato, una bretella della SP 2 consente di bypassare l'abitato e di percorrere una strada comunale recentemente asfaltata in direzione del Toppo di Castelgrande.

A circa 1 Km dall'Osservatorio, dalla strada comunale si distacca la viabilità a servizio dell'impianto, che in alcuni tratti ripercorre il tracciato di viabilità esistente da adeguare.

Al fine di verificare l' idoneità della viabilità principale esistente al trasporto delle componenti degli aerogeneratori è stato eseguito un sopralluogo congiunto con trasportatore.

A seguito del sopralluogo è stato redatto il report dei trasporti che riporta la descrizione completa della viabilità che verrà percorsa dai mezzi di trasporto e l'indicazione degli interventi di adeguamento da eseguirsi sulla viabilità che consente il raggiungimento del sito di impianto (report allegato alla relazione).

A partire dalla viabilità esistente è prevista la realizzazione di nuova viabilità per raggiungere il punto di installazione degli aerogeneratori.

Complessivamente, si prevede di realizzare tratti di nuova viabilità per una lunghezza di circa 10 Km **(di cui 2000 m circa vanno intese come opere temporanee soggette a totale dismissione a fine cantiere)**, nonché di adeguare circa 8 Km di strade esistenti (l'adeguamento consiste in miglioramenti delle pendenze e del fondo stradale e allargamenti della carreggiata, laddove necessario, per garantire il passaggio dei mezzi di cantiere e di trasporto degli aerogeneratori).

In particolare, per raggiungere le posizioni della maggior parte degli aerogeneratori sono previsti brevi tratti di viabilità di servizio di lunghezze comprese tra i 150 m e i 400 m e gli unici tratti di una certa lunghezza

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 14 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

sono riferite ai tratti stradali che congiungono gli aerogeneratori B05 (1300 m), B06 (540 m), B09 (660 m), B11 (1658 m), B14 (1480 m), B16 (730 m).

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.

Complessivamente il pacchetto formato da fondazione e strato di finitura sarà pari a circa 50 cm.

Si precisa che l'effettivo spessore del pacchetto potrà subire modifiche in base agli approfondimenti geologici e progettuali da effettuarsi in fase di realizzazione dell'impianto.

Ove le pendenze supereranno il 15% si provvederà a cementare localmente i tratti stradali più acclivi per permettere il transito degli automezzi senza ricorrere ad eccessive alterazioni morfologiche. Al termine dei lavori, verrà ripristinata la pavimentazione stradale con finitura in massiciata.

Laddove la viabilità di progetto attraversa linee d'impluvio, come indicato nella relazione idraulica, è prevista la posa di un tubazione di diametro 1200 mm per consentire il regolare deflusso idrico superficiale; in alternativa alcuni tratti saranno realizzati con la tecnica della TOC.

Una volta eseguiti i lavori si ridisegnerà la viabilità definitiva ovvero quella che servirà l'impianto durante la gestione.

Per ottimizzare l'intervento e limitare i ripristini dei terreni interessati, si farà coincidere la viabilità di cantiere con quella di esercizio.

Al termine dei lavori si provvederà alla sistemazione della carreggiata e delle cunette laterali, ove necessario, nonché alla rimozione degli eventuali materiali e inerti accumulati provvisoriamente. In ultimo si provvederà al raccordo della sede stradale con le aree contigue.

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 15 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

Preservandone l'andamento e la consistenza, la viabilità interna all'impianto potrà essere funzionale anche alla coltivazione dei fondi e alla fruibilità delle aree.

Le planimetrie stradali per ogni tratto sono riportate negli elaborati A16.a.13.1_4; negli elaborati A16.a.14.1_8 sono riportati i profili stradali; nell'elaborato A16.a.17.1_8 sono riportate le sezioni stradali.

A fine cantiere verranno conservate solo le piazzole di montaggio e le strade di collegamento alle stesse , prevedendo la rimozione delle piazzole di stoccaggio e piazzole ausiliarie.

Il sistema di viabilità presente sul sito d'impianto, a lavori ultimati, verrà ripristinato allo stato ante operam, prevedendo di mantenere, eventualmente, gli adeguamenti e le sistemazioni idrauliche che potranno migliorare la fruibilità dell'area e la regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale.

Verrà conservata unicamente tutta la viabilità necessaria per l'esercizio e la manutenzione dell'impianto durante la fase di regime.

La consistenza delle piste sarà, in ogni caso, tale da consentire il transito degli automezzi necessari alla gestione dell'impianto.

Tutte le superfici delle strade e delle piazzole saranno permeabili con rivestimento di materiale inerte.

A lavori ultimati, le stesse verranno ristrette agli ingombri necessari alla gestione dell'impianto, prevedendo il ripristino e la restituzione, delle aree eccedenti, alle attività agricole.

A lato delle strade e piazzole è prevista la realizzazione di un opportuno sistema di raccolta e smaltimento delle acque piovane che verranno convogliate verso le linee naturali di deflusso delle acque superficiali (impluvi, fossi, ecc.).

Area di Cantiere

In prossimità dell'aerogeneratore B07 è prevista la realizzazione di un'area di cantiere dove si svolgeranno le attività logistiche di gestione dei lavori e dove verranno stoccati i materiali e le componenti da installare oltre al ricovero dei mezzi di cantiere.

L'area di cantiere sarà realizzata mediante la pulizia e lo spianamento del terreno (considerando eventuali scavi e riporti), e verrà finita con stabilizzato. L'area ha una superficie di circa 4500 mq, sarà temporanea e al termine del cantiere verrà dismessa.

Analogamente saranno realizzati e dismessi e fine cantiere allargamenti temporanei e circa 2000 m di viabilità di progetto utile per la sola fase di cantiere..

Tra allargamenti temporanei e aree di cantiere, a fine cantiere saranno ripristinati circa 15000 mq di superfici temporaneamente occupate.

E' importante sottolineare infatti, che tutti i bracci stradali e le aree contrassegnate in giallo (vedi figura seguente) a fine cantiere saranno smantellati interamente con ripristino dello stato dei luoghi mentre le aree ripristinate delle piazzole e tutte le scarpate stradali saranno rinverdite e inerbite.

