

Regione
Molise



Comune di
Riccia



Comune di
Cercemaggiore



Provincia di
Campobasso

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
alla località Paolina del Comune di Riccia (aerogeneratori)
e DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI
nei Comuni di Riccia (CB) e Cercemaggiore (CB)

PROGETTO DEFINITIVO

RIC_DIS.01

Piano di dismissione dell'impianto e
stima dei costi

Proponente



Rinnovabili Sud Due srl
Via Della Chimica, 103 - 85100 Potenza (PZ)

Formato

A4

Scala

-

Progettista

Ing. Gaetano Cirone

Ing. Adele Oliveto

Geol. Emanuele Bonanno



Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	17/05/2022	Ing. A. Oliveto	Ing. G. Cirone	Ing. G. Cirone

Sommario

1	DESCRIZIONE DEL SITO	3
2	DEFINIZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE	6
3	DESCRIZIONE E QUANTIFICAZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE	7
3.1	AEROGENERATORI IN TUTTE LE SUE COMPONENTI	7
3.1.2	PALE	7
3.1.3	NAVICELLA.....	8
3.1.4	MOZZO	9
3.1.5	ASSE DI BASSA VELOCITÀ.....	9
3.1.6	MOLTIPLICATORE.....	10
3.1.7	ASSE DI ALTA VELOCITÀ	11
3.1.8	GENERATORE	11
3.1.9	MOTORI DI GIRO E RIDUTTORI	12
3.1.10	GRUPPO O SISTEMA IDRAULICO.....	12
3.1.11	GRUPPO DI PRESSIONE	12
3.1.12	CONDOTTI IDRAULICI.....	13
3.1.13	VALVOLE DI CONTROLLO	13
3.1.14	TRASFORMATORE	13
3.1.15	TELAIO ANTERIORE E POSTERIORE	14
3.1.16	CARCASSA	15
3.1.17	COMPONENTI ELETTRICI E DI CONTROLLO.....	15
3.1.18	MINUTERIA	16
3.1.19	OLI ED ALTRI LIQUIDI RIFRIGERANTI (IDRAULICI E MECCANICI).....	16
3.1.20	TORRI	16
3.1.21	BASE DI CALCESTRUZZO.....	18
3.2	LINEE ELETTRICHE ED APPARATI ELETTRICI E MECCANICI DELLA SOTTOSTAZIONE	19
4	DETTAGLI RIGUARDANTI LO SMALTIMENTO DEI COMPONENTI	20
4.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE.....	20
4.2	QUANTIFICAZIONE DELLE OPERE DI DISMISSIONE	20
4.3	RICICLAGGIO DI MATERIALI FERROSI IN FORNI DI ARCO ELETTRICO.....	21
4.4	COMPOSITI NELLA PRODUZIONE DI CEMENTO.....	21
4.5	RICICLAGGIO DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI ELETTRICI.....	22
4.6	SMANTELLAMENTO DEGLI AEROGENERATORI.....	23



4.7	PROCEDIMENTO DI SMONTAGGIO.....	23
4.8	SMANTELLAMENTO DELLE FONDAZIONI	23
4.9	RITIRO DEL MATERIALE SMANTELLATO	25
4.10	SELEZIONE E SEPARAZIONE DEI COMPONENTI RITIRATI.....	25
5	DETTAGLI RIGUARDANTI IL RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI E I RELATIVI COSTI.....	26
6	CRONOPROGRAMMA DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE	29
7	COMPUTO METRICO DELLE OPERE DI DISMISSIONE.....	29



1 DESCRIZIONE DEL SITO

Scopo del seguente progetto è la realizzazione di un Parco Eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (vento) e delle relative infrastrutture indispensabili ed opere di connessione dell'energia prodotta nella Rete di Trasmissione Nazionale. Gli aerogeneratori saranno ubicati alla **Località Paolina del Comune di Riccia (CB)**, mentre le opere di connessione e le infrastrutture indispensabili interesseranno i comuni di Riccia e Cercemaggiore (CB).

