



REGIONE SARDEGNA



PROVINCIA SUD SARDEGNA



ESTERZILI



ESCALAPLANO



SEUI

# PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COMPOSTO DA 29 AEROGENERATORI E RELATIVE OPERE CONNESSE CON POTENZA COMPLESSIVA DI 153,9 MW NEI COMUNI DI ESTERZILI (SU), ESCALAPLANO (SU) E SEUI (SU)



PropONENTE	 <p><b>LOTO RINNOVABILI SRL</b>  Largo Augusto n.3 20122  Milano  pec:lotorinnovabili@legalmail.it</p>				
PROGETTAZIONE	 <p><b>AGREENPOWER s.r.l.</b>  Sede legale: Via Serra, 44  09038 Serramanna (SU) - ITALIA  Email: info@agreenpower.it</p>		<p>Gruppo di lavoro:</p> <p>Ing. Simone Abis - Civile Ambientale  Ing. Michele Angei - Elettrico  Ing. Enea Tocco - Civile Ambientale  Ing. Stefano Fanti - Civile Ambientale  Dott. Gianluca Fadda</p>	<p>Collaboratori:</p> <p>Vamirgeoind Ambiente, Geologia e Geofisica S.r.l.  Dott. Archeologo Matteo Tatti  Dott. Naturalista Francesco Mascia  Dott. Agronomo Vincenzo Sechi  Ing. Federico Miscali - Tecnico Acustica  Ing. Nicola Sollai - Strutturista  Dott. Geologo Andrea Usai  Dott. Geologo Luigi Sancliu  Ing. Michele Pigliaru - Elettrico  Ing. Luigi Cuccu - Elettrotecnico</p>	
ELABORATO	<p>Nome Elaborato:</p> <p align="center"><b>PIANO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO E RIPRISTINO DEI LUOGHI</b></p>				
00	Settembre - 2022	PRIMA EMISSIONE	Agreenpower Srl	Agreenpower Srl	Agreenpower Srl
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:					
Formato:	<b>A4</b>	Codice Commessa <b>W2204EES</b>	Codice Elaborato	<b>REL25</b>	

# INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. SOGGETTO PROPONENTE E SOCIETA' DI SVILUPPO PROGETTUALE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. SCOPO .....</b>	<b>3</b>
<b>4. DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI.....</b>	<b>4</b>
<b>5. DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>4</b>
<b>5.1. Aerogeneratore e componenti.....</b>	<b>4</b>
5.1.1. Le pale.....	4
5.1.2. La navicella.....	4
5.1.3. La torre di sostegno.....	6
<b>5.2. Fondazioni .....</b>	<b>6</b>
<b>5.3. Piazzola di esercizio e viabilità di progetto .....</b>	<b>7</b>
<b>5.4. Linee elettriche ed apparati elettrici della Sottostazione Utente.....</b>	<b>7</b>
<b>5.5. Cabine di raccolta e quadri interruttori.....</b>	<b>7</b>
<b>5.6. La Sottostazione Utente.....</b>	<b>7</b>
<b>6. CRITERI DI GESTIONE DEI MATERIALI DERIVANTI DALLA DISMISSIONE .....</b>	<b>7</b>
<b>7. OPERAZIONI DI DISMISSIONE E MODALITA' DI SMALTIMENTO ...</b>	<b>8</b>
<b>7.1. Aerogeneratore e componenti.....</b>	<b>8</b>
7.1.1. Le pale.....	9
7.1.2. La navicella.....	9
7.1.2.1. Mozzo.....	9
7.1.2.2. Generatore (componenti elettromeccanici) .....	9
7.1.2.3. Motori e riduttori.....	10
7.1.2.4. Gruppo o sistema idraulico .....	10
7.1.2.5. Gruppo di pressione .....	10
7.1.2.6. Condotti idraulici .....	10
7.1.2.7. Trasformatore MT/BT.....	10
7.1.2.8. Telaio anteriore e posteriore.....	10
7.1.2.9. Involucro esterno.....	10
7.1.2.10. Componenti elettrici di controllo – cavi elettrici .....	11
7.1.2.11. Minuteria.....	11
7.1.2.12. Oli e liquidi refrigeranti .....	11
<b>7.2. La torre di sostegno .....</b>	<b>11</b>
<b>7.3. Platea di fondazione – demolizione della porzione emergente rispetto al piano campagna.....</b>	<b>12</b>
<b>7.4. Sistemazione della piazzola di esercizio e della viabilità di progetto .....</b>	<b>12</b>
<b>7.5. Cavidotti e linee elettriche .....</b>	<b>12</b>

<b>7.6. Cabine di raccolta e quadri interruttori.....</b>	<b>13</b>
<b>7.7. Quadri e apparecchiature elettriche .....</b>	<b>13</b>
<b>7.8. La Sottostazione Utente.....</b>	<b>13</b>
<b>8. CONFERIMENTO A IMPIANTI PER LO SMALTIMENTO .....</b>	<b>13</b>
<b>9. RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI .....</b>	<b>15</b>
<b>10. COMPUTO METRICO DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE .....</b>	<b>16</b>
<b>11. RICAVALI DA OPERAZIONI DI SMANTELLAMENTO.....</b>	<b>17</b>
<b>12. CONCLUSIONI.....</b>	<b>19</b>
<b>13. CRONOPROGRAMMA.....</b>	<b>19</b>

## 1. PREMESSA

Il presente documento “REL25 Piano di dismissione dell’impianto e ripristino dei luoghi” si riferisce ad un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, composto da n. 29 aerogeneratori di ultima generazione, del produttore NORDEX, serie Delta 4.000 modello N163/5.X TS118-00, ciascuno di potenza unitaria pari a 5,307 MW, aventi altezza mozzo 118 m e diametro del rotore 163 m, per complessivi 153,9 MW, di cui n. 16 aerogeneratori nei terreni del Comune di Esterzili (SU) e di n. 13 aerogeneratori nei terreni del Comune di Escalaplano (SU) e opere connesse anche in Comune di Seui (SU)”, di seguito anche “**Parco Eolico Nuraxeddu**” e, globalmente il “**Progetto**”.

L’impianto eolico sarà del tipo *grid-connected* e l’energia elettrica prodotta sarà immessa completamente in rete.

L’energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori del Parco Eolico Nuraxeddu sarà raccolta attraverso una rete di cavi di potenza in Media Tensione realizzata con cavidotti interrati a 30kV e trasportata ad una sottostazione MT/AT (la Sottostazione Utente), di proprietà del Proponente, ubicata in parte nel Comune di Seui (SU) e in parte in Comune di Escalaplano (SU), dove avverrà l’elevazione di tensione 30/150kV e infine convogliata alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), secondo le modalità di connessione che sono state indicate dal Gestore Terna S.p.A. tramite apposito preventivo di connessione, la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), Codice Pratica n. 202101585, rilasciata in data 20/10/2021 e accettata dal Proponente.

Tale STMG prevede l’allaccio della SSU in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV, di futura costruzione da parte di Terna S.p.a. (da condividere con altri Produttori e quindi a servizio di altri impianti eolici o fotovoltaici) da inserire in entra – esce alla linea RTN esistente a 150 kV “Goni – Ulassai”.

La SE sarà collegata, tramite due nuovi elettrodotti a 150kV, con una nuova stazione elettrica di trasformazione a 380/150 kV di futura costruzione da parte di TERNA S.p.a., anch’essa da inserire in entra-esce alla linea RTN 380kV “Ittiri-Selargius”. Cfr. “ELB.PE.01b Schema a blocchi opere elettriche”.

La stessa STMG informa che, al fine di razionalizzare l’utilizzo delle strutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Si precisa che, alla data di emissione del presente documento, è ancora aperto il tavolo tecnico promosso da Terna S.p.a. che ha affidato la progettazione ad altro proponente. Pertanto la presente relazione tratta solo la parte Utente, ovvero sino alla Sottostazione Utente che sorgerà a cavallo dei Comuni di Seui (SU) ed Escalaplano (SU).

La presente relazione è parte integrante del procedimento di Valutazione d’Impatto Ambientale ai sensi del Decreto Legislativo numero 152 del 2006, e di Autorizzazione Unica Regionale ai sensi dell’articolo 12 del Decreto Legislativo numero 387 del 2003 e della D.G.R. n. 3/15 del 23 Gennaio 2018.

## 2. SOGGETTO PROPONENTE E SOCIETA’ DI SVILUPPO PROGETTUALE

La società Proponente LOTO Rinnovabili S.r.l., Largo Augusto 3, 20122 – Milano, (MI) Tel. 023211191, PEC [lotorinnovabili@legalmail.it](mailto:lotorinnovabili@legalmail.it) controllata da BayWa r.e. Progetti S.r.l., Largo Augusto 3, 20122 (MI), ha incaricato la società di consulenza AGREENPOWER S.r.l., avente sede legale e operativa in Sardegna in Via Serra, 44 - 09038 Serramanna (SU), PEC: [rinnovabili@pec.agreenpower.it](mailto:rinnovabili@pec.agreenpower.it), per la cura delle attività di progettazione definitiva e iter autorizzativo.

