



Regione Puglia  
 Provincia di Foggia  
 Comuni di Sant'Agata di Puglia e Accadia



**Proposta di ammodernamento complessivo** (“repowering”) del “Parco Eolico Sant’Agata” esistente da 72 MW, con smantellamento degli attuali 36 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 17 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 115,6 MW

Titolo:

1MTGFJ4\_DocumentazioneSpecialistica\_01

PIANO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO EOLICO ESISTENTE

Numero documento:

Commessa						Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2	2	4	3	0	2	D	R	0 1 1 5	0 1

Proponente:

**FRI-EL**

FRI-EL S.AGATA S.R.L.  
 Piazza del Grano 3  
 39100 Bolzano (BZ)  
[fri-el\\_s.agata@legalmail.it](mailto:fri-el_s.agata@legalmail.it)  
 P. Iva/Cod. Fisc. 02380420212

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



**PROGETTO ENERGIA S.R.L.**

Via Cardito, 202 | 83031 | Ariano Irpino (AV)  
 Tel. +39 0825 891313  
[www.progettoenergia.biz](http://www.progettoenergia.biz) | [info@progettoenergia.biz](mailto:info@progettoenergia.biz)



SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI  
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES

Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	28.09.2022	EMMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	C. ELIA	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO
	01	04.07.2023	Riscontro nota CVTA/6348 del 30/05/2023	A. FIORENTINO	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO.....	3
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO ESISTENTE E DEI SUOI PRINCIPALI ELEMENTI TECNICI.....	4
3.1. AEROGENERATORI.....	5
3.2. FONDAZIONI AEROGENERATORI.....	5
3.3. PIAZZOLE.....	5
3.4. VIABILITA'.....	5
3.5. CAVIDOTTI MT.....	5
3.6. STAZIONE ELETTRICA D'UTENZA.....	5
3.7. IMPIANTO DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE.....	5
4. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO.....	6
4.1. ASPETTI GENERALI DELLO SMANTELLAMENTO E DEL RIPRISTINO.....	6
4.2. OPERAZIONI DI SMANTELLAMENTO E DI RIPRISTINO.....	6
4.3. SMONTAGGIO DEGLI AEROGENERATORI.....	7
4.4. RIMOZIONE DEI CAVI ELETTRICI E DEI CAVIDOTTI.....	8
4.5. RIMOZIONE DELLE FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI.....	8
4.6. SMANTELLAMENTO DELLE PIAZZOLE E DELLE STRADE.....	8
4.7. SMANTELLAMENTO DEI TRASFORMATORI E RIMOZIONE DELLE FONDAZIONI.....	9
4.8. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI ALLONTANAMENTO DAL SITO DEI MATERIALI.....	9
5. CONFERIMENTO DEL MATERIALE DI RISULTA AGLI IMPIANTI ALL'UOPO DEPUTATI DALLA NORMATIVA DI SETTORE PER LO SMALTIMENTO OVVERO PER IL RECUPERO.....	9
6. DETTAGLI RIGUARDANTI IL RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI.....	9
7. RICICLO COMPONENTI ED ECONOMIA CIRCOLARE.....	12
8. STIMA DEI COSTI DI DISMISSIONE.....	14
9. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DI DISMISSIONE.....	15

## ALLEGATO:

- SCHEMA GRAFICO- FASI DISMISSIONE E RIPRISTINO

## 1. PREMESSA

Il progetto proposto consiste nell'**ammodernamento complessivo (repowering) di un impianto eolico esistente, sito nel Comune di Sant'Agata di Puglia (FG)**, connesso alla Stazione RTN di Accadia (FG), realizzato con le Concessioni edilizie rilasciate dal Comune di Sant'Agata di Puglia (FG), n. 24 del 16/12/2003 e n. 4667 del 20/06/2005, e dal Comune di Accadia (FG): n.02 del 13/04/2005, di proprietà della società Fri – El St. Agata srl.

L'impianto eolico esistente, oggetto della presente valutazione, è costituito da 36 aerogeneratori, ciascuno con potenza di 2 MW, per una potenza totale di impianto pari a 72 MW, diviso in due sottocampi da 20 e 16 aerogeneratori, localizzati rispettivamente in località Ciommarino – Viticone - Palino e in località Piano d'Olivola Pezza del Tesoro, nel Comune di Sant'Agata di Puglia (FG), con opere di connessione ricadenti anche nel Comune di Accadia (FG), in quanto il cavidotto in media tensione interrato raggiunge la Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV, a sua volta connessa alla Rete Elettrica Nazionale nel Comune di Accadia. L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito "**Impianto eolico esistente**".

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, consta invece nell'installazione di 17 aerogeneratori con potenza unitaria di 6,8 MW, per una potenza totale pari a 115,6 MW, da realizzare nel medesimo sito. Le opere di connessione restano le medesime dell'Impianto eolico esistente, a meno della sostituzione dei cavidotti interrati MT e l'ammodernamento di due stelli trasformatori all'interno della Stazione Elettrica d'Utenza. Il Progetto, nella configurazione innanzi descritta, viene definito nel seguito "**Progetto di ammodernamento**".

Il presente documento si propone di fornire una descrizione delle **attività di dismissione dell'Impianto eolico esistente**, oggetto di repowering.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il Parco eolico (aerogeneratori, piazzole e viabilità d'accesso agli aerogeneratori) ricade interamente nel Comune di Sant'Agata di Puglia (FG), mentre il cavidotto MT attraversa anche il comune di Accadia (FG) per collegare il suddetto impianto alla Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV, a sua volta connessa alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 kV alla Stazione RTN di smistamento 150 kV, ubicata nel Comune di Accadia (FG).

Entrando più nel dettaglio, il Parco Eolico in oggetto è localizzato sul territorio del Comune di Sant'Agata di Puglia in due località separate e distinte: località Ciommatino – Viticone – Palino, tra Nord - Nord Est ed Est - Nord Est dall'abitato di Sant'Agata di Puglia; località Piano d'Olivola – Pezza del Tesoro, tra Ovest - sud Ovest e Sud - Sud Ovest dall'abitato di Sant'Agata di Puglia.

La Stazione Elettrica di Utenza, l'impianto di utenza e di rete per la connessione sono localizzati nel Comune di Accadia in direzione Nord-Ovest ad oltre 2 km dall'abitato, ad un'altitudine di circa 800 m s.l.m.

