

N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
22_33_EO_FRA_AU_RE_09_01	GIUGNO 2024	PIANO DI DIMISSIONE (CON COSTI E CRONOPROGRAMMA DIMISSIONE)	Arch. Paola Sepe	Ing. Pietro Rodia	Ing. Leonardo Filotico
22_33_EO_FRA_AU_RE_09_00	MAGGIO 2023	PIANO DI DIMISSIONE (CON COSTI E CRONOPROGRAMMA DIMISSIONE)	Dott. Alessandra Massaro	Ing. Pietro Rodia	Ing. Leonardo Filotico

OGGETTO:

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

COMMITTENTE:

BROWN ENERGY S.r.l.
Z.I. Lotto n.31
74020 San Marzano di S.G. (TA)

TITOLO:

R3UEQM4_DocumentazioneSpecialistica_14
Piano di dismissione (con costi e cronogrammi)

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria

direttore tecnico
Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO

Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)
 tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914
 studio@projetto.eu
 web site: www.projetto.eu

P.IVA: 02658050733



NOME FILE
 R3UEQM4_DocumentazioneSpecialistica_14

SOSTITUISCE:	
SOSTITUITO DA:	
CARTA: A4	
SCALA: /	ELAB. RE.09

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

INDICE

1	DESCRIZIONE DEL SITO.....	3
2	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	4
3	DEFINIZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE	7
3.1	AEROGENERATORI.....	7
3.2	PALE.....	8
3.3	NAVICELLA.....	9
3.4	MOZZO	9
3.5	ASSE DI BASSA VELOCITÀ.....	10
3.6	MOLTIPLICATORE	11
3.7	ASSE DI ALTA VELOCITÀ.....	12
3.8	GENERATORE.....	13
3.9	MOTORI DI GIRO E RIDUTTORI	14
3.10	GRUPPO SISTEMA IDRAULICO	14
3.11	GRUPPO DI PRESSIONE	15
3.12	CONDOTTI IDRAULICI.....	15
3.13	VALVOLE DI CONTROLLO	15
3.14	TRASFORMATORE.....	16
3.15	TELAIO ANTERIORE E POSTERIORE	16
3.16	CARCASSA.....	17
3.17	COMPONENTI ELETTRICI E DI CONTROLLO	18
3.18	MINUTERIA.....	18
3.19	OLI ED ALTRI LIQUIDI RIFRIGERANTI (IDRAULICI E MECCANICI).....	19
3.20	TORRI	19
3.21	BASE DI CALCESTRUZZO	20
3.22	LINEE ELETTRICHE ED APPARATI ELETTRICI E MECCANICI DELLA STAZIONE DI UTENZA	22
4	DETTAGLI PER LO SMALTIMENTO DEI COMPONENTI.....	24
4.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE.....	24
4.2	QUANTIFICAZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE	26

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

4.3	RICICLAGGIO DEI MATERIALI FERROSI IN FORNI DI ARCO ELETTRICO.....	27
4.4	COMPOSITI NELLA PRODUZIONE DI CEMENTO	27
4.5	RICICLAGGIO DEI MATERIALI DEI COMPONENTI ELETTRICI	28
4.6	RITIRO DEL MATERIALE SMANTELLATO.....	29
4.7	SELEZIONE E SEPARAZIONE DEI COMPONENTI RITIRATI.....	29
5	MEZZI E PERSONALE IMPIEGATO	30
6	DETTAGLI PER IL RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI	32
7	COMPUTO METRICO DELLE OPERE DI DISMISSIONE	35
7.1	ELENCO PREZZI	35
7.2	ANALISI PREZZI	36
7.3	COMPUTO METRICO.....	38
8	CRONOPROGRAMMA OPERE DI DISMISSIONE	39

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

1 DESCRIZIONE DEL SITO

Il progetto prevede la realizzazione di 10 aerogeneratori, ciascuno avente un rotore di 170 m collegati a generatori elettrici della potenza nominale cadauno di 6,6 MW con altezza mozzo di 115 m misurata dal piano campagna all'asse del rotore e l'installazione di un sistema di accumulo della potenza di 20 MW.

3

Gli aerogeneratori in progetto sono così suddivisi e ubicati nel territorio di:

- n.6 aerogeneratori nel Comune di Francavilla Fontana;
- n.2 aerogeneratori nel Comune di San Vito dei Normanni;
- n.2 aerogeneratori nel Comune di Latiano.

L'impianto è ubicato in prossimità delle strade principali mentre i cavidotti di collegamento dei campi seguiranno in parte le strade di progetto e in parte le strade esistenti, andando a interessare il territorio comunale di Francavilla Fontana, San Michele Salentino, San Vito dei Normanni e Latiano (BR).

La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avverrà in corrispondenza della Stazione Elettrica 380/150/36 kV di nuova realizzazione nel Comune di Latiano, da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Brindisi - Taranto N2", la cui distanza dagli aerogeneratori varia da 700 m a 13 km circa.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

2 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il Parco Eolico "Capece" descritto nel presente progetto è ubicato nei comuni di Francavilla Fontana, San Michele Salentino, San Vito dei Normanni e Latiano (BR).

Nel sito è prevista l'installazione di 10 aerogeneratori di tipo SIEMENS GAMESA "SG 170 6.6MW @ 115m" per una potenza totale pari a 66 MW, e di sistema di accumulo di energia elettrica dalla potenza di 20 MW, per una potenza totale di progetto pari a 86 MW.

Gli aerogeneratori in progetto sono così suddivisi e ubicati nel territorio di:

- n.6 aerogeneratori nel Comune di Francavilla Fontana;
- n.2 aerogeneratori nel Comune di San Vito dei Normanni;
- n.2 aerogeneratori nel Comune di Latiano.