## 3. SCOPO

Scopo del Piano di dismissione e smantellamento è la descrizione degli interventi di rimozione dei componenti degli aerogeneratori (smontaggio, allontanamento e smaltimento), dei cavi elettrici di collegamento, delle apparecchiature elettromeccaniche all’interno delle cabine di raccolta, della sottostazione (opere civili e opere elettriche) e il ripristino dello stato geomorfologico e vegetazionale dei siti che porterà al reinserimento paesaggistico delle aree interessate alla costruzione dell’impianto eolico.

Scopo del Piano di dismissione e smantellamento è la descrizione dei seguenti interventi:

- **rimozione** (smontaggio, allontanamento e smaltimento) dei componenti degli aerogeneratori, dei cavi elettrici di collegamento, delle apparecchiature elettromeccaniche all’interno delle cabine di raccolta, delle cabine di raccolta, della sottostazione (opere civili e opere elettriche),
- **gestione e modalità di smaltimento del materiale di risulta**, prevedendo anche le alternative allo smaltimento attualmente percorribili per la possibile valorizzazione, recupero e riutilizzo dei materiali e componenti

- **stima dei costi**, a valori attuali, delle attività necessarie
- **ripristino** dei contesti puntuali di ogni singolo aspetto ovvero il ripristino dello stato geomorfologico e vegetazionale dei siti che porterà al reinserimento paesaggistico delle aree interessate alla costruzione dell'impianto eolico *ante-operam*.

Il presente documento è stato redatto in ottemperanza al D.M. 10/09/2010 e dalla D.G.R. n. 3/25 del 23 gennaio 2018. Le attività descritte saranno conformi alla normativa vigente, in particolare all'Allegato IV paragrafo 9 ("Termine della vita utile dell'impianto e dismissione") del D.M. 10 Settembre 2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili".

## **4. DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI**

La completa dismissione e smantellamento dell'impianto avverrà se non saranno raggiunte le condizioni per il *repowering* dell'impianto anche in termini di rapporto costi/benefici, ossia la sostituzione degli aerogeneratori con modelli più tecnologicamente avanzati continuando, in tal modo, la generazione di energia pulita.

Lo smantellamento delle opere d'impianto e il ripristino del profilo paesaggistico ex ante è previsto dalla normativa e richiesto dal titolo autorizzativo.

Nei capitoli seguenti si descrivono le puntuali operazioni e le modalità di attuazione.

## **5. DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO**

Qui di seguito sono descritti i vari componenti di un aerogeneratore e le relative opere accessorie per identificare le operazioni necessarie alla dismissione e allo smaltimento dei componenti degli stessi.

### **5.1. Aerogeneratore e componenti**

Ogni aerogeneratore è costituito da un numero elevato di componenti sia strutturali, sia elettrici che di controllo. La tipologia, la forma e i materiali dei differenti componenti è comunque diversa, essendo fundamentalmente materiali di carattere riciclabile per la maggior parte e con un valore aggiunto considerevole, come l'acciaio e i differenti metalli, che lo rendono interessante dal punto di vista del riciclaggio.

Il peso degli aerogeneratori varia in funzione del modello, da 100 a 600 tonnellate. In seguito allo sviluppo nella ricerca nel settore eolico, attualmente gli aerogeneratori sono costituiti da materiali innovativi, anche se allo stato attuale non sono state ancora formalizzate delle tecniche di riutilizzo di tutti i componenti, come ad esempio la fibra di vetro delle pale.

In attesa che lo sviluppo tecnologico permetta di trovare tecniche utili di sfruttamento, questi materiali dovranno essere trattati come rifiuti, pertanto verranno trattati in accordo alla normativa vigente applicabile, ovviamente se non ricondizionati e re-immessi sul mercato degli aerogeneratori rigenerati.

Ogni componente dell'aerogeneratore è fabbricato con materiali adeguati alle caratteristiche strutturali e alle funzioni che devono assolvere.

Qui di seguito verranno descritti i principali componenti e materiali dell'aerogeneratore, così come il codice assegnato dalla Lista Europea dei Rifiuti ai materiali in seguito alla dismissione. Inoltre verrà descritta la pericolosità ed il codice delle operazioni di eliminazione e valorizzazione per ciascuno dei materiali.

#### **5.1.1. Le pale**

Le tre pale dell'aerogeneratore sono realizzate in fibra di vetro, come componente principale, a cui si aggiungono altri componenti della famiglia delle resine. Oltre alla fibra di vetro, in determinati modelli di pale, si utilizza la fibra di carbonio per alleggerire il peso delle stesse.

Le pale sono gli elementi esteriori più soggette al deterioramento dovuto agli effetti negativi delle scariche elettriche e anche lo sforzo strutturale creato dalla continua tensione alle quali sono sottoposte.

Le pale si compongono di due parti: una interna (l'anima della pala) e una esterna che rappresenta la parte visibile della pala. Entrambe sono realizzate principalmente in fibra di vetro e carbonio.

#### **5.1.2. La navicella**

La navicella costituisce il nucleo centrale dell'aerogeneratore, dove avviene la trasformazione dell'energia cinetica del vento che, mettendo in rotazione le pale, si trasforma in energia elettrica. È la parte più complessa dell'aerogeneratore, dato l'elevato numero di componenti, unità e diversi sistemi installati.

I principali componenti della navicella sono:

- Mozzo;
- Generatore *direct drive*;
- motori e riduttori;
- trasformatore MT/BT
- trasformatore BT/BT, per l'alimentazione delle apparecchiature ausiliarie;
- gruppo idraulico e condotti idraulici;
- telaio anteriore e posteriore;
- quadro elettrico e di controllo;
- cassa;
- minuteria;
- oli e grassi (idraulici e meccanici).

La maggior parte dei componenti della navicella sono fabbricati in diversi tipi di acciaio e leghe, in generale carpenteria metallica. Poi ci sono i componenti e il materiale elettrico, composto da circuiti, quadri di controllo, materiali metallici e non metallici, di diversa purezza, ma in minore proporzione rispetto al totale. Il numero dei componenti della navicella è elevato, pertanto si analizzeranno soltanto i componenti di maggiore importanza e dimensione.

### ***Il mozzo***

Il mozzo è costituito da acciaio lavorato meccanicamente o da fusione di ghisa. Il cono di chiusura è realizzato in lamiera di acciaio rivettato. Il riutilizzo come componenti di seconda mano è difficile, data la necessità di resistenza strutturale che si esige per questo componente.

### ***Il generatore direct drive***

Il generatore è l'elemento della turbina che ha il compito di convertire l'energia cinetica del vento direttamente in energia elettrica, sistema a magneti permanenti. L'elettricità prodotta nel generatore è trasformata (elevamento di tensione e abbassamento di corrente) e convogliata dai cavi elettrici alla base della torre e quindi inviata alla rete in condotti interrati.

I generatori elettrici si compongono principalmente di una carcassa e di un supporto interno di acciaio. All'interno di questa struttura si trova un avvolgimento di cavo di rame.

### ***Motori e riduttore***

Il meccanismo di posizionamento dell'aerogeneratore a favore di vento si realizza tramite movimento circolare. Si ottiene con dei motori e riduttori fissati alla navicella, fabbricati in acciaio e ferro, che fanno presa sull'ingranaggio della corona di orientamento della torre. Il segnale di posizionamento corretto viene ricevuto dal sistema di controllo dell'aerogeneratore, insieme all'anemometro installato su ogni aerogeneratore.

### ***Trasformatore MT/BT***

All'interno della navicella è posizionato il trasformatore MT/BT.

Il trasformatore MT/BT è installato all'interno della navicella ed è di tipo "a secco". La principale caratteristica è che il raffreddamento in aria con isolamento classe F, utilizzando la resina epossidica come mezzo di protezione degli avvolgimenti, non essendo necessaria qualsiasi manutenzione successiva all'installazione. Fondamentalmente sono costituiti da un'installazione di placche e avvolgimenti di piattini di rame.

### ***Gruppo o sistema idraulico***

È composto da un gruppo di pressione, valvole di controllo e un sistema di condotti idraulici che distribuiscono il liquido idraulico (olio idraulico) tra il rotore e la navicella.

### ***Gruppo di pressione***

Ha il compito di somministrare fluido idraulico ad una determinata pressione per consentire l'azionamento del freno del rotore. Il sistema è fabbricato totalmente in acciaio e viene riciclato come rottame.

### ***Condotti idraulici***

Canalizzano il fluido idraulico fino al punto di utilizzo nei componenti a comando idraulico dell'aerogeneratore.

Fondamentalmente ed in funzione delle esigenze tecniche, questi condotti sono fabbricati in polimeri sintetici e caucciù ed alcuni sono rinforzati internamente con una maglia di filo d'acciaio.

Adattano la pressione e la portata del fluido idraulico che circola attraverso i differenti sistemi installati nella navicella.

### ***Telaio anteriore e posteriore***

Il telaio anteriore si compone di un pezzo e il telaio posteriore di due pezzi. Tutti questi pezzi si assemblano tra di loro per formare la base sulla quale si posiziona la totalità dei componenti meccanici, elettrici ed idraulici che formano la navicella. Allo stesso modo, al telaio anteriore si assembla la corona di giro e gli ancoraggi di supporto alla torre di appoggio dell'aerogeneratore.

I telai sono fabbricati in acciaio meccanizzato saldato e la sua struttura è progettata specificatamente per il supporto della struttura della navicella, pertanto, una volta arrivati alla fine della vita utile dell'aerogeneratore vengono riciclati come rottame.