Il progetto di parco eolico proposto prevede l'installazione di **n. 6 aerogeneratori** aventi una potenza massima unitaria pari a **6.0 MW**. La potenza installata massima nominale dell'impianto risulta pertanto pari a **36,00 MW**. E' inoltre presente un impianto di accumulo elettrochimico della potenza di **10 MW** e capacità **20 MWh**, da ubicarsi in prossimità della SE Terna da realizzare.

La Soluzione Tecnica Minima Generale di connessione prevista con la STGM proposta da Terna prevede che gli aerogeneratori, collegati fra loro in serie, vengano poi collegati in antenna a 36 kV con la sezione 36 kV di una nuova stazione elettrica 150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN 150 kV "Campobasso CP - Castelpagano".

Di seguito si riporta un inquadramento complessivo dell'area di progetto ed un inquadramento dell'area dell'impianto di generazione.



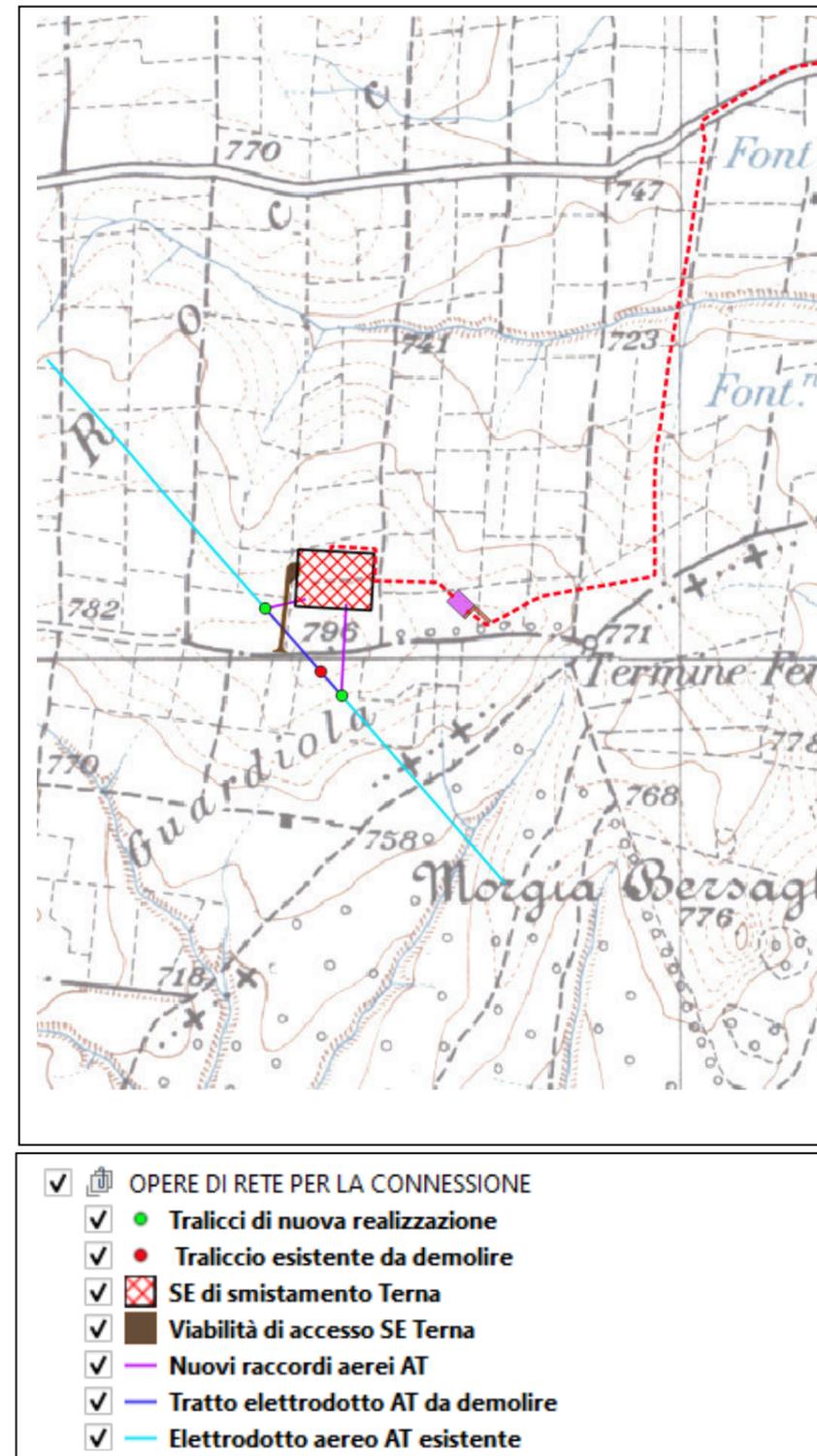
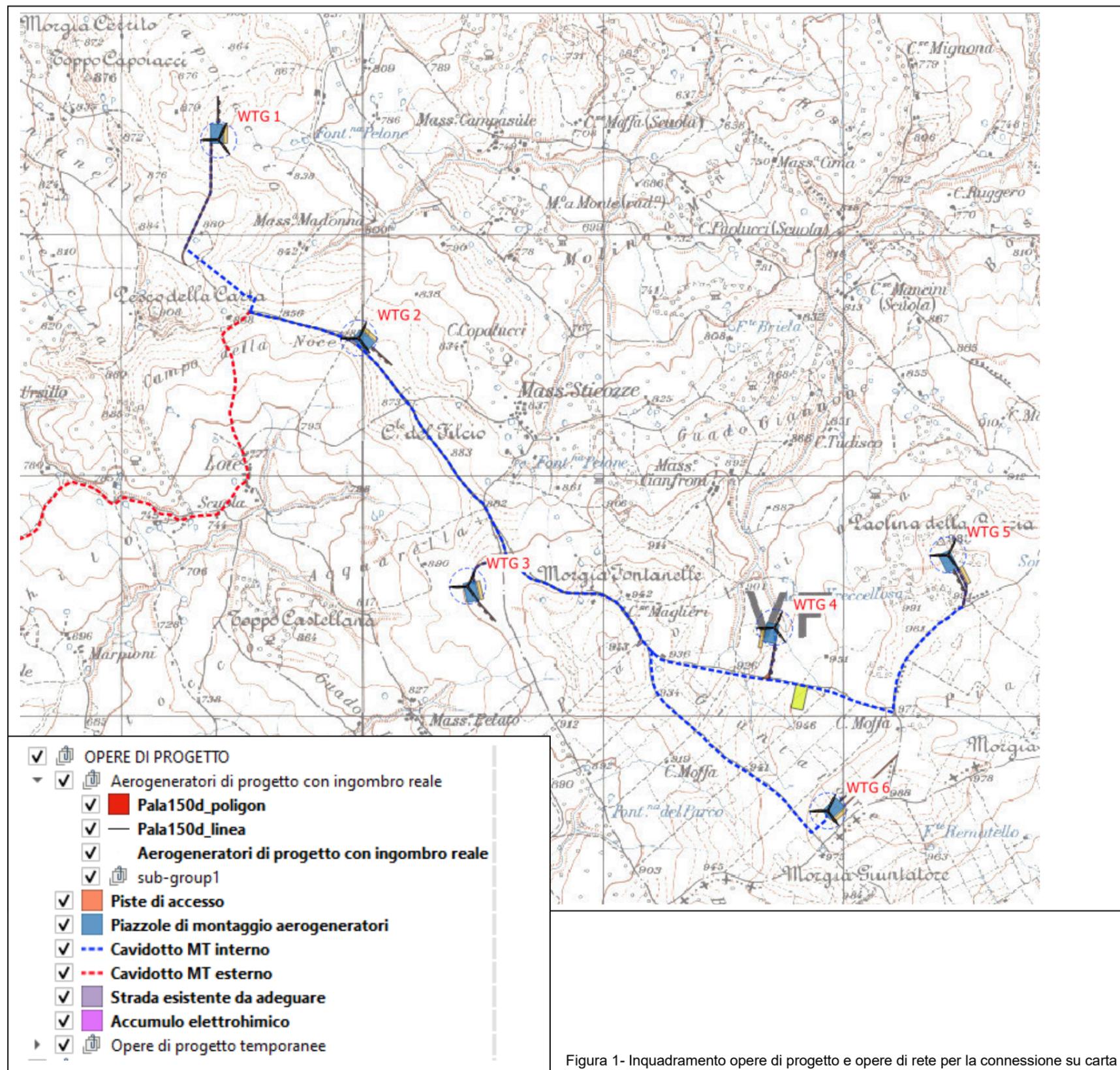