Inquadramento del progetto su IGM - Scala 1:100.000

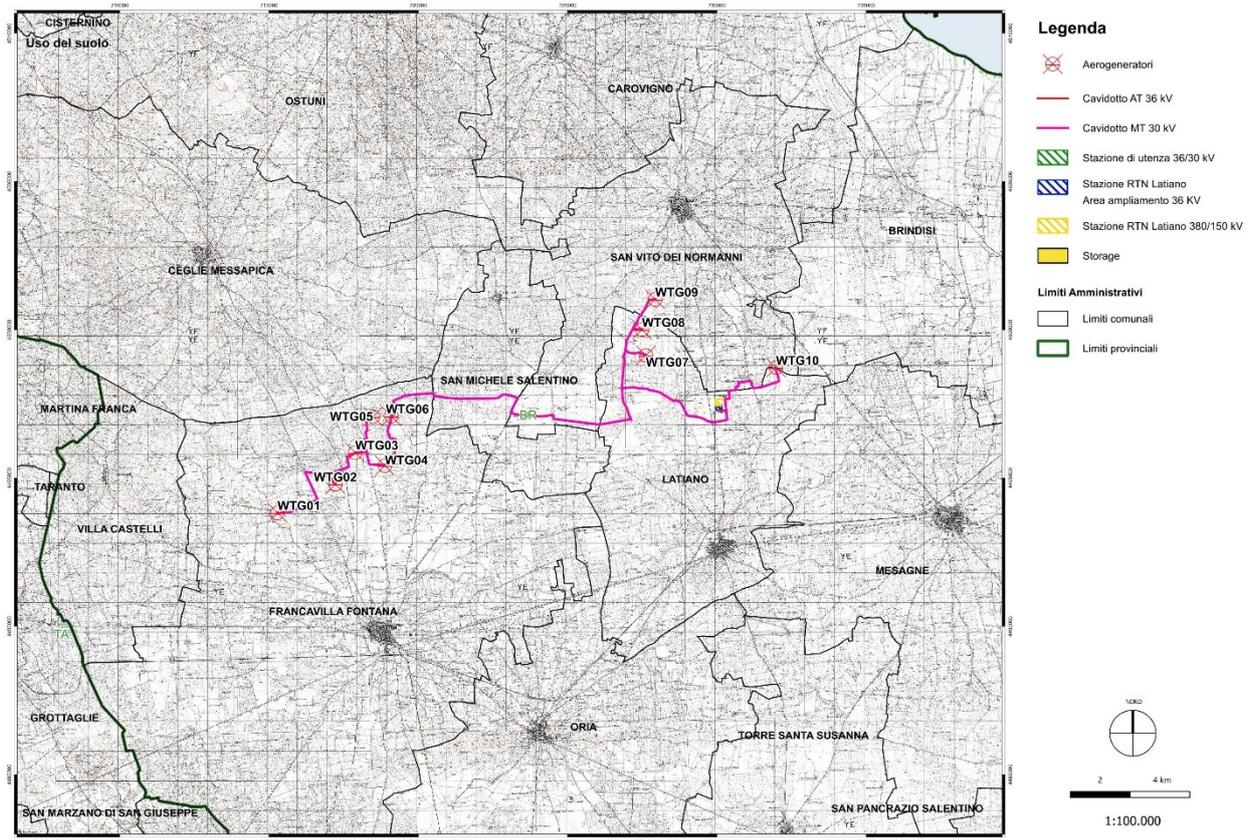


Figura 1 | Inquadramento su base IGM

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

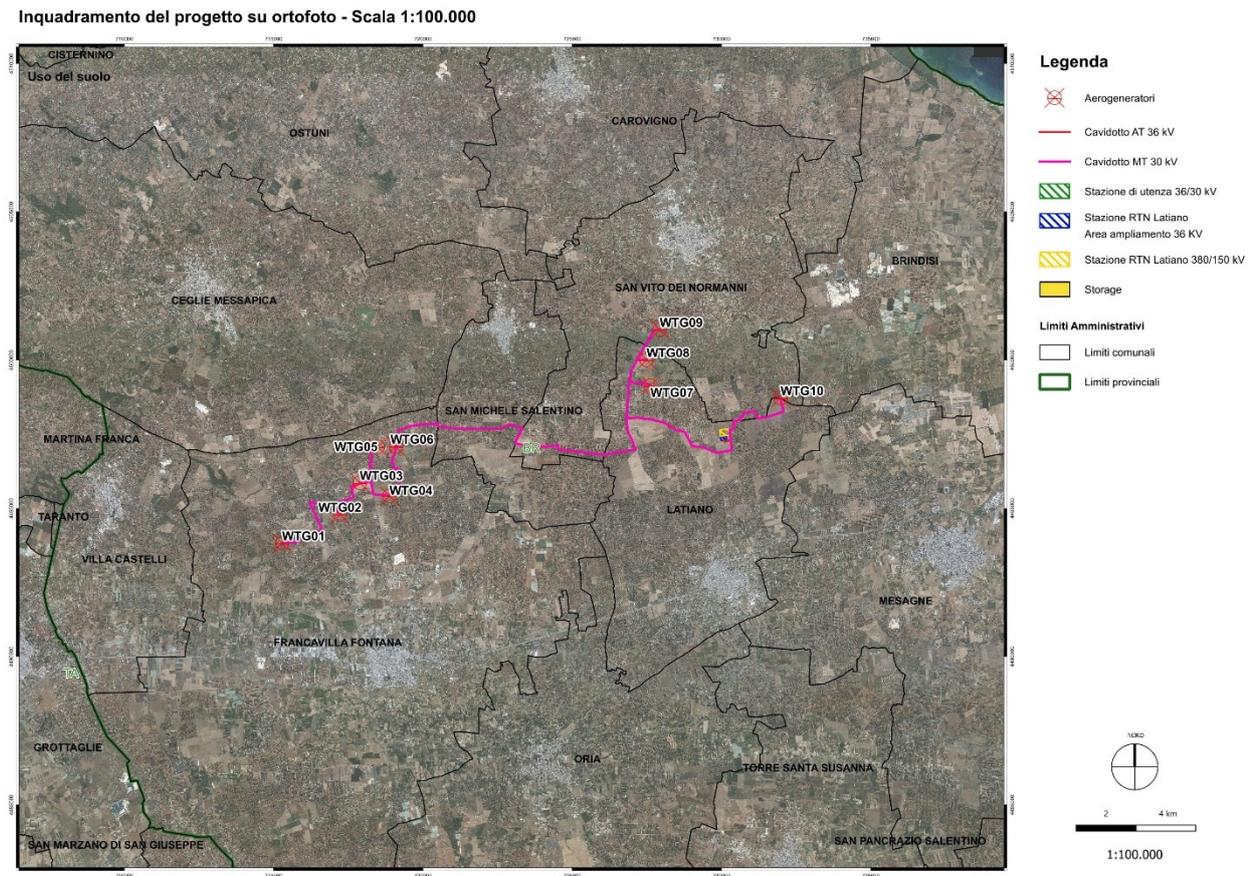


Figura 2 | Inquadramento su base Ortofoto Regione Puglia

Per quanto riguarda le peculiarità ambientali, si premette che l'installazione delle opere previste non insiste in aree protette o soggette a tutela, e relative aree buffer, ai sensi della normativa e della pianificazione vigente.

Per ciò che riguarda i terreni interessati dalla messa in opera del tracciato del cavidotto interrato destinato al trasporto dell'energia elettrica prodotta dal parco eolico, questo è stato individuato con l'obiettivo di minimizzare il percorso per il collegamento dell'impianto alla RTN e di interessare, per quanto possibile, territori privi di peculiarità naturalistico-ambientali.

In particolare, al fine di limitare e, ove possibile, eliminare potenziali impatti per l'ambiente la previsione progettuale del percorso della rete interrata di cavidotti ha tenuto conto dei seguenti aspetti:

- utilizzare, se possibile, viabilità esistente, al fine di minimizzare l'alterazione dello stato attuale dei luoghi e limitare l'occupazione territoriale, nonché l'inserimento di nuove infrastrutture sul territorio;
- impiegare viabilità esistente il cui percorso non interferisca con aree urbanizzate ed abitate, al fine di ridurre i disagi connessi alla messa in opera dei cavidotti;

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

- minimizzare la lunghezza dei cavi al fine di ottimizzare il layout elettrico d'impianto, garantirne la massima efficienza, contenere gli impatti indotti dalla messa in opera dei cavidotti e limitare i costi sia in termini ambientali che economici legati alla realizzazione dell'opera;
- garantire la fattibilità della messa in opera limitando i disagi legati alla fase di cantiere.

Lo sviluppo del parco è stato studiato anche in funzione dei percorsi esistenti, al fine di minimizzare la realizzazione di nuove piste di servizio e cercando di utilizzare, per quanto possibile, anche la viabilità sterrata utilizzata dai mezzi agricoli dei coltivatori della zona.

Per raggiungere gli aerogeneratori sarà necessario realizzare alcuni nuovi tratti di viabilità all'interno dei terreni in cui questi saranno installati.