### ***Involucro esterno***

Anche la navicella, composta generalmente da due gusci (inferiore e superiore) è costituita da fibre di vetro, come componente principale, al quale si aggiungono le resine, ottenendo un materiale con una sufficiente resistenza strutturale ed isolamento contro la corrosione prodotta dai fenomeni meteorologici.

La percentuale di fibra di vetro impiegata è però molto minore rispetto alle pale, non avendo la necessità di un'elevata resistenza strutturale.

### ***Componenti elettrici e di controllo***

In tutto l'aerogeneratore e, in particolare all'interno della navicella, si installa un elevato numero di cavi e dispositivi di controllo. Da un lato si trovano i cavi che evacuano l'energia generata all'esterno e dall'altro i cavi appartenenti al sistema di controllo dell'aerogeneratore.

Questi cavi connettono i differenti meccanismi all'unità di controllo dell'aerogeneratore, nella quale si gestiscono tutte le informazioni dei molteplici sensori installati.

### ***Minuteria***

Come la maggior parte dei componenti della navicella, gli elementi di assemblaggio, supporto, armatura di supporto della carcassa esterna, elementi di protezione dei componenti mobili sono fabbricati in acciaio, alluminio ed altre leghe.

### ***Oli e liquidi refrigeranti***

Il liquido utilizzato come refrigerante è acqua in circuito chiuso.

### **5.1.3. La torre di sostegno**

Le torri di sostegno e i conci di fondazione di ancoraggio alla base degli aerogeneratori si fabbricano interamente a partire dalle piastre di acciaio di spessore tra i 16 mm e i 36 mm e, sia all'interno sia all'esterno, sono ricoperte da vari strati di pittura per proteggerli dalla corrosione. Le dimensioni e caratteristiche strutturali variano in funzione della potenza della macchina da installare.

Oltre ai cavi elettrici di connessione dell'aerogeneratore, all'interno delle torri si installano vari componenti come la porta di accesso, la scala, le linee di vita, le piattaforme di sosta per l'accesso degli operai all'interno della navicella.

## **5.2. Fondazioni**

Le fondazioni sono realizzate in cemento armato a pianta circolare e tronco rastremato e materiali ferrosi quali bulloni, viti e sistemi di ancoraggio.

Tutti i modelli degli aerogeneratori si sostengono su una base monoblocco costruita con cemento armato e concio di fondazione di sostegno di acciaio.

La struttura ha dimensioni variabili in funzione del modello di aerogeneratore e soprattutto in base alla potenza e quindi all'altezza della torre di sostegno. Per il modello N163 della NORDEX la fondazione è di tipo circolare tronco conica con base molto larga, avente diametro pari a 24,80 m. La superficie occupata è pari a 452 m<sup>2</sup> e l'altezza della fondazione è 3,45 m dal bordo superiore della base al piano di fondazione della base, con la fossa sfalsata di 30 cm al di sotto della fondazione. La parte sommitale, di larghezza 6 m farà da collegamento alla

prima sezione (concio) di torre.

### 5.3. Piazzola di esercizio e viabilità di progetto

In riferimento alla rappresentazione grafica di Fig. 1

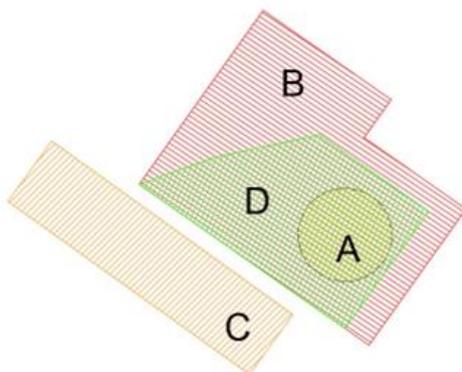


Fig. 1: Configurazione delle aree di servizio

le aree che devono essere recuperate e ripristinate ambientalmente sono:

- 1) L'area **D**: piazzola di esercizio (facente parte dell'area B), che durante la produzione energetica è rimasta a disposizione per la gestione e l'eventuale manutenzione straordinaria dell'aerogeneratore e che ha quindi esaurito la sua funzione, di superficie pari a 1.825m<sup>2</sup>.
- 2) La viabilità di progetto di collegamento con la viabilità preesistente alla realizzazione dell'impianto.
- 3) Le opere, gli impianti e l'area occupata dalla Sottostazione Utente (SU), salvo mantenimento.

### 5.4. Linee elettriche ed apparati elettrici della Sottostazione Utente

Sia i cavi elettrici stesi all'interno dell'impianto eolico per permettere il collegamento tra gli aerogeneratori e la cabina di raccolta (di allocazione dei quadri interruttori), sia quelli di collegamento delle n. 6 cabine di raccolta con la Sottostazione Utente, sono posati tutti sotto il manto stradale esistente, a lato della carreggiata delle strade provinciali, comunali e di penetrazione agraria esistente oltre che lungo i tratti delle stradelle di nuova realizzazione tra le strade esistenti e le aree di servizio degli aerogeneratori.

### 5.5. Cabine di raccolta e quadri interruttori

Le n.6 Cabine di raccolta contenenti i quadri elettrici (interruttori) degli aerogeneratori appartenenti al Gruppo, da smaltire, costruite secondo l'architettura del luogo, potranno essere mantenute in loco o delocalizzate secondo le esigenze e utilizzate quali ricoveri per attrezzi di lavoro per l'agricoltura.

### 5.6. La Sottostazione Utente

La Sottostazione Utente è costituita da un manufatto edilizio che prevede un piazzale con recinzione e sala quadri. Nel piazzale, all'aperto, saranno disposte le apparecchiature per esterno e relative al livello di tensione 150kV e dentro la sala quadri saranno installate le apparecchiature in Media Tensione e tutti i quadri di segnalazione, controllo e comando.

## 6. CRITERI DI GESTIONE DEI MATERIALI DERIVANTI DALLA DISMISSIONE

L'ottimizzazione della gestione dei materiali derivanti dalla dismissione dell'impianto è relativa sia alle componenti impiantistiche meccaniche ed elettriche smontate e recuperate sia ai materiali di risulta e dei rifiuti prodotti dalle attività di demolizione che, tramite soggetti autorizzati dalla vigente normativa, possono essere riutilizzati. In sintesi, si applicherà il principio della "dismissione selettiva" attraverso la quale è possibile mantenere separate le diverse tipologie dei materiali di risulta che si produrranno.

Tali materiali, ancora dotati di valore commerciale, se avviati alla valorizzazione, permettono la riduzione dei costi generali di dismissione dell'impianto eolico, anche in termini di impatti sull'ambiente. In generale, si traduce in **impatti positivi**:

- su tutte le componenti ambientali: il riutilizzo tramite valorizzazione secondaria della componentistica ancora dotata di valore commerciale, anche perché non soggetta ad estrema usura e ben mantenuta durante la vita produttiva dell'impianto, evita o comunque riduce la produzione ex-novo dell'analogica componentistica e dei relativi impatti connessi;
- per l'utilizzo di materie prime/risorse naturali: il recupero, tramite soggetti autorizzati, delle specifiche tipologie di rifiuti prodotti dalle attività di dismissione di cui è possibile il recupero (materiali inerti, materiali ferrosi, rame, etc.) evita il consumo (non rinnovabile) delle risorse naturali per la produzione delle stesse;
- sulla componente rifiuti: il recupero, tramite soggetti autorizzati, di alcune specifiche tipologie di rifiuti prodotti dalle attività di dismissione in luogo dello smaltimento in discarica, contrasta la progressiva saturazione delle possibilità di messa a dimora di ulteriori quantitativi di rifiuto non recuperabili.

Pertanto la gestione dei materiali di risulta derivanti dal cantiere di dismissione sarà improntata al rispetto della normativa vigente ma con l'obiettivo di:

- A. massimizzare il riutilizzo della componentistica meccanica ed elettromeccanica ancora dotata di valore commerciale;
- B. massimizzare il recupero, ai fini delle successive lavorazioni, dei rifiuti prodotti tramite soggetti autorizzati e l'invio ai centri di recupero/smaltimento nei termini di legge previsti;
- C. rendere al minimo la necessità di ricorrere allo smaltimento in discarica autorizzata dei rifiuti prodotti. Ovvero saranno conferiti a soggetti autorizzati allo smaltimento solo quelle tipologie di rifiuti non recuperabili.

In caso di dismissione dell'impianto, prima dell'inizio dei lavori si potrà concordare con l'Amministrazione Comunale di lasciare intatte tutte le stradelle che possono essere utili al servizio della collettività, in particolare attraversando agli imprenditori agricoli operanti nella zona.

Per quanto concerne la dismissione delle opere connesse, non sono presenti cabine di smistamento dislocate lungo il percorso dei cavidotti. Le volumetrie di servizio al parco eolico sono:

- La Sottostazione Utente, per la quale non si prevede la demolizione totale del fabbricato, ma la dismissione elettrica e meccanica di tutte le apparecchiature connesse al parco eolico. Tale scelta è volta al riutilizzo della volumetria della sottostazione elettrica per usi futuri, non connessi alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica.
- Le n. 6 Cabine di raccolta prefabbricate e poggiate sul terreno, posizionate a fianco dei n. 6 aerogeneratori "master". Costruite secondo l'architettura del luogo, potranno essere mantenute in loco e utilizzate quali ricoveri per attrezzi di lavoro per l'agricoltura o delocalizzate secondo le esigenze.

