






# REGIONE SARDEGNA

Provincia di Sassari

COMUNE DI CALANGIANUS



| REV. | DESCRIZIONE                | DATA       | REDATTO       | CONTROL.    | APPROV.  |
|------|----------------------------|------------|---------------|-------------|----------|
| 01   | EMISSIONE PER ENTI ESTERNI | 03/05/2024 | SIGNORELLO A. | BELFIORE G. | FURNO C. |
| 00   | EMISSIONE PER COMMENTI     | 28/03/2024 | SIGNORELLO A. | BELFIORE G. | FURNO C. |

|  |                       |   |       |   |  |
|--|-----------------------|---|-------|---|--|
| Committente:   |                       |  <p><b>AEI WIND PROJECT XVI S.R.L.</b><br/>P.I. 17264911003<br/>Via Savoia 78<br/>00198 Roma</p> |       |   |  |
| Società di Progettazione:  |                       | <i>Ingegneria &amp; Innovazione</i>   |       | Progettista/Resp. Tecnico:  |  |
|  <p>Via Jonica, 16 – Loc. Belvedere<br/>96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409<br/>Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it</p> |                       |   |       | Dott. Ing. Cesare Furno<br>Ordine degli Ingegneri<br>della Provincia di Catania<br>n° 6130 sez. A   |  |
| Progetto:  |                       |   |       |   |  |
| IMPIANTO EOLICO TEMPIO II  |                       |   |       |   |  |
| Tavola:  |                       |   |       |   |  |
| RELAZIONE SULLA DISMISSIONE DELL'IMPIANTO E<br>RIPRISTINO DEI LUOGHI   |                       |   |       |   |  |
| Scala:   | Nome DIS/FILE:        | Allegato:   | F.to: | Livello:  |  |
| —:—  | C23046S05-PD-RT-13-01 | 1/1   | A4    | DEFINITIVO  |  |
| Il presente documento è di proprietà della ANTE GROUP S.r.l.<br>È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.       |                       |   |       |   |  |
|  |                       |   |       |    |  |



## INDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. <b>PREMESSA</b> .....   | 3  |
| 2. Scopo del Documento .....   | 4  |
| 3. Piano di dismissione dell'impianto a fine della sua vita utile .....  | 4  |
| 3.1. Descrizione delle opere .....                                       | 4  |
| 3.2. Caratteristiche dei nuovi aerogeneratori .....                      | 5  |
| 3.2.1. Torre di sostegno .....   | 5  |
| 3.2.2. Navicella .....   | 6  |
| 3.2.3. Rotore.....   | 8  |
| 3.2.4. Plinto di fondazione .....  | 12 |
| 3.3. Dismissione degli impianti .....                                    | 15 |
| 3.4. Opere di smobilizzo .....   | 16 |
| 3.4.1. Smontaggio aerogeneratori e anemometri .....                      | 16 |
| 3.4.2. Demolizione parziale delle fondazioni in calcestruzzo armato..... | 17 |
| 4. Trasporto a smaltimento dei materiali di risulta.....                 | 18 |
| 5. Opere di ripristino ambientale .....                                  | 19 |
| 6. Valutazione economica .....   | 20 |
| 6.1. Quadro riepilogativo per capitoli e sottocapitoli di spesa .....    | 20 |

## 1. PREMESSA

Per conto della società proponente, AEI WIND PROJECT XVI S.R.L., società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di ABEI ENERGY & INFRASTRUCTURE S.L., dedicata allo sviluppo, realizzazione e gestione per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, la società Antex Group S.r.l. ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato Impianto eolico "Tempio II" da realizzarsi nel territorio del Comune di Calangianus, appartenente alla provincia di Sassari. Il progetto prevede l'installazione di n. 6 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno, per una potenza complessiva pari a 39,6 MW. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete elettrica nazionale tramite la posa di un cavidotto interrato su strade esistenti e la realizzazione di una nuova cabina utente per la consegna collegata in antenna a 36 kV sulla nuova Stazione Elettrica (SE) di Smistamento della RTN a 150 kV in GIS denominata "Tempio" (prevista dal Piano di sviluppo Terna) da collegare, tramite due nuovi elettrodotti a 150 kV, a una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN a 380/150 kV da collegare tramite un elettrodotto 380 kV al futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN di Codrongianos. Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl. Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

Antex Group pone a fondamento delle proprie attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

## 2. Scopo del Documento

Il piano prevede nel suo complesso la fase di dismissione del parco eolico previsto alla fine della vita utile, così come previsto dall'articolo 12 del d.Lgs 29 dicembre 2003, n. 387 e ss.mm.ii. vige "l'obbligo alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi a carico del soggetto esercente a seguito della dismissione dell'impianto".

Obiettivo dello studio, nel suo complesso, è quello di mirare alle azioni di ripristino dei luoghi volti a rendere tutte le aree utilizzate fruibili alla comunità, conservando tutte le infrastrutture utili a tale scopo come le strade interne, qualora queste siano e rimangono d'interesse strategico per la fruizione dei terreni, ed eliminando le infrastrutture tecnologiche strettamente connesse all'impianto come le fondazioni ed i cavi interrati. Il piano di dismissione prevede il recupero con il contestuale riciclo di tutte quelle opere ed impianti che hanno un valore economico sul libero mercato o che possono essere utili alla successiva manutenzione di un altro parco in qualità di ricambi.

## 3. Piano di dismissione dell'impianto a fine della sua vita utile

### 3.1. Descrizione delle opere

La zona di progetto risulta servita da una rete di viabilità esistente a servizio dei fondi agricoli e delle aree circostanti e rafforzata di nuovi tratti, ove necessari, per raggiungere la collocazione delle torri eoliche. Sono previsti da progetto la realizzazione di piazzole di servizio utilizzate per accedere ad ognuna delle piattaforme degli aerogeneratori, sia durante la fase di esecuzione delle opere che nella successiva manutenzione del parco eolico.

Nella definizione del layout dell'impianto (disposizione aerogeneratori di progetto) è stata sfruttata la viabilità esistente sul sito (strade comunali, provinciali e vicinali, sterrate, ecc.), allo scopo di contenere gli interventi. A tal fine è stata predisposta la progettazione, sulla scorta dei rilievi topografici effettuati, interessando quasi esclusivamente strade e piste esistenti.

I nuovi tracciati si svilupperanno, ove possibile, in modo tale da interessare marginalmente i fondi agricoli; essi avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire, per quanto possibile, la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o riporto. L'accesso ai siti di installazione, pertanto, avviene sfruttando per la maggior parte la viabilità esistente, sulla quale verranno effettuati interventi prevalentemente puntuali e di adeguamento, sempre in sintonia con l'ambiente circostante: compattazione e ricarica del fondo, allargamento della sede stradale, pulizia laterale, piccoli aggiustamenti del tracciato.

Le strade in particolare che seguono e consolidano i tracciati già esistenti, saranno realizzate in stabilizzato ecologico composto da frantumato di cava dello stesso colore del terreno. Lievi modellazioni e rilevati in terra delimitano le piazzole di servizio. L'area necessaria per la movimentazione durante la fase di cantiere, a montaggio ultimato degli aerogeneratori, subirà un processo di rinaturalizzazione e durante il periodo di esercizio dell'impianto, sarà ridotta a semplice diramazione delle strade che servono le piazzole.