Per l'inquadramento territoriale completo del sito dell'Impianto eolico esistente, si rimanda agli elaborati grafici riportanti sia lo stato ante operam delle aree interessate dal progetto sia il progetto di dismissione:

- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_07 Planimetria dell'impianto eolico esistente su base catastale - Foglio 1
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_08 Planimetria dell'impianto eolico esistente su base catastale - Foglio 2
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_09 Planimetria dell'impianto eolico esistente su base catastale - Foglio 3
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_10 Planimetria dell'impianto eolico esistente su base catastale - Foglio 4
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_11 Planimetria dell'impianto eolico esistente su base catastale - Foglio 5
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_12 Planimetria dell'impianto eolico esistente su base catastale - Foglio 6
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_13 Planimetria dell'impianto eolico esistente su CTR - Foglio 1

- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_14 Planimetria dell'impianto eolico esistente su CTR - Foglio 2
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_15 Planimetria dell'impianto eolico esistente su CTR - Foglio 3
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_16 Planimetria dell'impianto eolico esistente su CTR - Foglio 4
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_17 Planimetria dell'impianto eolico esistente su CTR - Foglio 5
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_18 Planimetria dell'impianto eolico esistente su ortofoto - Foglio 1
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_19 Planimetria dell'impianto eolico esistente su ortofoto - Foglio 2
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_20 Planimetria dell'impianto eolico esistente su ortofoto - Foglio 3
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_21 Planimetria dell'impianto eolico esistente su ortofoto - Foglio 4
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_22 Planimetria dell'impianto eolico esistente su ortofoto - Foglio 5
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_23 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 1
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_24 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 2
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_25 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 3
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_26 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 4
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_27 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 5
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_28 Planimetria del progetto della dismissione su base catastale - Foglio 6
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_29 Planimetria del progetto della dismissione su CTR - Foglio 1
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_30 Planimetria del progetto della dismissione su CTR - Foglio 2
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_31 Planimetria del progetto della dismissione su CTR - Foglio 3
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_32 Planimetria del progetto della dismissione su CTR - Foglio 4
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_33 Planimetria del progetto della dismissione su CTR - Foglio 5
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_34 Planimetria del progetto della dismissione su ortofoto - Foglio 1
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_35 Planimetria del progetto della dismissione su ortofoto - Foglio 2
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_36 Planimetria del progetto della dismissione su ortofoto - Foglio 3
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_37 Planimetria del progetto della dismissione su ortofoto - Foglio 4
- 1MTGFJ4\_ElaboratoGrafico\_0\_38 Planimetria del progetto della dismissione su ortofoto - Foglio 5
- 1MTGFJ4\_ComputoMetrico Computo metrico
- 1MTGFJ4\_ComputoMetrico02 Elenco prezzi con analisi nuovi prezzi

### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO ESISTENTE E DEI SUOI PRINCIPALI ELEMENTI TECNICI

L'impianto eolico esistente può essere così sintetizzato:

- n° 36 aerogeneratori (V80-2000 kW), caratterizzati da tre pale, un'altezza complessiva di 107 m (rotore da 80 m di diametro ed altezza di hub di 67 m) ed una potenza dichiarata di 2 MW per un totale di 72 MW;
- cavidotto interrato di collegamento in media tensione (MT = 30 kV), il cui tracciato interessa i Comuni di Sant'Agata di Puglia (FG) e Accadia (FG);
- n° 1 Stazione Elettrica di Utente ubicata nel Comune di Accadia (FG);
- raccordi aerei in AT (AT=150 kV) con la linea elettrica a 150 kV esistente della RTN.

Di seguito, si descrivono i principali elementi tecnici dell'impianto eolico esistente.

### 3.1. AEROGENERATORI

I 36 aerogeneratori attualmente installati, Vestas V80-2000 kW, hanno una potenza nominale di 2 MW per un totale di 72 MW. Ciascun aerogeneratore è costituito da tre pale in vetroresina della lunghezza di circa 40 m e da una navicella all'interno della quale è situato il sistema di trasmissione del moto al generatore di corrente ed il generatore di corrente stesso. La funzione dell'aerogeneratore è convertire l'energia cinetica del vento in energia elettrica da immettere nella rete nazionale di distribuzione.

### 3.2. FONDAZIONI AEROGENERATORI

La struttura di sostegno è costituita da una fondazione in cemento armato su pali. La fondazione in cemento armato è costituita da una platea a pianta quadrata di dimensione 15,10 x 15,10 m ed un'altezza che va da 1,40 m a 1,50 m, con una parte superiore parallelepipedica di dimensione 5,00 x 5,00 m ed altezza di 0,50 m, incassata nel terreno. Ciascuna fondazione è su nove pali, di diametro 1,50 m ed altezza di 16 m.

### 3.3. PIAZZOLE

In fase di costruzione dell'impianto esistente, per consentire il montaggio degli aerogeneratori furono realizzate delle piazzole temporanee che hanno previsto lo scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e la compattazione della superficie interessata. Attualmente, sono presenti piazzole di dimensioni di circa 400 m<sup>2</sup>.

### 3.4. VIABILITA'

Sono stati previsti adeguamenti della viabilità esistente per il transito di mezzi pesanti e di trasporti eccezionali e, solo in minima parte la realizzazione di nuove strade in quanto i siti sono totalmente accessibili dalle strade esistenti. Laddove è stato necessario, la sezione stradale è stata realizzata con materiale di risulta proveniente dagli scavi dei plinti di fondazione degli aerogeneratori e dopo averlo adeguatamente compattato, ricaricato con pietrame calcareo e misto granulometrico stabilizzato.

### 3.5. CAVIDOTTI MT

Premesso che gli aerogeneratori producono energia elettrica a 690 V, la trasmissione al punto di immissione avviene a 30 kV tramite cavidotti interrati avente una profondità minima di interramento di 1,20 m, opportunamente protetto dal punto di vista meccanico, con lastra piana o tegolo in c.a.v.

### 3.6. STAZIONE ELETTRICA D'UTENZA

La Stazione Elettrica di Utenza esistente è sita nel Comune di Accadia (FG).

L'area della Stazione Elettrica di Utenza è divisa in due zone a diversa quota altimetrica: quella più in basso destinata a Fri-El dove è realizzata la parte di impianto 150/30 kV e trovano ubicazione tutte le apparecchiature demandate alla trasformazione e trasmissione dell'energia elettrica prodotta sulla rete elettrica, nonché l'edificio quadro 30 kV, e quella dove è realizzata la connessione al sistema di sbarre della rete RTN.

A servizio di dette strutture è stata studiata una viabilità interna ai lotti che prevede l'accesso diretto ed indipendente.

La recinzione, di h ≥ 2,00 m, è del tipo a "giorno" in elementi "a pettine" prefabbricati sistemati sui muri di recinzione.

### 3.7. IMPIANTO DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE

L'impianto di utenza per la connessione esistente collega la Stazione Elettrica di Utenza con la Rete Elettrica Nazionale nel Comune di Accadia, mediante elettrodotto in cavo a 150 kV.

## 4. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO

Dopo un'attenta revisione dell'impianto eolico esistente, al termine della vita utile dello stesso, si è scelto di prolungarne ulteriormente l'attività e conseguentemente la produzione di energia.

Una delle caratteristiche dell'energia eolica che contribuiscono a caratterizzare questa fonte come effettivamente "sostenibile" è la quasi totale reversibilità degli interventi di modifica del territorio necessari a realizzare gli impianti di produzione. Pertanto, esaurita la vita utile del parco eolico, è stato possibile programmare lo smantellamento dell'impianto attualmente in esercizio e la riqualificazione del sito di progetto, che, per le aree non interessate dal Progetto di ammodernamento, può essere ricondotto alle condizioni ante operam.

### 4.1. ASPETTI GENERALI DELLO SMANTELLAMENTO E DEL RIPRISTINO

La dismissione comporterà in primo luogo l'adeguamento delle piazzole e della viabilità per poter allestire il cantiere, sia per la dismissione delle opere giunte a fine vita, sia per la costruzione del nuovo impianto; successivamente si procederà con lo smontaggio dei componenti dell'impianto ed infine con l'invio dei materiali residui a impianti autorizzati ad effettuare operazioni di recupero o smaltimento.

