

NARBONIS Wind Srl

[Maggio 2022]

# Parco Eolico NARBONIS sito nel Comune di San Gavino Monreale

Relazione Tecnica



Regione Autonoma  
della Sardegna



Comune di  
San Gavino Monreale



Committente:

**NARBONIS Wind Srl**

**NARBONIS Wind Srl**  
Via Sardegna, 40  
00187 Roma  
P.IVA/C.F. 16181131000

Titolo del Progetto:

**Parco Eolico NARBONIS sito nel Comune di  
San Gavino Monreale**

Documento:

**RELAZIONE TECNICA**

N° Documento:

**IT-VesNa-CLP-CW-CD-TR-002-Rev.0**

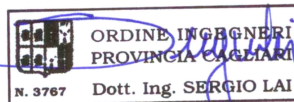


**Studio di Ingegneria**

Viale Trieste, 58  
09037 San Gavino Monreale (SU)  
Tel. +39 070 2352042  
Mob. +39 347 1327339  
e-mail: [studio@sergiolai.com](mailto:studio@sergiolai.com)

Progettista:

*Ing. Sergio Lai*



Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	31.05.2022	Prima emissione			

# Sommario

<b>1. Introduzione</b>	<b>4</b>
1.1. Il Soggetto Proponente	4
<b>2. Inquadramento territoriale</b>	<b>6</b>
2.1. Localizzazione	6
2.2. Inquadramento urbanistico comunale	7
<b>3. Caratteristiche generali del parco</b>	<b>9</b>
3.1. Generalità	9
3.2. Descrizione sommaria delle opere da realizzare e programma lavori	9
<b>4. Aerogeneratori in progetto</b>	<b>10</b>
4.1. Caratteristiche tecniche	10
4.1.1. Sistema di protezione contro le scariche atmosferiche	11
4.1.2. Impianto terra	14
4.1.3. Verifiche e controlli	14
<b>5. Opere civili</b>	<b>15</b>
5.1. Viabilità	15
5.1.1. Adeguamento viabilità esistente	24
5.1.2. Viabilità di nuova realizzazione	26
5.1.3. Viabilità temporanea di nuova realizzazione	26
5.2. Piazzole di montaggio	27
5.3. Fondazioni aerogeneratori	29
5.4. Aree di cantiere e di deposito dei materiali	31
<b>6. OPERE SPECIALI</b>	<b>32</b>
6.1. Attraversamento canali	32
6.2. Attraversamento condotte irrigue	32
<b>7. Sequenza di montaggio degli aerogeneratori</b>	<b>33</b>
<b>8. Attività in fase di esercizio</b>	<b>35</b>
<b>9. Terre e rocce da scavo</b>	<b>35</b>
<b>10. Opere di mitigazione</b>	<b>36</b>
<b>11. Dismissione dell'impianto</b>	<b>39</b>
11.1. Rimozione aerogeneratori e ripristino area piazzole e viabilità di servizio	39
11.2. Rimozione sottostazione elettrica e cavi elettrici	40
11.3. Costi di dismissione	40
<b>12. Cronoprogramma dei lavori</b>	<b>40</b>

## RELAZIONE TECNICA

### 1. Introduzione

#### 1.1. Il Soggetto Proponente

La Narbonis Wind Srl è una società a responsabilità limitata di proprietà di Wind Power Development A/S, controllata da Vestas Wind Systems A/S, operatore leader a livello mondiale nel settore della costruzione, installazione e manutenzione di turbine per la produzione di energia da fonte eolica.

Con più di 29.000 dipendenti e oltre 40 anni di esperienza nel settore eolico, Vestas ha installato ad oggi turbine eoliche in 86 paesi, per una capacità di 151 GW. In Italia, Vestas è presente con oltre 1000 dipendenti, dislocati tra gli uffici di Roma e Taranto, il sito produttivo di Taranto e 25 sedi tra il centro e il sud Italia dedicate all' Operation & Maintenance.

Vestas è attiva lungo l'intera catena del valore legata all'industria dell'energia eolica:

- Ricerca e sviluppo
- Pianificazione e progettazione
- Produzione di turbine eoliche
- Costruzione e installazione
- Esercizio e Manutenzione

Nel 2020 Vestas, con l'obiettivo di essere il leader globale delle soluzioni energetiche sostenibili, ha lanciato una strategia denominata "**Sustainability in everything we do**" (*Sostenibilità in tutto ciò che facciamo*). La strategia si fonda su quattro obiettivi chiave:

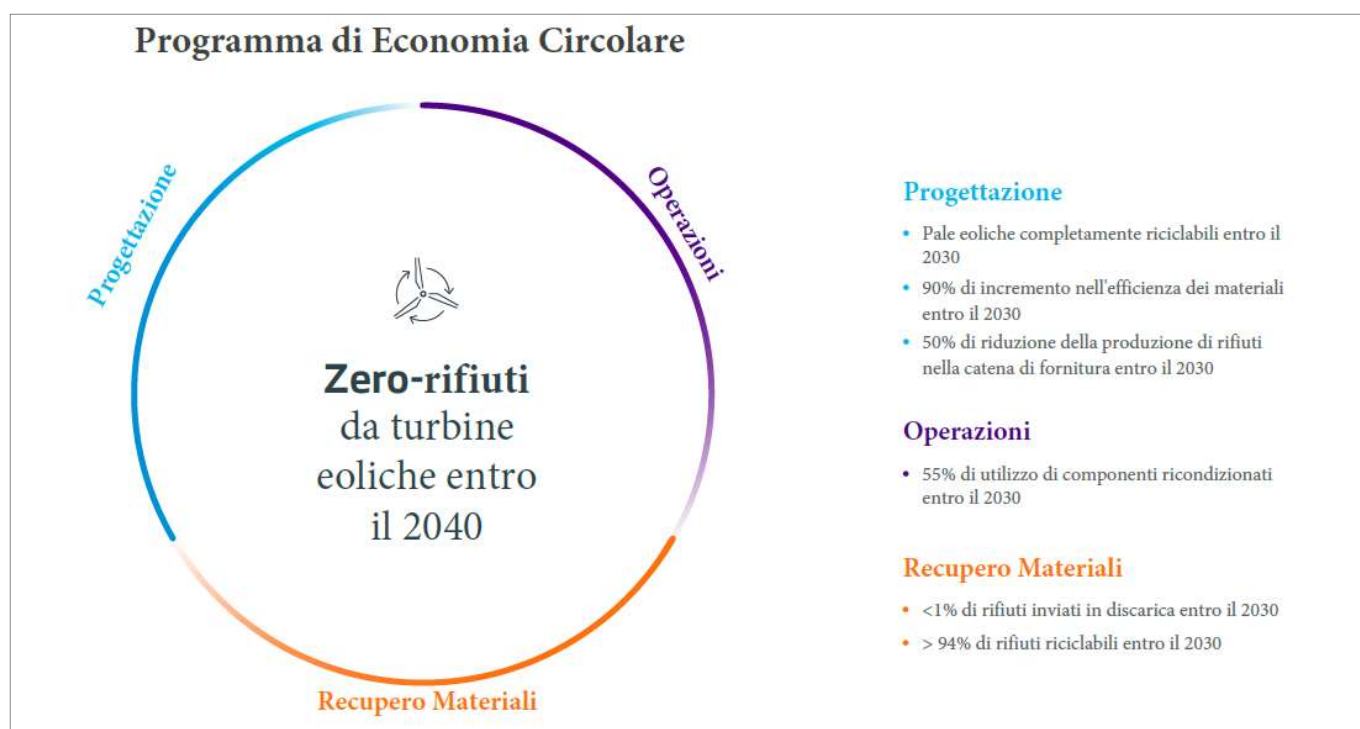
- **Raggiungere la neutralità da emissioni di CO<sub>2</sub> senza l'uso di strumenti di compensazione di carbonio, entro il 2030** – Questo significa ridurre al massimo le emissioni di CO<sub>2</sub> delle proprie attività (trasporti, riscaldamento, illuminazione, etc.), nonché della catena di fornitura.
- **Turbine che non generano rifiuti (Zero-Waste) entro il 2040** – Ad oggi le turbine Vestas sono riciclabili per l'85%, tuttavia il rotore è composto per gran parte da materiale non riciclabile. Oltre ad aumentare la percentuale di riciclabilità, Vestas vuole creare una catena di valori affinché i materiali delle turbine a fine vita siano totalmente riutilizzati, attraverso l'economia circolare.
- **Diventare l'azienda più sicura, inclusiva e socialmente responsabile dell'industria energetica** – questo comporta obiettivi di riduzione del tasso d'infortuni per anno (obiettivo 0,6 infortuni per ogni milione di



ore lavorate entro il 2030), nonché numerosi obiettivi di inclusione sociale, legati al genere, età, cultura, provenienza, etc.

- **Guidare la transizione verso un mondo alimentato da energia sostenibile** – Vestas promuove progetti di sensibilizzazione alle energie rinnovabili, nonché partnership con stakeholders del settore come quella con il team Mercedes-EQ in Formula E.

Nell'ottobre 2021, Vestas ha lanciato un **Programma di Economia Circolare**, volto a incrementare la percentuale di riciclabilità delle proprie turbine, fino al raggiungimento dell'obiettivo di **zero rifiuti** entro il 2040. Il programma si sviluppa lungo l'intera catena di produzione: progettazione, operazioni e recupero dei materiali.



Le iniziative di Vestas per supportare la transizione energetica vengono portate avanti garantendo modelli di sviluppo sostenibili per le comunità interessate al fine di creare ricadute sociali positive nel luogo in cui si eseguono i progetti. A tal proposito si promuovono:

- Azioni e progetti sviluppati nel rispetto delle procedure e requisiti ambientali e sociali secondo la legislazione e gli standard applicabili a livello Internazionale e locale;
- Coinvolgimento delle popolazioni dei territori interessati dalle diverse iniziative attraverso sviluppo occupazionale, percorsi formativi e progetti di miglioramento ambientale.

## 2. Inquadramento territoriale

### 2.1. Localizzazione

Il presente progetto riguarda le opere civili per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica che la società Narbonis Wind S.r.l. ha in programma di realizzare nel territorio Comunale di San Gavino Monreale, nella Provincia del Sud Sardegna (SU).

Il progetto prevede la realizzazione di una centrale eolica con potenza complessiva di **48 MW**, con installazione di n. **8** aerogeneratori da **6,0 MW** ciascuno, comprensiva di tutte le opere connesse, per la realizzazione, il funzionamento e la manutenzione di predetto impianto.

L'area individuata per la realizzazione del parco si sviluppa ad ovest dell'abitato di San Gavino Monreale, in località Narbonis, fino al confine col territorio comunale di Pabillonis, su aree prevalentemente pianeggianti con un'altitudine media di 50 m s.l.m.