## **7. OPERAZIONI DI DISMISSIONE E MODALITA' DI SMALTIMENTO**

Nei capitoli seguenti si descrivono le puntuali operazioni e le modalità di attuazione della dismissione che si suddividono in tre attività principali, una volta scollegata la connessione elettrica dell'impianto, ovvero:

- 1) Attività di rimozione delle opere fuori terra,
- 2) delle opere interrate
- 3) le attività di ripristino dei luoghi nella situazione di fatto precedente la costruzione dell'impianto.

### **7.1. Aerogeneratore e componenti**

La rimozione e il de-assemblaggio degli aerogeneratori verrà effettuata con l'ausilio di gru principale e di una o due gru ausiliarie, in maniera del tutto simile alla sequenza delle fasi di montaggio ma in ordine inverso. Rotore e pale saranno le prime parti ad essere rimosse e riportate a terra, cui seguiranno navicella e mozzo e quindi i conci superiori della torre onde procedere via via alle porzioni inferiori della stessa.

Successivamente le parti così rimosse verranno trasportate presso azienda con qualifica specifica di conferimento del rifiuto della specifica componente. Qualora questo non fosse economicamente conveniente, si procederà allo smembramento delle componenti direttamente in loco, avvalendosi sempre dell'ausilio di aziende di conferimento rifiuti. La valorizzazione del ferro, dei materiali plastici e degli altri rifiuti compenserà in parte il valore della demolizione.

In generale, le modalità di recupero che saranno impiegate dal soggetto autorizzato all'epoca dello smantellamento saranno condotte nel rispetto del Decreto del 5 febbraio 1998 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D. Lgs. n.22 del 5 febbraio 1997 e ss.mm.ii." salvo successive leggi e regolamenti all'epoca in vigore.

### ***Rimozione degli aerogeneratori.***

Questa operazione verrà eseguita da ditte specializzate, preposte anche al recupero dei materiali.

Un vantaggio degli impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica è rappresentato dalla natura dei materiali dei componenti principali, essendo in prevalenza (circa 85%) costituiti da elementi in materiale metallico (principalmente ferro, acciaio, rame e alluminio) facilmente riciclabile o riutilizzabile.

Le torri degli aerogeneratori, comprese le parti elettriche, saranno smontate e ridotte in pezzi per consentirne il trasporto e lo smaltimento presso specifiche aziende di riciclaggio, oppure smontate e caricate sui mezzi di trasporto speciale per il riutilizzo in altri siti.

Il rottame di materiali ferrosi viene ritrasformato in prodotto attraverso un'unica operazione in forni ad arco elettrico. Come risultato la scoria formata può essere reintrodotta nel processo o eliminata in forma controllata.

Questa operazione è caratterizzata da un recupero di metalli dato che il rifiuto (rottame) è trasformato quasi completamente in prodotto. Il risultato del processo (acciaio) ha caratteristiche simili a quelle del prodotto iniziale e ciò è una delle condizioni necessarie per considerare questo processo come riciclaggio.

Il processo è una semplice catena di produzione di acciaio (in origine minerale, ferro, acciaio liquido e prodotto finale). Il rottame è introdotto nel ciclo di produzione nel livello di pre-prodotti evitando l'elevato consumo energetico che porta dalla materia prima minerale al ferro bruto.

Il riciclaggio del rottame di acciaio ha attualmente un elevato valore di mercato, il suo valore sta aumentando sempre più, proporzionalmente alla tecnica di produzione da arco elettrico, dato che la qualità del prodotto ottenuto è, ad oggi, molto elevata.

Ai valori ottenuti dalla vendita dell'acciaio è necessario sottrarre i costi del trasporto e della trasformazione. In questo caso si presterà particolare importanza ai trasporti a causa del loro elevato costo.

#### **7.1.1. Le pale**

Si pianificano due alternative per l'eliminazione o il riciclaggio delle pale fabbricate in fibra di vetro e carbonio che riducano l'impatto generato dalla loro eliminazione alla discarica degli inerti. Queste alternative sono:

1) Valorizzazione come combustibile e materia prima di processo per la produzione industriale di cemento. Questa soluzione richiede la frantumazione in pezzatura tale da permettere l'inserimento controllato all'interno del forno rotativo;

2) Riciclaggio del materiale per la fabbricazione di altri componenti attraverso il processo di separazione dei differenti componenti (processo di *pirolisi*). Attraverso il processo di pirolisi si ottiene di nuovo la fibra di vetro da una parte e la resina dall'altra sebbene la fibra di vetro recuperata in questa forma non conservi la totalità delle proprietà iniziali. Infatti, per questa ragione in funzione delle caratteristiche dei materiali recuperati, si determinano le vie di recupero degli stessi.

Il trasporto del materiale sarà effettuato da trasportatori autorizzati che conferiranno questo rifiuto avente codice CER170203 ad aziende autorizzate.

#### **7.1.2. La navicella**

Si descrivono nei seguenti paragrafi le modalità di dismissione e smaltimento dei vari componenti come descritti nel precedente Cap. 5.

##### **7.1.2.1. Mozzo**

I materiali saranno riciclati come rottame di acciaio. In generale il ferro e l'acciaio pulito sarà trasportato a cura di trasportatori autorizzati che conferiranno questi rifiuti avente codice CER 170405 ad aziende autorizzate.

##### **7.1.2.2. Generatore (componenti elettromeccanici)**

Considerato che i componenti elettromeccanici in generale, quale il generatore in particolare, non sono elementi sottoposti a sforzi a fatica di carattere meccanico, hanno una vita utile nettamente superiore a quella media di esercizio dell'impianto eolico.

Si suppone quindi che, una volta dismessi dall'impianto eolico, possano ancora trovare una collocazione nel mercato dell'usato dell'impiantistica ed essere riutilizzati.

Saranno conferiti/venduti ad aziende specializzate che, previo ricondizionamento, li reimmetteranno nel mercato dei ricambi ricondizionati.

In caso di non reimpiego, i materiali costituenti l'armatura e la carcassa esteriore saranno rottamati, così come il rame generato che si recupererà per la sua rifusione.

#### **7.1.2.3. Motori e riduttori**

I motori di posizionamento della navicella rispetto al vento come quelli di comando dell'orientamento delle pale, grazie alla loro grande resistenza e durata, possono essere riutilizzati, previa verifica funzionale e strutturale, come ricambi in altre macchine o per altri scopi di azionamento elettrico.

Grazie alla loro compatibilità in altre applicazioni al di fuori del settore eolico, questi motori potranno essere utilizzati in un mercato di macchine usate.

Nel caso in cui tali componenti si trovassero in forte stato di deterioramento saranno riciclati come rottame, essendo composti da acciaio, ferro e rame. Tale ipotesi peraltro è da escludere stante l'accurata manutenzione che sarà stata condotta durante tutto il tempo di esercizio dell'aerogeneratore, essendo il primo obiettivo la massimizzazione della produzione e quindi il mantenimento dell'aerogeneratore nelle migliori condizioni possibili di sfruttamento della risorsa cinetica.

#### **7.1.2.4. Gruppo o sistema idraulico**

Analogamente ai motori e riduttori, potrà essere riciclato e reimpiegato per altri usi o smaltito come rottame, essendo costituito da acciaio.

#### **7.1.2.5. Gruppo di pressione**

Analogamente ai motori e riduttori e al sistema idraulico, potrà essere riciclato e reimpiegato per altri usi o smaltito come rottame, essendo costituito da acciaio.

#### **7.1.2.6. Condotti idraulici**

Considerati i componenti di fabbricazione dei condotti idraulici, sostanzialmente polimeri sintetici e caucciù – eventualmente rinforzati internamente con una maglia di filo d'acciaio, dato che nel materiale e nella struttura sono molto simili agli pneumatici delle automobili, verranno valorizzati da un gestore autorizzato come combustibile energetico o come materia prima per la fabbricazione dell'arredo urbano.

In alternativa saranno avviati al riciclaggio come rottame.

#### **7.1.2.7. Trasformatore MT/BT**

Il trasformatore, come parte del sistema elettrico dell'aerogeneratore si deve considerare nel momento dell'eliminazione dello stesso, in maniera controllata.

Considerato che i trasformatori non sono elementi sottoposti a sforzi a fatica di carattere meccanico, hanno una vita utile nettamente superiore a quella media di esercizio dell'impianto eolico.

Si suppone quindi che i trasformatori dismessi dall'impianto eolico possano ancora trovare una collocazione nel mercato dell'usato dell'impiantistica ed essere riutilizzati.

Saranno conferiti/venduti ad aziende specializzate che, previo ricondizionamento, li reimmetteranno nel mercato dei ricambi ricondizionati.

In caso di non reimpiego, i materiali costituenti l'armatura e la carcassa esteriore saranno rottamati, così come il rame generato che si recupererà per la sua rifusione.

#### **7.1.2.8. Telaio anteriore e posteriore**

I telai sono fabbricati in acciaio meccanizzato saldato e la loro struttura è progettata specificatamente per il supporto della struttura della navicella, pertanto una volta arrivati alla fine della vita utile dell'aerogeneratore vengono riciclati come rottame.