Non saranno oggetto di dismissione tutte le infrastrutture utili alla realizzazione del nuovo parco potenziato, come la viabilità esistente, le opere idrauliche ad essa connesse e le piazzole esistenti, nei casi in cui coincidano parzialmente con le nuove piazzole di montaggio. Anche la Stazione Elettrica di Utenza, l'impianto di utenza e di rete per la connessione non saranno oggetto di dismissione, a meno della sostituzione di due trasformatori, con conseguente demolizione delle loro fondazioni, all'interno della Stazione Elettrica di Utenza.

In sintesi, le parti da dismettere dell'impianto attuale sono:

- aerogeneratori ad asse orizzontale di taglia 2 MW, con relative fondazioni;
- piazzole e viabilità non a servizio del nuovo parco;
- linee di cavo interrato MT;
- trasformatori 16/20 MVA all'interno della Stazione Elettrica di Utenza, con relative fondazioni.

Concluse le attività di smantellamento e rimozione dei componenti dell'impianto, si procederà con le opere di ripristino ambientale dei luoghi, in tutti i casi in cui l'area del progetto non verrà più interessata da opere di realizzazione del nuovo impianto. Le operazioni per il completo ripristino morfologico e vegetazionale dell'area saranno di fondamentale importanza perché ciò farà in modo che l'area sulla quale sorgeva l'impianto possa essere restituita agli originari usi agricoli.

### 4.2. OPERAZIONI DI SMANTELLAMENTO E DI RIPRISTINO

Il progetto di dismissione dell'impianto eolico esistente, oggetto del presente elaborato, descrive gli interventi di rimozione (smontaggio e smaltimento) degli aerogeneratori, dei cavidotti e dei cavi elettrici di collegamento, delle apparecchiature elettromeccaniche all'interno della Stazione Elettrica di Utenza ed il ripristino dello stato geomorfologico e vegetazionale dei luoghi per portare i terreni allo stato originario (prima della realizzazione dell'impianto).

Le operazioni di smantellamento e di ripristino saranno:

1. Adeguamento delle piazzole e della viabilità per l'allestimento del cantiere;
2. Smontaggio del rotore, che verrà collocato a terra per poi essere smontato nei suoi componenti, ovvero pale e mozzo di rotazione;
3. Smontaggio della navicella;
4. Smontaggio delle porzioni pre-assemblate della torre in acciaio;

5. Demolizione delle fondazioni degli aerogeneratori, realizzate in conglomerato cementizio armato;
6. Rimozione dei cavidotti e dei relativi cavi di potenza;
7. Smantellamento dei trasformatori 16/20 MVA all'interno della Stazione Elettrica di Utenza e demolizione delle relative fondazioni realizzate in conglomerato cementizio armato;
8. Riciclo e smaltimento dei materiali;
9. Ripristino delle aree che non saranno più interessate dall'installazione del nuovo impianto eolico mediante la rimozione delle opere, il rimodellamento del terreno allo stato originario ed il ripristino della vegetazione.

Si precisa che i prodotti dello smantellamento (acciaio delle torri, calcestruzzo delle opere di fondazione, cavi MT e apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche, ecc...) saranno oggetto di una accurata valutazione finalizzata a garantire il massimo recupero degli stessi. Si calcola che oltre il 90% dei materiali dismessi possa essere riutilizzato in altre comuni applicazioni industriali.

#### **4.3. SMONTAGGIO DEGLI AEROGENERATORI**

I 36 aerogeneratori attualmente installati, Vestas V80-2000 kW, hanno una potenza nominale di 2 MW per un totale di 72 MW.

Gli aerogeneratori sono equipaggiati con un rotore a velocità costante, un generatore asincrono connesso direttamente alla rete elettrica e due sistemi frenanti indipendenti.

L'aerogeneratore è essenzialmente costituito da una torre, dalla navicella dal rotore e dalle pale. Nel dettaglio, le pale sono fissate al rotore che, a sua volta, è collegato tramite un mozzo (albero lento) al gearbox, e questo tramite un altro mozzo (albero veloce) è collegato al generatore elettrico.

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

Il tutto è montato su una torre tubolare troncoconica in acciaio, costituita da tre sezioni, ed imbullonata alla flangia di fondazione; all'interno di questa è situata il modulo di controllo della turbina ed i quadri elettrici.

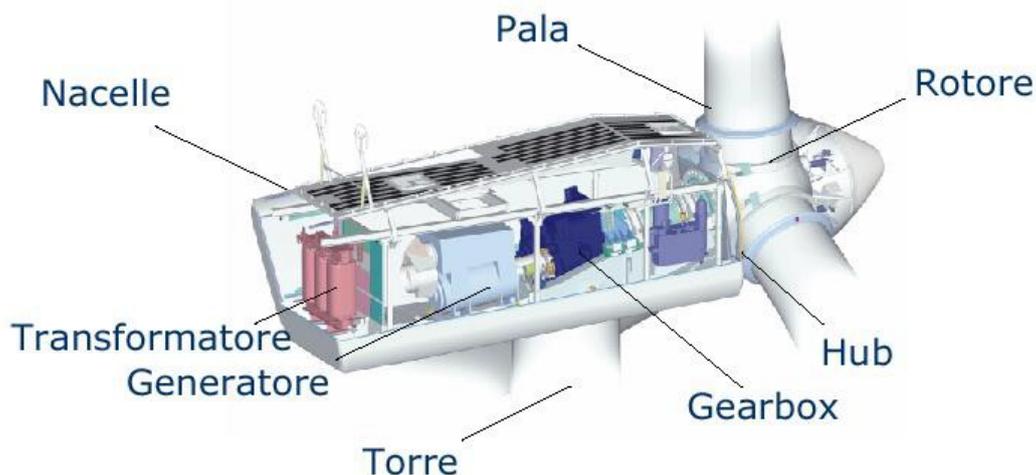


Figura 1 – Elementi dell'aerogeneratore

Per lo smontaggio e lo smaltimento delle parti dei singoli aerogeneratori e il ripristino geomorfologico e vegetazionale dell'area delle fondazioni e di servizio ripristinare le dimensioni originali delle piazzole, nei pressi dei singoli aerogeneratori, sulle quali verranno fatte transitare le gru ed i mezzi per il trasporto. Nello specifico verranno attuate le seguenti operazioni:

- Ripristino delle piazzole principali per il posizionamento della gru e lo stoccaggio del materiale, mediante rimodellamento del terreno e rinverdimento al fine di riportare lo stato dei luoghi in condizioni ante operam;
- Ripristino delle piazzole secondarie per il posizionamento della gru di supporto, mediante rimodellamento del terreno e rinverdimento al fine di riportare lo stato dei luoghi in condizioni ante operam;
- Scollegamento cavi interni alla torre;
- Smontaggio dei componenti elettrici presenti nella torre;
- Smontaggio in sequenza del rotore con le pale, della navicella e tronchi della torre. La navicella, ed i tronchi della torre saranno caricati immediatamente sui camion. Il rotore sarà posizionato a terra nella piazzola, dove si provvederà allo smontaggio delle tre pale dal rotore centrale. Anche questi componenti smontati saranno caricati su opportuni mezzi di trasporto.