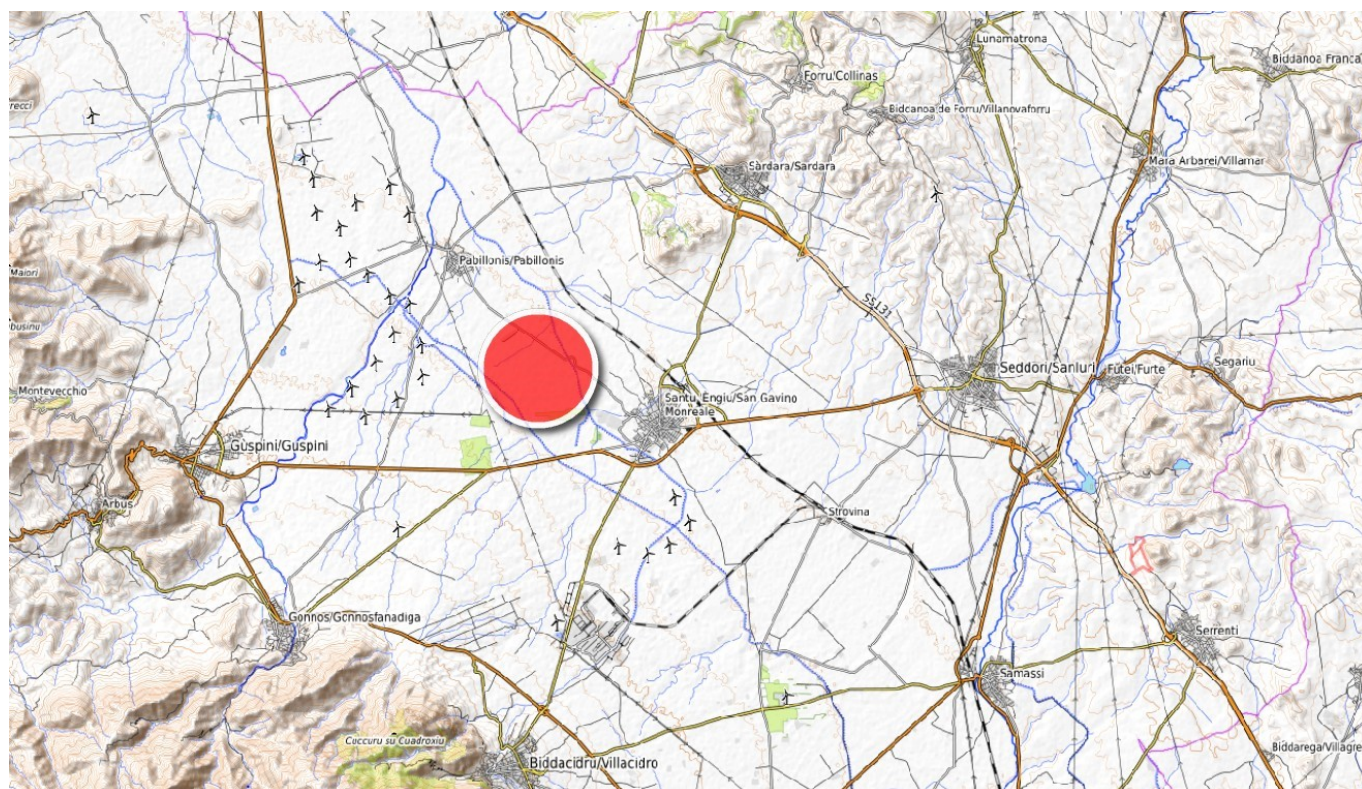


Figura 1: Inquadramento geografico intervento

Per quanto riguarda l'opera di connessione, il parco sarà allacciato tramite un cavidotto interrato AT da 150 kV, della lunghezza di circa 10 km che, partendo dalla sottostazione di trasformazione 30/150 kV interna al parco eolico in località "Sa Piedadi", sempre in agro di San Gavino Monreale, attraversa il territorio Comunale di Guspini e arriva

fino ad una stazione “Condivisa” con altri produttori indicati da Terna, sita nello stesso Comune di Guspini in località “Spina Zurpa” e si allaccerà in antenna alla sezione 150 kV della nuova stazione di trasformazione 220/150 kV che si collegherà in modalità entra-esce alla esistente linea 220 kV “Sulcis-Oristano” che rappresenta il punto di connessione dell’impianto alla RTN.

Rispetto alla cartografia dell’Istituto Geografico Militare seria 25, scala 1:25.000, il parco eolico risulta inquadrato al F. 547 sezione IV, mentre sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 l’area di intervento è individuata nelle sezioni 547010, 547020, 547050 e 547060.

Nella seguente tabella è riportata l’ubicazione dei singoli aerogeneratori espressa in coordinate Gauss- Boaga:

AG	Gauss Boaga_X	Gauss Boaga_Y
AG01	1478083	4378262
AG02	1477690	4379070
AG03	1477980	4379461
AG04	1477774	4380129
AG05	1478272	4381174
AG06	1479784	4380031
AG07	1478854	4379380
AG08	1479051	4378763

*Tabella 1: Ubicazione AG in coordinate Gauss-Boaga*

L’inquadramento catastale delle installazioni eoliche in progetto interessa i seguenti fogli:

5, 6, 15, 25, 26, 34, 42 e 43.

Le zone interessate dal progetto sono raggiungibili attraverso la Strada Statale n. 197 proveniente da Sanluri con innesto al Km 11+300 sulla strada di servizio del canale ripartitore ENAS.

L’impianto sarà servito da una viabilità interna di collegamento tra gli aerogeneratori, prevalentemente impostata sulla viabilità esistente.

## 2.2. Inquadramento urbanistico comunale

Il Piano Urbanistico Comunale di San Gavino Monreale è stato approvato con D.C.C. n. 55 del 26 Luglio 2000 e D.C.C. n. 64 del 2 Ottobre 2000, redatto ai sensi della legge urbanistica regionale n. 45/89, ed è stato in seguito oggetto di diverse varianti, di cui l’ultima approvata con D.C.C. n. 13 del 31 Gennaio 2017.

Con riferimento alle disposizioni contenute nel PUC, le turbine ricadono in Zona E “Agricola”. Gli AG01, AG02, AG03, AG04, AG05, AG07 e AG08 ricadono all’interno della sottozona E2, mentre la turbina AG06 ricade all’interno della sottozona E1. Inoltre, la turbina AG01 risulta interna ad un area delimitata dal PUC come “potenzialmente oggetto di contaminazione passiva ai sensi del DM 471/99 e DM 12/03/2003”.



Nelle Norme di Attuazione del PUC, la zona agricola "E" è definita come parte del territorio destinata all'agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnia, alle attività di conservazione e di trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, alla silvicoltura e alla coltivazione industriale del legno. La sottozona E1 è definita "area di elevata suscettività all'uso agricolo, caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata". La sottozona E2 è definita "area di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva, in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni".

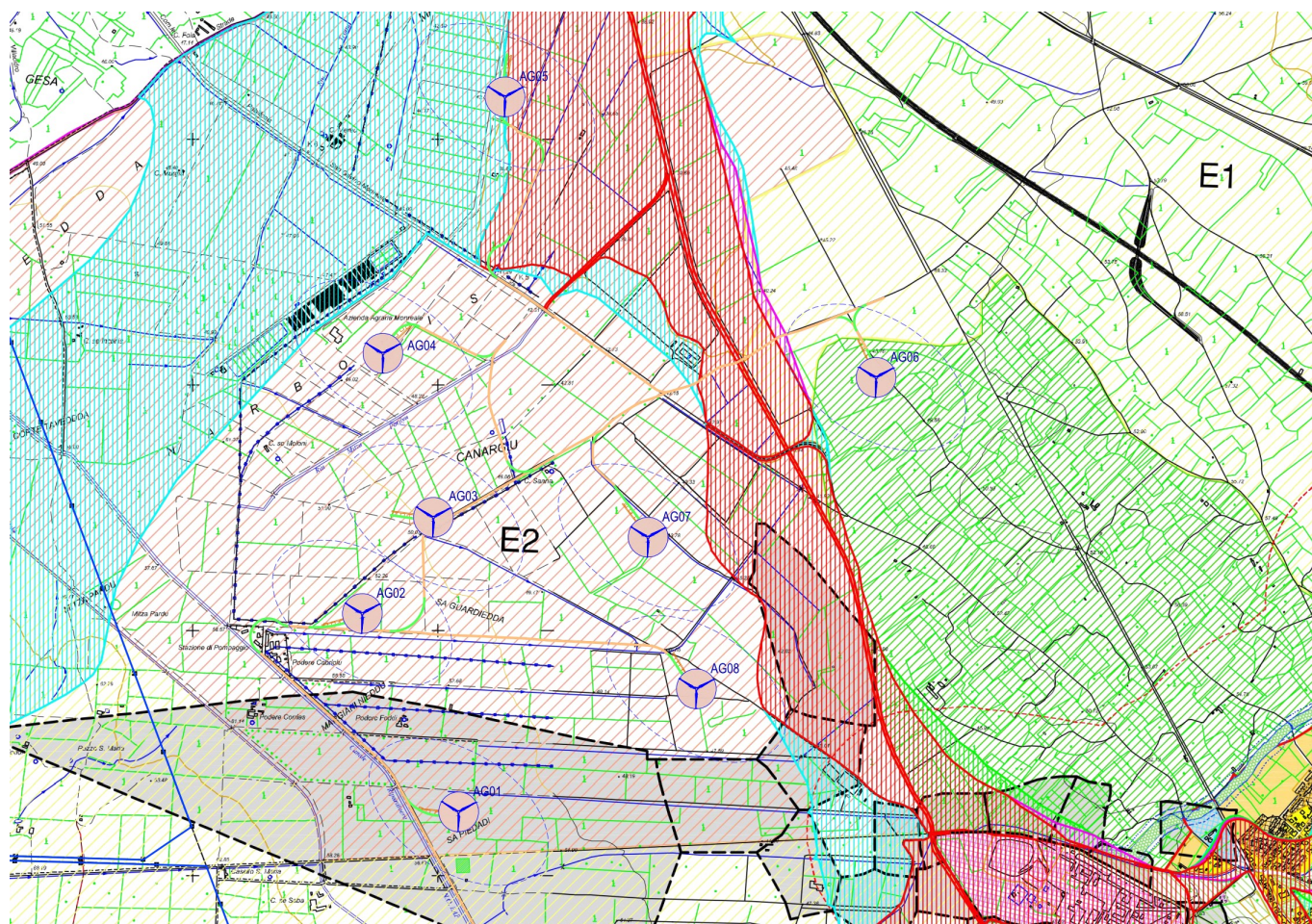


Figura 2: Stralcio PUC

Riguardo la perimetrazione delle aree potenzialmente a rischio idraulico e geomorfologico ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico della R.A.S., si segnalano le sovrapposizioni della turbina AG05 con area di pericolosità idraulica moderata (Hi1) e della turbina AG06 con area di pericolosità idraulica media (Hi2). Alcuni tratti della rete viaria esistente oggetto di adeguamento, si sovrappongono con aree perimetrate nel PUC a di pericolosità molto elevata (Hi4).

### 3. Caratteristiche generali del parco

#### 3.1. Generalità

Il Parco Eolico è costituito da aerogeneratori **V162** Vestas ad asse orizzontale montati su torri tubolari ad elementi in acciaio.

Per poter disporre di dati del vento attendibili e originali, è stata installato nel mese di agosto 2022, dopo un apposito studio, un anemometro con altezza di 100 m, adatto al rilevamento delle caratteristiche della ventosità del sito, che ha permesso di elaborare un report preliminare della ventosità.

Dall'analisi dei risultati è stato possibile stimare una produzione attesa netta ( $P_{50\%}$ ) di **125.156** MWh/anno pari a **2608** ore annue equivalenti.

Le caratteristiche tecniche degli aerogeneratori e del parco sono le seguenti:

- generatori asincroni trifase con potenza nominale pari a 6,0 MW, tensione 3 X 0.96 Kv, freq. 50 Hz
- rotor a tre pale con diametro pari a 162 m;
- torri in acciaio a sviluppo tronco conico di altezza pari a 125 m;
- cabine elettriche secondarie di trasformazione inserite in ogni aerogeneratore;
- rete elettrica interrata MT a 30 KV dai singoli aerogeneratori alla sottostazione di trasformazione MT/AT;
- sottostazione di trasformazione MT/AT (Media Tensione 30 kV - Alta Tensione 150 kV), comprendente sezionamento, ricezione e smistamento;
- rete telematica interrata per il monitoraggio e controllo dell'impianto;
- connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in alta tensione 150 KV.

#### 3.2. Descrizione sommaria delle opere da realizzare e programma lavori

La realizzazione del parco eolico implica la costruzione di infrastrutture, opere civili ed impiantistiche, così sintetizzabili:

- Adeguamento della viabilità esistente;
- Realizzazione della nuova viabilità interna al sito;
- Realizzazione delle piazzole di stoccaggio e installazione aerogeneratori;
- Esecuzione delle opere di fondazione degli aerogeneratori;
- Esecuzione dei cavidotti interni alle aree di cantiere e linee elettriche di connessione;
- Realizzazione di Stazione di smistamento TERNA 150 kV e Stazione di trasformazione utente 150/30 kV.



<b>NARBONIS</b> Wind Srl    Ing. Sergio Lai	N° Doc. IT-Vestas-CLP-CW-CD-TR-001-Rev.0	Rev 0	Pagina 10 di 41
---	---	-------	--------------------

Tenuto conto delle componenti dimensionali del generatore, la viabilità di servizio all'impianto e le piazzole andranno a costituire le opere di maggiore rilevanza per l'allestimento del cantiere.

Il programma di realizzazione dei lavori sarà articolato in una serie di fasi lavorative che si svilupperanno nella sequenza di seguito descritta:

1. Allestimento cantiere;
2. Realizzazione della nuova viabilità di accesso al sito e adeguamento di quella esistente;
3. Realizzazione della viabilità di servizio per il collegamento tra i vari aerogeneratori;
4. Realizzazione delle piazzole di montaggio;
5. Esecuzione delle opere di fondazione per gli aerogeneratori;
6. Realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici, da ubicare in adiacenza alla viabilità di servizio;
7. Realizzazione delle opere di deflusso delle acque meteoriche;
8. Trasporto, scarico e montaggio aerogeneratori;
9. Realizzazione delle Stazioni di trasformazione e smistamento;
10. Connessioni elettriche;
11. Start up impianto eolico;
12. Ripristino dello stato dei luoghi;
13. Esecuzione di opere di ripristino ambientale;
14. Smobilitazione del cantiere.