Figura 1- Inquadramento opere di progetto e opere di rete per la connessione su carta IGM

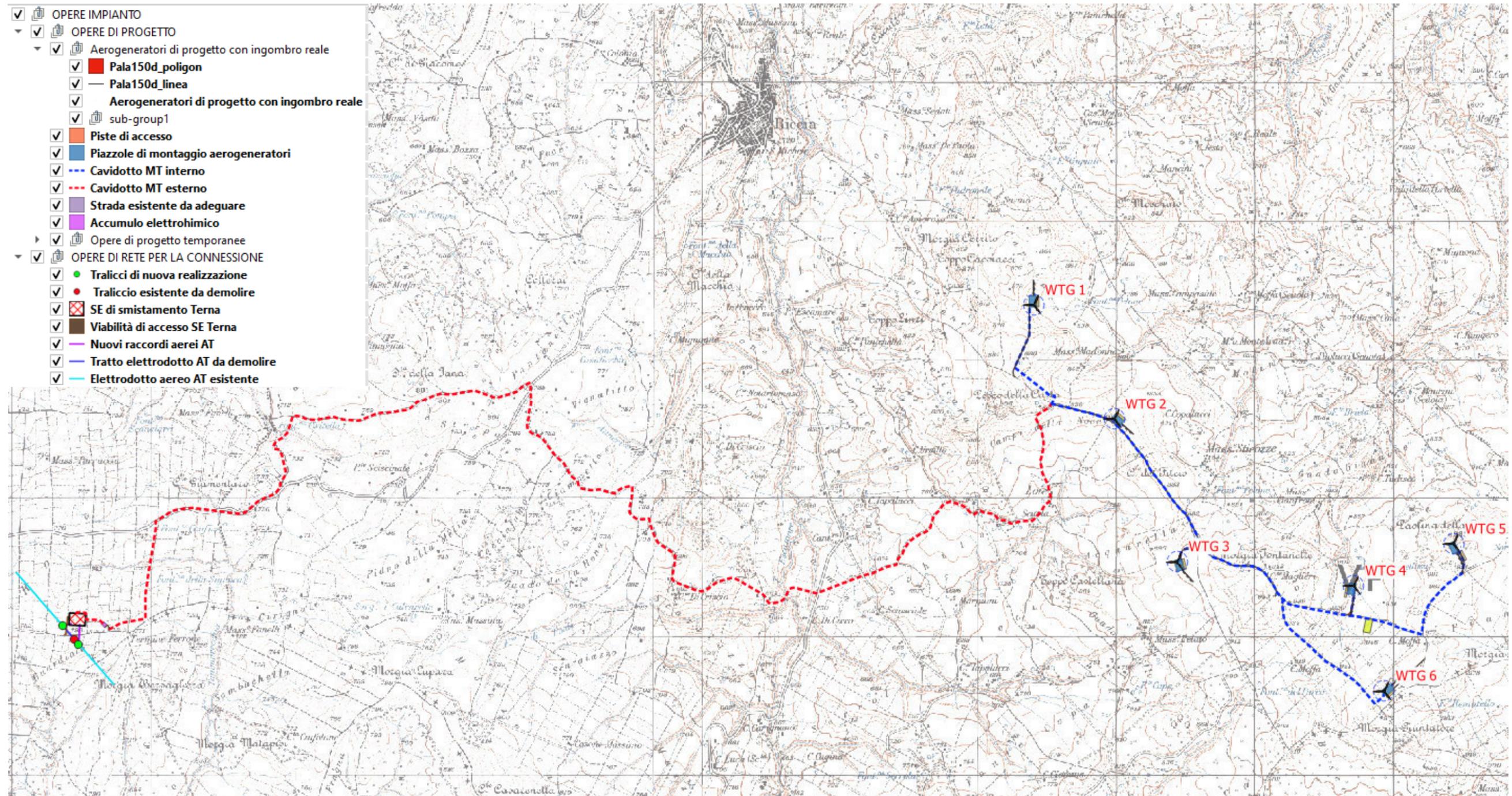


Figura 2 - Inquadramento complessivo delle opera di impianto su IGM, con legenda

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, e risulta compatibile 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;
- 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.

2 DEFINIZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE

Il piano di dismissione è il documento che descrive, nel rispetto di tutte le normative previste e vigenti, il processo di dismissione di tutte le componenti dell'impianto e fornisce una quantificazione dei relativi costi inerenti alle attività di dismissione e le modalità di gestione del materiale dismesso, utilizzando le più recenti modalità di smaltimento e privilegiando il recupero e



riciclo dei materiali da svolgersi a “fine vita impianto”, per riportare lo stato dei luoghi alla condizione ante-operam. In particolare, nella fattispecie descrive gli interventi di rimozione (smontaggio e smaltimento) degli aerogeneratori, dei cavi elettrici di collegamento, delle apparecchiature elettromeccaniche all'interno della cabina di raccolta, dello storage e della sottostazione (opere civili e opere elettriche) .

3 DESCRIZIONE E QUANTIFICAZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE

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 IN TUTTE LE SUE COMPONENTI

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.

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.

3.1.2 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.

Queste alternative sono:

1. *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;
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.

3.1.3 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. 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.

3.1.4 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.

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 2: Mozzo

3.1.5 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.



Figura 3: Asse di bassa Velocità

3.1.6 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.



Figura 4: Moltiplicatore

3.1.7 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.



Figura 5: Asse di alta velocità

3.1.8 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.



Figura 6: Generatore

3.1.9 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.

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 7: Motori di giro riduttori

3.1.10 GRUPPO O SISTEMA IDRAULICO

E' 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.