Il sistema complessivo di infrastrutture dell'impianto (accessi, strade, piazzole, e cavidotti), è pensato per assolvere le funzioni strettamente legate alla fase di cantiere e alla successiva manutenzione degli aerogeneratori, applicando criteri di reversibilità.

### 3.2. Caratteristiche dei nuovi aerogeneratori

L'aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è ad asse orizzontale con rotore tripala e potenza massima di 6600 KW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

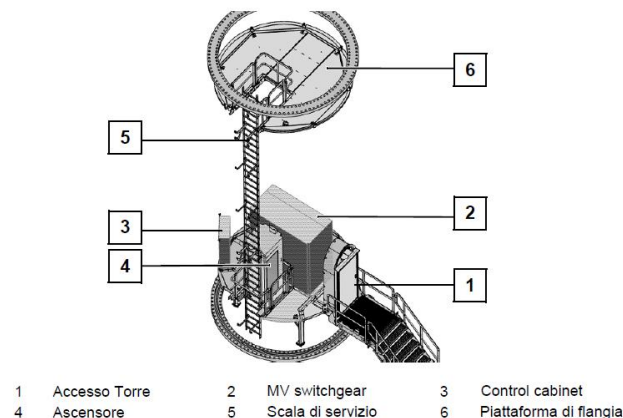
- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo di 170 m, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- sostegno tubolare troncoconico in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore al massimo pari a 155 m.

I tronchi di torre sono realizzati da lastre in acciaio laminate, saldate per formare una struttura tubolare troncoconica. La fondazione è di tipo diretta di forma troncoconica con diametro alla base pari a 26,50 m e un'altezza complessiva di 4,30 m. All'interno del plinto di fondazione è annessa una gabbia metallica di forma cilindrica per l'ancoraggio della torre.

#### 3.2.1. Torre di sostegno

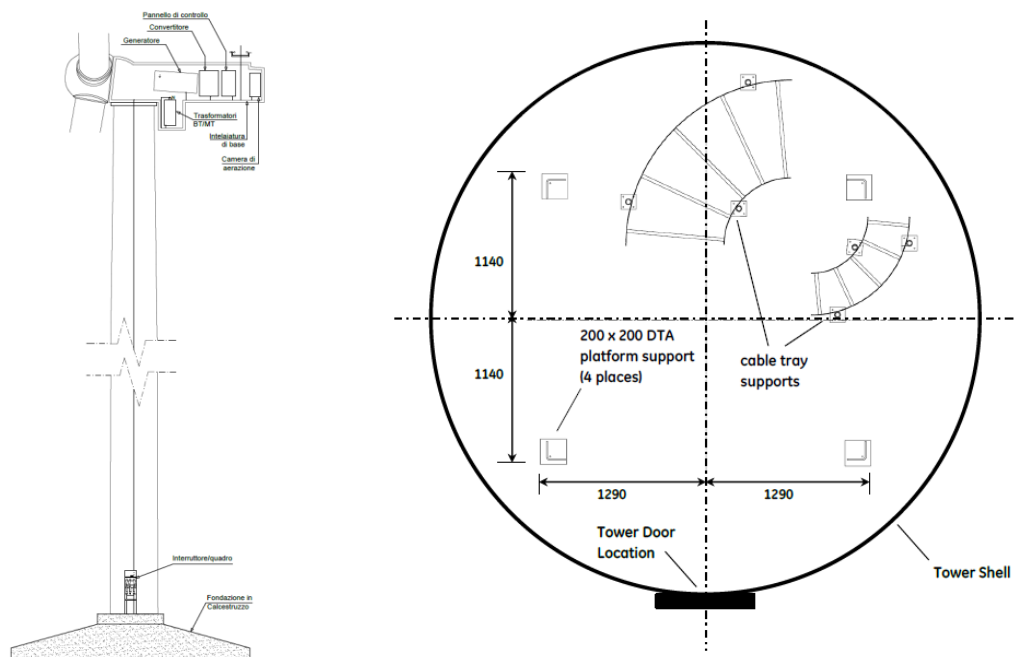
La torre di sostegno di tipo tubolare avrà una struttura in acciaio ed un'altezza complessiva fino all'asse del rotore pari a 155 m, con forma tronco-conica, e sarà costituita da sette conci. Le diverse sezioni saranno ottimizzate per lunghezza, diametro e peso allo scopo di assicurare anche un peso adeguato al trasporto. Il collegamento tra le singole sezioni sarà realizzato in cantiere tramite flange bullonate fra loro. Il design dei tubi in acciaio è scelto in modo tale da permettere una combinazione modulare dei segmenti alle altezze al mozzo necessarie. Le sezioni di cui si compone la torre saranno realizzate in officina quindi trasportati e montati in cantiere. La protezione dalla corrosione necessaria è realizzata da un rivestimento a più strati da sistemi di verniciatura conformi alla specificazione di protezione dalla corrosione.

Le singole sezioni della torre saranno dotate di relative piattaforme di montaggio, sistemi di scale con elementi di sostegno, sistemi di illuminazione a norma e sistemi di illuminazione di emergenza. Dalla base si può raggiungere la navicella, posizionata sulla sommità della torre, attraverso una scala interna dotata di dispositivi anticaduta e/o ascensore di servizio.



**Figura 1** Particolare tipo del primo modulo della torre con apertura per l'accesso

In corrispondenza di ogni concio della torre, è prevista una piattaforma di sosta (piattaforma di flangia) che interrompe la salita; internamente l'illuminazione della torre viene garantita con continuità da un sistema di emergenza. Per evitare di raggiungere frequentemente la navicella attraverso la scala, i sistemi di controllo del convertitore (MV switchgear) e di comando (Contro Cabinet) dell'aerogeneratore sono posizionati su una piattaforma alla base della torre. Dalla navicella l'energia prodotta viene trasportata ai quadri a base torre attraverso cavi schermati che scendono in verticale all'interno di una passerella.



**Figura 2** Disposizione tipo degli elementi interni di un aerogeneratore

Tutti i segnali di controllo, infine vengono trasmessi alla navicella attraverso cavi a fibre ottiche. Per garantire la protezione alla corrosione, la torre sarà rivestita con un sistema di verniciatura multistrato in conformità alla norma EN ISO 12944; tutte le saldature saranno verificate a raggi X o con equivalenti sistemi ad ultrasuoni. La finitura esterna della struttura sarà di colore chiaro tipo RAL 9018 o 7035.