## 4. Aerogeneratori in progetto

### 4.1. Caratteristiche tecniche

Gli aerogeneraoti Vestas V162 in progetto sono costituiti da una torre formata da 6 elementi tubolari in acciaio di sezione leggermente tronco conica, della lunghezza variabile. Dal più piccolo, della lunghezza di m 12.50 al più grande della lunghezza di m 30. Montati uno sopra l'altro in posizione perfettamente verticale ed uniti tra di loro con particolari elementi flangiati assemblati con bulloneria ad altissima resistenza, nonché da una serie di saldature specialistiche che ne garantiscono la sicurezza e la durata nel tempo. Si crea in questo modo una struttura tubolare alta circa 125 m in asse rotore, al suo interno passano tutti i cavi che conducono la corrente, i cavi di segnale e tutta una serie di sensori di sicurezza e di rilevamento, elaborati da un complesso software che si trova alla base della torre ed è in collegamento con server remoti sotto il controllo del costruttore. All'interno della torre trova spazio anche un elevatore a cavi, utilizzato per il trasporto di persone, attrezzature e materiali di ricambio o di consumo, da utilizzare per il monitoraggio, la manutenzione e la riparazione dei componenti della navicella.

<b>NARBONIS</b> Wind Srl    Ing. Sergio Lai	N° Doc. IT-Vestas-CLP-CW-CD-TR-001-Rev.0	Rev 0	Pagina 11 di 41
---	---	-------	--------------------

La navicella è l'anima motrice della macchina, ha dimensioni e pesi ragguardevoli ed è composta da elementi in acciaio in fusione che costituiscono lo scheletro della struttura, a questi sono collegati elementi meccanici, componentistici ed impiantistici, che formano una struttura estremamente complessa dove ogni spazio è accuratamente studiato per ospitare un determinato componente. Tale struttura ospita quindi al suo interno il gruppo di generazione, il trasformatore e tutti gli impianti elettrici connessi, l'impianto idraulico, i manovellismi ed i biellismi per l'orientamento e la correzione della posizione della pala, il sistema di frizione e di freno e tutto l'apparato di collegamento tra le pale ed il generatore. La navicella quindi è una dinamo in presa diretta con il vento, captato all'altezza più conveniente.

Le pale sono ovviamente gli elementi di captazione del vento, sono in numero di tre ed hanno una lunghezza totale pari a circa 80 m; sono riunite a raggio con un angolo di 120° tra di loro in una struttura centrale girevole, chiamata ogiva, collegata direttamente con il sistema di trasmissione che aziona il gruppo di generazione.

Le pale sono costruite in materiale ultraleggero, con tecniche estremamente complesse e precise atte a massimizzare le prestazioni nel rispetto delle condizioni di sicurezza e di benessere, particolare importanza si è data quindi allo studio dell'abbattimento del rumore causato dall'incrocio tra la pala e la torre, nel momento di lavoro dell'aerogeneratore; per ottenere il risultato la lama della pala ha uno spessore ridotto, in maniera che il fendente in prossimità della torre, provochi il più basso rumore possibile. Esse sono costituite da un'anima interna di fibra di carbonio e un "guscio" esterno di fibra di vetro.

#### 4.1.1. Sistema di protezione contro le scariche atmosferiche

La V162 – 6,0 MV è dotata di un sistema parafulmini LPS progettato per ridurre al minimo i danni agli elementi meccanici ed elettrici. Il sistema di controllo è suddiviso in una protezione esterna ed una protezione interna.

Il sistema di protezione esterno conduce i fulmini direttamente all'impianto terra alla base della torre.

Un esempio di protezione esterna contro i fulmini sono le aste captanti poste nella parte posteriore della navicella e i recettori captanti in rame, distribuiti sulla pala in fibra.

Invece la protezione interna protegge le parti elettriche da sovratensioni indotte dall'impulso elettromagnetico EMC, tramite schermature adeguate per apparecchiature e cavi. Scaricatori e componenti passivi equilibrano le sovratensioni indotte con la tensione dell'alimentazione servizi macchina.

In riferimento alle normative nazionali riguardanti la valutazione dei rischi, le macchine sono progettate e costruite secondo le specifiche internazionali IEC 61400-24 del 2010. Il livello 1 di protezione in accordo con lo standard IEC 61400-24 del 2010 assicura l'immunità dell'aerogeneratore a scariche atmosferiche ad alta potenzialità; in Sardegna si hanno generalmente da ca. 50 – 100 kA corrente di scarica mentre la V162 è collaudata per 200 kA, come viene illustrato nella sottostante tabella.

Lightning Protection Design Parameters			Protection Level I
Current Peak Value	$i_{max}$	[kA]	200
Impulse Charge	$Q_{impulse}$	[C]	100
Total Charge	$Q_{total}$	[C]	300
Specific Energy	W/R	[MJ/ $\Omega$ ]	10
Average Steepness	di/dt	[kA/ $\mu$ s]	200

Tabella 2: Parametri di progettazione della protezione contro I fulmini (IEC)

La torre viene usata per lo scarico dell'energia del fulmine. La pala è la parte più esposta della turbina e capta con la più alta probabilità le scariche atmosferiche. La costruzione della pala è gran parte con materiale isolante e perciò è dotata con una fila di punti in rame che sono collegati con un anello di scorrimento in acciaio, collocato sulla base della pala. Il sistema di trasmissione energia LCTU scarica l'energia proveniente dai fulmini dalla base della pala alle parti conduttrici della navicella tramite anello e spazzole.

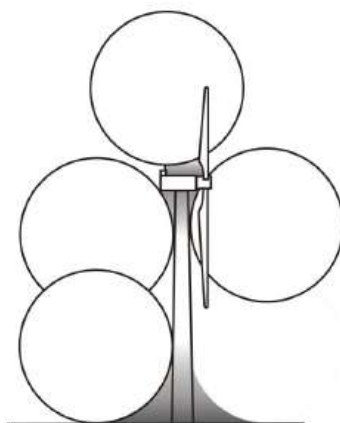
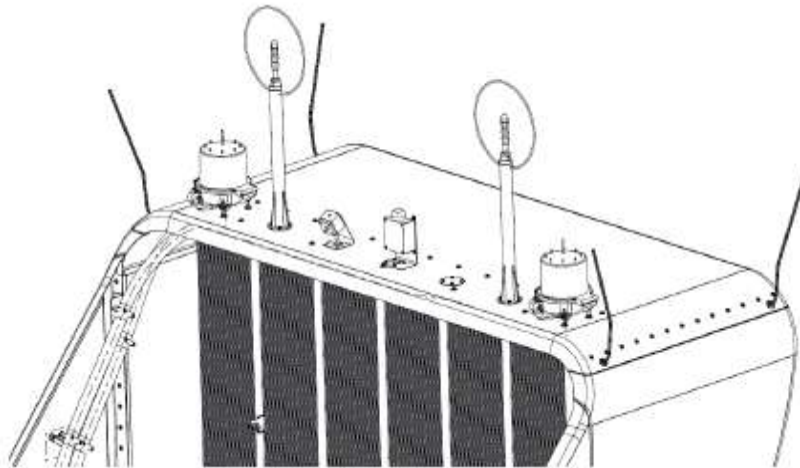


Figura 3: Metodo delle sfere rotanti

Con l'uso del metodo delle sfere rotanti secondo la norma IEC 61400-24, si possono individuare con la massima probabilità le zone di fulminazione dell'aerogeneratore. Diversi studi hanno mostrato che gli estremi delle pale e la stazione meteorologica con le luci d'avviso per l'aeronautica situato nella parte posteriore della navicella sono le zone più colpite.

Le pale sono equipaggiate con punti di captazione studiati per la ricezione dell'enorme energia distribuita lungo la pala. Al loro interno è installato un cavo da 50 mm<sup>2</sup> in rame, che raccoglie i punti di captazione ed è collegato con l'anello in acciaio a fondo pala. La fine del conduttore in rame termina sull'anello d'acciaio in fondo alla pala, il quale è isolato dalla navicella. La connessione tra pala e navicella avviene tramite sistema LCTU.

Le apparecchiature collocate all'esterno della navicella sono protette da aste e cerchi captanti. Questi e tutte le parti metalliche sono collegate direttamente all'equipotenziale della navicella.



*Figura 1: Anemometri ad ultrasuoni e luci di segnalazione aerea posti sulla parte posteriore del tetto della navicella*

Per condurre la corrente del fulmine dalle singole pale alla base della navicella, è importante che la scarica non avvenga attraverso i cuscinetti. Tra gli anelli delle pale e le parti di sostegno sono montati diversi bracci con spazzole, che sono in contatto con l'anello in acciaio e conducono la corrente di scarica direttamente al fondo metallico della navicella (Sistema LCTU).



*Figura 2: LCU tra lame e telaio navicella.*

*Il sistema LCTU è testato per garantire la sua capacità di condurre corrente di fulmine.*

Dal passaggio della navicella alla struttura metallica della torre si trovano dei conduttori per evitare che la scarica danneggi gli ingranaggi del sistema di orientamento.

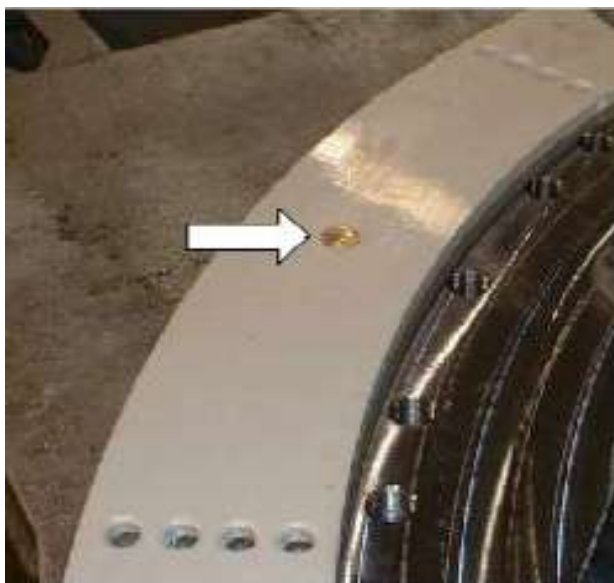


Figura 3: Protezione cuscinetto (immagine esemplificativa)

È importante proteggere il trasformatore dalle scariche atmosferiche. Vestas ha preventivamente installato degli scaricatori alta tensione sui circuiti di alta tensione e delle protezioni contro le sovratensioni per i circuiti di bassa tensione.

#### 4.1.2. Impianto terra

L'impianto terra di Vestas è stato progettato da un lato come protezione di persone e animali e dall'altro lato come protezione di apparecchiature.

L'impianto di terra di ogni aereogeneratore è composto da tre parti:

- La prima parte rappresenta la fondazione dell'aereogeneratore stesso
- La seconda e terza parte sono le connessioni tra la struttura metallica della turbina e i dispersori.

Il posizionamento dei dispersori viene calcolato in funzione della conducibilità della terra locale e in base alle norme CEI, vigenti per ogni singolo aereogeneratore.

#### 4.1.3. Verifiche e controlli

Le navicelle vengono controllate e collaudate in un laboratorio di alta tensione e di alta corrente. Le navicelle e le torri sono sottoposte ai parametri LPL1 come descritto nelle IEC 61400-24:2010. I test vengono effettuati in modo "funzionamento motori" dove sono in azione tutti i circuiti attivi durante il funzionamento degli aereogeneratori. Tutte le prestazioni richieste dai test servono per verificare l'abilità della turbina di lavorare in ambienti esposti alle scariche atmosferiche come definito nelle IEC 61400-24:2010.

Anche le pale vengono controllate e verificate mediante test di scarico in base alle norme IEC 61400-24:2010



## 5. Opere civili

### 5.1. Viabilità

Il trasporto delle pale e dei conci delle torri avviene di norma con mezzi eccezionali, le cui dimensioni possono superare gli ottanta metri di lunghezza e per tale motivo le strade da percorrere devono rispettare determinati requisiti dimensionali e caratteristiche costruttive. Il più delle volte la viabilità esistente non ha le caratteristiche necessarie per permettere il passaggio di questi mezzi eccezionali e quindi si dovranno eseguire degli interventi di adeguamento, che generalmente consistono nell'ampliamento della sede stradale e modifica del raggio di curvatura.