#### **4.4. RIMOZIONE DEI CAVI ELETTRICI E DEI CAVIDOTTI**

I cavi elettrici sono per lo più posati sotto il manto stradale esistente ed in minima parte sotto il terreno. Pertanto, nel valutare la rimozione bisogna considerare se la sezione stradale è di tipo sterrata o di tipo asfaltata.

L'operazione di dismissione prevede le seguenti operazioni:

- scavo a sezione ristretta lungo la trincea dove sono stati posati i cavi;
- rimozione, in sequenza, di nastro segnalatore, tubo corrugato, tegolino protettivo, conduttori;
- rimozione dello strato di sabbia cementato e asfalto, ove presente.

Dopo aver rimosso in sequenza i materiali, saranno ripristinati i manti stradali utilizzando il più possibile i materiali di risulta dello scavo stesso.

Naturalmente, dove il manto stradale sarà di tipo sterrato sarà ripristinato nello stesso stato, effettuando un'operazione di costipatura del terreno, mentre dove il manto stradale è in materiale asfaltato sarà ripristinato l'asfalto asportato.

I conduttori recuperati, hanno un loro valore commerciale e, quindi, potrebbero essere rivenduti per il loro riutilizzo in altre attività. Restano invece da smaltire gli altri componenti prima descritti, ovvero: il nastro segnalatore, il tubo corrugato, la coppella protettiva ed i materiali edili di risulta dello scavo comprendenti la sabbia cementata e l'asfalto, dove è presente.

#### **4.5. RIMOZIONE DELLE FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI**

L'unica opera che non prevede la rimozione totale è rappresentata dalle fondazioni degli aerogeneratori; esse saranno solo in parte demolite. L'attività avverrà secondo le seguenti fasi:

- Scavo perimetrale effettuato con escavatore per liberare la struttura sotterranea in c.a. dal ricoprimento in terra.
- Demolizione di parte del plinto in c.a. a mezzo escavatore dotato di martellone demolitore idraulico. Tale operazione verrà eseguita fino ad una profondità di circa 1,5 m dal piano campagna o fino a 3,5 m dal piano campagna nel caso di sovrapposizione tra le fondazioni del vecchio e del nuovo parco eolico.
- Carico del materiale di risulta (calcestruzzo + ferro) per invio a recupero presso centri autorizzati (recupero come materia prima secondaria MPS o smaltimento a discarica autorizzata).
- Riempimento dei volumi con terreno vegetale e ripristino morfologico del sito quanto più rispondente allo stato originario (operazione non necessaria nel caso di fondazioni da dismettere sovrapposte alle fondazioni degli aerogeneratori oggetto di repowering).

#### **4.6. SMANTELLAMENTO DELLE PIAZZOLE E DELLE STRADE**

Una volta ultimata la rimozione degli impianti tecnologici e demolita la parte più superficiale delle fondazioni si procederà alla demolizione di tutte le piazzole e della viabilità stradale che non sarà a servizio del nuovo parco a seguito dell'ammodernamento.

Data la necessità di materiale inerte per la formazione delle piazzole dei nuovi aerogeneratori da installare, in prima istanza si prevede un riutilizzo in sito di tale prodotto degli scavi. La possibilità di utilizzo di tale materiale dovrà essere accertata mediante campagna di campionamento ed analisi ambientale del materiale che evidenzia la non contaminazione dello stesso e, quindi, la sua idoneità al riutilizzo come sottoprodotto.

Nel caso in fase esecutiva si decida di non riutilizzare il materiale di risulta, lo stesso sarà avviato a centro di recupero per la sua trasformazione nel cosiddetto "Materia Prima Secondaria" (MPS).

In particolare sarà rimossa la massicciata esistente di circa 40 cm. Il cassonetto sarà ricoperto con uno strato di terreno vegetale, e predisposto per il normale utilizzo agricolo del terreno.

#### **4.7. SMANTELLAMENTO DEI TRASFORMATORI E RIMOZIONE DELLE FONDAZIONI**

Il Progetto di Ammodernamento prevede interventi di adeguamento della Stazione Elettrica di Utenza attraverso l'ammodernamento di due stadi trasformatori, con demolizione delle relative fondazioni e costruzione delle nuove per l'ubicazione dei trasformatori da 36/45MVA e le relative apparecchiature elettromeccaniche.

#### **4.8. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI ALLONTANAMENTO DAL SITO DEI MATERIALI**

Per l'allontanamento dal sito del materiale, si procederà con mezzi in sagoma per tutto il materiale proveniente dalla demolizione-rimozione delle strade e dei plinti di fondazione; nel dettaglio, il pietrame calcareo sarà trasportato con normali camion in sagoma per dimensioni e pesi, così come il materiale proveniente dalla demolizione dei blocchi di conglomerato cementizio armato dei plinti di fondazione.

Dette sezioni di torre saranno trasportate via dal sito su autocarri fuori sagoma per la sola lunghezza. La navicella sarà trasportata via dal sito con un camion dotato di un rimorchio speciale. Il rotore e tutti i componenti accessori saranno trasportati con camion in sagoma per dimensioni e peso.

### **5. CONFERIMENTO DEL MATERIALE DI RISULTA AGLI IMPIANTI ALL'UOPO DEPUTATI DALLA NORMATIVA DI SETTORE PER LO SMALTIMENTO OVVERO PER IL RECUPERO**

Una volta separati i diversi componenti sopra elencati in base alla loro natura ed in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi, i rifiuti saranno consegnati ad apposite ditte per il riciclo e il riutilizzo degli stessi; la rimanente parte, costituita da rifiuti non riutilizzabili, sarà conferita a discarica autorizzata.

Volendo effettuare una stima dei costi di dismissione si dovrebbero includere i costi relativi:

- all'impiego di mezzi ed imprese specializzate e non;
- al conferimento dei materiali derivanti dalla dismissione presso i centri per il riciclo o presso le discariche autorizzate.

Bisogna sottolineare che, essendo gli impianti eolici una tecnologia relativamente recente, ancora pochi sono gli impianti che sono stati dismessi ed assai limitata è l'esperienza per tale tipologia di operazioni. La quantificazione dei costi relativi a tali operazioni potrebbe essere fatta sulla base di studi e pubblicazioni fatti a livello mondiale ed europeo nei quali è stato definito l'importo economico necessario per smantellare completamente 1 Megawatt prodotto mediante impianti eolici.

### **6. DETTAGLI RIGUARDANTI IL RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI**

Concluse le attività di smantellamento e rimozione dei componenti dell'impianto, si procederà con le opere di ripristino ambientale dei luoghi, in tutti i casi in cui l'area del progetto non verrà più interessata da opere di realizzazione del nuovo impianto.

Le operazioni per il completo ripristino morfologico e vegetazionale dell'area saranno di fondamentale importanza perché ciò farà in modo che l'area sulla quale sorgeva l'impianto possa essere restituita agli originari usi agricoli.

Gli obiettivi del programma di ripristino si possono concretizzare attraverso la sistemazione, con criteri naturalistici, dei terreni e della zona dell'impianto del parco eolico, per essere restituiti agli originali usi agricoli.