Gli interventi che verranno realizzati saranno limitati a quelli strettamente necessari per il raggiungimento delle torri eoliche e sono stati studiati in maniera tale da sfruttare il più possibile i tracciati esistenti in modo da adeguarli e da ridurre la realizzazione di nuove strade.

Per la scelta delle caratteristiche geometriche e funzionali dei tratti da adeguare e da realizzare sono state seguite le specifiche dei fornitori degli aerogeneratori.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

3 DEFINIZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE

Lo smantellamento di un parco eolico riesce a garantire il completo ripristino delle condizioni ante-operam dei luoghi, essendo reversibili le modifiche apportate al territorio.

La vita utile di un impianto eolico è considerata generalmente dell'ordine di 25-30 anni. Superato questo periodo, si può procedere in due maniere:

- Revamping: interventi di manutenzione straordinaria per recuperare la totale funzionalità ed efficienza
- Smantellamento, non attraverso demolizioni distruttive, ma semplicemente tramite uno smontaggio di tutti i componenti (pale, strutture di sostegno, quadri elettrici, etc.), provvedendo a smaltire i componenti nel rispetto della normativa vigente e, dove possibile, a riciclarli.

Il piano di dismissione prevede: rimozione dell'infrastruttura e delle opere principali, riciclo e smaltimento dei materiali; ripristino dei luoghi; rinverdimento e quantificazione delle operazioni.

Tutte le operazioni di dismissione sono studiate in modo tale da non arrecare danni o disturbi all'ambiente. Infatti, in fase di dismissione definitiva dell'impianto, non si opererà una demolizione distruttiva, ma un semplice smontaggio di tutti i componenti (sezioni torri, pale eoliche, strutture di sostegno, quadri elettrici, cabine elettriche), provvedendo a smaltire adeguatamente la totalità dei componenti nel rispetto della normativa vigente, senza dispersione nell'ambiente dei materiali e delle sostanze che li compongono. Si prevede, inoltre, che tutti i componenti recuperabili o avviabili ad un effettivo riutilizzo in altri cicli di produzione saranno smontati da personale qualificato e consegnati a ditte o consorzi autorizzati al recupero. Qui di seguito verranno analizzati i componenti di un aerogeneratore e le relative opere accessorie in maniera da identificare le operazioni necessarie alla dismissione e allo smaltimento dei componenti degli stessi.

3.1 AEROGENERATORI

Ogni aerogeneratore è costituito da un numero elevato di componenti sia strutturali, sia elettrici, sia di controllo. La tipologia, la forma e i materiali dei differenti componenti è comunque diversa, essendo fondamentalmente 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 400 tonnellate, senza tener conto della base degli aerogeneratori.

In seguito allo sviluppo nella ricerca nel settore eolico, attualmente gli aerogeneratori sono costituiti da materiali innovatori, anche se allo stato attuale non sono state ancora trovate tecniche di riutilizzo di tutti i componenti, come ad esempio la fibra di vetro delle pale.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

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.

Ogni componente dell'aerogeneratore è fabbricato con un materiale e comunque 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.

3.2 PALE

Ogni aerogeneratore dispone di tre pale di dimensioni prestabilite e caratteristiche strutturali particolari, adatte alla potenza dell'aerogeneratore installato.

Le pale 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 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.

Le pale sono gli elementi esteriori che più soffrono il deterioramento dovuto agli effetti negativi delle scariche elettriche e anche lo sforzo strutturale dovuto alla continua tensione alle quali sono sottoposte. A volte si rende necessaria la sostituzione di qualche pala durante la vita utile.

Vengono quindi inviate a discarica autorizzata dei rifiuti inerti, data la non pericolosità degli stessi.

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.

Suddette alternative sono:

- *Valorizzazione* come combustibile e materia prima di processo nella produzione industriale di Cemento Clinker. Questo processo richiede un trattamento fisico a monte che permetta la sua introduzione in forma controllata nei forni di produzione del Clinker;
- *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

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

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.

3.3 NAVICELLA

La navicella o gondola costituisce il nucleo centrale dell'aerogeneratore. In essa si opera la trasformazione in energia elettrica a partire dal movimento delle pale per la forza del vento. È la parte più complessa dell'aerogeneratore, dato l'elevato numero di componenti, unità e diversi sistemi installati.

9

I principali componenti della navicella sono:

- mozzo;
- generatore;
- asse;
- moltiplicatore;
- trasformatore;
- gruppo idraulico;
- 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. Poi ci sono i componenti e il materiale elettrico, composto per circuiti, placche 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.

3.4 MOZZO

Il mozzo unisce le pale solidali all'asse lento. È accoppiato all'asse di bassa velocità dell'aerogeneratore attraverso il quale viene trasmesso il movimento di rotazione generato dalla forza del vento nelle pale.

Il materiale utilizzato per la fabbricazione del mozzo è acciaio lavorato meccanicamente e il tappo con il cono di chiusura sono realizzati in lamiera di acciaio rivettato.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

Il riutilizzo come componenti di seconda mano è particolarmente ristretto per il mozzo, data la necessità di resistenza strutturale che si esige per questo componente. Questi componenti alla fine vengono riciclati come rottame di acciaio.



Figura 3: Mozzo

3.5 ASSE DI BASSA VELOCITÀ

L'asse di bassa velocità dell'aerogeneratore collega il mozzo del rotore al moltiplicatore. All'interno dell'asse scorrono condotti del sistema idraulico o elettrico.

Tale asse è fabbricato totalmente in acciaio, pertanto alla fine della vita utile sarà riciclato come rottame.

A causa delle sue dimensioni e della sua forma specifica differente per ogni modello di aerogeneratore e, poiché è un componente sottoposto a continua usura, non è possibile il suo riutilizzo in applicazioni parallele.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

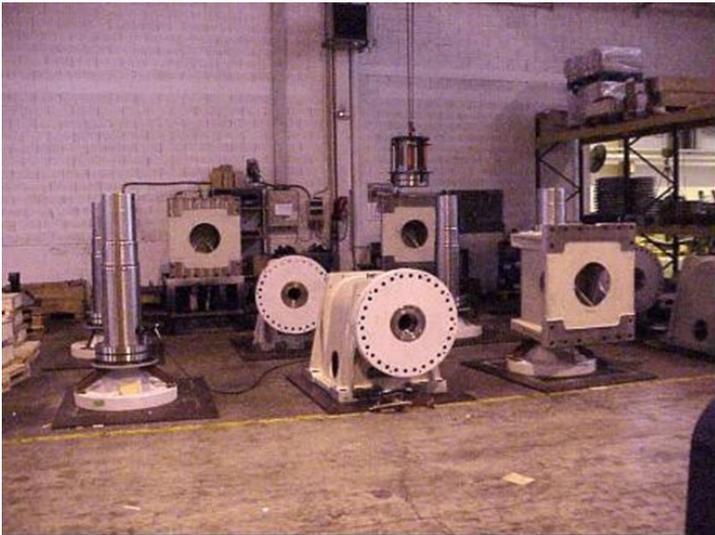


Figura 4: Asse di bassa velocità

3.6 MOLTIPLICATORE

Il moltiplicatore è costruito in acciaio ed il suo formato dipende dal modello della macchina. Il moltiplicatore installa altri componenti del sistema idraulico come valvole, condotti di olio e filtri. Inoltre per il suo funzionamento richiede una determinata quantità di olio lubrificante, che viene periodicamente sostituita durante lo sfruttamento del parco.