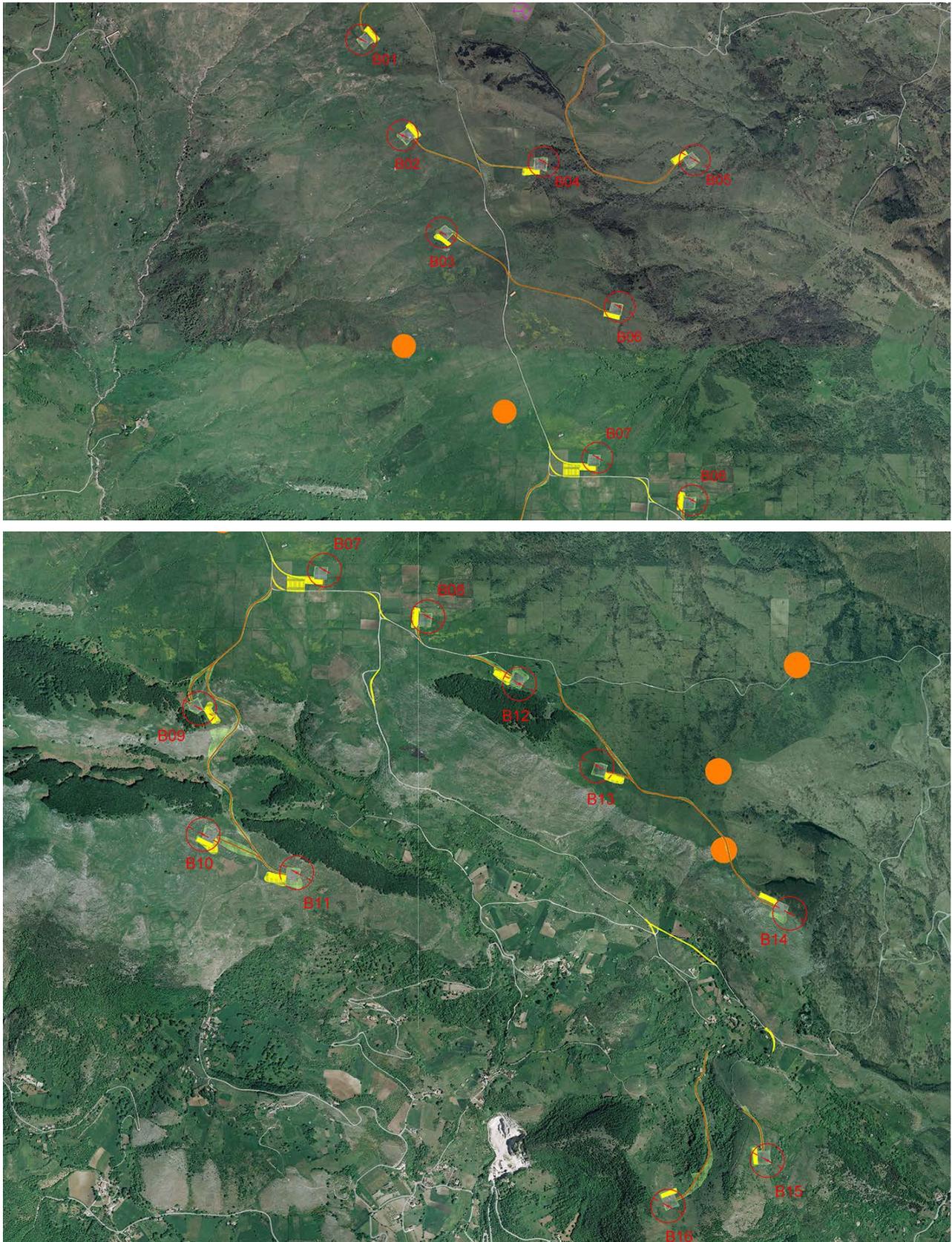


Figura 8: disposizione degli aerogeneratori, con indicazione di tutte le strade e aree da smantellare a fine cantiere (in giallo), le strade rimanenti in fase di esercizio (in marrone) e in verde, le relative scarpate e tutte le parti da ripristinare e inerbire.

Aree temporanee di stoccaggio

C'è da specificare che il tipo di lavorazioni da eseguire per realizzare le strade e le piazzole richiede dei movimenti terra che possono essere portati a compensazione, nel senso che per la formazione sia della piazzola sia della sede stradale sono presenti tratti in scavo e tratti in rilevato.

In particolare il materiale proveniente dallo scavo verrà in parte utilizzato per formare i rilevati; la parte residua sarà momentaneamente stoccata in aree idonee prossime alle piazzole per poter poi essere utilizzata per la realizzazione di rilevati, nonché rinaturalizzazione post cantiere.

Si prevedranno, pertanto, aree prossime agli aerogeneratori e lungo le strade (in fase di scavo per la messa in opera del cavidotto) in cui depositare in maniera temporanea il materiale ottenuto dalle operazioni di scavo. Il materiale verrà poi riutilizzato per i riempimenti e i riporti.

Allo scopo è stato redatto l'apposito Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo.

Cavidotto MT di collegamento

Il collegamento tra gli aerogeneratori e tra questi e la sottostazione elettrica, opera già autorizzata, avverrà mediante la posa di cavi in media tensione direttamente interrati. Si individua un "cavidotto interno" che collega le turbine tra di loro ed ha una lunghezza complessiva di 17666 m, ed un cavidotto detto "esterno" che collega le turbine alla sottostazione ed ha una lunghezza complessiva di circa 10630 m.

Il collegamento tra gli aerogeneratori e tra questi e la sottostazione elettrica, opera già autorizzata, avverrà mediante la posa di cavi in media tensione direttamente interrati.

Laddove il tracciato del cavidotto attraversa corsi d'acqua e linee di impluvio o attraversa a rete dei tratturi, la viabilità esistente o i sottoservizi, le modalità di realizzazione prevederanno la TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), tecnica di posa che garantisce il mantenimento della morfologia e dello stato esteriore dei luoghi.

Salvo situazioni puntuali, legati alla risoluzione delle interferenze, la posa del cavidotto verrà eseguita ad una profondità di 1.20 m in uno scavo di larghezza minima di 0.45 m. La sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, sarà la seguente:

- Strato di sabbia di 10 cm;
- Cavi posati a trifoglio di sezione 95, 185, 300 e 630 direttamente sullo strato di sabbia;
- Posa della lastra di protezione supplementare;
- Ulteriore strato di sabbia per complessivi 30 cm;
- Posa di tritubo in PEAD del diametro esterno di 50 mm per inserimento di una linea in cavo di telecomunicazione (Fibra Ottica);
- Riempimento con il materiale di risulta dello scavo di 70÷90 cm;
- Nastro segnalatore (a non meno di 20 cm dai cavi);
- Riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale ove necessario, secondo le indicazioni riportate nelle concessioni degli enti proprietari;
- Lungo tutto lo scavo dei collegamenti tra gli aerogeneratori sarà posata una corda in rame nudo di sezione 50 mm² per la messa a terra dell'impianto.

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 18 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

Nel dettaglio le sezioni di posa del cavidotto sono riportate nell'elaborato di progetto "A.16.a.19.1_11"

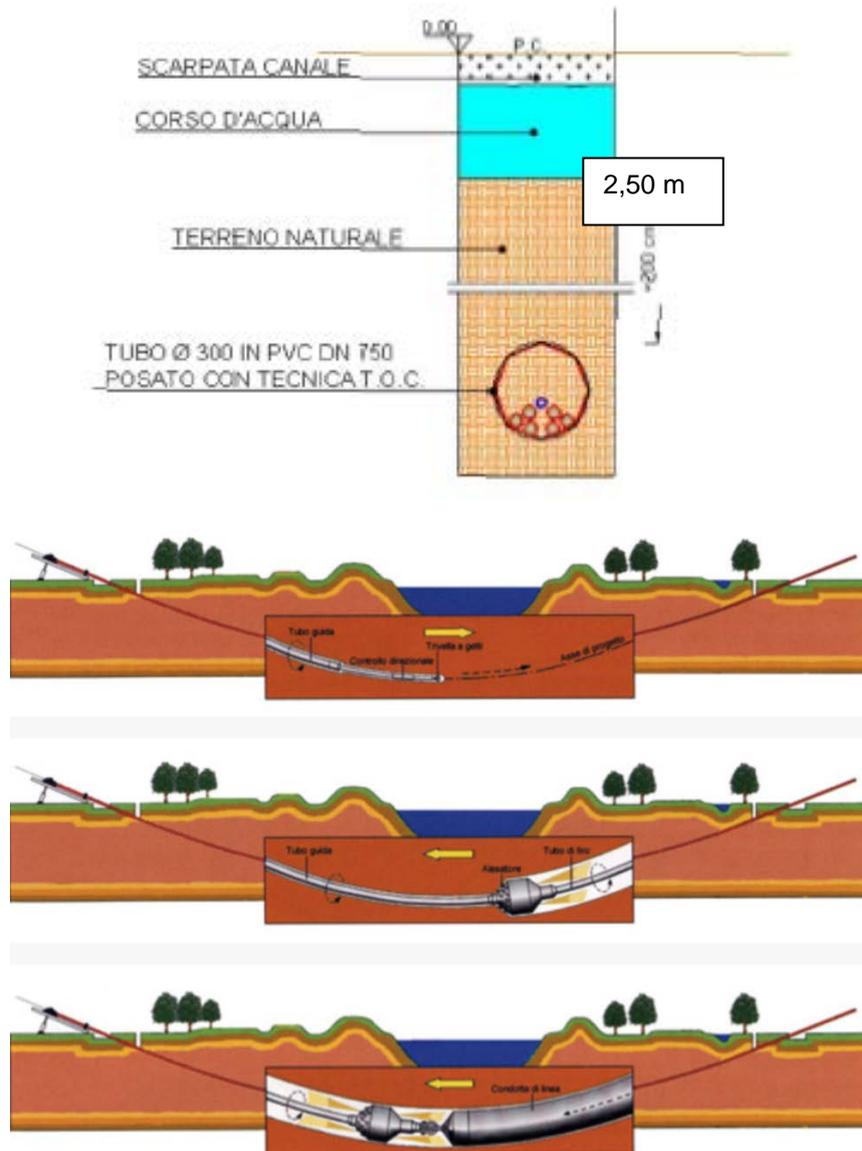
Nei tratti interferenti con il reticolo idrografico, laddove lo studio idraulico abbia rilevato la potenziale allagabilità degli areali in funzione dei calcoli eseguiti su dati pluviometrici e statistici e partendo da una precisa identificazione delle portate e del bacino sotteso a ciascun reticolo, lungo i tratti di intersezione gli attraversamenti saranno realizzati con tecnica T.O.C., al fine di assicurare che la posa dei cavi interrati non alteri l'attuale equilibrio dei materiali che costituiscono il fondo delle aree interessate dal transito delle piene bicentinarie.