#### **7.1.2.9. Involucro esterno**

Come per le pale, per l'eliminazione di questi componenti, prima di provvedere alla dismissione completa di un parco eolico si pianificano due alternative per l'eliminazione o il riciclaggio delle carcasse, che riducano l'impatto generato dall'eliminazione di queste strutture in una discarica di inerti.

Le principali alternative sono due:

1) *Valorizzazione* come combustibile e materia prima di processo per la produzione industriale del cemento. Questa soluzione richiede la frantumazione in pezzatura tale da permettere l'inserimento controllato all'interno del forno rotativo;

2) *Riciclaggio* del materiale per la fabbricazione di altri componenti attraverso il processo di separazione dei differenti componenti (processo di *pirolisi*). Attraverso questo processo si ottiene di nuovo la fibra di vetro da una parte e la resina dall'altra sebbene la fibra di vetro recuperata in questa forma non conservi la totalità delle proprietà iniziali. Infatti, per questa ragione in funzione delle caratteristiche dei materiali recuperati, si determinano le vie di recupero degli stessi.

#### **7.1.2.10. Componenti elettrici di controllo – cavi elettrici**

La maggior parte dei cavi installati sono fabbricati in alluminio o in rame. L'isolamento esterno nella maggior parte dei casi è in PVC, polietilene (PE) o altri polimeri.

Tutti i cavi impiegati sono recuperabili per il riutilizzo dei metalli, avendo il rame e l'alluminio, un elevato valore di mercato. Per la loro formazione a strati e grazie alle tecnologie attualmente disponibili, il processo per il recupero dei cavi è basato sulla triturazione iniziale del cavo e sulla separazione del conduttore metallico e dell'isolante plastico polimerico di protezione e schermatura.

I cavi saranno trasportati e avviati tal quali a soggetti autorizzati al recupero secondo la disciplina dei rifiuti con codice CER 170411.

La parte isolante di PVC e PE è sfruttabile in diverse applicazioni come materia prima per la fabbricazione di strumenti e applicazione per il giardinaggio, ecc.

Inoltre si dovrà tenere conto di tutti quei componenti del sistema di controllo che sono fabbricati con piombo in una matrice di vetro o ceramica.

Allo stesso modo le lampade a scarica e gli schermi degli strumenti si dovranno gestire in maniera controllata visto il contenuto di metalli pesanti come piombo e mercurio.

#### **7.1.2.11. Minuteria**

Come la maggior parte dei componenti della navicella, gli elementi di assemblaggio, supporto, armatura di supporto della carcassa esterna, elementi di protezione dei componenti mobili sono fabbricati in acciaio, alluminio ed altre leghe.

Nel caso della dismissione del parco eolico è considerevole il volume dei vari componenti in acciaio, alluminio e altre leghe derivanti dallo smantellamento per cui sarà necessaria una metodologia e procedura di deposito separato, cernita e gestione di ogni categoria di minuteria metallica a non.

Quanto sopra anche in riferimento alle possibili destinazioni finali che, nel caso di non riutilizzo, dovrà essere la rottamazione per la sua rifusione.

#### **7.1.2.12. Oli e liquidi refrigeranti**

Il sistema idraulico è costituito anche dai condotti per l'azionamento dei vari sistemi installati all'interno della navicella.

Vista la composizione degli stessi, questi oli sono considerati pericolosi, hanno codice CER 130208 e la loro eliminazione è sottoposta a controllo: devono essere rimossi in forma controllata prima dell'inizio dei lavori di smontaggio di uno dei componenti o dello smantellamento dell'aerogeneratore.

Gli oli esausti, una volta recuperati adeguatamente, devono essere conferiti a Consorzi autorizzati e hanno la possibilità di essere reimpiegati come combustibile in impianti di generazione dell'energia.

I liquidi di refrigerazione devono essere, allo stesso modo, rimossi in forma controllata specialmente quando contengano cromo esavalente. A causa della loro tossicità queste soluzioni saranno trattate in impianti speciali per l'eliminazione di componenti pericolosi.

### **7.2. La torre di sostegno**

Le sezioni della torre di sostegno, dopo accurati controlli del Fornitore o da parte di ditte specializzate, possono essere recuperate a nuovo e ricollocate in altre postazioni come materiale usato ma certificato e dotato di garanzia sempre nell'ambito del settore eolico. È fiorente il mercato degli aerogeneratori di seconda mano. L'opzione più attuabile relativamente alla gestione finale delle sezioni che costituiscono le torri è il riciclaggio come rottame.

### **7.3. Platea di fondazione – demolizione della porzione emergente rispetto al piano campagna**

Lo smantellamento della base dell'aerogeneratore e successivo ripristino dell'area avverrà con la rimozione di tutti i materiali ferrosi quali bulloni, viti e sistemi di ancoraggio. In riferimento alla Fig. 1: Configurazione delle aree di servizio, l'Area A, la fondazione, di forma circolare, avente diametro pari a 24,8 m e superficie di 482,81 m<sup>2</sup> sarà demolito fino a profondità pari ad almeno 1 metro e ricoperto da materiale naturale per favorire la rinaturalizzazione di tutta la superficie in oggetto. Si ritiene che uno smantellamento completo del manufatto di fondazione comporterebbe un ulteriore impatto paesaggistico e ambientale nel contesto.

Per il taglio dei ferri dell'armatura si useranno macchinari adatti al taglio del tondino ferroso.

Si opererà quindi la rimozione della parte metallica, ovvero il concio di torre, destinato al riciclo come materiale ferroso e i resti dell'abbattimento della fondazione, calcestruzzo e ferro.

La base in calcestruzzo si può eliminare tramite il deposito in discarica dei rifiuti inerti (il calcestruzzo è smaltito con codice CER 170101) o può essere riciclata come agglomerato per usi nelle costruzioni civili.

### **7.4. Sistemazione della piazzola di esercizio e della viabilità di progetto**

Si premette che parte della viabilità di progetto potrebbe essere mantenuta se e solo se ci fosse specifica richiesta da parte dell'Amministrazione Pubblica per mantenerne l'uso quale viabilità rurale a servizio dell'agricoltura, previo svolgimento dei passi normativi necessari.

In generale il ripristino dei luoghi si attua, dopo aver rimosso quanto realizzato, con riporti di terreno per la ricostruzione morfologica e qualitativa delle aree delle piazzole e della viabilità di progetto, in cui sono stati applicati interventi di asportazione e che non sono stati ripristinati all'epoca della costruzione dell'impianto.

In generale sarà asportato lo strato consolidato superficiale delle aree e della viabilità di progetto per uno spessore pari al riporto messo in opera alla costruzione ed il terreno verrà rimodellato allo stato originario con il ripristino della vegetazione realizzando:

- a) la rimozione delle opere d'arte a servizio della viabilità,
- b) lo smantellamento e rimozione delle opere di contenimento del terreno (se presenti e realizzate con la tecnica delle terre armate)
- c) uno strato di copertura di spessore pari ad almeno 20cm
- d) per il ripristino della vegetazione, l'utilizzo di essenze erbacee, arbustive e arboree autoctone di ecotipi locali o di provenienza regionale.

### **7.5. Cavidotti e linee elettriche**

Il cavidotto in Media Tensione di collegamento degli aerogeneratori alle Cabine di raccolta e da queste alla Sottostazione Utente, come riportato negli elaborati di progetto, è totalmente interrato a profondità di posa variabili da 1,1m a 1,7m rispetto al piano di campagna.

Analogamente alle opere di fondazione sottoterra, si ritiene che la rimozione completa dei cavidotti comporterebbe un ulteriore impatto paesaggistico e ambientale nel contesto.

La dismissione del cavo, a fine vita dell'impianto, non risulta conveniente per i seguenti motivi:

- ✓ I materiali di cui sono costituiti i cavi elettrici sono sostanzialmente inerti e non costituiscono un pericolo per l'inquinamento delle falde sotterranee;
- ✓ Le operazioni di rimozione, dopo 30/35 anni di utilizzo, comporta la riapertura dell'intero scavo per tutta la sua lunghezza, di circa 50 km, con conseguenti scavi e movimenti di terra importanti e impattanti;
- ✓ Le linee elettriche e i cavidotti in generale, al momento della dismissione sono ancora perfettamente funzionanti e potrebbero essere utilizzati proficuamente dal Distributore (Terna S.p.a.) per alimentare infrastrutture di elettrificazione rurale sicuramente in modo meno invasivo delle usuali condutture aeree. Il Produttore si impegna fin da ora a cedere gratuitamente il cavidotto al distributore.

In caso di dismissione, smantellamento e recupero ambientale l'operazione di dismissione delle linee elettriche

dell'intero Parco Eolico prevede le seguenti operazioni:

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

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

Naturalmente, dove il manto stradale sarà di tipo sterrato sarà ripristinato allo stato originale mediante un'operazione di costipazione del terreno, mentre dove il manto stradale è in materiale asfaltato sarà ripristinato l'asfalto asportato.

I materiali da smaltire, sono relativi ai componenti prima descritti, ovvero escludendo i conduttori che hanno un loro valore commerciale, restano da eliminare il nastro segnalatore, il tubo portacavi (ove presente), i pozzetti di ispezione e i materiali edili di risulta dello scavo e precisamente la sabbia cementata e l'asfalto, se presente.

## **7.6. Cabine di raccolta e quadri interruttori**

Le n.6 cabine di raccolta contenenti i quadri elettrici (interruttori) degli aerogeneratori appartenenti al Gruppo, da smaltire, costruite secondo l'architettura del luogo, potranno essere mantenute in loco e utilizzate quali ricoveri per attrezzi di lavoro per l'agricoltura o delocalizzate secondo le esigenze.