### 3.2.2. Navicella

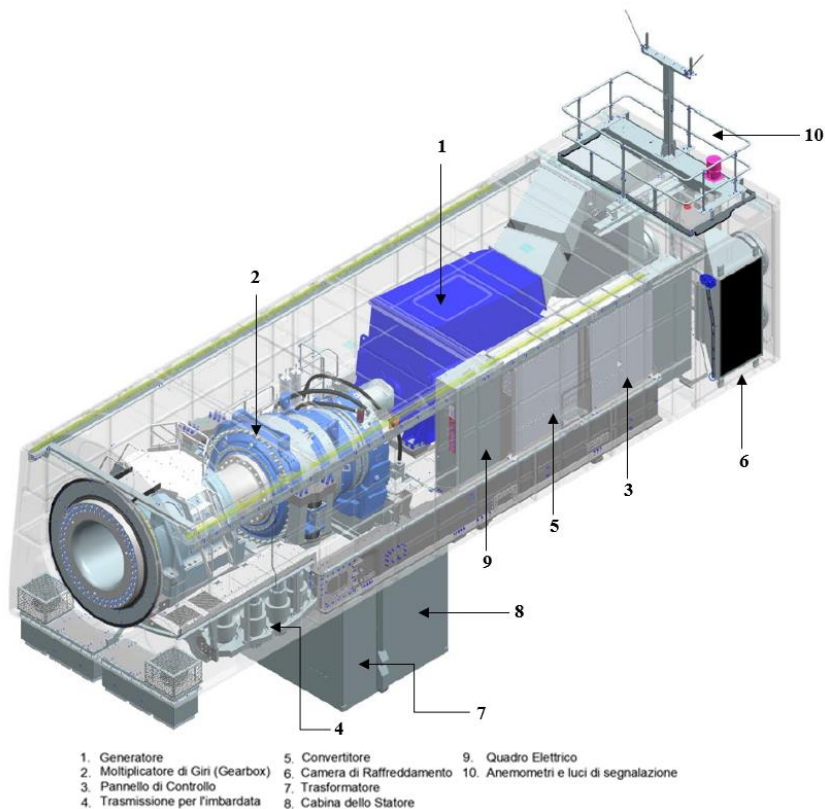
La navicella è il corpo centrale dell'aerogeneratore, costituita da una struttura portante in acciaio e rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro in matrice epossidica), è vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata. È costituita da una struttura portante in acciaio e rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro in matrice epossidica) al cui interno sono contenute le principali apparecchiature elettromeccaniche necessarie alla generazione di energia elettrica; in particolare si distinguono:

- Albero Lento;



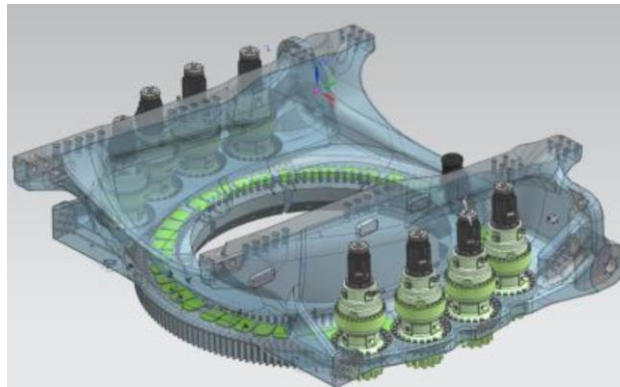
- Moltiplicatore di giri;
- Albero Veloce;
- Generatore;
- Convertitore;
- Trasformatore MT/BT.

Tutte le componenti modulari sono assemblate alla base torre. Ciò consente l'utilizzo di una gru di dimensioni ridotte per l'assemblaggio in sito e semplifica i successivi lavori di manutenzione e riparazione. La navicella contiene l'albero lento, unito direttamente al mozzo, che trasmette la potenza captata dalle pale al generatore attraverso un moltiplicatore di giri. Il moltiplicatore di giri serve per trasformare la rotazione lenta delle pale in una rotazione più veloce dell'albero alla velocità tale da attivare l'alternatore che genera la corrente. Il generatore è del tipo asincrono trifase, a doppia alimentazione, tensione nominale ai morsetti pari a 690V e frequenza di 50/60 Hz; la potenza nominale massima è di 6.600 kW (massima produzione per il progetto in esame 6.400 kW).



**Figura 3 – Navicella tipo e sua composizione interna**

All'interno della navicella trova posto il sistema di imbardata che garantisce l'allineamento del rotore alla direzione del vento. In tale sistema un sensore, la banderuola, indica lo scostamento dell'asse della direzione del vento e aziona un motore che riallinea la navicella; essa forniscono una misurazione molto accurata della direzione del vento. Ciò consente di ottimizzare la resa e contemporaneamente evitare carichi aggiuntivi sull'aerogeneratore causati da un flusso d'aria obliquo.

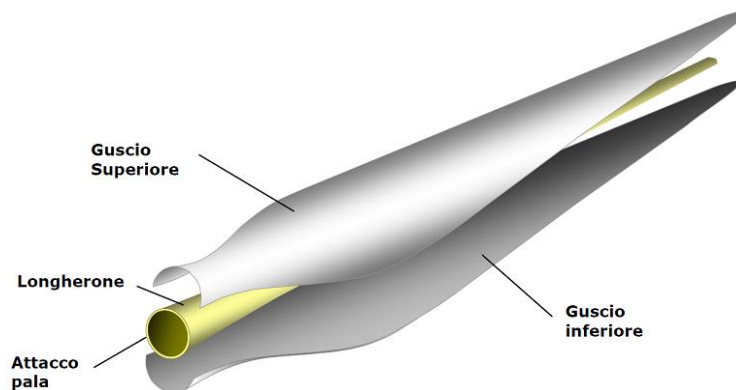


**Figura 4 – Sistema di imbardata**

Per l'assorbimento acustico l'intera navicella è rivestita di materiale fonoassorbente.

### 3.2.3. Rotore

Il rotore si trova all'estremità dell'albero ed è costituito da tre pale, realizzate in materiale composito formato da fibre di vetro in matrice epossidica e fibre di carbonio, e fissate ad un mozzo, corrispondente all'estremo anteriore della navicella; il mozzo del rotore, realizzato in ghisa sferoidale, è montato sull'albero con un attacco a flangia e le dimensioni sono sufficienti a garantire l'accesso ai tecnici durante le fasi di manutenzione. Il diametro del rotore, per le macchine in progetto, è pari a 170 m mentre le singole pale hanno una lunghezza di 83,50 m.



**Figura 5 – Particolare costruttivo della pala**

La pala del rotore viene testata staticamente e dinamicamente in conformità alle linee guida IEC 61400-23 e DNVGL-ST-0376(2015).

| Pale           | SG170   |
|----------------|---------|
| Lunghezza pala | 83,50 m |
| Corda massima  | 4,5 m   |
| Corda al 90%   | 1,209 m |



|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Materiale</b>         | Fibre di vetro in matrice epossidica e fibre di carbonio |
| <b>Tipo di Struttura</b> | Struttura a guscio alare                                 |
| <b>Connessione pale</b>  | Attacchi filettati in acciaio                            |