La tecnica T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata) si articola secondo tre fasi operative:

- 1) esecuzione del foro pilota: questo sarà di piccolo diametro e verrà realizzato mediante l'utilizzo dell'utensile fondo foro, il cui avanzamento all'interno del terreno è garantito dalla macchina perforatrice che trasmetterà il movimento rotatorio ad una batteria di aste di acciaio alla cui testa è montato l'utensile fresante. La posizione dell'utensile sarà continuamente monitorata attraverso il sistema di localizzazione;
- 2) trivellazione per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) verrà montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota, di diametro superiore al precedente, e il tutto viene tirato verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro del sistema di trivellazione, l'alesatore allargherà il foro pilota;
- 3) tiro della tubazione o del cavo del foro: completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point verrà montato, in testa alle condotte da posare già giuntate tra loro, l'utensile per la fase di tiro-posa e questo viene collegato con l'alesatore. Tale utensile ha lo scopo di evitare che durante la fase di tiro, il movimento rotatorio applicato al sistema dalla macchina perforatrice non venga trasmesso alle tubazioni. La condotta viene tirata verso l'exit point. Raggiunto il punto di entrata la posa della condotta si può considerare terminata.

In particolare, in corrispondenza delle interferenze del cavidotto MT interrato con il reticolo idrografico, l'attraversamento dell'area allagabile determinata con $Tr=200$ anni avverrà ad una profondità maggiore di 2,50 m, le operazioni di scavo direzionale inizieranno e termineranno per ogni interferenza minimo a 10,00 m dall'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni in maniera tale da lasciarne inalterato il fondo.

A seguire si restituiscono alcuni schemi semplificativi della TOC.

SEZIONE TIPICA CAVIDOTTO CON T.O.C.

Figura 9: sezione tipica e operazioni di scavo direzionali con TOC
Opere civili punto di connessione

La sottostazione è prevista nell'area industriale del comune di Rapone e verrà realizzata in prossimità della futura stazione di smistamento Terna (opera di rete già autorizzata con DD 150c.2141/D.00579 del 19/06/2014). La strada di servizio della sottostazione si svilupperà a partire dalla viabilità di progetto autorizzata nell'ambito degli interventi previsti all'interno dell'area PIP.

Dovranno essere realizzate le seguenti opere civili:

- Recinzione esterna ed interna;
- Strade di circolazione, accesso e piazzali carrabili;
- Costruzione edifici;
- Formazioni dei basamenti delle apparecchiature elettriche;

Per la realizzazione della recinzione sarà necessario eseguire scavi in sezione ristretta con mezzo meccanico ed il materiale di risulta, qualora non utilizzato in loco verrà portato alla pubblica discarica.

I getti di calcestruzzo verranno eseguiti con cemento a presa lenta (R.325), ed il dosaggio previsto sarà di q.li 2,5 per le fondazioni, e q.li 3,00 per i plinti ed i pilastri di sostegno dei cancelli d'ingresso.

Il getto dei calcestruzzi a vista viene armato con casseri piallati, mentre nel getto dei plinti e dei pilastri d'ingresso sarà posto in opera l'armatura in barre di ferro tondo.

La recinzione sarà costituita ove necessario, da una parte della sua altezza, gettata in opera, e da una parte in lastre di cemento prefabbricato intercalate ogni ml. 2,00-2,50 dai pilastri pure in getto prefabbricato.

L'altezza fuori terra della recinzione, rispetto alla parte accessibile dall'esterno, deve essere almeno di m 2,00.

L'opera sarà completata inserendo n°1 cancello carrabile di tipo scorrevole con luce netta di 9.45 m.

Nell'area di trasformazione saranno presenti gli edifici utente a pianta rettangolare 48.30 x 4.60 m, divisi in 16 locali denominati rispettivamente (Consultare l'elaborato di progetto 03).

- N.2 locale Misure;
- N.2 Locale TLC;
- N.2 locale BT;
- N.2 locale TR SA;
- N.2 locale MT;
- N.1 Locale GE.

Per tutti i locali è prevista un'altezza fuori terra 3.00 m come quota finito. Per la realizzazione degli edifici si eseguiranno degli scavi con mezzo meccanico, sia in sezione ristretta per le opere interrato, sia in sezione aperta per lo sbancamento di terreno coltivo per la formazione di massicciata.

I getti di calcestruzzo verranno eseguiti con cemento a presa lenta (R.325), ed il dosaggio previsto sarà di q.li 2,5 per la formazione delle fondazioni e dei muri perimetrali in elevazione, fino a quota d'imposta della prima soletta e a q.li 3,00 per i plinti e le opere in cemento armato quali pilastri, travi, gronda e gradini.

Le opere di getto in calcestruzzo vengono armate con barre di ferro tonde omogeneo di adeguato diametro risultante dai calcoli dell'ingegnere incaricato.

Le murature esterne sono in foratoni semiportanti dello spessore minimo di cm 25 e vengono poste in opera con malta cementizia dosata a q.li 2.

Il solaio superiore è piano con pendenze minime per lo smaltimento delle acque meteoriche, mentre il solaio del piano rialzato ha i conici di altezza di cm.18 in quanto deve sopportare pesi maggiori per le apparecchiature elettriche che verranno posate.

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 21 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

Gli intonaci, sia esterni che interni, vengono eseguiti con il rustico in malta di cemento e soprastante stabilitura di cemento.

La pavimentazione dell'intercapedine viene realizzata con sottofondo in ghiaia grossa e getto di calcestruzzo per formazione della caldana.

La soletta di copertura dell'edificio viene isolata dalle intemperie con la posa di un massetto in calcestruzzo impastato con granulato di argilla espansa, di una membrana impermeabile armata in lamina di alluminio stesa a caldo, dello spessore di mm 3, di pannelli in poliuretano espanso rivestito con cartongesso bitumato dello spessore di cm 4 e soprastante membrana sintetica elastomerica applicata su vernice primer bituminosa.

Tutti i serramenti esterni ed interni sono in alluminio con taglio termico completi di ogni accessorio (ferramenta di chiusura e manovra, maniglie, cerniere ecc); le aperture esterne sono munite di rete di protezione dalle maglie di 2x2 cm per evitare l'entrata di corpi estranei dall'esterno e verniciate ad una mano di minio antiruggine e due di vernice a smalto sintetico.

Per la realizzazione dei basamenti e fondazioni locali si eseguiranno scavi in sezione ristretta con mezzo meccanico per la formazione delle fondazioni, dei pozzetti e dei condotti, e qualora il materiale risultante non fosse riutilizzato verrà trasportato alla pubblica discarica.

I getti di calcestruzzo sono confezionati con cemento a lenta presa (R.325) e sono così distinti:

- Dosati a ql.1,5 per magrone di sottofondo ai basamenti;
- Dosati a ql.2,5 per murature di sostegno apparecchiature e per formazione dei vari pozzetti;
- Dosati a ql.3 per basamenti di sostegno per le apparecchiature e le opere di c.a., per la formazione della soletta di copertura del serbatoio di raccolta olio dei trasformatori.

Per l'esecuzione dei getti vengono usati casseri in tavole di legno.

Le vasche di raccolta olio dei trasformatori è intonacata ad intonaco rustico con soprastante lisciatura a polvere di cemento per rendere le pareti impermeabili ed evitare la perdita di olio.

Nei condotti vengono posati dei tubi in pvc in numero adeguato secondo le loro funzionalità e vengono ricoperti con getto di calcestruzzo magro, dosato a ql. 1,5.

Tutti i pozzetti sono completi di chiusini in cemento per ispezione.

Vengono posati tubi in pvc del diametro opportuno per raccolta e scarico delle acque piovane del piazzale, e saranno ricoperti di calcestruzzo dosato a ql.1,5 di cemento. Si prevede di completare l'opera dei drenaggi con la posa di pozzetti stradali a caditoia, completi di sifone incorporato e di griglia in ghisa del tipo pesante carrabile.

Il piazzale viene realizzato con massicciata in misto di cava o di fiume priva di sostanze organiche, di pezzatura varia e continua con elementi fino ad un diametro massimo di 12 cm. Viene posata a strati non superiori a 30 cm, costipata meccanicamente con rullo vibratore adatto e viene sagomata secondo le pendenze di progetto per un miglior scarico delle acque nei pozzetti a griglia.