Per il raggiungimento degli obiettivi segnalati, il Piano di ripristino contempla i seguenti punti:

- Attenzione nel raccogliere e stendere la terra vegetale di risulta degli scavi delle opere, preparando il suolo a ricevere il manto vegetale autoctono.
- Selezione delle specie erbacee, arboree o arbustive e delle tecniche di semina e piantagione più adeguate alle condizioni strutturali ed ecologiche del terreno interessato.

Le azioni proposte per questo programma includono:

- Conservazione del terreno di scavo per la formazione di cumuli di terra recuperata, scavata selettivamente e seminata, per la protezione delle loro superfici nei confronti dell'erosione, fino al momento della loro ricollocazione sulle aree manomesse;
- stesura di terra vegetale, proveniente dagli stessi cumuli;
- preparazione e compattazione del suolo, secondo tecniche classiche.

La terra vegetale si depositerà, separata adeguatamente e libera di pietre e resti vegetali grossolani, come pezzi di legno e rami, per la sua utilizzazione successiva nelle superfici da ripristinare.

Una volta ripristinata l'area dal punto di vista agricolo si interverrà dal punto di vista vegetativo andando a rinverdire le aree di confine dei lotti e le strade di accesso.

Per tali aree, quando le condizioni del terreno lo permetteranno, si realizzerà un passaggio di rullo prima della semina. Questo è un altro lavoro che pretende, in questo caso, lo sminuzzamento dello strato superficiale (rottura delle zolle), il livellamento e la leggera compattazione del terreno. Il rullaggio prima della semina è indispensabile per mettere la terra in contatto stretto con il seme e favorire il flusso di acqua intorno ad essa. In pratica, semina e rullaggio sono due lavori frequentemente alternati. Sarà importante realizzare queste due operazioni con criterio, ossia in funzione delle condizioni del suolo, delle coltivazioni e del clima, per aumentare le possibilità di accrescimento delle specie proposte.

I lavori di preparazione dei suoli sono incluse in questo Piano affinché la Direzione dei Lavori possa autorizzare la loro esecuzione antecedentemente alla semina.

Una volta terminati i lavori di trattamento del suolo, si procederà alla semina a spaglio di specie erbacee con grande capacità di attecchimento, questo perché le zone da ripristinare non hanno pendenze elevate.

La giustificazione specifica delle semine risiede nel continuare il manto erbaceo delle zone circostanti e per svolgere la funzione di:

- stabilizzatrice della superficie dei piccoli pendii nei confronti dell'erosione;
- rigeneratrice del suolo, costituendo un substrato umido che possa permettere la successiva colonizzazione naturale senza manutenzione;
- cicatrizzatrici, migliorando l'aspetto delle eventuali scarpate stradali.

Ottenere una copertura erbacea del 50-60% è già un successo, se si considera, inoltre, che la zona interessata andrà ad essere arricchita con rapidità di semi delle zone limitrofe, favorendo così una più rapida evoluzione naturale della flora autoctona.

Le specie erbacee selezionate dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- attecchimento rapido, poiché, non essendo interrate, potrebbero essere dilavate;

- poliannuali, per dare il tempo di entrata a quelle spontanee;
- rusticità elevata ed adattabilità in suoli accidentati e compatti;
- sistema radicale forte e profondo per l'attecchimento e la resistenza alla siccità;

Per favorire il loro attecchimento si stabiliranno delle regole sullo stato finale della superficie, per quanto riguarda il livellamento, la mancanza di compattezza etc. Allo stesso modo si è scelta una miscela concimata legante o stabilizzatrice e concimazioni più o meno standard, di provata efficacia, che favoriscano l'attecchimento su tutti questi siti difficili.

Verranno selezionate in primo luogo specie presenti naturalmente nella zona di studio e in particolare: la Gramigna (*Cynodon dactylon*), la Lupinella comune (*Onobrychis viciifolia*) l'Erba medica (*Meticago sativa*), la Radicchiella vescivosa (*Crepis vesicaria*), il Forasacco peloso (*Bromus hordeaceus*), l'Avena altissima (*Arrhenatherum elatius*), il Trifoglio pratense (*Trifolium pratense*), il Loglio comune (*Lolium perenne*), la Fienarola dei prati (*Poa pratensis*) e il Ranuncolo bulboso (*Ranunculus bulbosus*).

### **Piantagione di arbusti**

Lo scopo delle piantagioni è quello di riprodurre, sulle superfici da ripristinare, le caratteristiche visive del terreno circostante, lasciando inalterata la sua funzionalità ecologica e di protezione idrogeologica.

Come si è già commentato, per la scelta delle specie si sono utilizzati i criteri che di seguito si riassumono:

- carattere autoctono;
- rusticità o basse richieste in quanto a suolo, acqua e semina;
- presenza nei vivai;
- che le specie selezionate non abbiano esigenze particolari, in modo che non risulti gravosa la loro manutenzione;
- rispetto alla superficie occupata dalle diverse specie, si considera che 1 unità di arbusto occupa da 0,3 a 0,9 m<sup>2</sup>;
- in tutte le piantagioni si eviterà l'allineamento di piante, ossia verranno distribuite non ordinatamente, pur mantenendo la stessa densità.

Le operazioni di manutenzione e conservazione devono conseguire i seguenti obiettivi funzionali ed estetici:

- mantenere uno strato vegetale più o meno continuo, capace di controllare l'erosione dei pendii;
- limitare il rischio di incendi e la loro propagazione;
- controllare la vegetazione pregiudizievole per le colture agricole adiacenti.

Per la manutenzione si realizzeranno i seguenti lavori:

- irrigazione: si considera la necessità di effettuare annaffiature degli arbusti e delle semine definite.
- concimazioni: si dovrà effettuare un'analisi chimica dei nutrienti presenti nel terreno, in modo da evidenziare quali sono le carenze e, eventualmente, effettuare una concimazione con gli elementi di cui si è verificata la carenza.
- rimpiazzo degli esemplari che non hanno attecchito.

Per quanto riguarda le specie arbustive da utilizzare saranno scelte specie autoctone come la Rosa canina (*Rosa canina*), il Biancospino (*Crataegus monogyna*), il Prugnolo (*Prunus spinosa*), il Rovo (*Rubus fruticosus* e *ulmifolius*), il Pero selvatico (*Pyrus pyrastrer*), il Ciliegio selvatico (*Prunus avium*), il Corniolo (*Corpus mas*), la Sanguinella (*Corpus sanguinea*), il Caprifoglio (*Lonicera coprifolium*) e la Clematide (*Clematis vitalba*).

## 7. RICICLO COMPONENTI ED ECONOMIA CIRCOLARE

Tra i più importanti obiettivi del Proponente vi è senza dubbio quello di intraprendere azioni che promuovano e garantiscano il più possibile l'economia circolare. Nello specifico, la fase di dismissione produrrà ingenti quantità di materiale residuo, come evidenziato nel capitolo precedente.

Si sottolinea che ogni materiale di risulta prodotto sarà attentamente analizzato e catalogato per poter essere inviato ad appositi centri di recupero. I materiali prodotti in maggior quantità saranno prevalentemente prodotti dallo smantellamento delle torri eoliche (acciaio) e dai rotori delle turbine (materiali compositi).