## **7.7. Quadri e apparecchiature elettriche**

Con il D.Lgs. n. 151 del 25 luglio 2005 sono state recepite le direttive europee 2002/95/CE (Waste of Electric and Electronic Equipment) che è denominata Disciplina RAEE), 2002/96/CE e 2003/108/CE.

Tali direttive hanno come scopo la regolamentazione della produzione di rifiuti costituiti da apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) attraverso una progettazione che tenga conto del futuro riciclo del prodotto e alla gestione delle stesse apparecchiature elettriche finalizzata al successivo recupero e reimpiego.

Allo stato attuale le apparecchiature elettriche ed elettroniche facenti parte di impianti fissi non rientrano tra le categorie di apparecchiature elettriche ed elettroniche (AEE) contemplate dal Decreto.

Pertanto, fermo restando la normativa in vigore, non è ipotizzabile che la disciplina regolata dal D. Lgs. n. 151 del 25 luglio 2005 possa essere applicata alle apparecchiature elettriche/elettroniche da dismettere, che dovranno quindi essere gestite, trasportate e avviate a smaltimento come codice CER 160213.

## **7.8. La Sottostazione Utente**

È plausibile affermare che la Sottostazione Utente non sarà completamente smantellata, ma ne sarà mantenuta la funzionalità quale stallo per nuove utenze dal Gestore della Rete.

Di seguito è descritto il processo di smantellamento totale.

Per il ripristino bisogna considerare la rimozione dei quadri elettrici e di tutte le apparecchiature elettromeccaniche relative al livello di tensione 150 kV. In particolare saranno smontati i trasformatori di misura amperometri, quelli volumetrici, il sezionatore e l'interruttore. Sarà asportato inoltre il trasformatore MT/AT.

Per quanto riguarda la parte civile, sarà recuperata come ricovero di attrezzi la sola sala quadri mentre sarà abbattuta la recinzione di protezione e trasportati a discarica i residui. Le parti delle fondazioni relative alle apparecchiature elettromeccaniche saranno ricoperte con terreno vegetale, dopo l'asportazione del primo metro di basamento.

Saranno altresì rimosse le pavimentazioni in calcestruzzo presenti sul piazzale e trasportate presso discariche autorizzate.

## **8. CONFERIMENTO A IMPIANTI PER LO SMALTIMENTO**

Nell'ambito territoriale afferente alle opere di progetto è stata condotta un'indagine mirata ad individuare i possibili siti di discarica autorizzata utilizzabili per la destinazione dei componenti dell'impianto destinati alla "rottamazione" derivanti dalla dismissione del parco eolico.

Per quanto riguarda le discariche si è fatto riferimento all'elenco degli impianti autorizzati dalla Provincia di Nuoro (o Sud Sardegna) compresi nel Piano Provinciale per la Gestione dei Rifiuti pubblicato nel Supplemento Ordinario al Bollettino Ufficiale della Regione Sardegna n. 26 del 23 agosto 2005 ed aggiornato con deliberazione di Giunta Regionale n. 69/15 del 23 dicembre 2016

Di seguito si riporta la tabella relativa alla gestione dei rifiuti non pericolosi per inerti, per rifiuti speciali non pericolosi, demolitori, ecc., con la localizzazione delle discariche autorizzate.

(fonte: <https://www.regione.sardegna.it/j/v/25?s=12634&v=2&c=149&t=1>)

#### Discariche per rifiuti non pericolosi inerti

Aggiornamento: 30.09.2005

ENTE GESTORE	COMUNE	AUTORIZZ. N.	DATA	VALIDITA'	VOLUMI (MC)	SCADENZA	SEDE LEGALE
Comune di Dorgali	Dorgali	23902	07/01/1998	5	200.000	07/01/2003	Dorgali
Comune di Arzachena	Arzachena	1174	10/02/1998	5	42.150	10/02/2003	Arzachena
Comune di Monastir	Monastir	18	13/01/2004	6mesi	100.000	13/07/2004	Monastir
F.lli Melis s.n.c.	Quartu	28	19/01/2004	6mesi	550.000	19/07/2004	SS 125 km 15 -Maracalagonis
Comune di Villamar	Villamar	30	24/01/2000	5	55.459	24/01/2005	Comune di Villamar
Comune di Bitti	Bitti	2113	09/09/2004	6mesi	243.000	09/03/2005	Comune di Bitti
Trasporti e Scavi	Dolianova	817/IV	14/04/2000	5	40.000	14/04/2005	Via Puccini 11 Dolianova
Comune di Ploaghe	Ploaghe	3127	24/12/2004	6mesi	47.250	24/06/2005	Comune di Ploaghe
GE.DI.CA. s.r.l.	Serdiana	3128	24/12/2004	6mesi	102.900	24/06/2005	Vico VI Roma- Serdiana
Comune di Carloforte	Carloforte	1971/IV	21/07/2000	5	37.735	21/07/2005	Comune di Carloforte
Basciu Gabriele	Marrubiu	1812/II	21/09/2005	6 mesi	23.212	21/03/2006	Loc. Roiabis-Marrubiu
Comune di Desulo	Desulo	2111/IV	11/09/2000	5	62.000	11/09/2005	Comune di Desulo
Ecosarda di Scanu A.	Uri	2207/IV	27/09/2000	5	13.783	27/09/2005	Via S.Pellico Ittiri
General Trasporti di Montis M.	Capoterra	3013/IV	01/12/2000	5	22.175	01/12/2005	loc. Is Coddus -Capoterra
Comune di Ottana	Ottana	308	20/02/2001	5	55.000	20/02/2006	Ottana
Ecogroup	Carbonia	373/IV	23/02/2001	5	83.633	23/02/2006	Via Calamattia 2 Cagliari
2 A.L. s.r.l.	Sestu	945/IV	27/04/2001	5	175.000	27/04/2006	Via Cesare Cabras 18 Monserrato
Trunconi s.r.l.	Serramanna	1141/IV	21/05/2001	5	100.000	21/05/2006	Via Piemonte, 12 Cagliari
Comune di Oliena	Oliena	1527/IV	04/07/2001	5	109.000	04/07/2006	Oliena
Comune di Tempio Pausania	Tempio Pausania	2145/IV	31/10/2001	5	50.000	31/10/2006	Tempio Pausania
Meridional Beton	Tortoli	2211/IV	15/11/2001	5	68.500	15/11/2006	Via Baccassara Km.1,5 Tortoli
PRO.MI.SA. S.r.l.	Quartu S.Elena	2231/IV	16/11/2001	5	389.853	16/11/2006	Via Marconi, 408 Quartu S.Elena
F.lli Piscì Villaurbana	Villaurbana	2296/IV	30/11/2001	5	89.791	30/11/2006	Via V.Emanuele,2 Villaurbana
GE. DI. S.R.L.	Sestu	2408/IV	12/12/2001	5	1.113.651	12/12/2006	S.S. 131/D KM.7 Sestu
Comune di Ittiri	Ittiri	2409/IV	12/12/2001	5	45.500	12/12/2006	P.zza G. Rossa - Ittiri
Longoni Efisio	Elini	2465/IV	18/12/2001	5	93.757	18/12/2006	Via Bellini, 1 Tortoli
Comune di Pabillonis	Pabillonis	407/IV	18/03/2002	5	25.841	18/03/2007	Pabillonis

Comune di Buggerru	Buggerru	514/IV	28/03/2002	5	50.961	28/03/2007	Buggerru
Comune di Soleminis	Soleminis	1155/IV	21/05/2002	5	28.000	21/05/2007	Via Chiesa, 18 - Soleminis
Comune di Sedini	Sedini	1185/IV	27/05/2002	5	27.000	27/05/2007	Via La Rampa - Sedini
DITTA AES	Villasimius	1781/IV	19/07/2002	5	95.000	19/07/2007	Via R.Elena 35 - Villasimius
S.M.T. S.R.L.	Sarroch	2578/IV	27/11/2002	5	461.395	27/11/2007	Loc. forada is Olias n. 7 Sarroch
Scioni Giorgio	Mandas	2546/IV	10/11/2003	5	56.982	10/11/2008	Via Garibaldi 53 - Mandas
SER.E.SA. S.r.l	Iglesias	2963/IV	30/12/2003	5	246.000	30/12/2008	fraz.Bindua Iglesias
Ruggiu Guido e Figli	Zerfaliu	1434	16/06/2004	5	338.250	16/06/2009	Località Is Corrias - Zerfaliu
ECO 2 s.n.c.	Sanluri	1965	17/08/2004	5	35.317	17/08/2009	Loc. Funtana Noa - Sanluri
Scalas Panfilo	Assemini	2238	30/09/2004	5	85.000	30/09/2009	Via Sicilia,90 Assemini
L.A.I. di Lai Antonio	Sinnai	2412	29/10/2004	5	16.835	29/10/2009	Via S. Vittoria n°52 Sinnai
Fanni Cristian	Santadi	2852	02/12/2004	5	38.975	2/12/2009	Via Is Collus, 70 - Santadi
Ecosarda 2000 s.n.c.	Assemini	3126	24/12/2004	5	69.584	24/12/2009	Via Porrino, 4 - Assemini
Camac sr.l.	Alghero	12	17/01/2005	5	750.000	17/01/2009	Via SS. Angeli, 133 Alghero
Comune di Nuoro	Nuoro	103	17/02/2005	5	267.000	17/02/2010	Comune di Nuoro
GIO.MA Immobiliare	Sassari	646	20/04/2005	5	177.502	20/04/2010	Via Dalmazia 22 Sassari
Ecologica R2 s.a.s.di Renna Luigi	Sassari	886	17/05/2005	5	1.100.000	17/05/2010	S.S. 127 n. 42 - Sassari
Oristano Inerti	Oristano	968	31/05/2005	5	47.605	31/05/2010	loc.Pranu e Cixiri Tanca Molino - SILI
Ecoinerti di Raia Maria	Iglesias	1171	24/06/2005	5	50.000+493.000	30/06/2010	Via della Regione 30 Iglesias
Ecotecnica Service s.r.l	Assemini	1291	21/07/2005	5	28.700	21/07/2010	ss. 130 km. 10 loc. Su Pillari Assemini