Soprastante alla massicciata viene posata la pavimentazione bituminosa in bitumato a caldo per uno spessore compreso di cm. 10 e rullato con rullo vibratore. Superiormente viene steso il tappeto d'usura in

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 22 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

conglomerato bituminoso, tipo bitulite, confezionato a caldo, steso per uno spessore con nesso di cm. 2,5 con rullo vibrante.

Cavidotto AT di collegamento

La sottostazione di trasformazione di progetto si collegherà alla stazione di smistamento autorizzata mediante un cavidotto AT di lunghezza pari a 100 m.

Per la posa del cavidotto si dovrà predisporre uno scavo a sezione ristretta della larghezza di 0.70 m, per una profondità tale che il fondo dello scavo risulti ad una quota di -1.70 m dal piano campagna.

Al termine dello scavo si predispongono i vari materiali, partendo dal fondo dello stesso, nel modo seguente:

- Disposizione di uno strato di 10 cm di cemento magro a resistività termica controllata 1.2 Km/W;
- Posa dei conduttori di energia, secondo le specifiche di progetto;
- Posa delle lastre di cemento armato di protezione sui due lati;
- Disposizione di uno strato di riempimento per cm 40 di cemento magro a resistività termica controllata;
- Posa del tri-tubo in PEAD del diametro di 50 mm per l'inserimento del cavo in fibra ottica;
- Copertura con piastra di protezione in cemento armato vibrato prefabbricato secondo le specifiche di progetto;
- Rete in PVC arancione per segnalazione delimitazione cantiere;
- Riempimento con materiale riveniente dallo scavo opportunamente vagliato per cm 70;
- Posa del nastro segnalatore in PVC con indicazione cavi in alta tensione;
- Riempimento con materiale riveniente dallo scavo fino alla quota di progetto;
- Ripristino finale come ante operam.

Anemometro di campo

E' prevista l'installazione di un anemometro di campo per monitorare il funzionamento dell'impianto durante la fase di esercizio. L'anemometro previsto è di tipo amovibile, tralicciato con stralli.

L'anemometro ha un'altezza di 90 m e sarà collegato elettricamente all'aerogeneratore B01 attraverso un cavo BT interrato, laddove coincidente nel tracciato, nella medesima trincea di scavo dei cavi interrati MT, opportunamente protetto da un tubo in HDPE.

A.9.b. ANEMOLOGIA E DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

SITO DI INSTALLAZIONE

Lo studio è stato eseguito utilizzando i dati anemometrici provenienti da tre diverse fonti di dati:

- Una stazione di misura anemometrica di tipo tubolare installata nel comune di Rapone
- Un set di dati di origine satellitare con misure disponibili alle altezze dai 10 ai 100 m sul livello del terreno.

La stazione di sito di riferimento utilizzata per la stima della risorsa ha codice TP_211, alta 50 m, dista solo 5000 m dal sito e possiede un database che copre nella sua interezza 28,5 mesi di dati, da Luglio 2009 a Novembre 2011 con una buona percentuale di disponibilità della strumentazione (73,2 %) che comporta un periodo di misurazione effettivo, al netto di gap del database e di parti filtrate, un intervallo di oltre 21 mesi netti di dati.

Il set di dati satellitari, coprono l'anno solare 2017 e sono disponibili con altezza di monitoraggio dai 10 m sino ai 100 m con una preziosa indicazione del profilo verticale.

POTENZA TOTALE

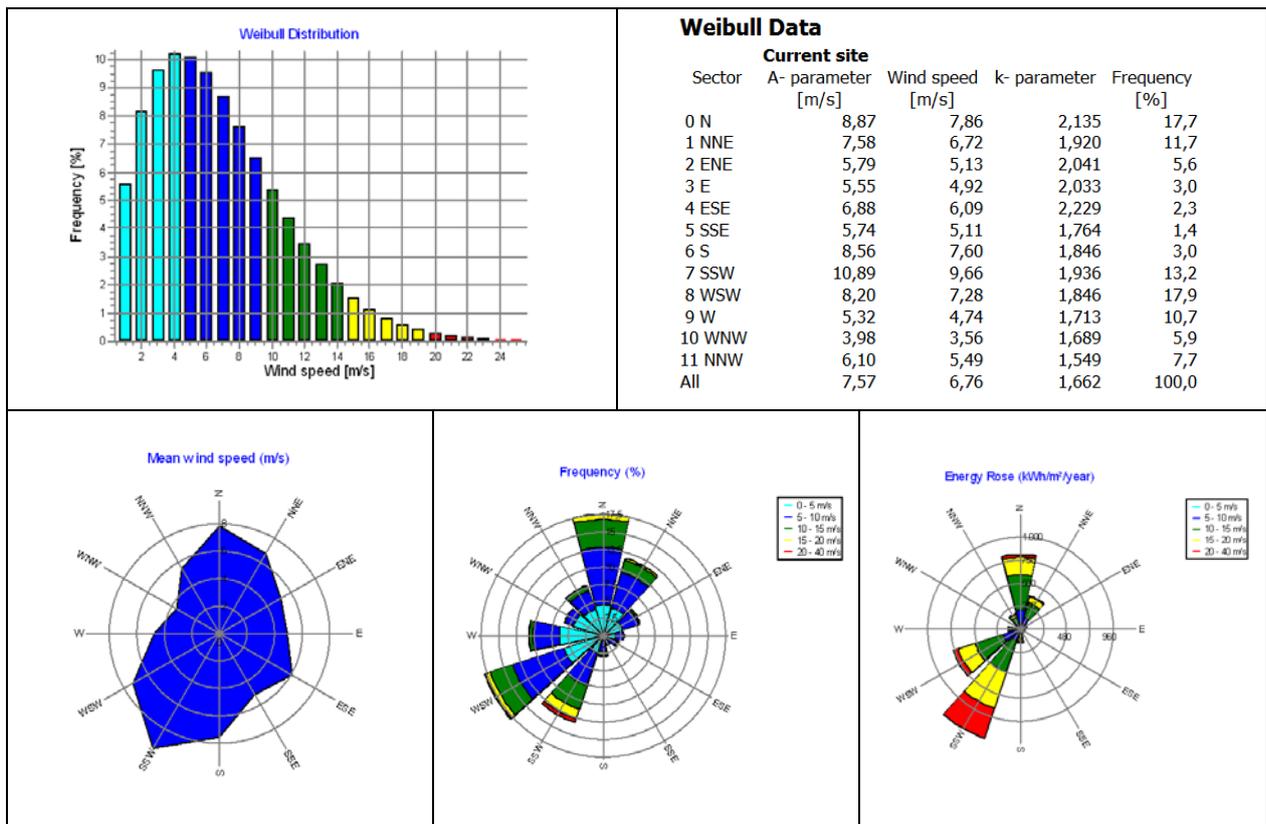


Figura 10: Caratteristiche anemologiche previste nel punto di installazione della turbina B07 ad altezza mozzo pari a 105 m

I dati delle stazioni rispettano il requisito di dodici mesi continuativi con una percentuale di perdita dati nulla e quindi inferiore al 10%.

Nel calcolo della stima di producibilità si è tenuto conto dell'incertezza totale di misura della velocità del vento (calcolata in accordo alla ENV 13005 [10] e alla IEC 61400-12-1.

Nello "Studio Anemologico" è riportato un calendario dettagliato delle acquisizioni fatte da ciascun sensore. La disponibilità di oltre un anno di rilevazione dati della stazione anemometrica ha consentito l'analisi e l'elaborazione dei dati al fine di stimare le caratteristiche della risorsa eolica nella località di sviluppo della Wind Farm.

Sulla base dei dati di input, ed in relazione all'orografia e rugosità del sito si riportano le caratteristiche anemologiche previste nel punto di installazione al mozzo dell'aerogeneratore B07 di progetto posto in zona pressappoco centrale al layout di impianto.

DISPOSIZIONE ED ORIENTAMENTO AEROGENERATORI

Nel dettaglio, stando alle caratteristiche anemologiche, orografiche e di accessibilità del sito, è stata prevista l'installazione di aerogeneratori Vestas V150 con potenza unitaria pari a 5,6 MW per 15 di essi (diametro del rotore 150 m e altezza al mozzo 105 m) e Vestas V136 di 4,2 MW di potenza nominale per la WTG B14 (diametro del rotore 136 m e altezza al mozzo 112 m).