A tal proposito, si segnala che è stata recentemente costituita una nuova piattaforma intersettoriale composta da WindEurope (che rappresenta l'industria europea dell'energia eolica), Cefic (rappresentante dell'industria chimica europea) ed EuCIA (rappresentante dell'industria europea dei compositi).

Attualmente, una turbina eolica può essere riciclata per circa l'85-90% della massa complessiva. La maggior parte dei componenti, infatti, quali le fondamenta, la torre e le parti della navicella, sono già sottoposte a pratiche di recupero e riciclaggio. Diverso, invece, il discorso per quanto riguarda le pale delle turbine: essendo realizzate con materiali compositi, risultano difficili da riciclare.

Il riciclaggio dei materiali compositi non è soltanto una sfida dell'industria eolica: nei prossimi 5 anni, le pale dismesse rappresenteranno solo il 10% del totale stimato dei rifiuti compositi termoindurenti. Questi volumi, relativamente bassi, complicano la creazione di un sistema di riciclaggio conveniente, che sia basato solo su questo flusso di rifiuti. Per questo, è indispensabile un approccio intersettoriale che, partendo dal settore eolico, possa dare una spinta tecnologica a tutta la filiera dei materiali compositi.

Diverse aziende operanti nel settore eolico stanno sviluppando nuovi modelli ed approcci sostenibili per la filiera eolica: Prevenzione, Life Extension, Riuso e Riciclo.

### **Riuso**

La soluzione di riuso da perseguire prioritariamente è il riutilizzo dell'aerogeneratore nel suo complesso, opportunamente ricondizionato al fine di ristabilirne la vita utile e l'efficienza.

Pur trattandosi di un mercato secondario dimensionalmente piuttosto limitato e subordinato valutazioni di fattibilità sito-specifiche, è talvolta percorribile l'opzione di rilocalizzazione degli aerogeneratori in altri siti contraddistinti da ventosità molto alte, infrastrutturazione di rete / stradale non ottimale, eventualmente appartenenti a Paesi che si trovano in una fase iniziale del loro percorso di decarbonizzazione/elettrificazione, come ad esempio in alcune zone del Centro e Sud America.

Quando invece un componente non è più in grado di adempiere alla propria funzione nel contesto in cui sta operando, la soluzione più sostenibile è utilizzarlo in un contesto diverso, nel quale possa mantenere il suo valore, a fronte di limitate modifiche. Le pale eoliche, essendo realizzate con materiali compositi, risultano particolarmente adatte a questo scopo in quanto il materiale è durevole, resistente al danneggiamento e all'aggressione ambientale e facile da riparare. Per esempio:

- Riutilizzo delle lame per parchi giochi o arredo urbano;
- Particolari parti strutturali della lama possono anche essere riproposte per strutture edilizie, ad es. copertura di parchi biciclette, ponti, o riusi architettonici.

La Società Proponente ha avviato ed intende approfondire rapporti con alcune aziende che sono già sul mercato con prodotti costruiti a partire da pale eoliche (es. complementi d'arredo civile ed urbano), oltre valutare altre possibili partecipazioni nate attivando l'ecosistema di innovazione.

Si mostra di seguito un esempio di riutilizzo di una pala eolica come copertura di un parco biciclette.

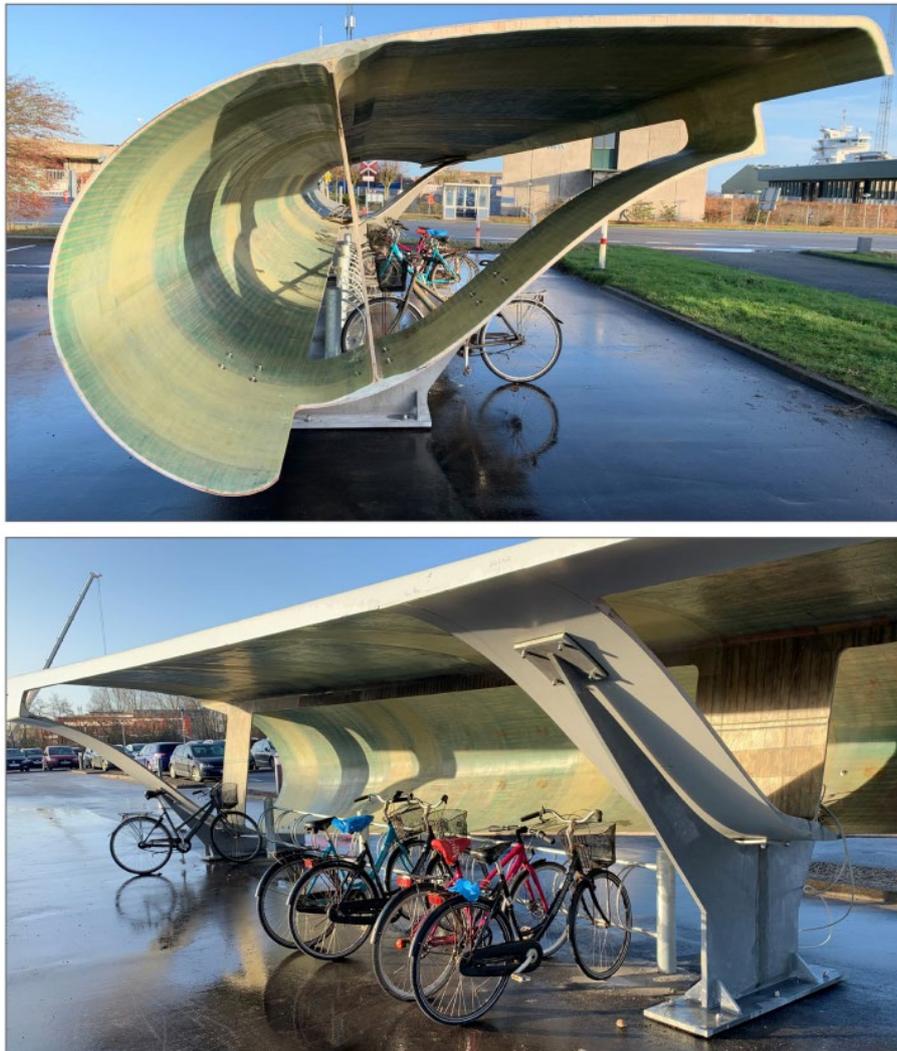


Figura 2 - Bike shed in Aalborg, Denmark [Fonte WindEurope-Accelerating-wind-turbine-blade-circularity – May 2020]

### **Riciclo**

I processi di riciclo ad oggi consentono di recuperare i materiali che compongono la pala (in modo indistinto oppure separando le fibre dalla resina) per riprocessarli al fine di generare un nuovo prodotto che ha caratteristiche e finalità diverse dal componente di partenza.

Alcune aziende ad oggi si trovano ad un buon livello di approfondimento tecnologico dei vari processi di riciclo; seppure sia un settore ancora poco consolidato rispetto al riciclo di altri materiali, si stanno affacciando sul mercato i primi recyclers di materiali compositi che hanno dimostrato la loro tecnologia passando da attività di laboratorio a primi dimostratori.