Tab. 1: localizzazione impiantistica rifiuti non pericolosi inerti nell'area vasta di impianto

## Discariche per rifiuti non pericolosi speciali

Aggiornamento: 30.09.2005

ENTE GESTORE	SEDE LEGALE	SEDE DELL'IMPIANTO	AUT. N°	TIPO AUT.	DATA	DURATA ANNI	VOLUMI (MC)
CONSORZIO A.S.I. SASSARI - PORTO TORRES - ALGHERO	Z.I. PORTO TORRES	PORTO TORRES	2504/IV	CONTO TERZI	12/11/2002	5	290.000
TOSSILO TECNOSERVICE S.P.A.	LOC. TOSSILO - MACOMER	LOC. MONTE MURADU - MACOMER	2515/IV	CONTO TERZI	29/10/2003	3	71.000
ENDESA ITALIA S.P.A. (EX ECOSESTO S.R.L.)	VIA G. MANGILI, 9 - ROMA	LOC. CANAGLIA - SASSARI	2412/IV	CONTO TERZI	16/10/2003	5	160.000
SYNDIAL S.P.A. (EX ENICHEM S.P.A.)	Z.I. PORTO TORRES	Z.I. PORTO TORRES	1172/IV	CONTO PROPRIO	29/05/2005	5	10.000
PORTOVESME S.R.L. (EX AMBIENTE S.P.A.)	KM. 16,5 PORTOSCUSO	LOC. GENNA LUAS - IGLESIAS - CARBONIA	709/IV	CONTO PROPRIO	21/04/2005	6 mesi	646.000
ECODUMP S.R.L.	VIA BARCELONA, 2 - CAGLIARI	LOC. SCIRIEDDUS - CARBONIA	2/ IV	CONTO TERZI	03/01/2002	5	850.000
IMPRESA FRANCESCO CANCELLU S.R.L.	VIA CONVENTO, 35 - NUORO	LOC. CORONAS BENTOSAS - BOLOTANA	711 / IV	CONTO TERZI	22/04/2005	3	200.000
S.I.G.E.D. S.R.L.	VIA GALASSI, 4 - CAGLIARI	LOC. SCALA ERRE - SASSARI	393 / IV	CONTO TERZI	19/02/2004	3	106.000
ECOSERDIANA S.P.A.	VIA DELL' ARTIGIANATO, 6 - CAGLIARI	LOC. S' ARENAXIU - SERDIANA	666/IV	CONTO TERZI	09/03/2004	5	106.375
EURALLUMINA S.P.A.	Z.I. PORTOSCUSO	LOC. SA FOXI - Z.I. PORTOSCUSO	1511 / II	CONTO TERZI	08/08/2005	1	716.530

*Tab. 2: localizzazione impiantistica rifiuti non pericolosi speciali nell'area vasta di impianto*

## 9. RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

Gli obiettivi principali di questa forma riabilitativa sono i seguenti:

- riabilitare, mediante attenti criteri ambientali, le zone soggette ai lavori che hanno subito una modifica rispetto alle condizioni pregresse;
- consentire una migliore integrazione paesaggistica dell'area interessata dalle modifiche. Per il compimento degli obiettivi sopra citati il programma dovrà contemplare i seguenti punti:
  - si dovrà prestare particolare attenzione durante la fase di adagiamento della terra vegetale, provvedendo prima un'adeguata sistemazione del suolo che dovrà riceverla;
  - effettuare una attenta e mirata selezione delle specie erbacee, arbustive ed arboree maggiormente adatte alle differenti situazioni. Inoltre, particolare cura si dovrà porre nella scelta delle tecniche di semina e di piantumazione, con riferimento alle condizioni edafiche ed ecologiche del suolo che si intende ripristinare;
  - si dovrà procedere alla selezione di personale tecnico specializzato per l'intera fase di manutenzione necessaria durante il periodo dei lavori di riabilitazione.

Le azioni necessarie per l'attuazione di tali obiettivi sono le seguenti:

- Trattamento dei suoli: le soluzioni da adottare riguardano la stesura della terra vegetale, la preparazione del suolo secondo le tecniche classiche. Il carico e la distribuzione della terra si realizza generalmente con una pala meccanica e con camion da basso carico, che la scaricheranno nelle zone d'uso. Quando le condizioni del terreno lo permettono si effettueranno passaggi con un rullo prima della semina. Queste operazioni si rendono necessarie per sgretolare eventuali ammassi di suolo e per prepararlo alle fasi successive.
- Opere di semina di specie erbacee: una volta terminati i lavori di trattamento del suolo si procede alla semina di specie erbacee con elevate capacità radicanti in maniera tale da poter fissare il suolo. In questa fase è consigliata, per la semina delle specie erbacee, la tecnica dell'idrosemina.

In particolare, sentito il parere dell'agronomo all'epoca degli smantellamenti, si prevede (ad oggi) di adottare un manto di sostanza organica triturrata (torba e paglia), spruzzata insieme ad un legante bituminoso ed ai semi; tale sistema consente un'immediata protezione dei terreni ancor prima della crescita delle specie seminate ed un rapido accrescimento delle stesse. Questa fase risulta di particolare importanza ai fini di:

- mantenere una adeguata continuità della copertura vegetale circostante;
- proteggere le superfici rese particolarmente più sensibili dai lavori di cantiere e dall'erosione;

- consentire una continuità dei processi pedogenetici, in maniera tale che si venga a ricostituire un orizzonte organico superficiale che permetta successivamente la ricolonizzazione naturale senza l'intervento dell'uomo.

L'evoluzione naturale verso forme più evolute di vegetazione (arbustive e successivamente arboree) può avvenire in tempi medio-lunghi a beneficio della flora autoctona. Per questo motivo le specie erbacee selezionate dovranno essere caratterizzate da una crescita rapida, una capacità di rigenerazione elevata, "rusticità" elevata e adattabilità a suoli poco profondi e di scarsa evoluzione pedogenetica, sistema radicale potente e profondo ad alta proliferazione. Per realizzare un'alta percentuale di attecchimento delle specie, dovranno essere adottate misure particolarmente rigorose quali la delimitazione delle aree di semina ed il divieto di accesso e/o controllo di automezzi e personale. La scelta delle specie da adottare per la semina dovrà comunque essere indirizzata verso le essenze autoctone e già presenti nell'area di studio.

Per la scelta delle tecniche e delle specie da adottare sono stati seguiti i seguenti tre criteri:

- obiettivo primario degli interventi;
- ecologia delle specie presenti;
- ecologia delle specie da inserire e provenienza (biogeografia) delle stesse.

L'ecologia delle specie presenti è stata dedotta dallo studio delle associazioni vegetali presenti nell'area. È infatti chiaro come l'ecologia delle specie presenti sia espressione delle condizioni stazionali. Poiché, nelle opere di sistemazione previste, dovranno essere impiegate unicamente specie vegetali che si trovano su stazioni analoghe, la successiva scelta sulle specie da adottare è possibile mediante l'analisi sulla vegetazione.

Le associazioni individuate nell'area soggetta ad indagine mostrano una certa variabilità nei gradienti ecologici, che pone la progettazione del verde di fronte a scelte che mirino a obiettivi polifunzionali.

L'ecologia delle specie da inserire dovrà essere molto simile a quella delle specie già presenti.

Non saranno dunque ammissibili scelte di specie con le seguenti caratteristiche:

- specie invasive con forti capacità di espansione in aree degradate;
- specie alloctone con forte capacità di modifica dei gradienti ecologici;
- specie autoctone ma non proprie dell'ambiente indagato.

Inoltre, poiché lavorerà su aree prodotte artificialmente e/o su aree fortemente modificate dall'uomo, sprovviste spesso di uno strato umifero superficiale e dunque povero di sostanze nutritive, è chiaro che in tali condizioni estreme sia consigliabile utilizzare solo associazioni pioniere, compatibili dal punto di vista ecologico. Tali associazioni dovranno rispondere inoltre alle seguenti caratteristiche:

- larga amplitudine ecologica;
- facoltà di colonizzare terreni grezzi di origine antropogenica e capacità edificatrici;
- resistenza alla sollecitazione meccanica;
- azione consolidante del terreno.