In funzione delle caratteristiche geometriche delle macchine di progetto sono state definite le distanze minime di sicurezza dalle strade provinciali prossime al sito d'impianto in conformità a quanto stabilito dagli indirizzi del PIEAR.

Nella scelta della posizione degli aerogeneratori sono stati altresì definiti i buffer dagli edifici ed abitazioni. Dal punto di vista dell'inserimento ambientale e paesaggistico, si è evitato di posizionare le turbine sulle formazioni arboree e boscate.

Si è evitato, altresì, di installare gli aerogeneratori all'interno delle aree a rischio frana e di ambiti sensibili e assoggettati a strumenti di tutela idrogeomorfologica e paesaggistica.

"Ritagliate" le aree idonee, allo scopo di minimizzare le mutue interazioni che s'ingenerano fra le macchine eoliche, dovute ad effetto scia, distacco di vortici, ecc., è stato seguito un criterio di ottimizzazione secondo il quale le macchine sono state disposte, nel rispetto delle prescrizioni del PIEAR e dei seguenti criteri;

- 1 Posizionamento degli aerogeneratori a distanze dagli aerogeneratori esistenti (di piccola taglia) o autorizzati sempre maggiori di 3D e 6D nella direzione dei venti dominanti, in modo da evitare effetti di sovrapposizione tra le turbine, di evitare il cosiddetto effetto selva e in modo da non inficiare la producibilità complessiva degli impianti;
- 2 Disposizione degli aerogeneratori seguendo l'andamento orografico del territorio;
- 3 Posizionamento degli aerogeneratori su aree valide dal punto di vista geologico;
- 4 Disposizione degli aerogeneratori su aree già servite da viabilità esistente o facilmente raggiungibili tramite la realizzazione di brevi tratti o l'adeguamento di piste esistenti, ed in modo tale da poter sfruttare interventi ed infrastrutture già previste a servizio degli impianti esistenti;
- 5 Ubicazione degli aerogeneratori in modo da garantire la massima producibilità, il minor numero di perdite di scia, e, al contempo, il rispetto dei limiti di impatto acustico, elettromagnetico e flickering, nonché delle distanze di sicurezza in caso di gittata;

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 25 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

- 6 Ubicazione di tutte le opere di progetto fuori aree vincolate, preferendo l'installazione su terreni agricoli e lo sviluppo del cavidotto lungo strade esistenti o di cantiere;
- 7 Posizionamento degli aerogeneratori e definizione dei tracciati delle opere accessorie in modo da limitare il frazionamento dei terreni e delle proprietà;
- 8 Posizionamento della sottostazione nei pressi della futura stazione di smistamento in modo da limitare lo sviluppo del cavidotto AT e da deconcentrare l'opera rispetto ad altre stazioni che si verranno a realizzare.

Nel rispetto dei criteri di cui sopra è stato previsto un layout a 16 aerogeneratori, che tiene in debito conto le posizioni degli aerogeneratori di piccola taglia esistenti e di quelli di grande taglia autorizzati e potenzialmente installabili, con l'intento non solo di salvaguardare il corretto funzionamento dell'insieme delle turbine, evitando effetti indesiderati di reciproche interferenze, ma soprattutto di definire un layout coerente dal punto di vista delle logiche insediative, rispetto allo stato di fatto dei luoghi e alle previsioni di modifica previste nel medio periodo.

E' importante sottolineare come la disposizione degli aerogeneratori segua criteri di localizzazione che presuppongono il raggiungimento di principi insediativi e architettonici volti a definire ordine compositivo al nuovo "layer" infrastrutturale e tecnologico che si aggiunge alle trame che compongono il palinsesto paesaggistico.

Le turbine di progetto, come si vede dalle figure seguenti, mantengono distanze reciproche molto elevate sia considerando gli aerogeneratori disposti sulla medesima fila (distanze comprese tra 450 m e 1080 m) e sia considerando le posizioni sfalsate rispetto a direttrici di costruzione e allineamento parallele tra loro (distanze comprese tra 600 m e 1400 m); rispetto alla direzione dei venti dominanti, le posizioni risultano disallineate e sfalsate, in modo da garantire il rispetto dei 6D di distanza tra gli aerogeneratori.

In molti casi si è cercato di mantenere equidistanti gli aerogeneratori di progetto e tra questi e le turbine autorizzate.

Rispetto alle turbine esistenti, la distanza minima degli aerogeneratori di progetto è pari a 1660 m, mentre rispetto alle torri autorizzate, la distanza minima risulta pari a 505 m o, solo nel caso della B14 a 410 m, distanza che in ogni caso rispetta il criterio dei 3 diametri prescritto dal PIEAR e dalle buone norme.

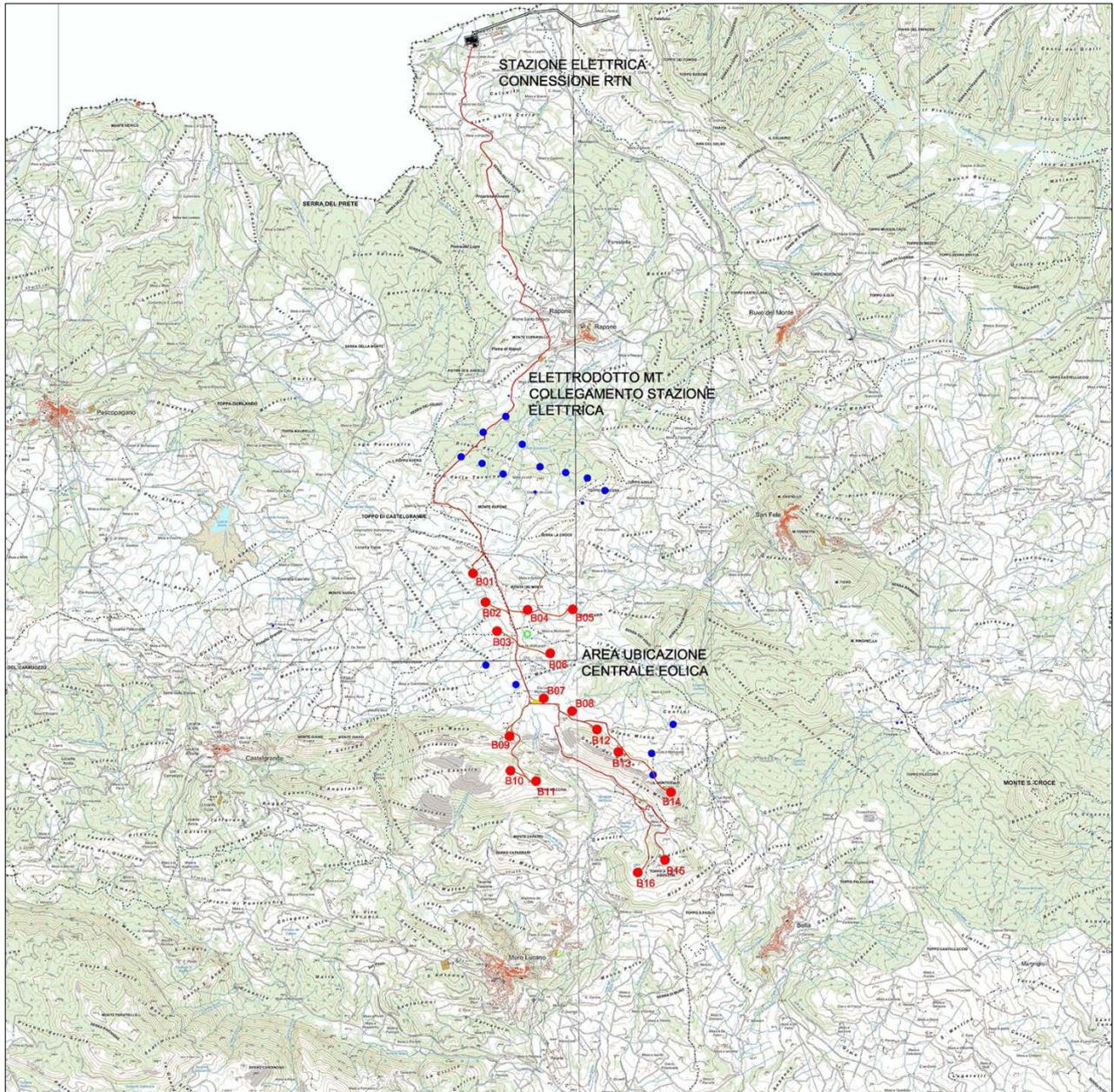


Figura 11: Inquadramento su base IGM 25000, dell'area di progetto e delle opere di connessione alla rete; in rosso, gli aerogeneratori, la viabilità e le reti elettriche interrato di progetto, e in blu, nei cerchi grandi gli aerogeneratori autorizzati e non ancora realizzati e nei cerchi piccoli, gli aerogeneratori esistenti.