**Figura 6 – Dati delle pale**

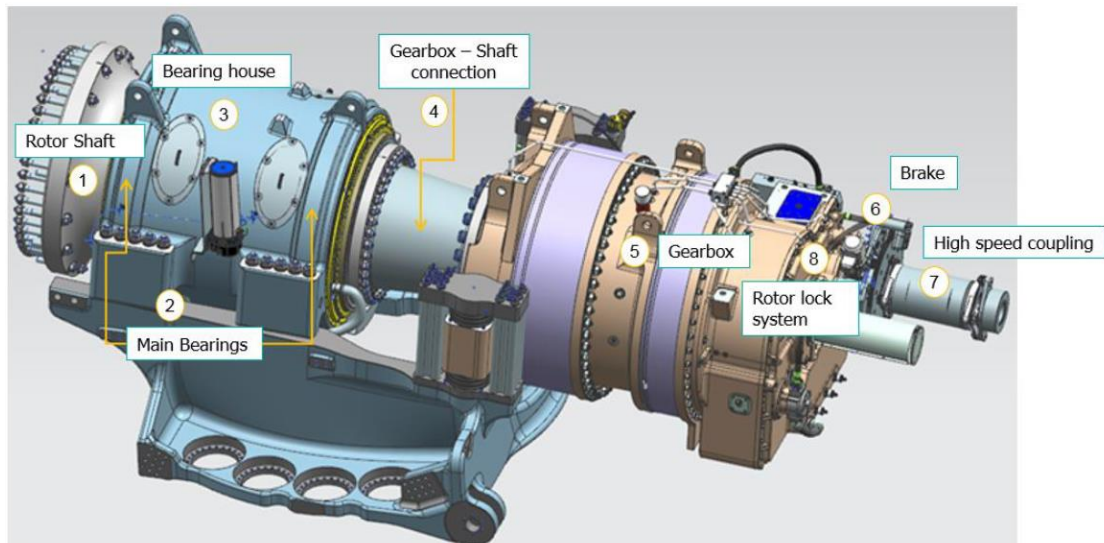
La velocità di rotazione nominale prevista è pari a 8.8 rpm. Associato ad un sistema di regolazione del passo delle pale (pitch system), il rotore garantisce le migliori prestazioni possibili, infatti, si può adattare alla specifica della rete elettrica e, nello stesso tempo, ridurre le emissioni acustiche. Il sistema di regolazione del passo serve a regolare l'angolazione delle pale del rotore in funzione dati di input del sistema di controllo.

| <b>Rotore</b>                         | <b>SG170</b>          |
|---------------------------------------|-----------------------|
| <b>Diametro</b>                       | 170 m                 |
| <b>Area Spazzata</b>                  | 22.698 m <sup>2</sup> |
| <b>Velocità di Rotazione Nominale</b> | rpm 8.8               |
| <b>Senso di Rotazione</b>             | Orario                |
| <b>Orientamento</b>                   | Sopravento            |
| <b>Tilt</b>                           | 6°                    |
| <b>Angolo del mozzo</b>               | 6°                    |
| <b>Numero pale</b>                    | 3                     |

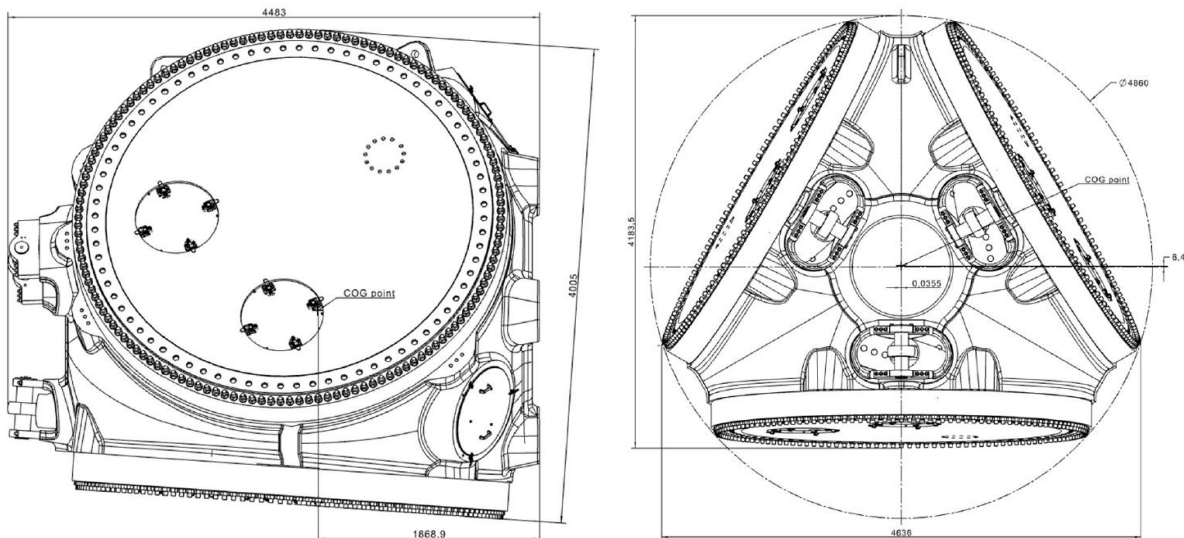
**Figura 7 – Dati Rotore**

Le pale sono costruite con un profilo alare che ottimizza la produzione di energia in funzione della velocità variabile del vento. Per offrire il minore impatto possibile al paesaggio ed all'ambiente, le pale saranno verniciate con colore tipo RAL 7035 o 9018. Per le segnalazioni di sicurezza aerea e di visibilità, quando previsto, il Tip-End (le estremità delle stesse) delle pale potrà avere una colorazione RAL 2009 (traffic orange) o RAL 3020 (traffic red). È previsto un sistema parafulmine integrato che protegge le pale dalle scariche atmosferiche.

Considerando l'altezza della torre ed il diametro del rotore, in ogni caso, l'altezza totale massima dell'aerogeneratore (TIP) non supererà i 240,00 m circa. L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto (drive train) è il mozzo (hub).

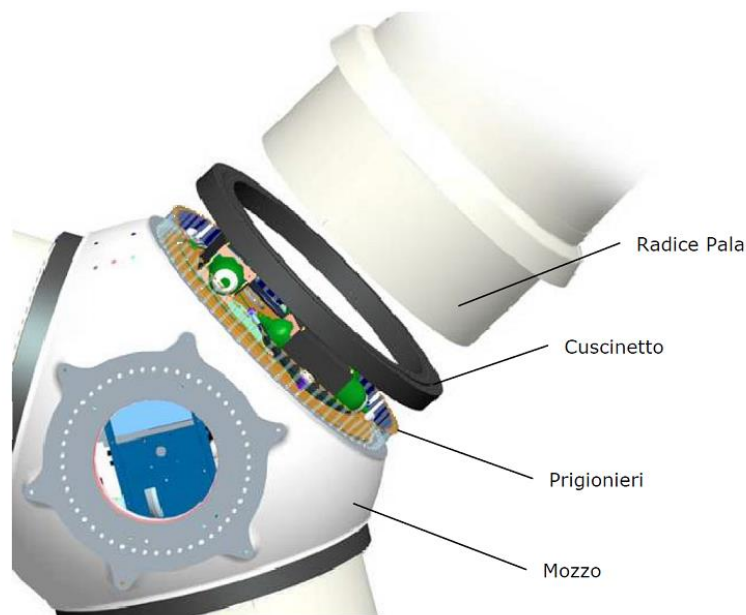


**Figura 8 – Sistema di trasmissione del moto (Drive Train)**



**Figura 9 – Hub (mozzo) SG6.6 - 170**

I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo.





**Figura 10** – Particolare del collegamento tra il mozzo e la pala

Il gruppo mozzo è schermato secondo il principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno.

Il mozzo sarà realizzato con una struttura in unica fusione a forma combinata di stella e sfera, in modo tale da ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute. La costruzione sferoidale combina elevata resistenza meccanica e duttilità.