Lo studio effettuato sulla viabilità esistente ha dimostrato la compatibilità delle strade con le esigenze richieste per i trasporti speciali dei componenti degli aerogeneratori ai siti interessati. Queste sono prive di ostacoli, sono sufficientemente larghe, i ponti hanno la sufficiente portata, i sottopassaggi e gli elettrodotti aerei hanno la sufficiente altezza libera.

I mezzi eccezionali che trasporteranno gli aerogeneratori dal porto di Oristano al sito d'installazione, percorreranno la SP 49 costeggiando lo stagno di Santa Giusta e si immetteranno sulla SS131. Raggiunto il bivio per Sanluri, svolteranno lungo la SS197 in direzione San Gavino Monreale fino all'accesso al sito, posto al km 11+300.

Uno specifico report del trasportatore ha evidenziato quali siano gli interventi di adeguamento alla viabilità esistente per assicurare i trasporti. Si tratta di interventi di modesta entità consistenti in rimozione temporanea di cartelli stradali e guardrail, allargamenti stradali e taglio di vegetazione.

Nella seguente figura è rappresentato il percorso che seguiranno i mezzi eccezionali dal porto industriale di Oristano (A) fino all'innesto con la viabilità interna al parco (B).

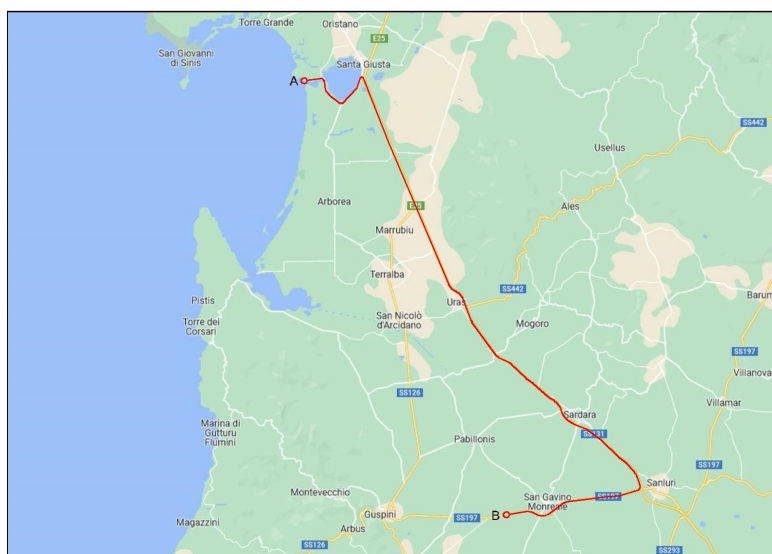


Figura 7: Percorso dal porto industriale di Oristano (A) all'innesto con la viabilità interna parco (B)

Il report del trasportatore ha evidenziato quali sono i punti e le attività da mettere in atto per consentire un agevole transito degli automezzi che verranno impiegati:

<i>Segnalazione trasportatore</i> Ob.01	
<i>Coordinate:</i> 39°52'5.25"N - 8°33'4.03"E	
<i>Descrizione del tratto:</i> Uscita dal porto industriale di Oristano	
<i>Interventi di adeguamento previsto:</i> Nessun intervento previsto	

Tabella 3: Segnalazione trasportatore Ob.01

<i>Segnalazione trasportatore</i> Ob.02	
<i>Coordinate:</i> 39°50'49.32"N - 8°35'20.04"E	
<i>Descrizione del tratto:</i> Incrocio tra SP97 e SP49	
<i>Interventi di adeguamento previsto:</i> Rimozione aiuola e cartelli stradali - Rendere carrabili le aiuole rimosse	

Tabella 4: Segnalazione trasportatore Ob.02


<p><i>Segnalazione trasportatore</i> Ob.03/4</p>	
<p><i>Coordinate:</i> 39°50'49.32"N - 8°35'20.04"E</p>	
<p><i>Descrizione del tratto:</i> Incrocio tra SP97 e SP49</p>	
<p><i>Interventi di adeguamento previsto:</i> Rimozione aiuola - Rendere carrabili le aiuole rimosse</p>	

Tabella 5: Segnalazione trasportatore Ob.03/4


<p><i>Segnalazione trasportatore</i> Ob.05</p>	
<p><i>Coordinate:</i> 39°52'5.13"N - 8°36'32.58"E</p>	
<p><i>Descrizione del tratto:</i> Innesto SS 131 da SP 49</p>	
<p><i>Interventi di adeguamento previsto:</i> Rimozione aiuola e cartelli stradali – taglio vegetazione di altezza superiore a m 2.00</p>	

Tabella 6: Segnalazione trasportatore Ob.05



<p><i>Segnalazione trasportatore</i> Ob.06/7</p>	
<p><i>Coordinate:</i> 39°52'5.13"N - 8°36'32.58"E</p>	
<p><i>Descrizione del tratto:</i> Innesto SS 131 da SP 49</p>	
<p><i>Interventi di adeguamento previsto:</i> Rendere carrabili le aiuole rimosse e rimuovere i cartelli stradali</p>	

Tabella 7: Segnalazione trasportatore Ob.07/7

<p><i>Segnalazione trasportatore</i> Ob.08</p>	
<p><i>Coordinate:</i> 39°33'34.63"N - 8°52'47.10"E</p>	
<p><i>Descrizione del tratto:</i> Incrocio SS 131 con SS 197</p>	
<p><i>Interventi di adeguamento previsto:</i> Allargamento stradale sul lato sinistro e rimozione cartelli</p>	

Tabella 8: Segnalazione trasportatore Ob.08

<p><i>Segnalazione trasportatore</i> Ob.09</p>	
<p><i>Coordinate:</i> 39°33'34.63"N - 8°52'47.10"E</p>	
<p><i>Descrizione del tratto:</i> Incrocio SS 131 con SS 197</p>	
<p><i>Interventi di adeguamento previsto:</i> Rimuovere i cartelli stradali posti oltre i m 3 da terra</p>	

Tabella 9: Segnalazione trasportatore Ob.09

<p><i>Segnalazione trasportatore</i> Ob.10</p>	
<p><i>Coordinate:</i> 39°51'57.42"N - 8°48'24.42"E</p>	
<p><i>Descrizione del tratto:</i> Rotatoria ingresso San Gavino Monreale SS 197</p>	
<p><i>Interventi di adeguamento previsto:</i> Nessun intervento – Tratto da percorrere nel senso opposto di marcia</p>	

Tabella 10: Segnalazione trasportatore Ob.10




<p><i>Segnalazione trasportatore</i> Ob.11</p>	
<p><i>Coordinate:</i> 39°32'55.18"N - 8°48'18.28"E</p>	
<p><i>Descrizione del tratto:</i> Rotatoria ingresso San Gavino Monreale SS 197</p>	
<p><i>Interventi di adeguamento previsto:</i> Tratto da percorrere nel senso opposto di marcia – Allargamento stradale su isola spartitraffico</p>	

Tabella 11: Segnalazione trasportatore Ob.11


<p><i>Segnalazione trasportatore</i> Ob.12</p>	
<p><i>Coordinate:</i> 39°32'18.76"N - 8°46'58.36"E</p>	
<p><i>Descrizione del tratto:</i> Rotatoria incrocio SS197 e SP61</p>	
<p><i>Interventi di adeguamento previsto:</i> Eliminazione tratto si aiuola e realizzazione di strada carrabile.</p>	

Tabella 12: Segnalazione trasportatore Ob.12


Segnalazione trasportatore Ob.13	
Coordinate: 40°29'47.28"N - 8°45'46.78"E	
Descrizione del tratto: Innesto al sito - SP61	
Interventi di adeguamento previsto: Allargamento stradale con prolungamento cavalvafozzo esistente	

Tabella 13: Segnalazione trasportatore Ob.13

Il percorso dagli innesti alle singole piazzole sarà su strade esistenti, pubbliche e private, e solo dove non esiste altra soluzione si procederà alla realizzazione di brevi tratti di nuova viabilità. Sulle strade sterrate esistenti sono previsti vari interventi a seconda del proprio stato di manutenzione e delle proprie caratteristiche dimensionali (larghezza, pendenza, raggio di curvatura).

Per garantire un trasporto sicuro dei componenti dell'aerogeneratore, per la progettazione di strade e piazzole si è fatto riferimento alle specifiche Vestas che definiscono le loro caratteristiche costruttive.

La larghezza minima utile delle strade del parco deve essere di m 5 su tratti rettilinei. Sui tratti di curva dovranno essere effettuati i necessari allargamenti in funzione del raggio di curvatura.

Per il deflusso delle acque superficiali è ammessa una pendenza trasversale non superiore al **2%** dal centro della strada.

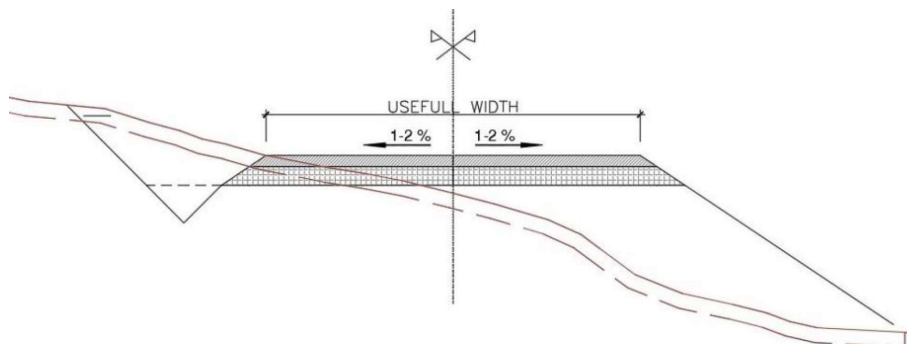
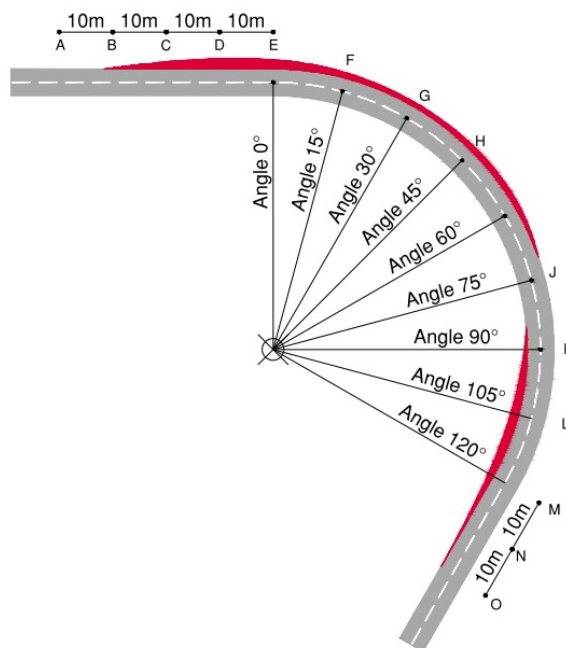


Figura 8: Sezione stradale tipo



120° BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
70m	-	0.9	1.8	2.0	1.2	0.1	-	-	-	-	0.7	1.6	0.9	0.2	-
75m	-	0.6	1.5	1.6	1.0	-	-	-	-	-	0.5	1.2	0.8	0.2	-
80m	-	0.3	1.1	1.4	1.0	-	-	-	-	-	-	0.9	0.7	0.2	-

120° BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
70m	-	-	0.6	0.8	0.2	-	-	-	-	-	-	0.5	0.3	-	-
75m	-	-	0.4	0.5	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.2	-	-
80m	-	-	0.2	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
70m	-	-	0.2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75m	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 9: Allargamenti stradali in funzione del raggio di curvatura

La massima pendenza longitudinale che i camion dei componenti delle turbine eoliche possono superare è in funzione del tipo di pavimentazione stradale. Come criterio di progettazione generale, su strade sterrate la pendenza longitudinale massima della strada non deve superare un valore dell'**8-10%** in rettilineo. Nelle zone di montagna dove non sarebbe possibile progettare strade con il suddetto massimo di pendenza a causa di vincoli ambientali, dovrà essere migliorata la pavimentazione mediante asfaltatura delle stesse.

Qualora le pendenze delle strade fossero maggiori del **14%**, potrebbe essere necessario ricorrere all'utilizzo di più camion di traino.