Nelle figure successive si può notare la differenza in termini di distanze e allineamenti degli aerogeneratori in progetto rispetto a quelli autorizzati, e questo elimina il rischio del cosiddetto effetto selva e di sovrapposizione percettiva degli aerogeneratori.

Individuata la posizione degli aerogeneratori è stato definito il tracciato della viabilità di servizio e del cavidotto interno di collegamento tra le turbine.

La viabilità di servizio è stata progettata cercando di sfruttare le tracce esistenti sull'area, contenendo le movimentazioni di terra ed evitando i vincoli ambientali e paesaggistici ostativi. Il cavidotto interno è stato definito in modo da seguire la viabilità di cantiere e la viabilità esistente interna al campo.

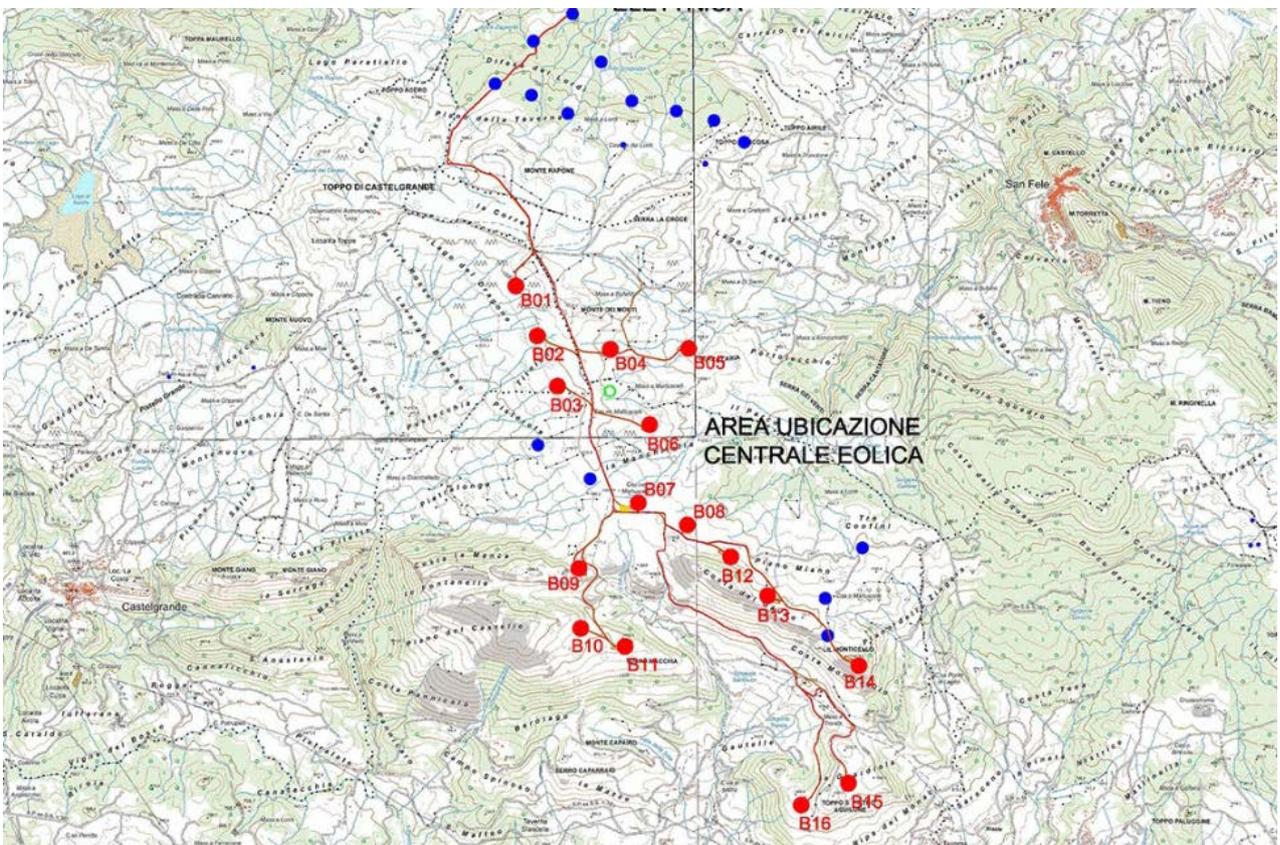
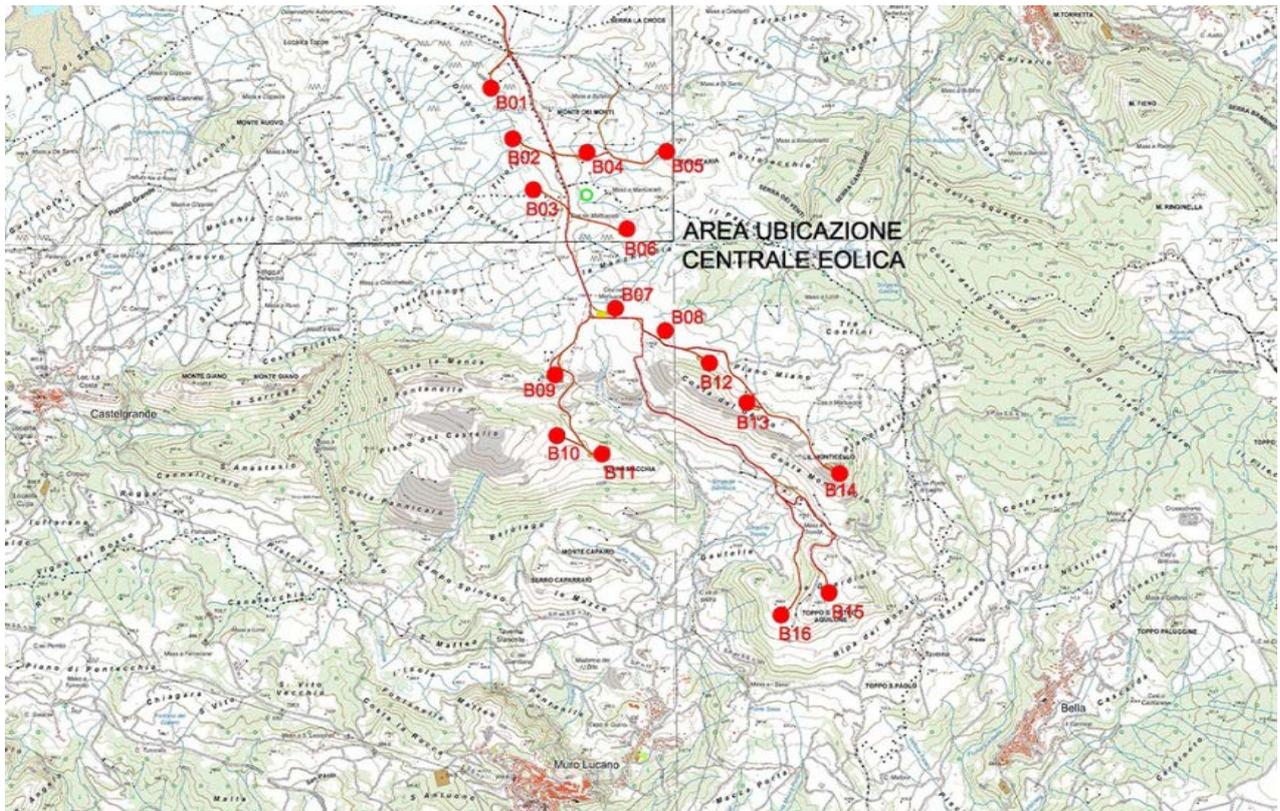


Figura 12: dettaglio su base IGM 25000, dell'area di impianto; in rosso, gli aerogeneratori, la viabilità e gli elettrodotti in cavo interrato di progetto, e in blu, nei cerchi grandi gli aerogeneratori autorizzati e nei cerchi piccoli, gli aerogeneratori esistenti.