La turbina eolica funziona automaticamente. Si avvia automaticamente quando la coppia aerodinamica raggiunge un certo valore di vento e i sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico.

Al di sotto della velocità del vento nominale, il controller della turbina eolica opera con passo delle pale costante e velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale. A potenza nominale e ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante. Le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità. Le pale sono collegate al mozzo mediante cuscinetti ed il passo è regolato autonomamente per ogni pala. Gli attuatori del passo, che ruotano con le pale, sono motori a corrente continua che agiscono sulla dentatura interna dei cuscinetti tramite un ingranaggio a bassa velocità. Per sincronizzare le regolazioni delle singole pale viene utilizzato un controller sincrono molto rapido e preciso. Per mantenere operativi gli attuatori del passo in caso di guasti alla rete o all'aerogeneratore ogni pala del rotore ha un proprio set di batterie che ruotano con la pala. Gli attuatori del passo, il carica batteria ed il sistema di controllo sono

|   |  |  |        |
|---|--|--|--------|
|  <p><b>AEI WIND<br/>PROJECT XVI S.R.L.</b><br/>P.I. 17264911003<br/>Via Savoia 78<br/>00198 Roma</p> | <p>IMPIANTO EOLICO TEMPIO II</p> <p><b>RELAZIONE SULLA DISMISSIONE DELL'IMPIANTO E<br/>RIPRISTINO DEI LUOGHI</b></p> |  <p><b>Antex</b><br/>group<br/>Ingegneria &amp; Innovazione</p> |        |
|   |  | 03/05/2024   | REV: 1 |

posizionati nel mozzo in modo da essere completamente schermati e quindi protetti in modo ottimale contro gli agenti atmosferici o i fulmini.

Oltre a controllare la potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario.

Durante la normale azione di frenaggio, i bordi d'attacco delle pale vengono ruotati in direzione del vento. Il meccanismo di controllo del passo agisce in modo indipendente su ogni pala. Pertanto, nel caso in cui l'attuatore del passo dovesse venire a mancare su due pale, la terza può ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi. In tal modo si ha un sistema di sicurezza a tripla ridondanza. In condizioni climatiche di bufera in cui la velocità media del vento supera il limite massimo di esercizio, l'aerogeneratore viene spento ed il sistema di controllo posiziona le pale del rotore nella configurazione a bandiera, ad incidenza aerodinamica nulla. Ciò riduce nettamente il carico sull'aerogeneratore, e quindi sulla torre. Quando la velocità media del vento torna al di sotto della velocità media del vento di riavvio, i sistemi si resettano automaticamente, facendo così ripartire la turbina eolica.

### 3.2.4. Plinto di fondazione

Nella progettazione delle opere di fondazione si deve assicurare che il piano di posa sia situato ben al di sotto della coltre del terreno vegetale e dallo strato interessato dal gelo e da significative variazioni di umidità stagionali; inoltre, il piano di posa deve garantire il riparo da fenomeni di erosione superficiale delle opere di fondazione in oggetto. Si sottolinea che le strutture di fondazione in oggetto, non risultando in vicinanza di manufatti esistenti, non influenzeranno il comportamento di altri manufatti.

Il piano di posa sarà opportunamente regolarizzato con conglomerato cementizio magro.

Le azioni di progetto prese in considerazione sono:

- Azioni dovute al peso proprio;
- Azioni dovute ai carichi permanenti;
- Azione del vento;
- Azione termica;
- Azione sismica (ai sensi delle NTC 2018).

Ai fini della progettazione delle strutture di fondazione saranno tenute in conto le seguenti combinazioni, per avere i casi di verifica più severi.

- Peso proprio sul plinto + azioni permanenti della torre + azioni dovute al vento.
- Peso proprio sul plinto + azioni permanenti della torre + azioni dovute al vento + azione sismica.

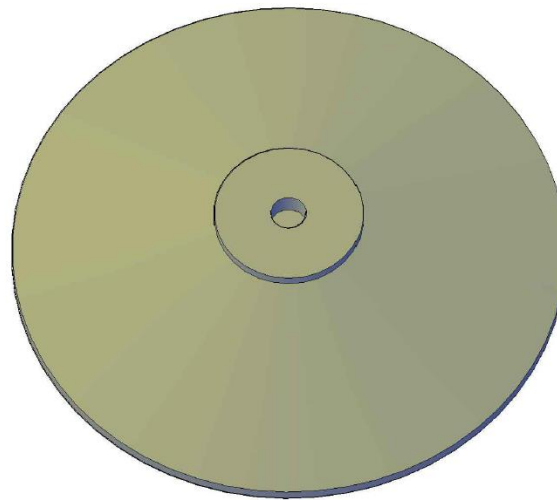
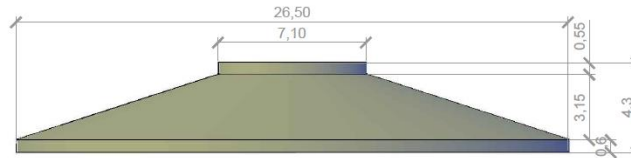
Inoltre, per le fondazioni delle torri verranno effettuate:

- la verifica di stabilità a ribaltamento, assicurando che il momento ribaltante sia minore del momento stabilizzante;
- la verifica di stabilità alla traslazione, assicurando che la risultante delle forze alla traslazione siano minori della risultante delle forze che si oppongono alla traslazione;
- la verifica della portanza del terreno di fondazione, assicurando che la portanza del terreno sia maggiore della tensione massima;



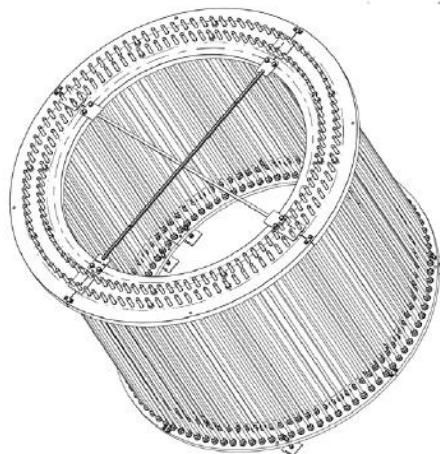
- verifica dei cedimenti assoluti e differenziali.

La fondazione di ciascun aerogeneratore sarà costituita da un plinto in calcestruzzo di cls armato di forma tronco-conica con diametro pari a 26,50 m ed altezza pari a 4,3 m (fig. 1)





**Figura 11** *Fondazione Tipo*

All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia di ancoraggio metallica cilindrica dotata di una flangia superiore di ripartizione dei carichi ed una flangia inferiore di ancoraggio (fig. 2). Entrambe le flange sono dotate di due serie concentriche di fori che consentiranno il passaggio di barre filettate ad alta resistenza e, a quella superiore tramite un giunto bullonato, verrà unito il modulo tubolare di base della torre stessa.