3.1.11 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.



Figura 8: Gruppo di pressione

3.1.12 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.

3.1.13 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.

3.1.14 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 9: Trasformatore

3.1.15 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.

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 10: Telaio anteriore e posteriore

3.1.16 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;

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.

3.1.17 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.

3.1.18 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.

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.

3.1.19 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.

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

3.1.20 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.



Figura 11: 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 12: Torri

L'opzione più attuabile relativamente alla gestione finale dei trami che costituiscono le torri è il riciclaggio come rottame.



3.1.21 BASE DI CALCESTRUZZO

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

La struttura è divisa in due blocchi di forma differenziata. Tutta la struttura varia le sue dimensioni in funzione del modello di aerogeneratore installato; la fondazione, per il caso in oggetto, è di tipo profonda, di forma circolare, di diametro massimo pari a 30 m (da definirsi in fase di progettazione esecutiva).

Lo smantellamento della base dell'aerogeneratore coincide esclusivamente con lo smantellamento completo del parco. Per questi casi, come norma generale, si stabilisce il ritiro parziale della parte superiore della base, che rimane in vista (circa 40/50 cm dalla base).

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



Figura 13: Fondazione

3.2 LINEE ELETTRICHE ED APPARATI ELETTRICI E MECCANICI DELLA SOTTOSTAZIONE

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

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 150 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 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.

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.

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

Lo storage è costituito da container metallici che ospitano ognuno al loro interno i trasformatori, le batterie, i quadri di controllo ed i quadri in media tensione.

Per il ripristino bisogna considerare la rimozione di tutte le apparecchiature elettriche e dei container.