Una volta smantellato il moltiplicatore, se si trova in buono stato, si potrà riutilizzare come ricambio per gli altri aerogeneratori. Nel caso in cui dovesse rimanere inutilizzato, si procederà allo smantellamento dei blocchi più piccoli che verranno riciclati come rottami.

Prima dello smantellamento, si ritirerà in maniera completamente controllata la totalità dell'olio idraulico e lubrificante all'interno del moltiplicatore, così come i condotti e i filtri idraulici.

Sia gli oli che i filtri dell'olio si ricicleranno tramite un gestore autorizzato mediante processi di valorizzazione energetica.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).



Figura 5: Multiplicatore

3.7 ASSE DI ALTA VELOCITÀ

L'asse di alta velocità gira approssimativamente a 1500 rpm e ciò consente il funzionamento del generatore elettrico. E' dotato di un freno a disco di emergenza. E' fabbricato in acciaio, ma si trova protetto da una cassa metallica. La totalità dei componenti è fabbricata in acciaio e alla fine verranno riciclati come rottame.

L'asse lento, il moltiplicatore e l'asse di alta velocità formano il sistema di trasmissione. Come già si è detto questi componenti hanno tutti un alto grado di usura dovuto al loro movimento giratorio continuo. Per questa ragione, quando questi componenti vengono smantellati sono destinati a diventare rottame.

Nel caso in cui qualche pezzo di questi componenti si trovi in buono stato si può pensare al loro riutilizzo in componenti simili.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).



Figura 6: Asse di alta velocità

3.8 GENERATORE

Il generatore è l'elemento della turbina che ha il compito di convertire l'energia meccanica in energia elettrica. L'elettricità prodotta nel generatore scende dai cavi fino alla base della torre per essere trasformata (elevamento di tensione e abbassamento di corrente) e inviata alla rete.

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.

Tanto l'acciaio quanto il rame sono destinati al riciclaggio come rottame. Bisogna prestare particolare attenzione al recupero del rame, a causa del suo elevato costo sul mercato.



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

Figura 7: Generatore

3.9 MOTORI DI GIRO E RIDUTTORI

Il meccanismo di posizionamento della turbina a favore di vento si realizza tramite movimento circolare. Si ottiene con dei motori e riduttori fissi alla gondola che fanno presa sull'ingranaggio della corona di orientamento della torre.

14

Il segnale di posizionamento corretto viene ricevuto dal sistema di controllo della turbina, insieme alla veletta e all'anemometro installati in ogni turbina.

Sia i motori elettrici di giro sia i riduttori sono fabbricati in acciaio e ferro. Nel caso dei motori, grazie alla loro grande resistenza e durata, si possono utilizzare come ricambi in altre macchine simili.

D'altro canto, 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 trovino in forte stato di deterioramento verranno riciclati come rottame.



Figura 8: Motori di giro e riduttori

3.10 GRUPPO 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.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

3.11 GRUPPO DI PRESSIONE

Ha il compito di somministrare fluido idraulico ad una determinata pressione per consentire l'azionamento del sistema di captazione, orientazione e trasmissione. Lo stesso dispone di un deposito di azoto. Il sistema è fabbricato totalmente in acciaio e viene riciclato come rottame.

Nel caso in cui si trovi in buono stato potrà essere riutilizzato come ricambio.

15



Figura 9: Gruppo di pressione

3.12 CONDOTTI IDRAULICI

Canalizzano il fluido idraulico fino al punto di utilizzo nei componenti che si trovano sottoposti a movimenti continui di rotazione come rotore, assi, moltiplicatori, motori di giro e posizionamento 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.

Dal momento che nel materiale e nella struttura sono molto simili ai pneumatici delle automobili, verranno valorizzati da un gestore autorizzato come combustibile energetico o come materia prima per la fabbricazione dell'arredo urbano.

3.13 VALVOLE DI CONTROLLO

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

Nella maggior parte dei casi sono fabbricati in acciaio ed altre leghe. Vengono inviate al riciclaggio come rottame.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

3.14 TRASFORMATORE

Inizialmente si installava al di fuori dell'aerogeneratore, nelle vicinanze dello stesso. Attualmente tuttavia, con l'aumento della potenza delle macchine, si installa all'interno della navicella.

I trasformatori sono costituiti da un'installazione di placche e avvolgimenti di piattini di rame. Essi, come parte del sistema elettrico dell'aerogeneratore si devono considerare nel momento dell'eliminazione degli stessi in maniera controllata.

I materiali costituenti l'armatura e la carcassa esteriore verranno rottamati, così come il rame generato che si recupererà per la sua rifusione.



Figura 10: Trasformatore

3.15 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.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

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.



Figura 11: Telaio anteriore e posteriore

3.16 CARCASSA

Tutta la navicella si trova ricoperta dalla carcassa esteriore. Questa carcassa si compone generalmente di uno o due pezzi (inferiore e superiore).

Così come le pale, la carcassa è costituita da fibre di vetro, come componente principale, al quale si aggiungono le resine; pertanto, si ottiene un materiale con una sufficiente resistenza strutturale ed isolamento contro la corrosione prodotta dai fenomeni meteorologici.

Visto che le necessità di resistenza strutturale sono molto minori per la carcassa rispetto a quelle richieste per le pale, il materiale della carcassa è più povero di fibra di vetro.

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:

- *Valorizzazione* come combustibile e materia prima di processo nella produzione industriale di Cemento Clinker. Questo processo richiede un trattamento fisico a monte che permetta la sua introduzione in forma controllata nei forni di produzione del Clinker;

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

- *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.

18

3.17 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.

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

Quasi tutto il cavidotto è recuperabile per il riutilizzo dei metalli, che risultano essere importanti visto che il rame e l'alluminio hanno un elevato valore di mercato.

Il processo per il recupero del cavidotto è basato sulla triturazione iniziale del cavo e sulla separazione del conduttore metallico e dell'isolante plastico.

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 di scarica e gli schermi degli strumenti si dovranno gestire in maniera controllata visto il contenuto di metalli pesanti come piombo e mercurio.

3.18 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 il volume di questi piccoli pezzi sarà considerevole per cui si dovrà stabilire una metodologia o procedimento per lo stoccaggio e la gestione degli stessi.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

L'uso finale di questi componenti dovrà essere il riutilizzo come rottame per la sua rifusione successivamente allo stoccaggio degli stessi in funzione del materiale.

3.19 OLI ED ALTRI LIQUIDI RIFRIGERANTI (IDRAULICI E MECCANICI)

Gli oli meccanici vengono utilizzati principalmente per la lubrificazione degli elementi di giro, installati all'interno e all'esterno della navicella, come il rotore, l'asse principale ed il moltiplicatore.

19

L'olio del sistema idraulico si estende per quasi la totalità della navicella, attraverso condotti per l'azionamento dei vari sistemi installati.

Vista la composizione degli stessi, questi oli sono considerati pericolosi 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, 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 grande tossicità queste soluzioni saranno trattate in impianti speciali per l'eliminazione di componenti pericolosi.

3.20 TORRI

Le torri di sostegno ed i conci di fondazione di ancoraggio alla base degli aerogeneratori si fabbricano interamente a partire dalle piastre di acciaio e, sia all'interno sia all'esterno, sono ricoperte da vari strati di pittura.

Le loro dimensioni e caratteristiche strutturali variano in funzione della potenza della macchina da installare. In generale le torri installate si compongono di tre trami assemblati tra di loro ed ancorati alla base di cemento.