**Figura 12** *Sistema di ancoraggio della torre annegato nella fondazione*

|   |  |   |            |        |        |
|---|--|---|------------|--------|--------|
|  <p><b>AEI WIND<br/>PROJECT XVI S.R.L.</b><br/>P.I. 17264911003<br/>Via Savoia 78<br/>00198 Roma</p> | <p>IMPIANTO EOLICO TEMPIO II</p> <p><b>RELAZIONE SULLA DISMISSIONE DELL'IMPIANTO E<br/>RIPRISTINO DEI LUOGHI</b></p> |  <p>Ingegneria &amp; Innovazione</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="1129 246 1252 295">03/05/2024</td> <td data-bbox="1252 246 1364 295">REV: 1</td> <td data-bbox="1364 246 1484 295">Pag.14</td> </tr> </table> | 03/05/2024 | REV: 1 | Pag.14 |
| 03/05/2024  | REV: 1   | Pag.14  |            |        |        |

Le dimensioni del plinto derivano da un pre-dimensionamento che dovrà essere opportunamente confermato in sede di progettazione esecutiva.

I materiali da utilizzare saranno, salvo diverse prescrizioni del progetto esecutivo:

- Calcestruzzo C 20/25 per il magrone;
- Acciaio per armatura c.a. B450C;
- Calcestruzzo ad alta resistenza C 40/50 additivato per raggiungere una consistenza di grado S5 per il plinto;
- Calcestruzzo ad altissima resistenza C 45/55 additivato per raggiungere una consistenza di grado S4 per il colletto del concio di base;
- Malta cementizia con nanotecnologie ad alta resistenza del tipo Masterflow 9002 per l'inghisaggio della flangia superiore del sistema di ancoraggio di base.

Nella fondazione, oltre al sistema di ancoraggio della torre, saranno posizionate le tubazioni passacavo in PVC corrugato, nonché gli idonei collegamenti alla rete di terra.

Il sito di ciascuna torre sarà oggetto di puntuali indagini finalizzate a determinare la successione stratigrafica, la natura degli strati e le caratteristiche geologiche-geotecniche di ciascuno strato, la presenza di fenomeni carsici e di eventuali sacche di materiale incoerente non compatibile con le sollecitazioni indotte dalle sovrastrutture e necessarie, quindi, di preventiva bonifica.

Per la progettazione si sono applicate le nuove N.T.C. di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modificazioni.

Per quanto attiene i materiali, in particolare la classe della miscela di calcestruzzo da utilizzare, oltre alle caratteristiche di resistenza meccanica necessarie per la sicurezza strutturale in relazione alle sollecitazioni agenti, dovranno considerarsi le caratteristiche dell'ambiente di posa in opera in relazione ai rischi di corrosione delle armature o di attacco chimico connesse, per soddisfare i requisiti di durabilità dell'opera.

### 3.3. Dismissione degli impianti

A seguito della sua entrata in esercizio, e quindi in produzione, la vita utile delle macchine è prevista in circa 30 anni, e successivamente soggetto ad interventi di dismissione o eventualmente nuovo rifacimento. Con la dismissione dell'impianto verrà ripristinato lo stato "ante operam" dei terreni interessati.



Si può comunque prevedere, in caso di dismissione per obsolescenza delle macchine, che tutti i componenti recuperabili o avviabili ad un effettivo riutilizzo in altri cicli di produzione saranno smontati da personale qualificato e consegnati a ditte o consorzi autorizzati al recupero.

Lo smantellamento del parco sarà effettuato da personale specializzato, senza arrecare danni o disturbi all'ambiente.

Quanto riportato di seguito costituisce la descrizione tipica delle attività da intraprendere per il completo smantellamento di un parco eolico:

- smontaggio del rotore che verrà collocato a terra per poi essere smontato nei componenti e cioè pale e mozzo di rotazione;
- Smontaggio della navicella;
- Smontaggio de trami tubolari in acciaio;
- Demolizione del plinto di fondazione;
- Rimozione dei cavidotti e relativi cavi di potenza quali:
  - cavidotti di collegamento tra gli aerogeneratori;
  - cavidotti di collegamento alla cabina di raccolta AT;
  - cavidotto di collegamento tra la cabina di raccolta e lo stallo dedicato della stazione RTN esistente;
- Smantellamento area della Cabina di raccolta, comprensiva di:
  - fondazioni;
  - cavidotti interrati interni;
  - livellamento del terreno secondo l'originario andamento;
- la completa rimozione delle linee elettriche e conferimento agli impianti di recupero e trattamento secondo quanto previsto dalla normativa vigente;
- valutazione della riutilizzabilità dei cavidotti interrati interni all'impianto, e dismissione con ripristino dei luoghi per quelli non riutilizzabili;
- eventuali opere di contenimento e di sostegno dei terreni;
- eventuale ripristino della pavimentazione stradale;
- ripristino del regolare deflusso superficiale delle acque;
- sistemazione a verde dell'area secondo le caratteristiche autoctone.

Per ogni categoria di intervento verranno adoperati i mezzi d'opera e mano d'opera adeguati per tipologia e numero, secondo le fasi cui si svolgeranno i lavori come sopra indicati. Particolare attenzione viene messa nell'indicare la necessità di smaltire i materiali di risulta secondo la normativa vigente, utilizzando appositi formulari sia per i rifiuti solidi che per gli eventuali liquidi e conferendo il materiale in discariche autorizzate.

|   |  |  |            |        |        |
|---|--|--|------------|--------|--------|
|  <p><b>AEI WIND<br/>PROJECT XVI S.R.L.</b><br/>P.I. 17264911003<br/>Via Savoia 78<br/>00198 Roma</p> | <p>IMPIANTO EOLICO TEMPIO II</p> <p><b>RELAZIONE SULLA DISMISSIONE DELL'IMPIANTO E<br/>RIPRISTINO DEI LUOGHI</b></p> |  <p><b>Antex</b><br/>group<br/>Ingegneria &amp; Innovazione</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="1129 246 1252 295">03/05/2024</td> <td data-bbox="1252 246 1364 295">REV: 1</td> <td data-bbox="1364 246 1484 295">Pag.16</td> </tr> </table> | 03/05/2024 | REV: 1 | Pag.16 |
| 03/05/2024  | REV: 1   | Pag.16   |            |        |        |

Tutti i lavori verranno eseguiti a regola d'arte, rispettando tutti i parametri tecnici di sicurezza dei lavoratori ai sensi della normativa vigente.

### 3.4. Opere di smobilizzo



Le opere programmate per lo smobilizzo del campo eolico sono individuabili come segue e da effettuarsi in sequenza:

1. rimozione dalle macchine (navicelle, pale e torri) di tutti gli olii utilizzati nei circuiti idraulici e nei moltiplicatori di giri e loro smaltimento in conformità alle prescrizioni di legge a mezzo di ditte specializzate ed autorizzate allo smaltimento degli olii;
2. smontaggio dei componenti principali della macchina attraverso gru di opportuna portata (tipicamente gru semovente analoga a quella utilizzata per il montaggio);
3. stoccaggio temporaneo dei componenti principali a piè d'opera (sulla piazzola di macchina utilizzata per il montaggio): in tale fase i componenti saranno smontati nei medesimi componenti elementari utilizzati nella costruzione e montaggio (tipicamente pale, torre, navicella e quadri elettrici);
4. trasporto in area attrezzata: tali componenti hanno già dimensioni idonee, attraverso l'ausilio dei medesimi sistemi speciali di trasporto utilizzati in fase di montaggio dell'impianto, per il trasporto in area logistica localizzata in opportuna area industriale, anche non locale, dove saranno predisposte, a cura di aziende specializzate, tutte le operazioni di separazione dei componenti a base ferrosa e rame e/o di valore commerciale nel mercato del riciclaggio. In tale fase non si prevedono di effettuare in sito operazioni tali da procurare impatto ambientale superiore a quanto non già effettuato in fase di montaggio;
5. rimozione delle fondazioni: tale operazione verrà effettuata innanzi tutto provvedendo alla rimozione completa, sull'area della piazzola, dello strato superficiale di materiale inerte e del cassonetto di stabilizzato utilizzato per adeguare le caratteristiche di portanza del terreno; In tale fase verranno demoliti anche le parti terminali dei cavidotti. Il materiale di risulta verrà smaltito attraverso il conferimento a discariche autorizzate ed idonee per il conferimento del tipo di rifiuto prodotto; in alternativa, si può ipotizzare il conferimento dei calcestruzzi armati provenienti da demolizione presso un centro di riciclaggio di tali rifiuti, autorizzato. La demolizione delle fondazioni, pertanto, seguirà procedure tali (taglio ferri sporgenti, riduzione dei rifiuti a piccoli blocchi di massimo 50 cm x 50 cm x 50 cm) da rendere il rifiuto trattabile dal centro di recupero.
6. rimozione dei cavi: i cavi saranno rimossi attraverso apertura degli scavi, rimozione dei cavi e della treccia di rame e chiusura degli scavi con materiale opportuno. I cavi, laddove possibile, saranno ulteriormente lavorati per separare la parte metallica dalla guaina esterna, così da potere recuperare il metallo e smaltirlo come rottame. Le guaine saranno, comunque, smaltite in discarica.

#### 3.4.1. Smontaggio aerogeneratori e anemometri

Per quanto attiene all'attività di smantellamento degli aerogeneratori si procederà dapprima con la rimozione delle pale, che verranno sganciate dal mozzo attraverso l'attività manuale di personale appositamente addestrato per questa specifica operazione (da effettuarsi inevitabilmente in elevazione), quindi calate con le gru a terra ove verranno immediatamente caricate su automezzi per trasporto eccezionale ed inviate allo smaltimento definitivo in discarica autorizzata previa



|   |  |  |            |        |        |
|---|--|--|------------|--------|--------|
|  <p><b>AEI WIND<br/>PROJECT XVI S.R.L.</b><br/>P.I. 17264911003<br/>Via Savoia 78<br/>00198 Roma</p> | <p>IMPIANTO EOLICO TEMPIO II</p> <p><b>RELAZIONE SULLA DISMISSIONE DELL'IMPIANTO E<br/>RIPRISTINO DEI LUOGHI</b></p> |  <p><b>Antex</b><br/>group<br/>Ingegneria &amp; Innovazione</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="1129 246 1252 295">03/05/2024</td> <td data-bbox="1252 246 1364 295">REV: 1</td> <td data-bbox="1364 246 1484 295">Pag.17</td> </tr> </table> | 03/05/2024 | REV: 1 | Pag.17 |
| 03/05/2024  | REV: 1   | Pag.17   |            |        |        |

frantumazione delle stesse in area sicura (secondo la regolamentazione attuale, D.Lgs 152/2006, presso discariche per rifiuti speciali non pericolosi: i materiali di composizione delle pale sono principalmente resine epossidiche, ovvero materiali compositi non tossici o nocivi per la salute). Quindi si procederà con lo smontaggio della navicella attraverso la rimozione della ghiera che fissa il grande cuscinetto di rotazione della navicella stessa attorno all'asse verticale dell'aerogeneratore (e che ha permesso alle turbine stesse, per tutto il periodo di vita dell'impianto, di ruotare alla ricerca costante di ortogonalità con la direzione principale del vento); anche tale operazione verrà effettuata in elevazione ed in manuale da personale qualificato che provvederà dapprima a "tagliare", servendosi di fiamma ossidrica, tutti i bulloni (ormai sicuramente ossidati) che tenevano vincolata la struttura alla torre e quindi ad agganciare la navicella alla gru principale per il successivo carico su automezzo. Il box verrà trasportato in luogo sicuro (o presso il fornitore originario oppure in capannone coperto appositamente individuato in zona, ove effettuare le previste operazioni di dis-assemblaggio delle differenti parti: alcune di esse saranno destinate al recupero, altre verranno inviate a smaltimento secondo le prescrizioni legislative, così come sommariamente descritto qui di seguito:

- rotore, alberi di trasmissione, parti meccaniche in genere (in acciaio e leghe metalliche), carcassa ed ingranaggi del moltiplicatore di giri, materiali metallici di sostegno strutturale ecc.: a recupero;
- cavi elettrici in rame o alluminio, trasformatore: a recupero; c. apparecchiature elettriche/elettroniche (generatore, inverter, stabilizzatore, dispositivi ausiliari ecc): a smaltimento;
- oli di lubrificazione esausti, eventuale olio trasformatore: a smaltimento;
- involucro navicella in materiale composito: a smaltimento previa frantumazione;
- involucro navicella in lamiera: a recupero;
- quadri elettrici di media e bassa tensione, di sezionamento e protezione, di comando e controllo aerogeneratori: a smaltimento.

Infine verranno disassemblate le differenti componenti delle torri di sostegno (tubi cilindrici in acciaio della lunghezza di 20 mt circa e diametro ricompreso tra i 3 ed i 4 mt) sempre con lavoro in elevazione attraverso il taglio dei bulloni, l'ancoraggio alla gru ed il carico immediato sugli automezzi che trasporteranno i suddetti componenti direttamente al recupero; gli elementi principali costituenti tali parti sono: carcasse cilindriche in acciaio, scale interne e piattaforme/ringhiere di protezione in acciaio, cavi in rame o alluminio.



Le torri di sostegno, insieme con le parti metalliche recuperate verranno smaltite come rottami. Per ciò che riguarda gli altri elementi, in alternativa allo smaltimento, si può ipotizzare che una quota venga venduta su libero mercato, un'altra quota venga dis-assemblata (moltiplicatori di giri, generatori, carcassa in acciaio, etc..) e venduta su libero mercato o smaltita (pale e materiali non riciclabili) in discarica autorizzata.



Per quanto attiene allo smontaggio dell'anemometro di monitoraggio del vento si procederà esattamente come per le torri.