Le metodologie operative sono dunque relative alle esigenze sopra riportate. Seguendo la sistematica introdotta da Schiechl (1973) che prevede quattro differenti tecniche costruttive (interventi di rivestimento, stabilizzanti, combinati, complementari), sono stati scelti interventi di rivestimento in grado di proteggere rapidamente il terreno dall'erosione superficiale mediante la loro azione di copertura esercitata sull'intera superficie.

## **10.COMPUTO METRICO DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE**

Nella seguente tabella si riassumono le principali voci di costi da sostenere, a valori attuali, per la dismissione dell'impianto eolico costituito da n. 29 aerogeneratori NORDEX modello N163/5.X.

Parco Eolico Nuraxeddu		
Costo smontaggio di un aerogeneratore - stima		
Attività	Costo unitario (€)	Totale (€) per 29 aerogeneratori
Manodopera per lo smontaggio di tutte le componenti degli aerogeneratori quali pale, mozzo, rotore, navicella, concetti di torre e cablaggi, compreso il nolo a caldo di n. 2 gru non inferiori di 120 t.	31.645,13	917.708,77
Trasporto di tutto il materiale nelle apposite ditte specializzate	16.031,87	464.924,23
<b>Totali :</b>	<b>47.677,00</b>	<b>1.382.633,00</b>

Tab.3: Costi stimati per la dismissione di ciascun aerogeneratore

Parco Eolico Nuraxeddu			
Costi di dismissione dell'impianto costruito da n.29 aerogeneratori - stima			
Attività	Quantità	Costo unitario (€)	Totale (€) per 29 aerogeneratori
Smontaggio aerogeneratori	29	47.677,00	1.382.633,00
Smaltimento del cls armato	3.048	115,21	351.160,08
Rimozione materiale roccioso in eccesso dalle aree di servizio	99.267	9,87	979.765,29
Ripristino dello stato dei luoghi "ante operam" della viabilità del Parco	13.139,65	69,62	914.782,43
Trasporto a discarica e conferimento degli oneri per il terreno, cls e aerogeneratori			3.321.360,00
Rimozione cavidotto e cavo, compreso lo scavo e il successivo rinterro con il ripristino del territorio			2.318.162,54
Rimozione delle cabine di raccolta	6	5.000,00	30.000,00
Ripristino di terreno vegetale compresa la piantumazione di specie autoctone			1.270.771,20
Rimozione pozzetti	85	80,00	6.800,00
Altri oneri di spesa			446.564,61
<b>Totale :</b>			<b>11.021.999,15</b>

Tab.4: Costi stimati per la dismissione dell'impianto e operazioni di ripristino

Le tariffe per le attività di demolizione e smaltimento dei manufatti, è stata desunta dal Prezzario delle opere pubbliche della Regione Sardegna attualmente in uso.

Per lo smaltimento del materiale in esubero è stata considerata la consegna ad una discarica ubicata nel raggio di 20 km.

**N.B.** Nei casi in cui non è previsto un prezzo dal Genio Civile o del Prezzario delle opere pubbliche della Regione Sardegna attualmente in uso, il preventivo è stato effettuato sulla base di un'analisi dei prezzi attualmente in uso.

## 11. RICAVI DA OPERAZIONI DI SMANTELLAMENTO

La dismissione del Parco Eolico Nuraxeddu porta riflessi economici positivi derivanti dalla valorizzazione dei

materiali e componenti come descritto in precedenza.

Gli aerogeneratori a progetto pesano ciascuno circa 623 tonnellate, così composto:

il 73% circa è acciaio, il 11,5% circa ferro o ghisa, 2% rame e 2% alluminio per un totale dell'88,5% di materiale riciclabile, corrispondente a 551,35 tonnellate. Il restante 11,5% di cui è composta la singola turbina è materiale non riciclabile e pari a 71,65 tonnellate che compete ai costi di smaltimento

Nell'ipotesi di demolizione completa e non rigenerazione per il mercato secondario, considerando i valori correnti dei materiali, si riporta nella tabella sottostante la valorizzazione per singolo aerogeneratore:

<b>Aerogeneratore NORDEX-N136 - (percentuali indicative)</b>				
<b>Materiale</b>	<b>Percentuale (%)</b>	<b>Peso (t)</b>	<b>Prezzo unitario (€/t)</b>	<b>Totale (€)</b>
<b>Acciaio</b>	73	454,79	215	97.779,85
<b>Ferro e Ghisa</b>	11,5	71,645	330	23.642,85
<b>Rame</b>	2	12,46	3500	43.610,00
<b>Alluminio</b>	2	12,46	1000	12.460,00
<b>Altri materiali non riciclabili</b>	11,5	71,645		
<b>Totale</b>	100	623		<b>177.492,70</b>

*Tab. 5: Valorizzazione componenti dismessi aerogeneratore NORDEX*

Considerando i valori correnti dei componenti meccanici ed elettromeccanici quali generatori e trasformatori recuperati si riporta nella tabella sottostante la valorizzazione:

<b>Aerogeneratore NORDEX-N136 - componenti interni (valori indicativi)</b>			
<b>Componenti</b>	<b>Quantità</b>	<b>Valore di mercato (€)</b>	<b>Totale (€)</b>
<b>Trasformatori BT/MT</b>	29	3.500,00	101.500,00 €
<b>Generatori elettrici - motori</b>	29	10.000,00	290.000,00 €
<b>Quadri elettrici (stima forfettari)</b>			43.711,70 €
<b>Totale</b>			<b>435.211,70 €</b>

*Tab. 6: Valorizzazione componenti interni alla navicella dell'aerogeneratore NORDEX*

I ricavi totali stimati in via preliminare dalla valorizzazione dei materiali, componenti, quali generatori, trasformatori e quadri elettrici, immessi sul mercato secondario ammontano a:

**Ricavi totali per n. 29 aerogeneratori (€): 5.582.500,00 €**

Oltre al ricavo dei materiali di riciclo degli aerogeneratori va considerato quello ottenuto dal recupero del cavo elettrico, utilizzato all'interno del Parco per il collegamento tra gli aerogeneratori, cabine utente e la sottostazione si riporta nella tabella sottostante la valorizzazione:

<b>Percorso cavi Parco Eolico Nuraxeddu (valori indicativi)</b>			
<b>Materiale</b>	<b>peso (kg)</b>	<b>Prezzo unitario (€/kg)</b>	<b>Totale (€)</b>
<b>Cavi elettrici di vari diametri</b>	1.101.298,8	3,16	3.480.104,21 €
<b>Totale</b>			<b>3.480.104,21 €</b>

*Tab. 7: Valorizzazione componenti cavi*

Anche il recupero del ferro delle armature dei plinti genera un ricavo, si riporta nella tabella sottostante la valorizzazione:

<b>Ferro di armatura plinti Parco Eolico Nuraxeddu</b>			
Materiale	Peso (kg)	Prezzo unitario (€/kg)	Totale (€)
Ferro di armatura plinti	310.200,00	0,5	155.100,00 €
<b>Totale</b>			<b>155.100,00 €</b>

*Tab. 8: Valorizzazione componenti ferro di armatura*

I ricavi totali stimati in via preliminare dalla valorizzazione dei materiali, immessi sul mercato secondario ammontano a:

<b>Ricavi Totali dallo Smaltimento Del Parco Eolico € 9.217.681,71</b>
--

## **12.CONCLUSIONI**

Dall'analisi dei costi e dei ricavi si ipotizza una spesa residua per lo smantellamento del Parco Eolico di circa 11.021.999,15 € - 9.217.681,71 € = 1.804.317,44 €

## **13.CRONOPROGRAMMA**

Progetto definitivo per la dismissione di un parco eolico di potenza pari a 153,9MW denominato Parco Eolico Nuraxeddu												
Cronoprogramma dismissione												
Società Proponente: Loto Rinnovabili S.r.l.	MESI											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>DISMISSIONE PARCO EOLICO</b>												
<b>OPERE CIVILI</b>												
<i>Allestimento area di cantiere</i>												
<i>Ripristino allo stato originale della viabilità interna e piazzole</i>												
<b>RIMOZIONE CAVI E CAVIDOTTI</b>												
<b>SMONTAGGIO AEROGENERATORI</b>												
<i>Smontaggio aerogeneratori</i>												
<i>Demolizione fondazioni</i>												
<i>Smontaggio cabine di raccolta</i>												
<b>RIPRISTINO VEGETAZIONE</b>												
<b>TRASPORTO IN DISCARICA MATERIALI PER SMALTIMENTO</b>												

Fig. 2: Cronoprogramma preliminare dei lavori di dismissione e smantellamento

**Indice delle Figure**

Fig. 1: Configurazione delle aree di servizio

Fig. 2: Cronoprogramma preliminare dei lavori di dismissione e smantellamento

**Indice delle Tabelle**

Tab. 1: localizzazione impiantistica rifiuti non pericolosi e inerti speciali nell'area vasta di impianto

Tab. 2: localizzazione impiantistica rifiuti non pericolosi speciali nell'area vasta di impianto

Tab. 3: Costi stimati per la dismissione di ciascun aerogeneratore

Tab. 4: Costi stimati per la dismissione dell'impianto e operazioni di ripristino

Tab. 5: Valorizzazione componenti dismessi aerogeneratore NORDEX

Tab. 6: Valorizzazione componenti interni alla navicella dell'aerogeneratore NORDEX

Tab. 7: Valorizzazione componenti cavi

Tab. 8: Valorizzazione componenti ferro di armatura