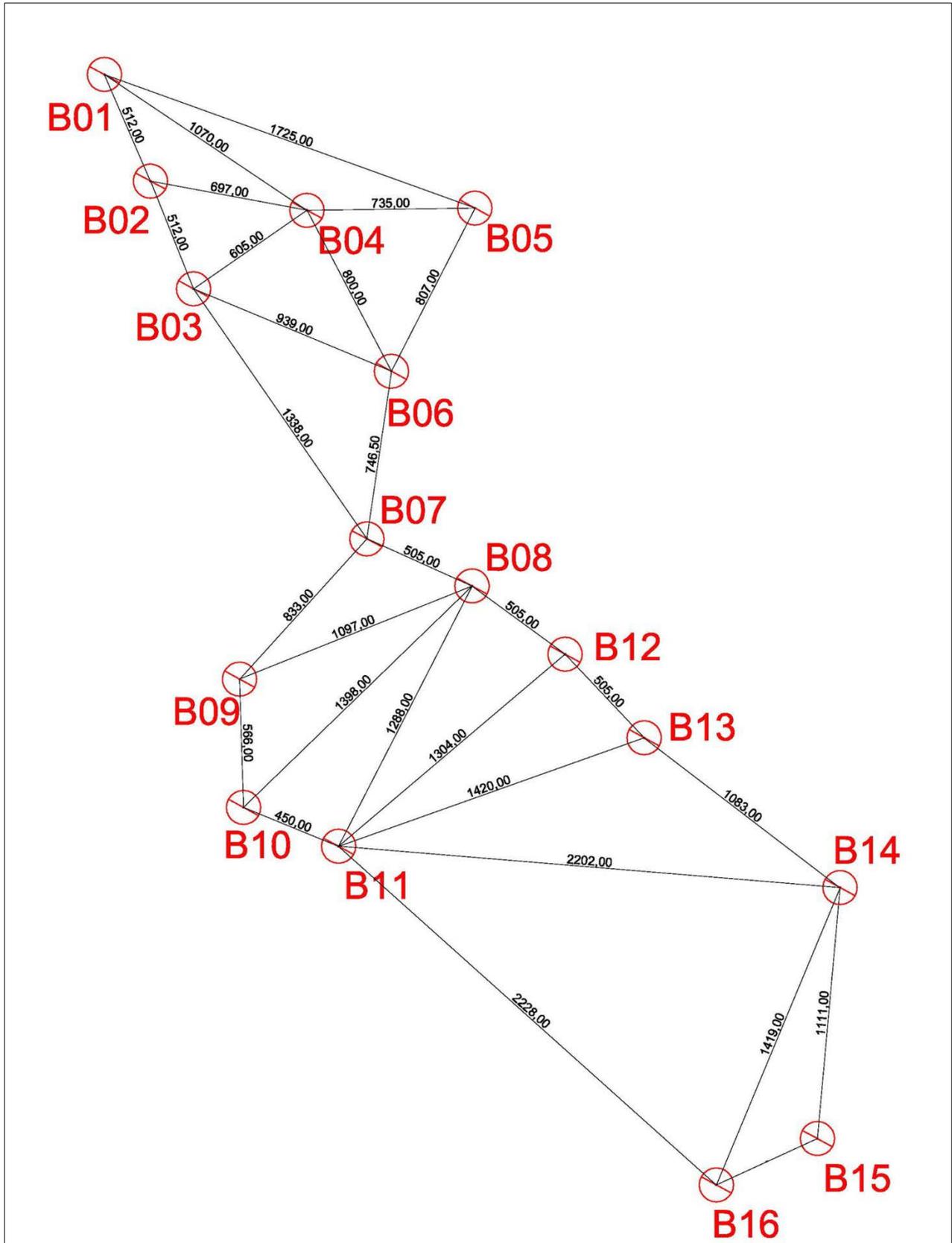


Figura 13: disposizione schematica degli aerogeneratori di progetto con le distanze reciproche tra gli aerogeneratori, che risultano maggiori di 3D nella disposizione su un'unica fila e 6D su più file (distanze sulla direzione dei venti prevalenti)

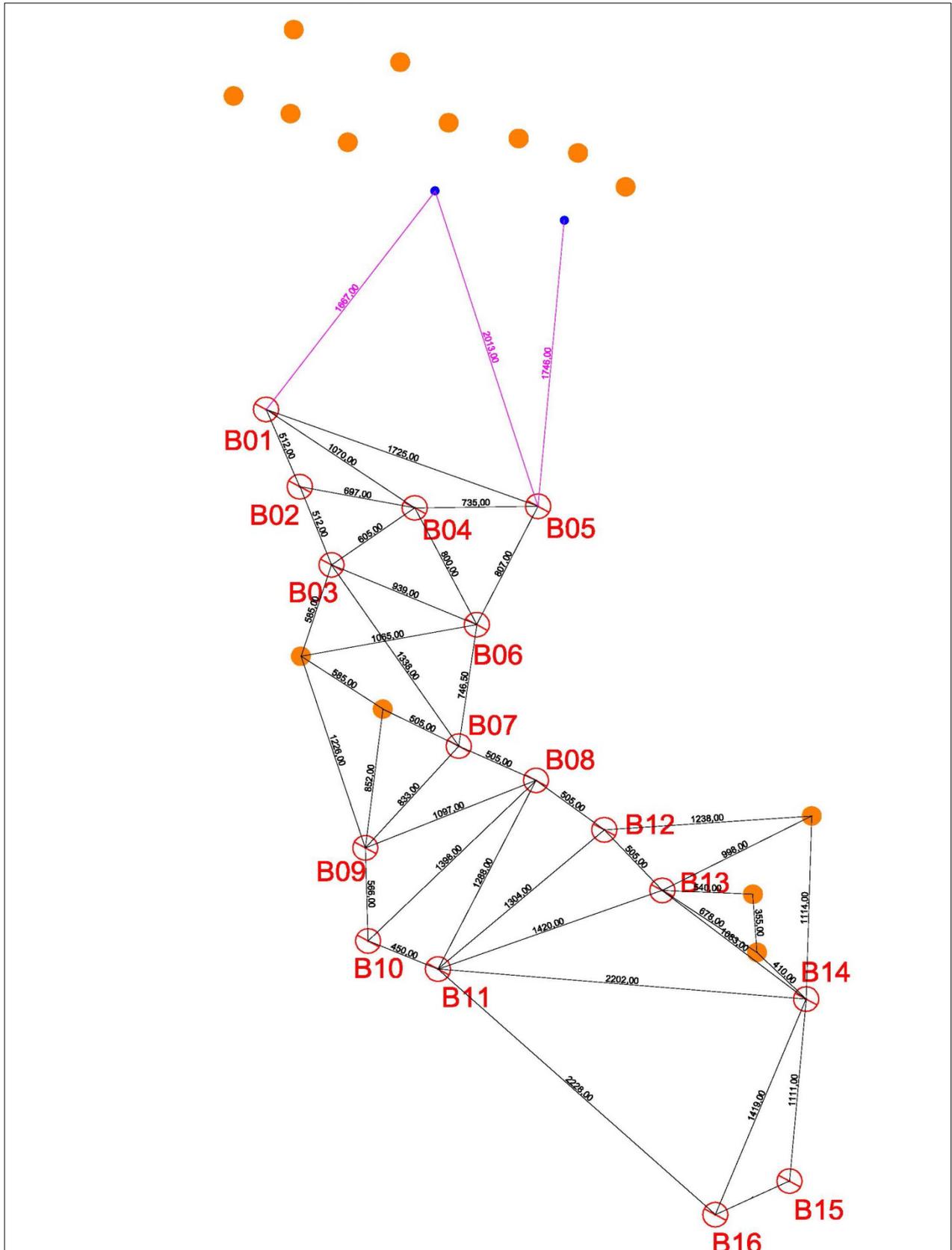


Figura 14: disposizione schematica degli aerogeneratori di progetto con le distanze reciproche e rispetto a quelli autorizzati o esistenti; le distanze risultano maggiori di 3D nella disposizione su un'unica fila e 6D su più file

PREVISIONE DI PRODUZIONE ENERGETICA

Con i dati anemometrici disponibili è stata calcolata la “wind statistic” utilizzata per la stima di producibilità dell'impianto attraverso l'utilizzo del software WindPRO che rappresenta uno dei principali e più completi strumenti di analisi del vento attualmente disponibili sul mercato. Il calcolo della stima di producibilità è stato eseguito tenendo anche in conto l'incertezza totale di misura della velocità del vento (calcolata in accordo alla ENV 13005 [10] e alla IEC 61400-12-1) rilevata dal sensore utilizzato per la stima come indicato nella relazione A.5.