### 3.4.2. Demolizione parziale delle fondazioni in calcestruzzo armato

Ultimata la rimozione degli impianti tecnologici si procederà alla demolizione delle strutture di fondazione in calcestruzzo armato, di seguito le principali fasi di tale attività:

- scavo perimetrale effettuato con escavatore cingolato per liberare per una profondità di circa 1,00 m la struttura

|  |   |
|--|---|
| <p><i>Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.<br/>È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.<br/>La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.</i></p> | <p>Comm.: C23-046-S05</p>   |
|--|---|

|   |  |   |            |        |        |
|---|--|---|------------|--------|--------|
|  <p><b>AEI WIND<br/>PROJECT XVI S.R.L.</b><br/>P.I. 17264911003<br/>Via Savoia 78<br/>00198 Roma</p> | <p>IMPIANTO EOLICO TEMPIO II</p> <p><b>RELAZIONE SULLA DISMISSIONE DELL'IMPIANTO E<br/>RIPRISTINO DEI LUOGHI</b></p> |  <p><b>Antex</b><br/>group<br/>Ingegneria &amp; Innovazione</p> <table border="1" data-bbox="1129 246 1484 295"> <tr> <td data-bbox="1129 246 1252 295">03/05/2024</td> <td data-bbox="1252 246 1364 295">REV: 1</td> <td data-bbox="1364 246 1484 295">Pag.18</td> </tr> </table> | 03/05/2024 | REV: 1 | Pag.18 |
| 03/05/2024  | REV: 1   | Pag.18  |            |        |        |

sotterranea in c.a. dal ricoprimento in terra;

- rimozione della porzione di plinto in c.a. per uno spessore di circa 1,00 m sotto il piano di campagna a mezzo escavatore cingolato dotato di martellone demolitore idraulico;
- carico del materiale di risulta (calcestruzzo + ferro) per invio a recupero presso centri autorizzati;
- riempimento dei volumi con inerte vegetale e ripristino della pendenza allo stato originario.

#### 4. Trasporto a smaltimento dei materiali di risulta

Durante le operazioni di rimozione delle strutture tecnologiche e civili rimovibili, di smantellamento delle strutture civili non rimovibili, nonché di ripristino delle condizioni morfologiche e naturali dell'area, saranno prodotti rifiuti solidi e/o liquidi, che dovranno essere smaltiti secondo le prescrizioni normative di settore.

I materiali provenienti dalla dismissione verranno opportunamente suddivisi per tipologia, distinguendoli in riutilizzabili, riciclabili, da smaltire a discarica. Per quanto possibile si cercherà di privilegiare il riutilizzo/recupero dei materiali provenienti dalla dismissione, mentre lo smaltimento a discarica sarà considerato solo qualora non sarà possibile ricorrere ad altre alternative gestionali dei rifiuti.

Verrà data particolare importanza alla valorizzazione dei materiali riciclabili in metallo ed i cavi elettrici (ramee/o alluminio).

Qualora si dovesse fare ricorso allo smaltimento in discarica (ad esempio per il materiale scavato o proveniente dalle demolizioni dei basamenti degli edifici, ecc.), qualsiasi onere, incombenza e prestazione relativa al trasporto ed allo smaltimento saranno a carico della Società. Di seguito si riporta una tabella indicativa delle tipologie di rifiuti che si produrranno a seguito della dismissione dell'impianto.



| Codice CER | Descrizione rifiuto   |
|------------|---|
| 130208*    | Altri oli per motori, ingranaggi e lubrificazione             |
| 150203     | Guanti, stracci   |
| 150202*    | Guanti, stracci contaminati                                   |
| 160604     | Batterie alcaline   |
| 170107     | Miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche |
| 170201     | Scarti legno  |
| 170203     | Canaline, Condotti aria                                       |
| 170301*    | Catrame sfridi  |
| 170401     | Rame, bronzo, ottone  |
| 170402     | Alluminio   |
| 170405     | Ferro e acciaio   |
| 170407     | Metalli misti   |
| 170411     | Cavi  |
| 200101     | Carta, cartone  |
| 200102     | Vetro   |
| 200139     | Plastica  |
| 200121*    | Neon  |
| 200140     | Lattine   |
| 200134     | Pile  |
| 200301     | Indifferenziato   |

## 5. Opere di ripristino ambientale

Terminate le operazioni di smobilizzo dei componenti dell'impianto le aree rimanenti saranno così ripristinate:

1. superfici delle piazzole: le superfici interessate alle operazioni di smobilizzo verranno ricoperte con terreno vegetale di nuovo apporto e si provvederà ad apportare con idro-semina essenze autoctone o, nel caso di terreno precedentemente coltivato, a restituirlo alla fruizione originale;
2. strade in terra battuta: la rete stradale, utilizzata per la sola manutenzione delle torri, verrà in gran parte smontata: laddove necessaria per i fondi agricoli, verrà mantenuta, attraverso la ricarica di materiale arido opportunamente rullato e costipato per sopportare traffico leggero e/o mezzi agricoli, consentendo così l'agevole accesso ai fondi agricoli;

Le operazioni saranno effettuate con i provvedimenti necessari atti ad evitare ogni possibile inquinamento anche accidentale del suolo. Infatti, le attività di smontaggio producono le stesse problematiche della fase di costruzione: emissioni di polveri prodotte dagli scavi, dalla movimentazione di materiali sfusi, dalla circolazione dei veicoli di trasporto su strade sterrate, ecc.; i disturbi provocati dal rumore del cantiere e del traffico dei mezzi pesanti.

Saranno quindi riproposte tutte le soluzioni e gli accorgimenti tecnici già adottati nella fase di costruzione e riportati nella relazione di progetto contenente lo studio di fattibilità ambientale. Ultima fase necessaria al ripristino dell'area oggetto

dismissione è l'inerbimento mediante semina a spaglio o idro-semina di specie erbacee delle fitocenosi locali, a trapianti delle zolle e del cotico erboso nel caso in cui queste erano state in precedenza prelevate o ad impianto di specie vegetali ed arboree scelte in accordo con le associazioni vegetali rilevate.

Il concetto generale è quello di impiegare il più possibile tecnologie e materiali naturali, ricorrendo a soluzioni artificiali solo nei casi di necessità strutturale e/o funzionale. Deve comunque essere adottata la tecnologia meno complessa e a minor livello di energia (complessità, tecnicismo, artificialità, rigidità, costo) a pari risultato funzionale e biologico.

## 6. Valutazione economica

La valutazione economica delle opere di ripristino e dismissione è riportata nel documento C20042S05\_PD\_RT\_21 "Cronoprogramma e Stima dei costi sui lavori di dismissione" che riporta la stima di costo per la dismissione, oggetto della presente relazione, dopo un periodo stimato di utilizzo di circa 30 anni. I criteri generali che sono stati seguiti per pervenire alla stima dei costi sono quelli riferiti alle stime di mercato ed ai prezzi, oggi disponibili, per impianti eolici e opere edili connessi.

### 6.1. Quadro riepilogativo per capitoli e sottocapitoli di spesa

| QUADRO RIEPILOGATIVO GENERALE                 |  |  |                       |
|---|--|--|-----------------------|
|   | <b>Totale Lavorazioni</b>                        |  | <b>1.595.137,77 €</b> |
|   | <b>Totale Sicurezza Speciale</b>                 |  | 46.375,94 €           |
|   | <b>Totale progetto</b>                           |  | <b>1.641.513,71 €</b> |
| QUADRO RIEPILOGO PER CAPITOLI E SOTTOCAPITOLI |  |  |                       |
|   | <b>PARCO EOLICO: DISMISSIONE</b>                 |  |                       |
|   | OPERE DI DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI     |  | 1.579.494,73 €        |
|   | ---  |  |                       |
|   | TRASPORTO E CONFERIMENTO IN DISCARICA            |  | 15.643,04 €           |
|   | ---  |  |                       |
|   | SICUREZZA SPECIALE                               |  | 46.375,94 €           |
|   | ---  |  |                       |
|   | <b>Totale Capitolo PARCO EOLICO: DISMISSIONE</b> |  | <b>1.641.513,71 €</b> |