4 DETTAGLI RIGUARDANTI 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.
- Demolizione di porzioni di platee di fondazioni degli aerogeneratori emergenti rispetto alla quota del piano di campagna, con trasporto a discarica del materiale in calcestruzzo di risulta.
- Sistemazione piazzole a servizio degli aerogeneratori. Per le piazzole sono previsti i seguenti interventi:
 - 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.
- Rimozione della sottostazione elettrica e dell'impianto di accumulo elettrochimico. Verranno smontati e smaltiti tutti gli apparati elettromeccanici, fabbricati, recinzioni, pavimentazione del Piazzale, demolite le parti superiori delle fondazioni con successivo invio a discarica autorizzata. Infine verrà intrapresa un'azione di rinverdimento dell'area.

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.

4.3 RICICLAGGIO DI 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 composti 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.

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.

4.5 RICICLAGGIO DEI MATERIALI E 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%.



4.6 SMANTELLAMENTO DEGLI AEROGENERATORI

Una volta conclusa la vita utile del parco si procede a ritirare tutti i componenti dell'aerogeneratore partendo dalle pale fino ad arrivare alle torri.

La tecnica di smantellamento dei componenti è simile alle operazioni di montaggio, ma con una sequenza inversa.

Nel caso in cui venga richiesta la rigenerazione completa dello spazio dove era installato il parco si procederà al ritiro della parte superficiale della base dell'aerogeneratore.

Lo smantellamento di un aerogeneratore consiste nel ritiro dei componenti vecchi dall'area di installazione del parco. Come per il montaggio, il ritiro dei componenti più voluminosi si realizza attraverso trasporti speciali.

4.7 PROCEDIMENTO DI SMONTAGGIO

Così come durante il processo di montaggio di tutti i componenti dell'aerogeneratore, anche nel caso dello smontaggio si procede con gru e operai.

Precedentemente e durante la realizzazione dei lavori si prenderanno tutte quelle misure preventive per la realizzazione del lavoro nella massima sicurezza per gli operai.

Inoltre si prenderanno tutte quelle misure preventive relativamente ai liquidi potenzialmente contaminati. Qui di seguito un elenco delle operazioni di smantellamento:

1. ritiro dei cavi di rete e di connessione, quadri e armadi;
2. ritiro dei liquidi, oli idraulici e condotti di trasmissione degli stessi;
3. smontaggio dell'asse di Pitch;
4. smontaggio del rotore dalla navicella per poi essere posta in terra;
5. una volta a terra, si realizza lo smontaggio delle bielle del rotore;
6. smontaggio delle pale dal rotore;
7. smontaggio della navicella dalla torre, carico e trasporto;
8. smontaggio dei trami che compongono la torre, dei pezzi di snodo dalla base, carico e trasporto.

Nel caso in cui sia richiesto il restauro dell'area di installazione degli aerogeneratori sarà necessario, a seconda dei casi, ritirare in parte o totalmente le fondazioni. Il ritiro della struttura di calcestruzzo e ferro si realizza con macchinari pesanti, come martelli e cesoie idrauliche.

4.8 SMANTELLAMENTO DELLE FONDAZIONI

L'unica opera che non prevede la rimozione totale è rappresentata dalle fondazioni degli aerogeneratori; esse saranno solo in parte demolite. Nello specifico, saranno rimossi i plinti di fondazione mentre per i pali di fondazione non è prevista alcuna rimozione. La struttura di calcestruzzo che costituisce ciascun plinto sarà divisa in blocchi, in maniera tale da



rendere possibile il caricamento degli stessi sugli automezzi che provvederanno all'allontanamento del materiale dal sito. Le operazioni effettuate in sito per la riduzione della platea in blocchi, saranno quelle strettamente necessarie a rendere agevole il carico sui mezzi delle frazioni ottenute; in questa maniera sarà limitata il più possibile la produzione di rumore e polveri che immancabilmente si generano durante l'esecuzione di tale fase lavorativa.

L'abbattimento della mole di calcestruzzo e ferro viene eseguito utilizzando martelli idraulici, che frammentano il materiale.