		Loaded Uphill		Loaded Downhill	
		1 puller truck	2 puller truck	1 puller truck	2 puller truck
<b>Forward direction loaded</b>	<b>8% straight and turnings</b>	X			
	<b>10% - 14% turnings</b>		X	X	
	<b>12% straight</b>	X		X	
	<b>14% straight</b>		X	X	
	<b>&gt;14% straight and turnings</b>		X		X
<b>On reverse loaded</b> <b>*maximum acceptable distance 100m</b>	<b>8% straight and turnings</b>	X			
	<b>10% - 12% turnings</b>		X	X	
	<b>12% straight</b>	X		X	
	<b>&gt;12% straight and turnings</b>		X	X	X

Tabella 14: Autocarri trainanti in funzione della pendenza massima

La capacità di carico delle strade del parco eolico dovrà essere di almeno 300 kN/mq . Come ulteriore criterio, le strade del parco eolico saranno progettate per sopportare un carico per asse del camion di 15 t.

Nel caso si preveda di circolare con la gru parzialmente o completamente allestita in modo da ridurre il numero di sollevamenti, per motivi di sicurezza, il carico sull'asse sarà aumentato a 22 t per asse.

Laddove le condizioni del terreno del sito lo consentono, questo può essere aumentato a 25-30 t per asse al fine di ottimizzare il movimento della gru tra le piazzole (Hardstands).

La verifica della capacità portante sarà eseguita mediante prova su piastra statica in sito. Il sottofondo su cui saranno costruite le nuove strade dovranno avere un valore del CBR minimo compreso tra 11 e 20 a seconda dei numeri di WTG a cui la strada dà accesso. Nel caso in cui tali valori minimi di CBR non vengano raggiunti, il sottofondo dovrà essere conseguentemente migliorato applicando il metodo più idoneo (stabilizzazione del terreno a calce o cemento, aggiunta di materiale lapideo, geotessile, ecc.).

Lo strato della fondazione stradale, sarà costituito da tout-venant (principalmente da pietrame calcareo onde mantenere le caratteristiche cromatiche della viabilità esistente) con pezzatura decrescente dal basso verso l'alto, proveniente dagli scavi, laddove giudicato idoneo dalla D.L., e, dove necessario, da pietrisco e detriti di cava o di frantoio oppure da una miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio e di cantiere. La finitura superficiale della massiciata sarà realizzata in ghiaietto stabilizzato dello spessore 10 cm con funzione di strato di usura.

La stesa e la sagomatura dei materiali premiscelati dovrà avvenire mediante livellatrice o, meglio ancora, mediante vibrofinitrice; ed infine costipamento con macchine idonee da scegliere in relazione alla natura del terreno, in modo da ottenere una densità in sito dello strato trattato non inferiore al 90% o al 95% della densità massima accertata in laboratorio con la prova AASHTO T 180. La soprastruttura in tal modo realizzata permetterà il passaggio oltre che dei mezzi d'opera in fase di costruzione anche il transito dei mezzi per la manutenzione in fase di esercizio e dei mezzi agricoli anche dopo la dismissione del parco. Lateralmente alla carreggiata saranno realizzate delle cunette

a sezione trapezoidale. In corrispondenza degli ingressi dalla strada principale (Statale, Provinciale o Comunale), ove non presenti, saranno realizzati dei tombini in cls per garantire lo scorrimento delle acque meteoriche che altrimenti invaderebbero la carreggiata della strada principale.

L'aggregato utilizzato come pavimentazione dovrà avere una bassa plasticità per prevenire la formazione di fango quando piove. In nessun caso verranno utilizzati aggregati con valori dell'indice di plasticità (PI) maggiori di 9.

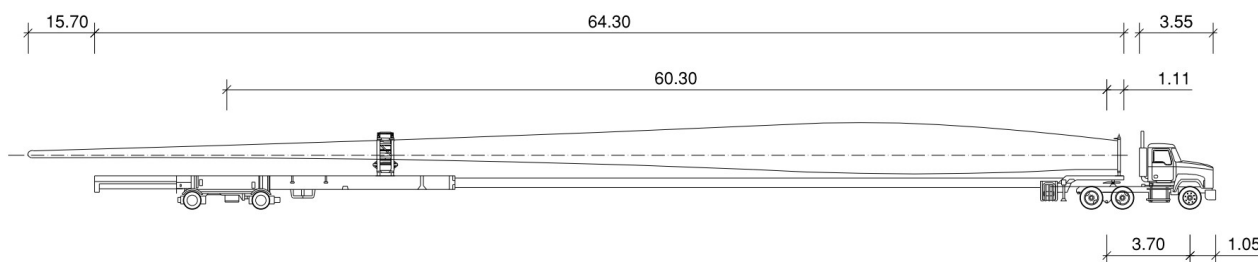


Figura 10: Dimensioni carico

REQUISITI DI PROGETTAZIONE	
Parametri minima curva verticale	$K_v = L /  i_1 - i_2  = 500$
Pendenza massima su strada sterrata	9%
Pendenza massima su strada asfaltata	14%
Raggio minimo	70 m

Tabella 15: Requisiti di progettazione delle strade

#### 5.1.1. Adeguamento viabilità esistente

In generale, le strade asfaltate esistenti posseggono i requisiti necessari per il transito dei mezzi, anche in termini di larghezza nei tratti rettilinei o in leggera curva, mentre in prossimità degli incroci saranno necessari interventi di allargamento delle curve tanto più ampi quanto più chiuso risulta l'angolo di innesto in modo che sia garantito il raggio minimo di m 70. Si procederà quindi, previo apposito progetto esecutivo da concordare con l'ente gestore della strada, a realizzare svincoli ed incroci di opportune dimensioni.

Gli interventi su strade sterrate esistenti sia pubbliche che private, consisterà nell'allargamento ad un minimo di 5 metri di quei tratti che non raggiungono tali dimensioni, nella realizzazione di curve ed incroci i quali, come visto anche per le strade asfaltate, dovranno consentire un agevole passaggio dei mezzi di cantiere e dei mezzi speciali che trasportano i componenti degli aerogeneratori. In questo caso l'allargamento degli incroci, trattandosi prevalentemente di strade di penetrazione agraria comunali o private, sarà concordato direttamente con i proprietari dei terreni limitrofi o con l'amministrazione comunale. Va inoltre specificato che si è scelto di percorrere con i cavidotti interrati, laddove è possibile, esattamente gli stessi tratti stradali in cui sono previsti gli interventi,



va da se quindi che i lavori di sistemazione delle strade possono essere ultimati solo dopo aver ultimato quelli di passaggio dei cavidotti.

Per quanto riguarda gli interventi previsti sulla viabilità esistente, questi consistono nell'adeguamento mediante ricarica di materiale inerte stabilizzato con granulometria 0/30 mm dello spessore di cm 10 per un totale di circa **m 5.500** di strade agricole. Il fondo sarà successivamente costipato con rullo vibrante fino ad ottenere un valore del 95% della prova AASHO modificata.

Le strade esistenti risultano sufficientemente larghe ed in buono stato di manutenzione.



*Figura 11: Strada asfaltata interna al parco*



*Figura 12: Strada in terra battuta interna al parco*

<b>NARBONIS</b> Wind Srl    Ing. Sergio Lai	N° Doc. IT-Vestas-CLP-CW-CD-TR-001-Rev.0	Rev 0	Pagina 26 di 41
---	---	-------	--------------------

### 5.1.2. Viabilità di nuova realizzazione

La nuova viabilità sarà realizzata mediante l'asportazione del terreno vegetale per una profondità di 20 cm circa, il successivo costipamento del terreno sottostante mediante rullatura e la realizzazione di un cassonetto costituito da uno strato di tout-venant di cava della pezzatura di 40-70 mm dello spessore minimo di 40 cm e da uno strato di finitura in sostituzione dello strato di usura costituito da pietrisco con pezzatura 0-30 mm dello spessore di 10 cm.

Il corpo stradale sarà predisposto in ottemperanza alle risultanze geologiche e geotecniche, (con particolare riferimento alle quantità di scavo in terra e qualità dei materiali provenienti da scavi), ed è stato pertanto previsto il riutilizzo parziale dei materiali provenienti dagli scavi, quando idonei, previa opportuna miscelazione con materiali provenienti da cava. I volumi di terra residui di scotico, non idonei alla formazione della massicciata verranno utilizzati successivamente anche alla fase di costruzione per l'interramento di parte delle piste e delle piazzole.

Tutte le strade, sia quelle in adeguamento dei percorsi esistenti che quelle di nuova realizzazione, saranno provviste di apposite cunette a sezione trapezia per lo scolo delle acque di ruscellamento diffuso, di dimensioni adeguate ad assicurare il regolare deflusso delle acque e l'opportuna protezione del corpo stradale da fenomeni di dilavamento. Laddove necessario, al fine di assicurare l'accesso ai fondi agrari, saranno allestiti dei cavalcafossi in calcestruzzo con tombino vibrocompreso.

La realizzazione di nuovi tratti stradali per il raggiungimento delle piazzole di posizionamento degli aerogeneratori, si limiterà quindi ai tratti di collegamento dalla strada esistente alla piazzola. Si è calcolato che questi tratti assommino ad una lunghezza totale di circa **m 1.900**, e quasi sempre in corrispondenza di sentieri già presenti, formati nel tempo col passaggio di mezzi agricoli.

### 5.1.3. Viabilità temporanea di nuova realizzazione

Come precedentemente accennato, il transito dei mezzi per il trasporto speciali implica l'adeguamento della viabilità esistente a determinate specifiche. In particolare, laddove non sono garantiti i raggi minimi di curvatura, sarà necessario eseguire dei nuovi tratti di viabilità temporanei con raggio interno di m 70 che verranno dismessi al termine delle operazioni di montaggio degli aerogeneratori.

La costruzione di queste strade sarà eseguita con la stessa tecnica prevista per gli altri tratti di nuova viabilità con l'unica accortezza di accantonare, in prossimità delle aree scavate, la terra vegetale di scotico che verrà successivamente riutilizzata per il ripristino della situazione ex-ante.

Al termine delle operazioni di montaggio degli aerogeneratori, il materiale inerte rimosso sarà impiegato come sottofondo per la costruzione di nuovi tratti stradali o per la ricarica di strade esistenti.

In totale, i tratti di nuova viabilità temporanea che verranno realizzati avranno uno sviluppo complessivo di circa **m 1.400**.

## 5.2. Piazzole di montaggio

Per il montaggio degli elementi che costituiscono l'aerogeneratore, verranno create apposite piazzole della superficie di circa **4.000** mq. Le piazzole saranno realizzate di varie forme, a seconda della viabilità e degli eventuali ostacoli presenti nei dintorni dell'area di montaggio, ma di dimensioni pressoché costanti. Queste saranno realizzate in materiale inerte proveniente da cava con uno spessore di **40** cm, a sua volta rullato e compattato, previa l'asportazione del terreno vegetale di **20** cm che verrà depositato in vicinanza della piazzola. Il risultato richiesto è di un fondo atto a sopportare sollecitazioni di peso anche nei periodi di forte piovosità, in modo da far dipendere il meno possibile il cantiere dall'alea meteorica; per ottenere ciò può essere previsto l'impiego del tessuto non tessuto, in quei tratti particolarmente difficili per la presenza di suoli con caratteristiche di scarsa portanza.