All'interno delle torri si installano vari componenti come scale, cavi elettrici di connessione dell'aerogeneratore, porta della torre e casse di connessione. Tali torri sono fabbricate con piastre di acciaio di spessore tra i 16 e i 36 mm, che alla fine sono ricoperte al loro esterno e al loro interno da strati di pittura per proteggerli dalla corrosione. All'interno delle torri si installano una serie di piattaforme, scale e linee di vita per l'accesso degli operai all'interno della navicella. Tali componenti sono fabbricati in acciaio o ferro galvanizzato visto che all'interno sono protetti dalla corrosione.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).



Figura 12: Interno di una torre

Nel caso in cui questi componenti vengano smantellati, il loro riutilizzo nell'ambito nel settore eolico si presenta poco fattibile, a causa delle esigenze di resistenza strutturale che richiede l'installazione degli aerogeneratori. Allo stesso modo, i nuovi aerogeneratori installati richiedono strutture più grandi e resistenti, per cui non è fattibile lo sfruttamento di strutture obsolete.



Figura 13: Torri

3.21 BASE DI CALCESTRUZZO

Lo smantellamento della base dell'aerogeneratore coincide esclusivamente con lo smantellamento completo del parco. Per il ripristino allo stato iniziale dello spazio occupato dagli aerogeneratori, si realizzerà il taglio

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

della struttura metallica sporgente. Poi si procederà all'estrazione con martello idraulico della parte superiore della fondazione costruita in calcestruzzo.

Come risultato si ottiene materiale di calcestruzzo mescolato a ferro appartenente all'armatura della piazzola. Per il taglio dei ferri dell'armatura si avrà bisogno di macchinari addetti al taglio.

Si ottiene, pertanto, una parte metallica composta dal concio di fondazione e dai resti dell'abbattimento della piazzola. Questa parte metallica è destinata al riciclo come rottame.

La base in calcestruzzo si può eliminare tramite il deposito in discarica dei rifiuti inerti o può essere riciclata come agglomerato per usi nelle costruzioni civili. In quest'ultimo caso, è meglio quando il volume generato dal rifiuto è elevato.

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

Nel caso in cui venga richiesto il ripristino allo stato iniziale dello spazio occupato dagli aerogeneratori, si realizzerà il taglio della struttura metallica sporgente.



Figura 14: Fondazione

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

3.22 LINEE ELETTRICHE ED APPARATI ELETTRICI E MECCANICI DELLA STAZIONE DI UTENZA

I cavi elettrici, sia quelli utilizzati all'interno dell'impianto eolico per permettere il collegamento tra le varie turbine, sia quelli utilizzati all'esterno dell'impianto per permettere il collegamento della cabina con la sottostazione, sono posati tutti sotto il manto stradale esistente.

22

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 allo stato originale mediante un'operazione di costipatura 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 corrugato, la coppella protettiva, i pozzetti di ispezione ed i materiali edili di risulta dello scavo e precisamente la sabbia cementata e l'asfalto, se presente.

La sottostazione è costituita da un manufatto edilizio che prevede un piazzale con recinzione e sala quadri. Dentro il piazzale saranno disposte le apparecchiature per esterno e relative al livello di tensione 36 kV e dentro la sala quadri saranno poste le apparecchiature a media tensione e tutti i quadri di segnalazione, controllo e comando.

Per il ripristino bisogna considerare la rimozione dei quadri elettrici e di tutte le apparecchiature elettromeccaniche relative al livello di tensione 36 kV. In particolare, saranno smontati i trasformatori di misura amperometri, quelli volumetrici, il sezionatore e l'interruttore.

Sarà asportato inoltre il trasformatore AT/MT.

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.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capecce" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

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

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

4 DETTAGLI PER LO SMALTIMENTO DEI COMPONENTI

4.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE

Le azioni che verranno intraprese sono le seguenti:

- **Rimozione degli aerogeneratori.** Questa operazione verrà eseguita da ditte specializzate, preposte anche al recupero dei materiali. Infatti un vantaggio degli impianti eolici è rappresentato dalla natura delle opere principali che li compongono, essendo in prevalenza costituite da elementi in materiale metallico 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.

Le operazioni per lo smontaggio e lo smaltimento delle componenti dei singoli aerogeneratori saranno svolte secondo le seguenti fasi:

- posizionamento autogru nei pressi dei singoli aerogeneratori, sulla piazzola definitiva già esistente;
 - ritiro dei cavi di rete e di connessione, quadri e armadi;
 - prima di procedere allo smontaggio saranno recuperati gli olii utilizzati nei circuiti idraulici e nei moltiplicatori di giri e loro smaltimento in conformità alle prescrizioni di legge a mezzo di ditte specializzate ed autorizzate allo smaltimento degli olii;
 - smontaggio dell'asse di Pitch;
 - smontaggio del rotore dalla navicella per poi essere posta in terra;
 - una volta a terra, si realizza lo smontaggio delle bielle del rotore;
 - smontaggio delle pale dal rotore;
 - smontaggio della navicella dalla torre, carico e trasporto;
 - smontaggio dei trami che compongono la torre, dei pezzi di snodo dalla base, carico e su opportuni mezzi di trasporto e smaltimento presso centri specializzati e/o industrie del settore;
- **Demolizione** della parte superiore del plinto di fondazione fino alla quota -1,50/2,00 dal piano campagna. Poi si procederà all'estrazione con martello idraulico della parte superiore della fondazione costruita in calcestruzzo. Come risultato si ottiene materiale di calcestruzzo mescolato a ferro appartenente all'armatura della piazzola. Per il taglio dei ferri dell'armatura si avrà bisogno di macchinari addetti al taglio. Si ottiene, pertanto, una parte metallica composta dal concio di fondazione e dai resti dell'abbattimento della piazzola. Una volta realizzato questo processo ci sono due opzioni per il ritiro e la gestione dei residui provenienti dalla demolizione.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

- Caricamento diretto sul camion dei rifiuti generati per poterli trasportare ad un gestore autorizzato.
- Valorizzazione del rifiuto in sito attraverso impianti mobili di riciclaggio dei rifiuti di calcestruzzo e ferro forgiato.

Questa parte metallica infatti è destinata al riciclo come rottame mentre la base in calcestruzzo si può eliminare tramite il deposito in discarica dei rifiuti inerti o può essere riciclata come agglomerato per usi nelle costruzioni civili. In quest'ultimo caso, è meglio quando il volume generato dal rifiuto è elevato. La parte demolita, sarà ripristinata con la sagoma del terreno preesistente.

- **Sistemazione piazzole a servizio degli aerogeneratori.** Per le piazzole sono previsti i seguenti interventi:

- Rimozione di parte del terreno di riporto per le piazzole in rilevato. Il materiale di risulta sarà utilizzato per riprofilature e ripristini fondiari;
- Disfacimento della pavimentazione, costituita da uno strato di fondazione con misto granulare naturale di 30 cm e dal soprastante strato di misto artificiale di cm 20, per le piazzole in sterro. Trasporto a discarica del materiale;
- Rinverdimento con formazione di un tappeto erboso con preparazione meccanica del terreno erboso, concimazione di fondo, semina manuale o meccanica di specie vegetali autoctone.
- La rimodulazione dell'area della fondazione e della piazzola sarà volta a ricreare il profilo originario del terreno, riempiendo i volumi di sterro o sterrando i riporti realizzati in fase di cantiere. Alla fine di questa operazione verrà, comunque, steso sul nuovo profilo uno strato di terreno vegetale per il pieno ripristino delle attività agricole. In linea generale, l'aratura oltre i 50 cm di profondità è una lavorazione piuttosto improbabile, se non come operazione colturale del tutto straordinaria, e solo nei terreni fortemente tenaci o danneggiati da eccessivi costipamenti. D'altronde la maggior parte dell'attuale produzione di aratri non prevede di norma il superamento di tale limite, che può essere raggiunto soltanto con attrezzature speciali o di vecchia costruzione, magari azionate da cingolati di tipo convenzionale. Per cui si può certamente affermare che il ripristino dei luoghi restituirà totalmente l'area di sedime della fondazione alla sua funzione originaria.