Figura 14: Trivellazione

Il passo seguente sarà il taglio, mediante cesoie idrauliche, dei cavi di ferro forgiato, in modo tale che si possano separare ed essere facilmente maneggiabili. Una volta realizzato questo processo ci sono due opzioni per il ritiro e la gestione dei residui provenienti dalla demolizione.

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

Una volta giunto presso gli impianti specializzati nel recupero del calcestruzzo, qui avverrà una frantumazione primaria mediante mezzi cingolati; tale operazione consentirà la riduzione in parti più piccole del 95% del calcestruzzo; una frantumazione secondaria

seguirà per mezzo di un frantoio mobile. Questo permetterà di suddividere al 100% il calcestruzzo dal tondino di armatura. L'acciaio delle armature verrà recuperato e portato in fonderia mentre il calcestruzzo frantumato potrà essere utilizzato come materiale di riporto o inerte per la realizzazione di sottofondi, massetti e per altre varie applicazioni edili. Si potrà procedere poi con il riporto di terreno vegetale per il riempimento dello scavo in cui esisteva la fondazione.

4.9 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).

4.10 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. Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei metodi di smaltimento e riciclo differenziati per materiali componenti.



Componente	Materiale principale	Metodi di smaltimento e riciclo
Torre		
Acciaio strutturale della torre	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
Cavi della torre	Rame	Pulire e fondere per altri usi
Copertura dei cavi	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Accessori elettrici alla base della torre		
Quadri elettrici	Rame	Pulire e fondere per altri usi
	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
Schede dei circuiti	Metalli differenti e rifiuti elettrici	Trattare come rifiuti speciali
Copertura dei cavi	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Cabina di controllo	Acciaio	Pulire e tagliare per fonderlo negli altiforni
Schede dei circuiti	Metalli differenti e rifiuti elettrici	Trattare come rifiuti speciali
Fili elettrici	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Trasformatore	Acciaio	Pulire e tagliare per fonderlo negli altiforni
	Olio	Trattare come rifiuto speciale
Rotore		
Pale	Resina epossidica fibrorinforzata	Macinare e utilizzare come materiale di riporto
Mozzo	Ferro	Fondere per altri usi
Generatore		
Rotore e statore	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
	Rame	Pulire e fondere per altri usi
Navicella		
Alloggiamento navicella	Resina epossidica fibrorinforzata	Macinare e utilizzare come materiale di riporto
Cabina di controllo	Acciaio	Pulire e tagliare per fonderlo negli altiforni
Schede dei circuiti	Metalli differenti e rifiuti elettrici	Trattare come rifiuti speciali
Fili elettrici	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Supporto principale	Metallo e acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi
Vari cavi	Rame	Pulire e fondere per altri usi
Copertura dei cavi	Plastica	Riciclare il PVC, cioè fondere per altri usi
Moltiplicatore di giri	Olio	Trattare come rifiuto speciale
	Acciaio	Pulire, tagliare e fondere per altri usi

5 DETTAGLI RIGUARDANTI IL RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI E I RELATIVI COSTI

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 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 triturata (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:

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 amplitudine 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 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.

- 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.

6 CRONOPROGRAMMA DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE

ATTIVITA'	DURATA DEI LAVORI							
	1° mese	2° mese	3° mese	4° mese	5° mese	6° mese	7° mese	8° mese
Smontaggio e trasporto aerogeneratori								
Eliminazione piazzole e ripristino morfologico								
Eliminazione viabilità								
Smantellamento elettrodotto interno								
Demolizione/opere di mitigazione plinti di fondazione								
Smantellamento stazione elettrica ed impianto di accumulo elettrochimico e ripristino delle aree								

7 COMPUTO METRICO DELLE OPERE DI DISMISSIONE

Il valore delle opere di dismissione è pari ad € 684.738,68.

Di seguito il dettaglio dell'analisi condotta per la stima dei costi di dismissione.