Le piazzole di montaggio sono composte dalle seguenti zone:

- Area posizionamento navicella
- Area di lavoro gru
- Area deposito elementi della torre
- Area deposito pale
- Area di montaggio del braccio a traliccio principale della gru

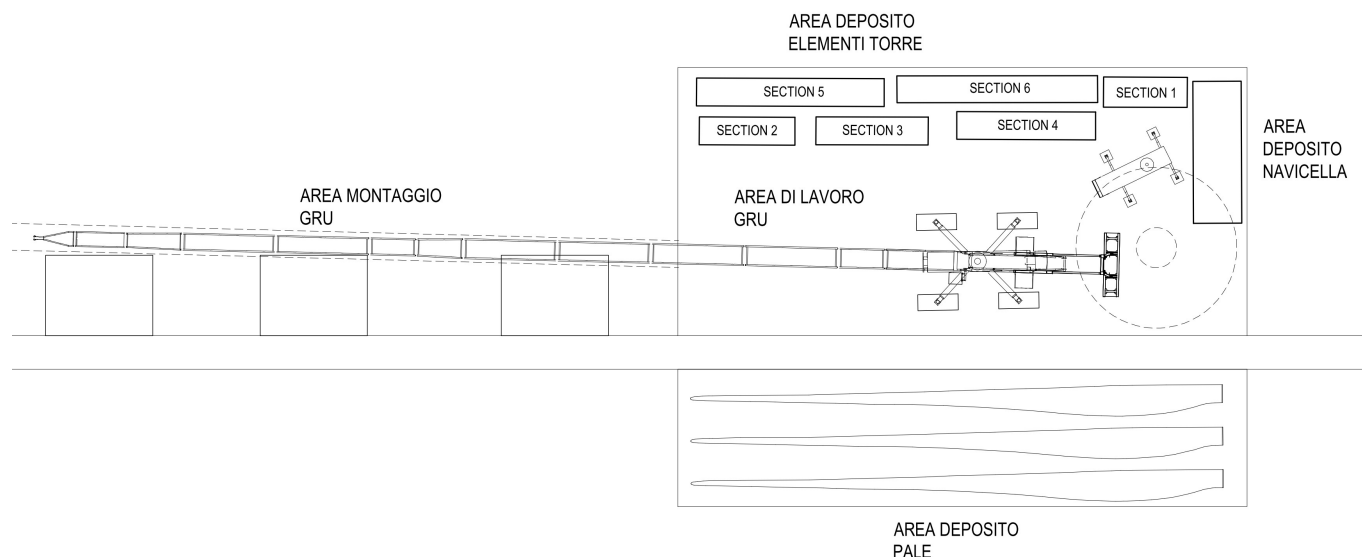


Figura 13: Schema tipo piazzola di montaggio





Figura 14: Esempio di area deposito elementi torre

Il montaggio della gru principale avviene per mezzo di tre gru di dimensioni più piccole che vengono posizionate in altrettante aree il cui fondo ha le medesime caratteristiche della piazzola principale.

L'area di stoccaggio delle pale sarà posizionata parallelamente all'area di lavoro della gru e direttamente accessibile dalla strada. La lunghezza dell'area di stoccaggio sarà pari alla lunghezza della pala più un'area di lavoro che necessaria alla circolazione del carrello elevatore. Per quest'area, su cui verranno mantenute le condizioni del suolo, si prevede un'occupazione di mq **1.734**.

Una volta ultimato il montaggio dell'aerogeneratore, si procederà quindi alla demolizione di una parte della piazzola (piazzola temporanea), mediante l'asportazione del materiale da cava steso, che verrà poi riutilizzato come sottofondo per la realizzazione di nuove strade. Le aree delle piazzole provvisorie verranno ripristinate, rimettendo sul posto buona parte del terreno vegetale precedentemente asportato e opportunamente messo da parte per il suo riutilizzo. Così operando si otterranno grandi risparmi nell'utilizzo del materiale da cava e si ripristinerà lo stato dei luoghi con modalità del tutto eco-compatibili ed in tempi assolutamente accettabili.

Una volta terminati i lavori di montaggio degli aerogeneratori e rimossi i materiali di scavo e le attrezzature, la piazzola viene ridimensionata notevolmente e riportata alla configurazione definitiva che manterrà per tutta la vita



<b>NARBONIS</b> Wind Srl    Ing. Sergio Lai	N° Doc. IT-Vestas-CLP-CW-CD-TR-001-Rev.0	Rev 0	Pagina 29 di 41
---	---	-------	--------------------

utile dell'impianto. In questa configurazione, la superficie occupata è pari a circa **1620** mq corrispondente al un rettangolo delle dimensioni di m 60 x 27.

### 5.3. Fondazioni aerogeneratori

Senza entrare nel dettaglio dei calcoli, che attengono al lavoro specialistico che si allega al progetto, descriveremo in questo capitolo le dimensioni di massima, la forma, le modalità di realizzazione, i materiali.

Sulla base delle risultanze delle analisi effettuate, si è proceduto al calcolo statico per individuare la tipologia e il dimensionamento della fondazione tipo. Come meglio specificato nella relazione specialistica, in progetto sono dunque previste due differenti tipologie di fondazione caratterizzate da un basamento a pianta circolare in calcestruzzo armato che permette una distribuzione dei carichi omogenea, indipendentemente dalla direzione dei venti. Nel primo caso sarà realizzato direttamente a contatto con il substrato ghiaioso o sabbioso, nel secondo caso sarà realizzato in testa ad una palificata di profondità opportuna.

Il basamento di fondazione previsto in progetto è del tipo a plinto superficiale, da realizzare in opera in calcestruzzo armato, a pianta circolare di diametro pari a 25 metri a sezione variabile con spessore massimo al centro, pari a circa 350 cm, e spessore minimo al bordo, pari a 50 cm.

La porzione centrale, denominata "colletto", presenta altezza costante di 3.50 m per un diametro pari a circa 6.00 m. Il colletto è il nucleo del basamento in cui verranno posizionati i tirafondi di ancoraggio del primo anello della torre metallica, il restante settore circolare sarà ricoperto con uno strato orizzontale di rilevato misto arido, con funzione stabilizzante e di mascheramento.

I pali di fondazione previsti in progetto sono del tipo di grande diametro, pari a 800 mm, in conglomerato cementizio armato, di lunghezza massima pari ad 20 metri, ad asse verticale, del tipo trivellato con asportazione del terreno.

Lo scavo ha un diametro di ca m 28 alla base e ca m 31 alla sommità, prevedendo pertanto un volume di scavo per ogni plinto pari mediamente a circa 2.400 m<sup>3</sup>, dei quali ca. 1.600 m<sup>3</sup> verranno depositati vicino allo scavo e riutilizzato per il re-interro.

Per ciò che attiene alle terre e rocce da scavo, rinvenienti dai lavori elencati, occorre precisare che nella fase di scavo sarà importante che i vari tipi di terra vengano da subito inviati alla destinazione finale, per evitare inutili maneggiamenti e spostamenti; in questa ottica solo le terre di scavo destinate ai ripristini saranno tenute in cumuli ordinati in prossimità dello scavo per poi essere riutilizzate per il ripristino dello stato dei luoghi. In generale le terre vegetali saranno utilizzate per la maggior parte per i ripristini superficiali e la parte restante mandate a discarica; le terre formate da una buona granulometria e adatte allo scopo, potranno essere utilizzate all'interno del cantiere per la formazione degli strati inferiori dei piani delle piazzole o per la ricarica delle strade; le terre che non hanno

particolari pregi in parte saranno utilizzate per il re-interro dei plinti di fondazione mentre quelle che non possono avere alcun riutilizzo saranno avviate direttamente in discariche autorizzate.

Una volta realizzato lo scavo e messo in sicurezza, si procederà al getto di un magrone di sottofondazione e alla costruzione dei casseri. Per la gabbia di armatura metallica, da eseguirsi secondo gli schemi grafici allegati alla relazione di calcolo, verrà impiegato acciaio ad aderenza migliorata tipo B450C (Resistenza caratteristica  $F_{yk}=450$  N/mm<sup>2</sup>); Il getto in calcestruzzo avverrà con l'impiego di materiale tipo C32/40 (Resistenza caratteristica  $R_{ck}=40$  N/mm<sup>2</sup>) e classe di consistenza S4.

Al plinto si collegherà quella parte dell'aerogeneratore che forma la base di montaggio, chiamata "concio", che verrà parzialmente affogata nel getto di calcestruzzo, lasciando libera la parte flangiata in acciaio, sulla quale si monteranno gli elementi tubolari del sostegno dell'aerogeneratore, il diametro del concio è di circa 5 metri. Una volta quindi eseguito il getto di calcestruzzo, di circa **870** metri cubi per plinto e atteso il tempo di maturazione del calcestruzzo, si procederà al re-interro lasciando la platea di fondazione completamente sotto il piano di campagna, con il risultato che tutta la zona adiacente al palo di sostegno potrà essere ripristinata e restituita eventualmente all'uso agricolo, con la sola eccezione delle parti della piazzola permanente, che comunque rimarranno del tutto sgombre e fruibili.



Figura 15: Esempio di fondazione tipo

#### 5.4. Aree di cantiere e di deposito dei materiali

Si tratta dell'individuazione, della predisposizione, della delimitazione e della messa in sicurezza delle aree che ospiteranno i depositi dei materiali e dei mezzi di cantiere, oltre agli uffici ed i locali per il personale addetto. L'area è stata individuata in agro di San Gavino Monreale, in un terreno interno al parco ed accessibile dalla SS 197. E' posto in località "Sa Guardiedda", distinto in catasto al Foglio 26 mappale 63 e della superficie di circa 4.000 mq; La preparazione dell'area di cantiere consiste nello sbancamento di 20 cm di terra vegetale e il riporto di 40 cm con inerte da cava. L'area sarà delimitata con rete metallica alta 2 m e sono previsti due ingressi della larghezza di m 6 ciascuno, adatto al passaggio dei mezzi da cantiere e degli autocarri. Dopo aver provveduto all'approvvigionamento idrico e all'allaccio dell'utenza elettrica di cantiere sarà posata una fossa IMHOFF e un serbatoio di riserva idrica di dimensioni adeguate per i servizi igienici. All'interno dell'area di cantiere trovano alloggio vari fabbricati indispensabili allo svolgimento di tutte le attività. Sarà installato un container prefabbricato per la guardiania nelle immediate vicinanze dell'ingresso di circa 12 mq; due elementi prefabbricati distinti dei quali il primo, di circa 107 mq, adibito ad uso ufficio, sala riunioni e infermeria, con annessi servizi, il secondo, di dimensioni uguali al precedente, dove trovano alloggio gli spogliatoi per le maestranze, la sala ristoro e tutti i servizi igienici (docce e wc). E' prevista inoltre una zona container per il deposito di materiali di consumo ed attrezzi. Al termine dei lavori di montaggio degli aerogeneratori, l'area di cantiere verrà completamente dismessa e lo stato dei luoghi verrà ripristinato con la stesura del terreno vegetale, precedentemente accantonato, restituendo l'area all'uso agricolo.



Figura 16: Area di cantiere

NARBONIS Wind Srl    Ing. Sergio Lai	N° Doc. IT-Vestas-CLP-CW-CD-TR-001-Rev.0	Rev 0	Pagina 32 di 41
--------------------------------------	---	-------	--------------------

## 6. OPERE SPECIALI

### 6.1. Attraversamento canali

Nella realizzazione di alcuni tratti di nuova viabilità è previsto l'attraversamento di 2 canali di scolo per i quali si rende necessaria la realizzazione di apposite opere d'arte. Per il loro attraversamento saranno impiegati tubi in lamiera di acciaio ondulata, universalmente considerata la più valida alternativa al cemento armato per numerose realizzazioni d'ingegneria civile. Trova applicazione quando il comportamento delle strutture è assimilabile a quello di un anello sottile, soggetto a pressioni laterali uniformemente distribuite sulla circonferenza. A parità di sforzo richiesto, le proprietà della lamiera in acciaio ondulata consentono un notevole risparmio rispetto a materiali analoghi realizzati con metodi tradizionali. L'elevata deformabilità delle strutture in lamiera d'acciaio ondulata favorisce l'assorbimento dei normali assestamenti del terreno.

Tra i vantaggi derivanti da questa applicazione è da segnalare: l'economicità dovuta al risparmio di tempo ed energie e dalla semplificazione dei problemi logistici che derivano dall'impiego delle strutture in lamiera ondulata in cantiere; la flessibilità e versatilità d'uso in quanto le strutture si adattano ad ogni tipo di tracciato, in qualunque condizione ambientale e nel caso di opere provvisorie tutti i componenti sono recuperabili; la semplicità e rapidità d'installazione, poiché per l'assemblaggio delle singole piastre non è richiesto l'intervento di personale specializzato e vengono utilizzati macchinari ed attrezzature convenzionali; la trasportabilità e la facilità di stoccaggio delle piastre che semplifica le operazioni di trasporto con qualsiasi mezzo; la compatibilità ambientale, in quanto il materiale impiegato è recuperabile e completamente riciclabile. La rapidità d'installazione limita inoltre la durata dei cantieri, contenendo i disagi che ne derivano.