- **Rimozione dei cavi elettrici** sia utilizzati all'interno dell'impianto eolico, sia quelli utilizzati all'esterno dello stesso per permettere il collegamento alla sottostazione, saranno rimossi.

L'operazione di dismissione prevede comunque i seguenti principali step:

- Scavo di vasche per consentire lo sfilaggio dei cavi;
- Ripristino dello stato dei luoghi.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

I materiali da smaltire sono relativi ai componenti dei cavi (rivestimento, guaine ecc.), mentre la restante parte del cavo (rame o alluminio) e sarà rivenduta per il loro riutilizzo in altre attività. Ovviamente tale smaltimento avverrà nelle discariche autorizzate, a meno di successive e future variazioni normative che dovranno rispettarsi.

- **Rimozione della sottostazione elettrica.** La Sottostazione elettrica di consegna, al momento della dismissione, verrà privata di tutti i componenti elettrici (tralicci, isolatori, scomparti, sezionatori, quadri in cabina, contatori, ecc.), ad esclusione dei componenti di proprietà di TERNA SPA, qualora la stessa li ritenga necessari e funzionali per la rete elettrica nazionale. I componenti rimossi saranno trasportati in idoneo sito ed essendo in parte costituiti da materiale metallico, potranno entrare all'interno di una filiera di riciclaggio. Infine verrà intrapresa un'azione di rinverdimento dell'area.

26

4.2 QUANTIFICAZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE

La destinazione finale dei componenti derivanti dallo smantellamento di ogni aerogeneratore dipenderà dalle caratteristiche descritte nei paragrafi precedenti e dal loro stato di conservazione finale. La valutazione finale terrà conto di questi due fattori:

- i tempi di riutilizzo dei materiali che costituiscono questi componenti;
- valutazione dei componenti nel mercato attuale.

Sarà pertanto il bilancio economico ottenuto alla fine della gestione che determinerà la destinazione finale di ognuno dei componenti dell'aerogeneratore.

Le possibilità di gestione dei componenti sono le seguenti:

- *riutilizzo* dei componenti in buono stato e garanzia di funzionamento in macchine simili o con componenti simili;
- *riutilizzo* di macchine e componenti per la vendita ai Paesi di maggiore esigenza tecnologica e minore possibilità economica e successiva installazione per continuare il processo produttivo;
- *riciclaggio* dei componenti che grazie al loro materiale e alla loro valutazione economica rendono possibile la loro trasformazione per altri usi;
- *valorizzazione* dei componenti che per le loro dimensioni, forma o struttura rende impossibile una gestione vantaggiosa degli stessi per cui si effettuano operazioni di adeguamento del componente per facilitarne la gestione;
- *eliminazione* si tratta dell'ultima delle operazioni di gestione ed è indicata per quei componenti per i quali non si dispone di una via di approvvigionamento o che, per la loro natura pericolosa, devono essere eliminati in maniera controllata.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

4.3 RICICLAGGIO DEI MATERIALI FERROSI IN FORNI DI ARCO ELETTRICO

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.

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 ed il suo valore si è duplicato negli ultimi due anni.

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.

4.4 COMPOSITI NELLA PRODUZIONE DI CEMENTO

Le plastiche rinforzate con fibre minerali (compositi) possono essere introdotte nel processo di produzione del cemento Clinker. La ragione dell'introduzione dei compositi in questo processo è dovuta alla loro composizione. Da una parte, quando il materiale utilizzato come rinforzo è la fibra di vetro, questa parte inorganica formata fondamentalmente da composti di silicio sostituisce le materie prime naturali di silicio, alluminio e calcio.

I restanti elementi che costituiscono il composito sono costituiti esclusivamente da composti organici, che contribuiscono come combustibili, agendo da forma di energia necessaria per parte del processo di produzione del Clinker.

La parte organica dei composti varia dal 10% al 70%. L'utilizzo dei compositi come fonte di energia o come materia prima minerale dipenderà da aspetti puramente quantitativi e da parametri fisici e chimici che controllano il processo.

Dal punto di vista ambientale e del recupero dei rifiuti, la via di valorizzazione attraverso il processo del Clinker sembra essere la forma più positiva.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

In tal senso, al completamento della gestione attraverso la via del Clinker, si produrranno unicamente emissioni in atmosfera provenienti dalla combustione dei componenti organici.

Il resto del materiale non sottoposto a combustione si incorpora nel materiale del Clinker.

D'altronde l'invio a discarica richiede la costruzione di infrastrutture di grandi dimensioni e con elevati impatti sul suolo dove si impianta.

28

4.5 RICICLAGGIO DEI MATERIALI DEI COMPONENTI ELETTRICI

Il materiale e i componenti elettrici, anche se in minore proporzione, rivestono una grande importanza nel bilancio economico finale della gestione dell'intero aerogeneratore.

Da un lato, la maggior quantità si trova nel cavidotto di potenza e di connessione dei diversi strumenti, realizzato in rame e alluminio.

La via di gestione per questi componenti è il riciclaggio attraverso i processi di rifusione dei metalli, dopo aver separato il materiale plastico che forma l'isolante.

Il processo di riciclaggio di questi componenti ha un alto rendimento e il prodotto finale ottenuto è di alta qualità ed è utilizzabile in tutte le applicazioni.

Dall'altro lato, all'interno dei componenti elettrici si trovano i pannelli di controllo, gli schermi, la circuiteria e uno svariato numero di componenti specifici. Il riciclo di questi componenti si realizza sia a partire dal componente completo, sia a partire dal triturato.

Il valore di questo materiale si trova in metalli come il rame, lo stagno, il piombo, l'oro, il platino, che si trovano in diverse proporzioni e che apportano un alto valore aggiunto alla gestione.

Il processo per il riciclaggio di questi componenti elettrici consiste nella rifusione del materiale bruto utilizzando il materiale plastico come combustibile per raggiungere una maggiore temperatura e come agente riduttore, così come da composto organico viene distrutto nella combustione.

A causa della differente composizione dei metalli, il materiale fuso viene sottoposto ad una serie di diversi processi nei quali si separeranno tutti i metalli. Alla fine ogni metallo ottenuto dalla forma bruta viene sottoposto ad un processo di raffinazione attraverso il quale si possono raggiungere elevati gradi di purezza fino al 98%.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

4.6 RITIRO DEL MATERIALE SMANTELLATO

Sia nelle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, sia durante lo sfruttamento del parco, sia allo smantellamento finale dello stesso, alla fine della sua vita utile, una volta che si sia sostituito o smantellato integralmente il parco o parte dei componenti dell'aerogeneratore, si procederà al ritiro in maniera controllata dell'area di installazione del parco.

Questa attività si realizzerà con mezzi uguali a quelli utilizzati per il montaggio iniziale. Il trasporto dei componenti ritirati deve coordinarsi il più possibile con il trasporto dei nuovi componenti per la sostituzione dei vecchi, per i RETROFITS compiuti durante la vita dell'aerogeneratore.