Come premesso, la centrale eolica verrà realizzata con l'installazione di N° **16 aerogeneratori** di cui per 15 si prevede di utilizzare un modello Vestas V150 con altezza al mozzo 105 m. e diametro rotore pari a 150 m, e per 1 di utilizzare un modello Vestas V136 con altezza al mozzo 112 m, diametro rotore pari a 136 m e potenza pari a 4,2 MW (turbina B14).

Dalle simulazioni effettuate l'impianto mostra una produzione netta pari a 218,499 GWh annui corrispondenti a 2477 ore equivalenti/anno pur decurtando le perdite medie di scia del 8,56% e una percentuale di perdite tecniche medie pari al 7 %, come si evince dalla tabella riportata a seguire:

ID WTG	Produzione Lorda [GWh]	Produzione al netto delle scie [GWh]	Perdite di scia [%]	Produzione al netto delle scie e perdite tecniche (7%) [GWh]	Vm [m/s]	Ore equivalenti [MWh/MW]	Ev Densità Volumetrica
B01	14,889	13,976	6,13	12,998	6,47	2321	0,19
B02	14,865	13,698	7,85	12,739	6,46	2275	0,19
B03	14,775	13,267	10,20	12,339	6,45	2203	0,18
B04	14,802	12,862	13,11	11,962	6,45	2136	0,18
B05	13,743	12,083	12,08	11,237	6,05	2007	0,17
B06	14,915	13,254	11,14	12,326	6,48	2201	0,18
B07	15,974	14,151	11,42	13,160	6,76	2350	0,19
B08	15,873	14,409	9,23	13,400	6,75	2393	0,20
B09	15,980	14,518	9,15	13,502	6,75	2411	0,20
B10	16,838	15,144	10,06	14,084	6,97	2515	0,21
B11	17,325	15,995	7,67	14,876	7,14	2656	0,22
B12	17,055	15,962	6,41	14,844	7,08	2651	0,22
B13	19,370	18,609	3,93	17,307	7,94	3090	0,26
B14	15,627	14,924	4,50	13,879	7,93	3305	0,25
B15	17,608	16,015	9,05	14,894	7,10	2660	0,22
B16	16,932	16,078	5,05	14,953	6,92	2670	0,22
MEDIA			8,56	13,656		2477	0,20
TOTALE		234,945		218,499			

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

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione A5 “Studio Anemologico”.

La simulazione di producibilità tiene conto delle interferenza con gli aerogeneratori esistenti e autorizzati.

Dai dati contenuti in tabella risulta evidente che ogni aerogeneratore di progetto risulta superare le 2000 ore equivalenti di funzionamento all'anno ed il valore minimo di Densità Volumetrica [Ev] pari a **0,17 [kWh/anno*m³]** attestandosi su un valore medio di **0,20 [kWh/anno*m³]**, e pertanto rispetta i valori di **ore equivalenti di funzionamento e densità volumetrica di energia annua unitaria** previsti dai Requisiti Minimi Tecnici delle PROCEDURE PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI EOLICI incluso nel PIEAR della Regione Basilicata.

A.9.c. SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

L'impianto di protezione contro i fulmini ha il compito di proteggere edifici e strutture dalle fulminazioni dirette e di conseguenza da un eventuale incendio o dalle conseguenze della corrente da fulmine impressa (fulmine senza innesco).

La necessità della protezione e la scelta delle rispettive misure di protezione dovrebbero essere calcolate tramite una valutazione del rischio. La valutazione del rischio deve essere effettuata secondo la norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10 parte 1, 2, 3).

Sistema di protezione da fulminazioni (LPS) degli aerogeneratori

Si ritiene che per il generatore eolico, vista l'entità del danno economico che si può determinare, debba essere previsto, un sistema di protezione contro i fulmini, anche se non esplicitamente richiesto dalle disposizioni legislative.

Per tale motivo il costruttore ha implementato un sistema di protezione contro i fulmini in accordo alla norma IEC 61400-24.

Le norme non richiedono una resistenza minima del sistema di messa a terra dal punto di vista della protezione contro i fulmini. In base all'adempimento dei requisiti sopra menzionati, le condizioni del terreno intorno alla turbina eolica non sono importanti, ma solo l'estensione della fondazione e gli elettrodi di terra orizzontali aggiunti.

Il sistema di protezione da fulminazioni è parte integrante del sistema di messa a terra globale che consiste in:

- Impianto di messa a terra della fondazione di ciascun aerogeneratore;
- Il collegamento galvanico tra le masse metalliche di ciascun aerogeneratore;
- I collegamenti galvanici tra gli impianti di terra degli aerogeneratori di un impianto eolico

Sistema di protezione da fulminazione esterna

La punta dell'elica costituente il rotore è il punto più alto dell'aerogeneratore e quindi quello maggiormente a rischio di essere colpito da fulmini.

La macchina (aerogeneratore) è dotata di un sistema di protezione da fulminazioni integrato a partire dalla punta della pala attraverso la fondazione, così da disperdere la corrente senza causare danni alla pala o ad altri componenti dell'aerogeneratore. La punta della pala è costituita da alluminio. Una sezione di alluminio è integrata lungo i due lati della pala direttamente al di sotto della superficie. Tali sezioni legano la parte di alluminio sulla punta della pala con un anello di alluminio che è vicina alla flangia della pala intorno alla parte di collegamento della pala al rotore. L'anello di alluminio è posto ad una distanza dalla parte metallica in modo da evitare sovratensioni in caso di fulminazioni e da disperdere in modo corretto la corrente da fulminazione. Il rivestimento del rotore è protetto da conseguenti danni poiché la dispersione avviene sulla parte iniziale della pala e non attraverso il tronco e il rivestimento del rotore. La dispersione della corrente dalle pale alla navicella avviene attraverso un dispositivo di interruzione, formato da piastre di raccolta posto sulla navicella e da un anello di alluminio sulla pala del rotore. Le piastre di raccolta, ognuna delle

	RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO EOLICO	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	GE.AGB.01.P3.PD.A.9 20/11/2018 06/12/2018 00 32 di 32
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

quali è formata da una punta conica, sono posizionate sull'alloggiamento della navicella. La corrente da disperdere è condotta attraverso un altro anello e da un altro dispositivo di interruzione dal rotore alla navicella. Tale configurazione permette di disperdere la corrente da fulminazione alla struttura portante indipendentemente dalla posizione assunta dalle pale. La navicella e la strumentazione di misura è protetta anch'essa da una piastra di raccolta posta nella parte retrostante della navicella. All'interno della navicella, la corrente da fulminazione è condotta, attraverso un sistema di anelli scorrevoli, alla barra yaw del supporto di installazione sulla torre; essa è connessa con un cavo flessibile di 300 mm al collettore di terra. Nelle torri di ferro la corrente da fulminazione è dispersa attraverso il collegamento tra la navicella e il collettore di terra e la stessa torre che è su 4 punti connessa all'impianto di terra della macchina mediante il collegamento alla fondazione. Per quanto riguarda le torri in calcestruzzo 4 bande di ferro 3.5x30 sono installate all'interno delle pareti di calcestruzzo e sono connesse direttamente all'impianto di terra attraverso il collegamento alla fondazione. La piastra di terra è il punto centrale del collegamento per tutte le parti metalliche non attive come le sale controllo, i fissaggi, ecc. Il collegamento di tutte le masse metalliche inattive alla piastra di terra, determinando l'equipotenzializzazione all'interno della torre evita eccessive tensioni di contatto. La piastra di terra essendo collegata direttamente al centro stella del trasformatore della turbina ed esso è posizionato o nella box di controllo o in quella di bassa tensione.

Protezione interna da fulminazione/protezione dei componenti elettronici

I dispositivi elettronici sono posizionati all'interno di alloggiamenti metallici, connessi a terra; essi quindi sono protetti nel caso di fulminazioni o di inusuali sovratensioni. Ulteriori misure per la protezione delle apparecchiature contro sovratensioni:

- Sala di controllo e del generatore sono protetti con scaricatori;
- Le schede con la corrispondente alimentazione sono dotate di filtri smorzanti;
- I ricevitori e i trasmettitori di segnale digitale sono protetti con filtri RC e diodi limitatori di sovratensioni,
- L'elettronica di controllo e gestione è disaccoppiata attraverso accoppiatori ottici; i segnali sono trasmessi mediante fibra ottica.

Il modem per il monitoraggio remoto è protetto con uno speciale modulo di protezione per i dati di interfaccia, per prevenire accoppiamenti esterni attraverso il cablaggio.