### 6.2. Attraversamento condotte irrigue

Poiché l'area del parco è servita da condotte di irrigazione interrate, a protezione delle stesse in corrispondenza degli attraversamenti con strade e cavidotti, qualora il materiale non consenta di esercitare rilevanti sovraccarichi su di esse, sarà eseguita la sostituzione del tratto di tubazione esistente con altra di pari diametro in ghisa sferoidale posta all'interno di un manufatto tubolare in lamiera d'acciaio ondulato zincato ad elementi incastrati. Ad ulteriore protezione delle tubazione, sarà eseguito un getto di calcestruzzo Rck 30 armato con rete elettrosaldata fi 6 mm. Anche in corrispondenza degli incroci tra condotte irrigue interrate e cavidotti è prevista la sostituzione della tubazione per un tratto della lunghezza di almeno 4 m. La nuova tubazione sarà in PVC dello stesso diametro di quella rimossa e sarà raccordata con l'esistente mediante l'impiego di giunti tipo Vega. Il cavidotto sarà posizionato sotto la tubazione ad una distanza di almeno m 0,70 posto all'interno di un tubo camicia in acciaio zincato a caldo del diametro di cm 25 annegato in un getto di calcestruzzo.



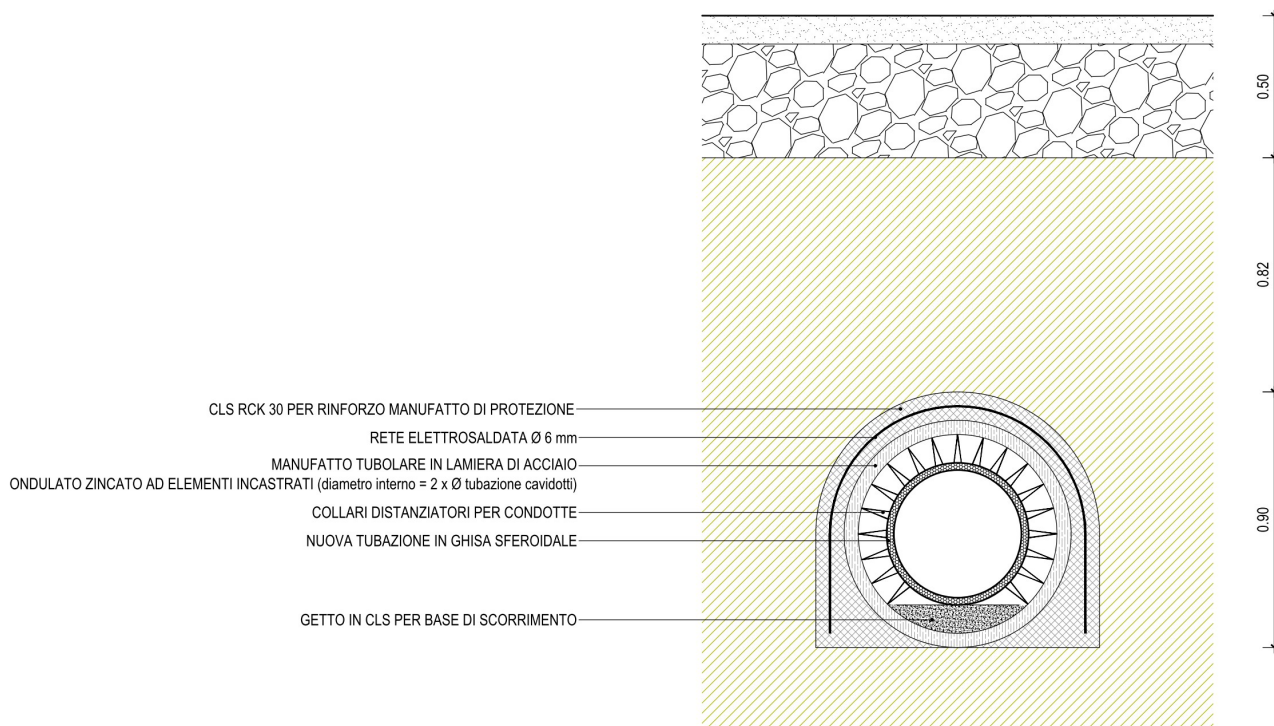


Figura 17: Dettaglio attraversamento di condotte irrigue

## 7. Sequenza di montaggio degli aerogeneratori

Una volta terminata l'opera di fondazione, si procede alla preparazione definitiva delle piazzole per il posizionamento delle gru che verranno utilizzate per il montaggio dell'aerogeneratore e per il deposito dei vari componenti. Sarà utilizzata un'enorme gru di altezza e portata sufficiente ad issare a quella altezza qualsiasi componente, questa sarà a sua volta trasportata sul sito smontata e assemblata in loco, mediante l'ausilio di più piccole gru di servizio.

Per ogni singolo aerogeneratore dovranno essere trasportati fino ai punti di installazione i seguenti componenti:

- Concio di base (gabbia di tirafondi) di altezza pari a circa 4 m, diametro pari a circa 5 m;
- Torre, di altezza compressiva pari a circa 123 m, divisa in 6 conchi flangiati di diametro massimo pari a circa 4,15 m e lunghezza massima pari a 30 m;
- Navicella, di dimensioni pari a circa 18x4,2x4,3 m e peso di circa 84 tonnellate;
- Albero di trasmissione, delle dimensioni di m 7,70x2,70x3 e peso di circa 94 tonnellate;
- Mozzo, della lunghezza di circa 5 m, diametro 4,40 m e peso di circa 64 tonnellate;
- 3 pale, di lunghezza pari a circa 79 m

Com'è possibile evincere dal precedente elenco, il trasporto più critico in termini di dimensioni del rimorchio è quello relativo alle pale, mentre il trasporto più rilevante in termini di peso è quello relativo alla navicella e albero di trasmissione.

I mezzi di trasporto delle pale avranno lunghezza complessiva pari a circa 80 m, mentre i mezzi di trasporto delle navicelle avranno una lunghezza di circa 35 m per un peso complessivo di circa 200 tonnellate.

Il trasporto ed il montaggio degli aerogeneratori verrà effettuato da personale altamente specializzato a cura del costruttore. Si procede quindi al montaggio del primo elemento tubolare e al suo ancoraggio all'opera di fondazione tramite il concio, l'unione avviene per mezzo di un sistema a flangia metallica, serrata con bulloni di opportune dimensioni e caratteristiche tecniche; in seguito vengono quindi montati, con le medesime modalità, tutti gli altri elementi tubolari, la struttura metallica tubolare verrà poi consolidata con l'aggiunta di saldature, pezzi speciali, rinforzi di vario tipo.



Figura 18: Fase di montaggio della torre

Verificato attentamente il corretto montaggio di tutti gli elementi che costituiscono la struttura portante dell'aerogeneratore e predisposti gli impianti, si passa al montaggio della navicella che viene posizionata in cima alla struttura, ad una altezza di 125 metri da terra, essa è collegata al palo con un complesso sistema a ralla, azionata da speciali motori idraulici, che consente alla navicella di orientarsi in direzione del vento utile. Una volta terminato il montaggio della navicella e dopo averla messa in sicurezza, con un sistema brevettato di innesto, vengono montate le pale sull'ogiva della navicella. Fatte tutte le verifiche sulla struttura e l'assemblaggio degli altri componenti si passa al cablaggio e alla connessione dei componenti elettrici.

NARBONIS Wind Srl    Ing. Sergio Lai	N° Doc. IT-Vestas-CLP-CW-CD-TR-001-Rev.0	Rev 0	Pagina 35 di 41
--------------------------------------	---	-------	--------------------

## 8. Attività in fase di esercizio

Completate le operazioni di montaggio e connessione alla rete, il parco entra in esercizio effettivo ed iniziano tutte le attività di monitoraggio, verifica e manutenzione ordinaria e straordinaria, secondo precisi schemi e calendari prescritti dal produttore delle macchine. Ogni aero-generatore infatti è tenuto sotto stretto controllo, attraverso un sofisticato sistema che rileva un enorme flusso di dati che arrivano in tempo reale sugli apparati di controllo della ditta costruttrice nonché in parallelo alla società di gestione e di manutenzione che ha sede sul posto. Con l'ausilio di un apposito ascensore, il personale addetto all'ordinaria manutenzione, deve settimanalmente accedere ai locali della navicella per procedere al controllo dei livelli e all'eventuale rabbocco o sostituzione degli oli lubrificanti, al controllo ed eventuale sostituzione di guarnizioni, paraoli, raccordi o quant'altro necessario all'ottimale funzionamento e quindi alla resa della macchina. Per la parte elettrica è previsto l'utilizzo e la formazione di personale altamente qualificato ed appositamente autorizzato all'accesso ai macchinari generatori di energia a media e alta tensione, lo stesso personale dovrà essere in grado di occuparsi al contempo della manutenzione della stazione di trasformazione del parco, mentre le altre stazioni saranno seguite direttamente dal personale Terna.

La manutenzione straordinaria degli aero-generatori consiste in genere nella sostituzione di pezzi di rottura sia meccanici che elettrici, nel ripristino delle tinteggiature delle torri o di altre parti metalliche o di eventuali componenti difettosi.

## 9. Terre e rocce da scavo

Per quanto riguarda l'utilizzo e la destinazione delle terre da scavo è necessaria una trattazione specifica. Nei paragrafi precedenti sono state descritte le opere previste per la realizzazione del parco: esse sono state suddivise in opere provvisorie e opere permanenti. Nel caso delle prime, i lavori prevedono solo uno scavo di sbancamento di circa 20 cm di terra vegetale, che verrà stoccata nelle immediate vicinanze dello scavo, e sarà riutilizzata per il ripristino dei luoghi una volta finito il loro utilizzo. Nel caso invece delle opere permanenti, bisogna distinguere tra quelle che prevedono il quasi totale riutilizzo, come nel caso dei cavidotti interrati, per i quali si prevede il riutilizzo della maggior parte della terra di risulta, e quelle per le quali invece il riutilizzo è molto basso. Nel caso dei cavidotti infatti il volume occupato dai cavi interrati e dall'inerte di riempimento è relativamente molto basso rendendo minima la differenza tra i volumi scavati e quelli riutilizzati. Nel caso delle strade occorre precisare che, salvo in alcuni casi, si interverrà su strade esistenti che non prevedono nessuna opera di sbancamento ma solo un ricarico di materiale inerte con eventuali allargamenti della carreggiata qualora quella esistente non fosse sufficiente; per le strade di nuova costruzione invece, e per gli allargamenti in curva anche delle strade esistenti, è previsto uno scavo di sbancamento di 20 cm di terra vegetale per la formazione del cassonetto stradale, come descritto nei

<b>NARBONIS</b> Wind Srl    Ing. Sergio Lai	N° Doc. IT-Vestas-CLP-CW-CD-TR-001-Rev.0	Rev 0	Pagina 36 di 41
---	---	-------	--------------------

paragrafi precedenti, tale terra verrà in parte riutilizzata per il ripristino di porzioni di viabilità da eliminare a fine lavori (allargamenti in curva – alcuni brevi tratti di nuova viabilità), e in parte inviata a discarica a colmare cave esistenti. Nel caso della terra di scavo prodotta dalla realizzazione delle piazzole è necessario distinguere tra l'area occupata temporaneamente (piazzole provvisorie), per la quale è prevista la rimozione del materiale inerte posato ed il ripristino col medesimo quantitativo di terra vegetale asportata senza esuberi, e l'area occupata permanentemente (piazzole permanenti), per le quali si prevede un esubero di terra vegetale pari al totale del volume asportato; anche tale quantitativo sarà inviato a discarica a colmare cave esistenti. Per quanto riguarda le terre prodotte dallo scavo dei plinti di fondazione, esse saranno in parte riutilizzate per il riempimento degli scavi dopo il getto del plinto di fondazione in cls ed in parte, la differenza tra il volume di scavo e quello dei plinti, sarà completamente inviato a discarica.

## 10. Opere di mitigazione

L'analisi attenta e puntuale dell'area su cui si inserisce il parco eolico di Narbonis ha evidenziato un territorio con presenza di canali di bonifica e ben servito da strade agricole.

Lo studio di inserimento delle turbine nasce dallo stato dei luoghi, dal rispetto delle distanze da fasce tutelate ed aree di rispetto, dalla dimensione delle pale e dalla loro area di influenza, nonché dall'esigenza di collocarle vicino a strade esistenti, con l'obiettivo di ridurre al minimo lo sviluppo planimetrico dei nuovi tracciati e di non disturbare l'attività agricola che si svolge in questa regione. Il posizionamento infatti è stato regolarmente concordato con i proprietari dei terreni su cui insistono le pale eoliche. In ogni caso gli aerogeneratori sono posizionati ad una distanza minima tra di loro pari a 6 volte il diametro del rotore, nel senso del vento dominante proveniente dal quadrante nordovest, e 3,5 volte il diametro del rotore, in senso perpendicolare.