Quando l'obiettivo è lo smantellamento totale del parco e l'eliminazione di tutti gli aerogeneratori, è necessario prestare particolare attenzione alla gestione dei trasporti. Considerato l'elevato costo dei trasporti speciali è necessario applicare misure aggiuntive che permettano di minimizzare al massimo il costo di questa operazione.

La minimizzazione dell'impiego dei trasporti speciali si realizza intervenendo sui componenti da trasformare, nel limite del possibile si ridurrà il volume e le dimensioni dei componenti, in accordo con le proprie caratteristiche materiali e strutturali e, per ultimo, in funzione della destinazione finale che si sia decisa (eliminazione, ripristino o riciclo).

4.7 SELEZIONE E SEPARAZIONE DEI COMPONENTI RITIRATI

Il ritiro di uno o più componenti generati sia in operazioni di manutenzione sia di smantellamento degli aerogeneratori, il cui destino sia l'eliminazione (come rifiuti) del ciclo produttivo eolico, si realizzerà in funzione delle caratteristiche materiali e d'accordo a quanto stabilito dalla normativa vigente.

Come in tutto il sistema di gestione dei rifiuti, l'identificazione, la selezione e la separazione di ognuno dei componenti o rifiuti generati saranno operazioni necessarie per una gestione efficace.

Queste operazioni si realizzeranno durante la manutenzione, nello sfruttamento ed in particolar modo durante lo smantellamento finale dell'aerogeneratore.

In base ai dati che descrivono le caratteristiche per ognuno dei componenti o gruppo di componenti, si realizzerà una classifica dei componenti stessi. I componenti si classificheranno in base alla naturalezza del materiale nel quale sono fabbricati.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

5 MEZZI E PERSONALE IMPIEGATO

Di seguito vengono elencati in dettaglio le attrezzature e gli automezzi che saranno utilizzati nella fase di dismissione e ripristino dell'Impianto Eolico e delle dorsali MT. La Società affiderà l'incarico ad una società esterna che si occuperà delle operazioni di demolizione, dismissione e ripristino.

Di seguito l'elenco della attrezzatura prevista in fase di dismissione:

- Funi di canapa, nylon e acciaio, con ganci a collare
- Attrezzi portatili manuali
- Attrezzi portatili elettrici: avvitatori, trapani, smerigliatrici
- Scale portatili
- Gruppo elettrogeno
- Cannello a gas
- Ponteggi mobili, cavalletti e pedane
- Martello demolitore
- Tranciacavi e pressa cavi

Di seguito l'elenco degli automezzi utilizzati in fase di dismissione:

Tipologia	N. di automezzi impiegato
Escavatore cingolato	2
Muletto	1
Carrelli elevatore da cantiere	1
Pala cingolata	1
Autocarro mezzo d'opera	5
Camion con gru	2
Gru	1
Autogru/piattaforma mobile autocarrata	2
Camion con rimorchio	1
Furgoni e auto da cantiere	3
Bobcat	3
Asfaltatrice	1
Fresa Stradale	1
Autobotte	1
Martello demolitore	2
Rullo ferro-gomma	1

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

La stima sull'occupazione in fase di dismissione si riferisce esclusivamente all'occupazione diretta, ovvero relativa al settore produttivo direttamente "attivato" dall'intervento. Si prevede che le attività di cantiere necessitino mediamente di circa 13 unità; le attività dureranno 6 mesi circa e il personale presente in sito varierà da alcune decine nelle prime fasi costruttive (primi mesi) ad un massimo di 27 unità nel periodo di punta.

Quantificazione personale impiegato in fase di dismissione	Appalti	Project Management	Direzione lavori e supervisione	Sicurezza	Lavori di demolizione civili	Lavori di smontaggio strutture metalliche	Lavori di demolizione apparecchiature elettriche	Lavori agricoli	
Impianto eolico	140	5	5	5	322	90	60	12	
Dorsali MT	1655	8	8	8	440	170	925	22	
Impianto di utenza	408	22	22	22	120	75	155	4	
Impianto di rete	185	24	24	22	120	75	155	4	
Totale	2388	59	59	57	1002	410	1295	42	
TOTALE UOMINI-GIORNO									5312

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

6 DETTAGLI PER IL 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.

32

Per il compimento degli obiettivi sopra citati il programma dovrà contemplare i seguenti punti:

- si dovrà porre particolare cura 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 e 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, si consiglia 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

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

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.

33

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

1. obiettivo primario degli interventi;
2. ecologia delle specie presenti;
3. 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 si 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 ampiezza ecologica;
- facoltà di colonizzare terreni grezzi di origine antropogenica e capacità edificatrici;
- resistenza alla sollecitazione meccanica;
- azione consolidante del terreno.

Nella scelta delle metodiche da adoperare si è dunque dovuto far fronte a tutte le esigenze sopra riportate. Per tale motivo e seguendo la sistematica introdotta da Schiechtel (1973) che prevede quattro differenti

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

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.

- **Interventi di rivestimento:** l'utilizzo di interventi di rivestimento permetterà un'azione coprente e protettiva del terreno. In questo caso, l'impiego di un gran numero di piante, di semi, o di parti vegetali per unità di superficie, permette la protezione della superficie del terreno dall'effetto dannoso delle forze meccaniche. Inoltre, tali interventi, permetteranno un miglioramento del bilancio dell'umidità e del calore favorendo dunque lo sviluppo delle specie vegetali. Tali interventi sono inoltre mirati ad una rapida protezione delle superfici spoglie. Per l'esecuzione di tali interventi è stata scelta la metodica dell'idrosemina. Infatti, nei terreni particolarmente poveri di sostanze nutritive e facilmente erodibili dalle acque meteoriche, l'idrosemina, adottata in periodi umidi (autunno), si rivela un'ottima metodica per la protezione di tali aree. Il materiale da adottare è un prodotto in miscuglio pronto composto da semente, concimi, sostanze di miglioramento del terreno, agglomerati e acqua. La miscela prevede differenti dosi per ettaro che verranno adeguatamente scelte in fase di realizzazione delle opere di rinverdimento. Qualora si osservi una crescita troppo lenta, rada o nulla si dovrà procedere ad un nuovo trattamento in modo da evitare un'eccessiva presenza delle aree di radura. Inoltre, almeno nei primi due-tre mesi verrà interdetto qualsiasi passaggio sulle aree trattate, che eventualmente dovranno essere recintate, e che andranno protette con frammenti di paglia sparsi da appositi macchinari.
- **Manutenzione:** le operazioni di manutenzione e conservazione dovranno perseguire prevalentemente l'obiettivo di funzionalità ed estetica. In particolare, si dovrà mantenere una copertura vegetale continua così da prevenire ogni forma di erosione e si dovrà limitare il rischio di incendi e la loro propagazione. Infine, sarà necessario evitare un'antropizzazione delle forme di vegetazione per errata gestione nelle semine, per questo motivo è importante ribadire il concetto della semina casuale visto precedentemente.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

7 COMPUTO METRICO DELLE OPERE DI DISMISSIONE

7.1 ELENCO PREZZI

La stima dei costi delle opere di dismissione è pari a 12.476.087,83 €.