Di seguito si riportano i principali processi di riciclo in via di sviluppo:

- **Riciclo meccanico:** è uno dei processi più comuni grazie al potenziale di riutilizzo delle polveri per alcune applicazioni (ad es. produzione di plastica, applicazioni nel settore delle costruzioni, come riempimento di sottofondi stradali o per la realizzazione di pannelli per isolamento termico, acustico, di mobili, manufatti per arredo e oggetti di design, etc..). Garantisce un alto tasso di produttività, diminuisce il valore del materiale riciclato e consente di ottenere prodotti contenenti fino al 40% di materiale di scarto.

- Produzione di cemento: la materia prima del cemento è parzialmente sostituita da fibre di vetro e riempitivi compositi (cemento clinker). Il processo è altamente efficiente, veloce e scalabile; tuttavia, a causa dell'elevata temperatura è necessario un notevole apporto energetico.
- Solvolisi: il processo è incentrato su una reazione chimica di un solvente con il materiale composito in un reattore pressurizzato ad alta temperatura. Garantisce un recupero completo di fibre e resine pulite ma è un processo che necessita ulteriori ottimizzazioni per aumentarne l'efficienza, oltre a richiedere l'utilizzo di solventi, che in taluni casi sono ecocompatibili e completamente riutilizzabili.
- Pirolisi: il processo prevede la decomposizione termica della parte organica dei compositi in ambiente inerte. È altamente scalabile ma le fibre risultano generalmente degradate alla fine del processo in termini di caratteristiche meccaniche. Tale processo risulta molto promettente, anche se ancora lontano dalla redditività economica.
- High voltage pulse fragmentation: il processo elettromeccanico prevede la separazione delle fibre di vetro dalla matrice tramite l'uso di elettricità. Consente di ottenere una buona qualità di fibre, ma richiede molta energia ed attualmente risulta ad uno stadio poco avanzato di sviluppo tecnologico.
- Letto fluido: processo termico che consente di separare le fibre dalla matrice ottenendo però un basso livello di qualità delle prime.

Da alcuni anni si stanno sviluppando le prime collaborazioni tra aziende e centri di ricerca italiani ed europei per sviluppare e validare i processi di recupero analizzando anche la qualità delle materie prime secondarie e dei prodotti che si ottengono.

In parallelo alcune aziende si stanno muovendo anche sul fronte industriale verso la creazione di un modello di business che coinvolga vari operatori in un impianto dimostratore su scala commerciale. La filiera sarà composta da produttori ed operatori energetici che forniranno il materiale composito da recuperare, dagli operatori che effettuano il pretrattamento ed il processo di riciclo, e dagli utilizzatori finali che potranno acquistare il materiale secondo per integrarlo nel loro processo produttivo.

## 8. STIMA DEI COSTI DI DISMISSIONE

La tabella 2 riporta un summary dei costi di dismissione dell'impianto esistente, trattati nell'elaborato 1MTGFJ4\_ComputoMetrico Computo metrico, a cui si rimanda per approfondimenti.

INTERVENTO/DESCRIZIONE	Posizione	PREZZO TOTALE
1 - DISMISSIONE PARCO ESISTENTE	1.1 STRADE E PIAZZOLE	€ 2.159.327
	1.2 SMONTAGGIO AEROGENERATORI	€ 662.112
	1.3 SMONTAGGIO CABINE	€ 2.111.687
	1.4 DISMISSIONE CAVIDOTTO	€ 1.914.447
	1.5 DEMOLIZIONE E SMALTIMENTO FONDAZIONE AEROGENERATORE	€ 508.515
	1.6 DISMISSIONE FONDAZIONI TRASFORMATORI	€ 69.398
	<b>TOTALE</b>	<b>€ 7.425.486</b>

Tabella 2 – Summary dei costi di dismissione dell'impianto esistente

È stata prodotta una stima dei costi di dismissione dell'Impianto eolico esistente. Detti costi, ammonteranno a circa € 7.425.486 per ciascun MW installato, per un totale di circa **€ 103.131,75 €**.

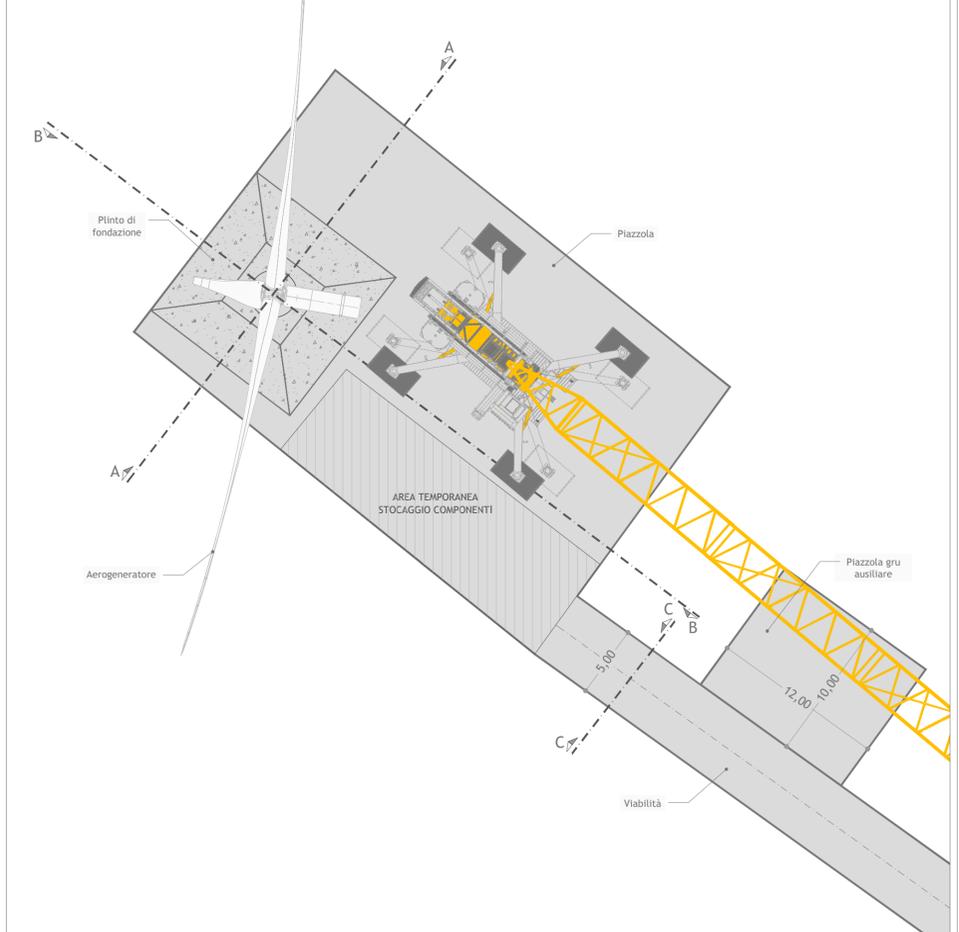
## 9. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DI DISMISSIONE

Le attività di dismissione dell'impianto eolico esistente avverranno in parallelo alla realizzazione del Progetto di Ammodernamento. È stato redatto un cronoprogramma delle attività lavorative che includono tutte le fasi, a cui si rimanda:

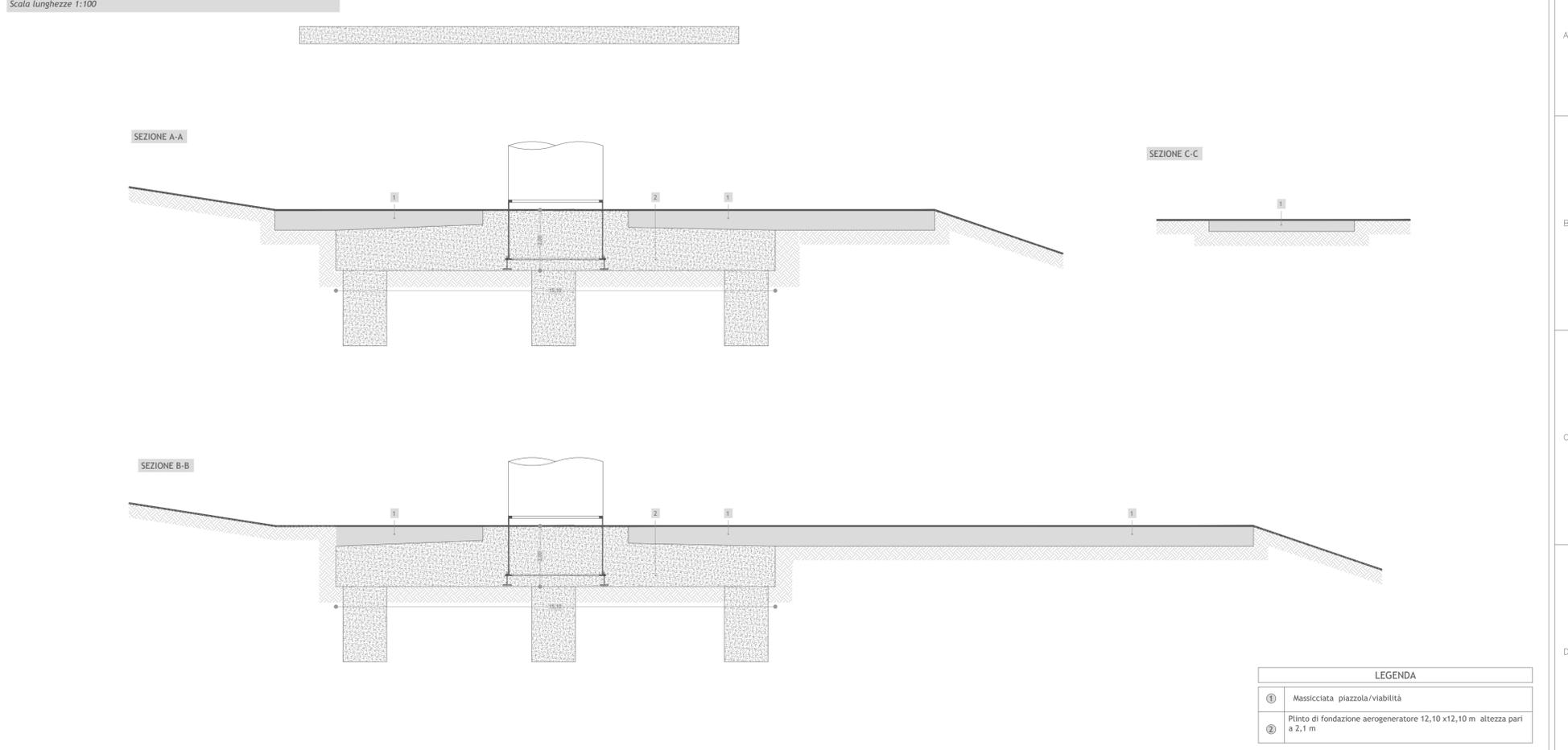
- 1MTGFJ4\_DocumentazioneSpecialistica\_10 Cronoprogramma lavori



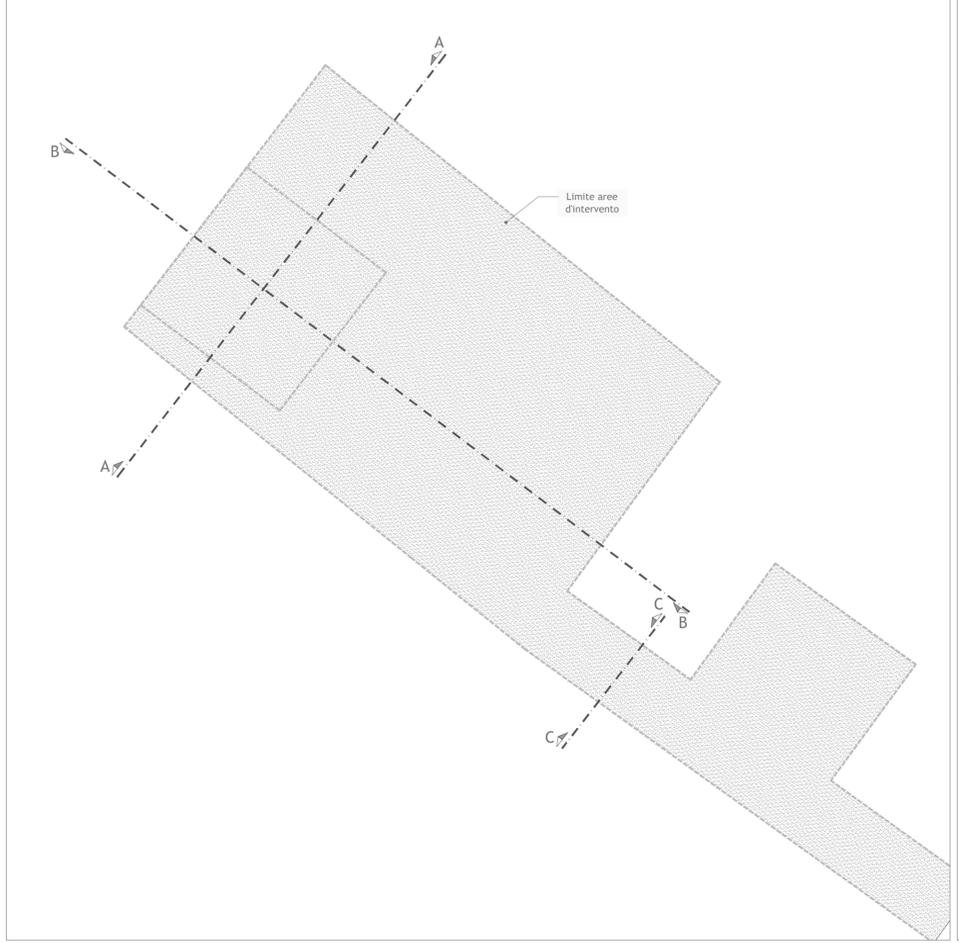
PIAZZOLA, VIABILITÀ E PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE-FASE DISMISSIONE  
Scala 1:200



SEZIONI PIAZZOLA, VIABILITÀ PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE FASE DISMISSIONE  
Scala altezze 1:100  
Scala lunghezze 1:100



PIAZZOLA, VIABILITÀ E PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE-FASE DI RIPRISTINO  
Scala 1:200



SEZIONI PIAZZOLA, VIABILITÀ PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE FASE DI RIPRISTINO  
Scala altezze 1:100  
Scala lunghezze 1:100