Riguardo alle distanze degli aerogeneratori da strade, fabbricati, recettori sensibili, beni paesaggistici ecc., gli elaborati grafici descrivono con un apposito retino le zone di rispetto per ciascuna categoria, attendendo scrupolosamente le distanze ed i limiti previsti dalla normativa senza alcuna eccezione. In particolare:

- dalle strade statali, provinciali e linea ferroviaria è stata rispettata la distanza minima superiore alla somma dell'altezza dell'aerogeneratore al mozzo e del raggio del rotore, più un ulteriore 10%;
- è stata rispettata la fascia di m 150 da tutti i corsi d'acqua e relative sponde individuati come beni paesaggistici;
- è stata rispettata la distanza minima di m 300 da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno (h. 6.00 – h. 22.00); m 500 da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno (h. 22.00 – 6.00), o case rurali ad utilizzazione residenziale di carattere stagionale; m 500 da nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale, così come definiti all'art. 82 delle NTA del PPR;



<b>NARBONIS</b> Wind Srl    Ing. Sergio Lai	N° Doc. IT-Vestas-CLP-CW-CD-TR-001-Rev.0	Rev 0	Pagina 37 di 41
---	---	-------	--------------------

- è stata rispettata la distanza minima di m 500 dall' "edificato urbano", così come definito dall'art.63 delle NTA del PPR.

Relativamente alla titolarità delle aree dove posizionare gli aerogeneratori e far passare i cavidotti, la Società è in trattativa con i proprietari dei terreni al fine di addivenire ad accordi bonari, in ogni caso per tutte quelle aree per cui non sarà possibile stipulare il contratto, si avvierà la procedura espropriativa; al progetto viene quindi allegato un apposito piano particellare di esproprio e asservimento. Lo stesso ragionamento vale per il passaggio dei cavidotti interrati in MT 30 kV e per il cavidotto interrato in AT 150 kV di collegamento alla stazione di trasformazione 380/150 kV; anche per queste opere, i terreni interessati sono stati inseriti nell'apposito piano particellare di esproprio.

In sintesi, la progettazione dell'intervento è stata condotta con l'obiettivo di minimizzare gli impatti negativi dell'opera sul territorio, prestando particolare attenzione agli aspetti paesaggistici nel rispetto delle seguenti misure:

- E' garantita la distanza di almeno 500 m di ciascun aerogeneratore da unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate;
- E' garantita la minima distanza di ciascun aerogeneratore dal centro abitato individuato dallo strumento urbanistico vigente, pari a 6 volte l'altezza massima dell'aerogeneratore;
- Al termine della fase di montaggio degli aerogeneratori, tutte le piazzole ed aree previste in occupazione temporanea verranno dismesse e ripristinato lo stato alle originali funzioni in modo da minimizzare l'occupazione di terreno agricolo;
- Non sono previste sostanziali modificazioni del terreno per effetto della realizzazione di nuovi tratti stradali. La conformazione del terreno è tale per cui non sono previste piste in trincea o in rilevato;
- La posizione degli aerogeneratori ricade in aree libere da vegetazione arbustiva;
- La colorazione delle torri e il colore delle torri eoliche ha una forte influenza riguardo alla visibilità dell'impianto e al suo inserimento nel paesaggio, visto che alcuni colori possono aumentare le caratteristiche di contrasto della torre eolica rispetto allo sfondo.
- Per la colorazione delle torri verranno impiegate vernici antiriflesso tale che sia minimizzato il contrasto della torre rispetto allo sfondo riducendo quindi la visibilità delle pale.
- L'estensione e la dimensione della nuova viabilità è stata ridotta al minimo necessario, così come le piazzole di servizio, utilizzando al meglio la viabilità già esistente;
- Gli allargamenti stradali temporanei verranno immediatamente rimossi al termine della fase di costruzione dell'impianto.
- Le linee elettriche interne all'impianto e di collegamento alla rete elettrica nazionale saranno tutte interrate in modo da ridurre l'impatto paesaggistico;

- I tempi di realizzazione dell'impianto saranno quanto più possibile ridotti, per minimizzare l'impatto sull'ambiente e sul paesaggio durante la fase di cantiere. Durante la stessa fase di cantiere saranno presi tutti gli accorgimenti per limitare al massimo la dispersione di polveri nell'ambiente;
- Saranno contenuti al minimo indispensabile gli spazi destinati alle aree per lo stoccaggio temporaneo del materiale movimentato e alle piste di stretta pertinenza dei cantieri;
- Saranno garantite ed accertate:
  - o la periodica revisione e la perfetta funzionalità di tutte le macchine ed apparecchiature di cantiere, in modo da minimizzare i rischi per gli operatori, le emissioni anomale di gas e la produzione di vibrazioni e rumori, anche mediante l'adozione di misure gestionali che obblighino i conducenti allo spegnimento dei mezzi durante il non utilizzo;
  - o il rapido intervento per il contenimento e l'assorbimento di eventuali sversamenti accidentali interessanti acqua e suolo;
  - o il ripristino delle eventuali opere, linee di servizi (elettriche, telefoniche, etc...) intercettate durante il percorso degli automezzi per il trasporto delle turbine al parco;
- Per quanto riguarda le operazioni di scavo:
  - o Preliminarmente alla realizzazione delle opere il terreno vegetale sarà asportato avendo cura di selezionare e stoccare separatamente gli orizzonti superficiali ricchi di humus e quelli più profondi, ai fini di un riutilizzo per i successivi ripristini ambientali;
  - o I materiali profondi derivanti dagli scavi verranno riutilizzati in sito per la costruzione delle strade;
  - o Dovranno essere minimizzati gli spazi occupati dal materiale temporaneamente accantonato per la successiva stesura nelle piazzole a fine lavori, e dovrà essere evitata la dispersione dello stesso materiale, qualora in esubero rispetto alle necessità, nelle aree non di stretta pertinenza delle stesse piazzole;
- La realizzazione di strade e piazzole comprenderà opportuni sistemi per il drenaggio delle acque meteoriche allo scopo di evitare l'accumulo nelle zone di lavoro. Saranno curate le pendenze e realizzate opere di drenaggio in corrispondenza dei principali punti di raccolta delle acque. Al fine di evitare il rilascio di carburanti, lubrificanti ed altri idrocarburi nelle aree di cantiere sarà particolarmente curata l'esecuzione dei rifornimenti di carburanti e lubrificanti ed il controllo giornaliero dei circuiti oleodinamici dei mezzi operativi. Saranno altresì previsti opportuni piani di sicurezza da mettere in atto in caso di contaminazione accidentale del terreno con idrocarburi.
- Si provvederà alla scrupolosa raccolta di tutti i rifiuti prodotti durante il cantiere previa separazione prima della destinazione finale mediante conferimento a ditte autorizzate al loro smaltimento: si tratterà

NARBONIS Wind Srl    Ing. Sergio Lai	N° Doc. IT-Vestas-CLP-CW-CD-TR-001-Rev.0	Rev 0	Pagina 39 di 41
--------------------------------------	---	-------	--------------------

comunque di rifiuti non pericolosi derivati prevalentemente da imballaggi e che saranno raccolti e gestiti in modo differenziato secondo le vigenti disposizioni.

## 11.            Dismissione dell'impianto

Alla fine del periodo di concessione contrattuale delle aree dove sono posizionati gli aero-generatori, tutti i manufatti fuori terra, aerogeneratori e stazione di trasformazione verranno regolarmente smontati in modo da poter riciclare quanto possibile e procedere a ripristinare lo stato dei luoghi ex-ante.

Lo smantellamento avverrà nel pieno rispetto di tutte le norme ambientali e di sicurezza e può essere schematizzato nelle fasi seguenti:

- Disconnessione dell'impianto dalla rete elettrica
- Messa in sicurezza degli aerogeneratori
- Smontaggio delle apparecchiature elettriche ubicate all'interno degli aerogeneratori
- Smontaggio della sottostazione elettrica
- Smontaggio rotore
- Smontaggio navicella
- Smontaggio torre
- Recupero dei cavi elettrici di media tensione tra aerogeneratori e sottostazione elettrica
- Demolizione delle platee di fondazione della sottostazione e degli aerogeneratori

### 11.1.    Rimozione aerogeneratori e ripristino area piazzole e viabilità di servizio

La rimozione degli aerogeneratori verrà effettuata da ditte specializzate nel campo delle demolizioni industriali, che provvederanno anche al recupero dei materiali.

Le torri degli 8 aerogeneratori verranno smontate e ridotte in pezzi tali da consentirne il trasporto presso aziende di riciclaggio.

Allo stesso modo, i rottami ricavati dalla demolizione degli aerogeneratori verranno conferiti in impianti dedicati allo smaltimento e riciclaggio dell'acciaio. Si stima di poter ricavare complessivamente dalla demolizione circa 5.400 tonnellate di materiale che verranno in buona parte riutilizzate, infatti tutte le componenti metalliche dell'impianto saranno sicuramente recuperate e vendute o riutilizzate in fase di dismissione.

I plinti di fondazione degli aerogeneratori verranno demoliti fino alla quota di -1 m dal piano di campagna, e i materiali di risulta verranno trasportati ad apposita discarica. Il ripristino delle aree occupate dalle piazzole e dalla viabilità a servizio degli aerogeneratori avverrà secondo le seguenti fasi:

<b>NARBONIS</b> Wind Srl    Ing. Sergio Lai	N° Doc. IT-Vestas-CLP-CW-CD-TR-001-Rev.0	Rev 0	Pagina 40 di 41
---	---	-------	--------------------

- rimozione di parte del terreno di riporto per le piazzole in rilevato. Il materiale di risulta sarà utilizzato per coprire le parti in scavo o trasportato a discarica.
- Disfacimento della pavimentazione, costituita da uno strato di fondazione con misto granulare naturale di 40 cm e dal soprastante strato di misto artificiale di cm 10. Trasporto a discarica del materiale
- Stesa e modellazione di terra da coltivo.

### 11.2. Rimozione sottostazione elettrica e cavi elettrici

La sottostazione elettrica e tutte le sue apparecchiature al suo interno verranno demolite e dismesse alla fine della vita utile dell'impianto; l'area verrà ripristinata alle condizioni iniziali mediante stenditura di terra da coltivo.

Durante le operazioni di dismissione dell'impianto verranno demoliti i pozzetti di ispezione dei cavidotti e verranno sfilati dagli stessi i cavi elettrici.

Il rame ricavato dai cavi verrà venduto a specifiche imprese che provvederanno al suo riciclaggio.

### 11.3. Costi di dismissione

I costi complessivi di dismissione per il parco eolico in oggetto (che verranno recuperati in buona parte con il riutilizzo delle materie prime che compongono il Parco eolico – quali acciaio, ferro materiali elettrici etc...) sono stati stimati in € 2.000.000.

## 12. Cronoprogramma dei lavori

I tempi di realizzazione dei lavori, elaborato nella fase progettuale, è costituito da quattro fasi principali che si svilupperanno nella sequenza di seguito descrittiva. Si ricorda che i tempi sono indicati a partire dall'operatività della fase di attuazione del progetto.

#### *Fase 1:*

- Puntuale definizione delle progettazioni esecutive delle strutture e degli impianti;
- Definizione dei rapporti di proprietà;
- Preparazione del cantiere ed esecuzione delle recinzioni necessarie;

#### *Fase 2:*

- *Picchettamento delle piazzole su cui sorgeranno le torri;*
- *Tracciamento della viabilità di servizio e delle aree da cantierizzare;*
- *Esecuzione dei cavidotti interni alle aree di cantiere;*
- *Esecuzione della viabilità.*

#### *Fase 3:*

- *Esecuzione degli scavi;*



NARBONIS Wind Srl    Ing. Sergio Lai	N° Doc. IT-Vestas-CLP-CW-CD-TR-001-Rev.0	Rev 0	Pagina 41 di 41
--------------------------------------	---	-------	--------------------

- *Realizzazione delle opere di fondazione;*
- *Ultimazione della rete elettrica;*
- *Realizzazione dei cavidotti esterni;*
- *Installazione degli aerogeneratori;*
- *Realizzazione e montaggio dei quadri elettrici di progetto;*
- *Collegamenti elettrici.*

*Fase 4:*

- *Realizzazione delle parti edilizie accessorie nella sottostazione;*
- *Allacciamento delle linee;*
- *Completamento definitivo dell'impianto ed avviamento dello stesso;*
- *Commissioning e collaudo delle opere realizzate;*
- *Smobilizzo di ogni attività di cantiere*

Per la realizzazione dell'impianto è previsto un tempo complessivo massimo di 10 mesi