35

Nr. 2 E.001.013	Rinterro con materiali esistenti nell'ambito del cantiere, da prelevarsi entro 100 m dal sito d'impiego, compreso il dissodamento degli stessi, il trasporto con qualsiasi mezzo, la pistonatura a strati di altezza non superiore a cm 30 e la bagnatura. euro (tredici/20)	mc	13,20
Nr. 3 E.001.031	Trasporto con qualunque mezzo a discarica autorizzata di materiale di risulta di qualunque natura e specie purché esente da amianto, anche se bagnato, fino ad una distanza di km 10, compreso il carico e lo scarico, lo spianamento e l'eventuale configurazione del materiale scaricato, con esclusione degli oneri di conferimento a discarica. euro (dodici/50)	mc	12,50
Nr. 4 E.001.033.1	Carico e trasporto ad idoneo impianto di recupero o discarica controllata con qualsiasi mezzo compreso lo spandimento del materiale sulle aree di discarica, distanza: fino a 25.000 m euro (trentasette/67)	mc	37,67
Nr. 5 E.002.004.a	Demolizione totale o parziale di conglomerati cementizi di qualunque tipo, effettuata con mezzi meccanici, martelli demolitori, etc., in qualsiasi condizione, altezza o profondità, compreso l'onere per il calo o l'innalzamento dei materiali di risulta con successivo carico su automezzo, tagli anche a fiamma ossidrica dei ferri, cernita dei materiali, accatastamenti, stuoie e lamiera per ripari, segnalazione diurna e notturna, recinzioni, etc. e quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. valutata per la cubatura effettiva delle parti demolite, eseguita con l'uso di mezzi meccanici euro (centocinquantesette/00)	mc	157,00
Nr. 6 Inf.002.002.b	Stesa e modellazione di terra di coltivo: compresa la fornitura: operazione meccanica euro (quarantatre/97)	mc	43,97
Nr. 7 NP 01	Smontaggio e trasporto aerogeneratore con conferimento presso il centro di riciclaggio euro (sessantamilanovecentocinquantanove/00)	cadauno	60'959,00

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

7.2 ANALISI PREZZI

Analisi Prezzo		articolo	NP 01	u.m.	Cadauno	
Smontaggio e trasporto aerogeneratore con conferimento presso il centro di riciclaggio					% attività	
N.	Materiale	u.m.	Quantità	Costo unitario	Importo	
1	Smontaggio aerogeneratore con conferimento presso il centro di riciclaggio	cad	1,00	€ 45.000,00	€ 45.000,00	
Totale materiale					€ 45.000,00	73,82
N.	Mano d'opera	u.m.	Quantità	Costo unitario	Importo	
1	Installatore 4° cat.	ora	100,00	€ 31,84	€ 3.184,00	
Totale mano d'opera					€ 3.184,00	5,22
N.	Noli e trasporti	u.m.	Quantità	Costo unitario	Importo	
1	Trasporto su luogo di cantiere	cad	1,00	€ 5.000,00	€ 5,00	
Totale forniture e noli					€ 5,00	0,01
SOMMANO					€ 48.189,00	
SPESE GENERALI			15%	€ 7.228,35	11,86	
SOMMANO					€ 55.417,35	
UTILE D'IMPRESA			10%	€ 5.541,74	9,09	
SOMMA					€ 60.959,09	100,00
Arrotondamento					-0,09	
PREZZO APPLICATO					€ 60.959,00	

36

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

Analisi Prezzo		articolo	NP 02	u.m.	a corpo	
Smontaggio e trasporto storage						
					% attività	
N.	Materiale	u.m.	Quantità	Costo unitario	Importo	
1	Smontaggio storage	cad	1,00	€ 280 000,00	€ 280 000,00	
Totale materiale					€ 280 000,00	77,26
N.	Mano d'opera	u.m.	Quantità	Costo unitario	Importo	
1	Installatore 4° cat.	ora	204,00	€ 31,84	€ 6 495,36	
Totale mano d'opera					€ 6 495,36	1,79
N.	Noli e trasporti	u.m.	Quantità	Costo unitario	Importo	
1	Trasporto su luogo di cantiere	cad	1,00	€ 5 000,00	€ 5,00	
Totale forniture e noli					€ 5,00	0,00
SOMMANO					€ 286 500,36	
SPESE GENERALI			15%	€ 42 975,05	11,86	
SOMMANO					€ 329 475,41	
UTILE D'IMPRESA			10%	€ 32 947,54	9,09	
SOMMA					€ 362 422,96	100,00
Arrotondamento					0,04	
PREZZO APPLICATO					€ 362 423,00	

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

7.3 COMPUTO METRICO

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							
	LAVORI A CORPO							
1 NP 01	Smontaggio e trasporto aerogeneratore con conferimento presso il centro di riciclaggio Smontaggio aerogeneratori					10,00		
	SOMMANO cadauno					10,00	60'959,00	609'590,00
2 NP 02	Smontaggio e trasporto storage					1,00		
	SOMMANO a corpo					1,00	362'423,00	362'423,00
3 E.002.004.a	Demolizione totale o parziale di conglomerati cementizi di qualunque tipo, effettuata con mezzi meccanici, martelli demolitori, etc., in qualsiasi condizione, altezza o profondità, ... a perfetta regola d'arte. valutata per la cubatura effettiva delle parti demolite, eseguita con l'uso di mezzi meccanici Demolizione pali aerogeneratori	10,00	12,00		30,000	3'600,00		
	Fondazioni							
	Fondazione WTG_N (N= 1...10 - Diametro della fondazione 24,5 m) *(lung.=3,14*(12,25^2))	10,00	471,20		3,500	16'492,00		
	Storage		8628,00		0,400	3'451,20		
	Stazione di Utenza 36/30 kV		5779,70		0,400	2'311,88		
	Piazzole permanenti - area 1	10,00	2546,00		0,400	10'184,00		
	Piazzole permanenti - area 2	10,00	1317,00		0,400	5'268,00		
	SOMMANO mc					41'307,08	157,00	6'485'211,56
4 E.001.013	Rinterro con materiali esistenti nell'ambito del cantiere, da prelevarsi entro 100 m dal sito d'impiego, compreso il dissodamento degli stessi, il trasporto con qualsiasi mezzo, la pistonatura a strati di altezza non superiore a cm 30 e la bagnatura. Fondazione WTG_N (N= 1...10 - Diametro della fondazione 24,5 m) Storage Stazione di Utenza 36/30 kV Piazzole *(H/peso=41220+32650,000)				8875,326 1725,000 1152,000 73870,000	8'875,33 1'725,00 1'152,00 73'870,00		
	SOMMANO mc					85'622,33	13,20	1'130'214,76
5 E.001.031	Trasporto con qualunque mezzo a discarica autorizzata di materiale di risulta di qualunque natura e specie purché esente da amianto, anche se bagnato, fino ad una distanza di km 10 ... pianamento e l'eventuale configurazione del materiale scaricato, con esclusione degli oneri di conferimento a discarica. Vedi voce n° 3 [mc 41 307.08]					41'307,08		
	SOMMANO mc					41'307,08	12,50	516'338,50
6 E.001.033.1	Carico e trasporto ad idoneo impianto di recupero o discarica controllata con qualsiasi mezzo compreso lo spandimento del materiale sulle aree di discarica, distanza: fino a 25.000 m Vedi voce n° 3 [mc 41 307.08]					41'307,08		
	SOMMANO mc					41'307,08	37,67	1'556'037,70
7 Inf.002.002.b	Stesa e modellazione di terra di coltivo: compresa la fornitura: operazione meccanica Vedi voce n° 3 [mc 41 307.08]					41'307,08		
	SOMMANO mc					41'307,08	43,97	1'816'272,31
	A RIPORTARE							12'476'087,83