COMPUTO METRICO

OGGETTO: COMPUTO OPERE DI DISMISSIONE
Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica da 36.00 Mw e
relative opere di connessione ed infrastrutture indispensabili
(n. 6 aerogeneratori)

COMMITTENTE: RINNOVABILI SUD DUE S.R.L.

Data, 13/06/2022

IL TECNICO

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							
	LAVORI A MISURA							
1 B01058	Rimozione di strutture realizzate con qualsiasi tipo di profilato metallico, compresa la smuratura degli elementi, la cernita del materiale riutilizzabile e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio; escluso il solo calo in basso Smontaggio aerogeneratori	6,00	90000,00			540'000,00		
	SOMMANO kg					540'000,00	0,96	518'400,00
2 NP1	Ricavo per il riciclo dell'acciaio rinvenuto dagli aerogeneratori (struttura torre, gear box, generatore, trasformatore) Per n. 6 Aerogeneratori				4500,000	-4'500,00		
	SI DETRAGGONO kg					-4'500,00	180,00	-810'000,00
3 NP2	Ricavo per il riciclo del rame rinvenuto dagli aerogeneratori (generatore, trasformatore, cavi torre) Per n. 6 aerogeneratori				45000,000	-45'000,00		
	SI DETRAGGONO kg					-45'000,00	7,50	-337'500,00
4 C01009a	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spand ... discarica autorizzata. Valutato a mc di volume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla per trasporti fino a 10 km Smaltimento materiale rinvenuto dai cavi degli aerogeneratori Smaltimento materiale rinvenuto dalle schede dei circuiti degli aerogeneratori Smaltimento olii aerogeneratori Smaltimento pale aerogeneratori	6,00 6,00 6,00 18,00	10,00 10,00 10,00 10,00		5,000 5,000 5,000 50,000	300,00 300,00 300,00 9'000,00		
	SOMMANO mc/km					9'900,00	0,73	7'227,00
5 C01009b	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spand ... a autorizzata. Valutato a mc di volume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla per ogni km in più oltre i primi 10 A discarica distante circa 65 km	55,00			9900,000	544'500,00		
	SOMMANO mc/km					544'500,00	0,58	315'810,00
6 B.25.004.08	Conferimento a sito e/o a discarica autorizzata e/o ad impianto di recupero di materiale proveniente dagli scavi privo di scorie e frammenti diversi. Lo smaltimento, previa caratte ... e rifiuti, compilato in ogni sua parte, che sarà consegnato alla D.L. per la contabilizzazione. cer 17 02 03 - plastica Da prezzario OO.PP. Basilicata 2022					3'000,00		
	SOMMANO ql					3'000,00	8,28	24'840,00
7 B01007d	Demolizione di struttura in calcestruzzo di qualsiasi forma o spessore, compreso il carico trasporto e scarico a discarica autorizzata del materiale di risulta armato, eseguita con l'ausilio di mezzi meccanici Demolizione piedistallo dei plinti di fondazione Ø max 6,5 m (superficie: 3.25*3.25*3.14=33,166 mq) Demolizione parte superficiale affiorante del pinto di fondazione (superficie: circa 130 mq)	6,00 6,00	33,17 130,00		0,800 0,400	159,22 312,00		
	SOMMANO mc					471,22	93,92	44'256,98
8 A01009a	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spand ... m³ di volume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla distanza tra cantiere e discarica per trasporti fino a 10 km Trasporto materiale rinvenuto dalla demolizione superficiale dei plinti di fondazione	471,22	10,00			4'712,20		
	A RIPORTARE					4'712,20		-236'966,02

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO					4'712,20		-236'966,02
	SOMMANO mc/km					4'712,20	0,73	3'439,91
9 A01009b	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spand ... lume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla distanza tra cantiere e discarica per ogni km in più oltre i primi 10 Sovrapprezzo per trasporto a discarica distante circa 65 km	55,00			471,220	25'917,10		
	SOMMANO mc/km					25'917,10	0,58	15'031,92
10 B.25.004.40	Conferimento a sito e/o a discarica autorizzata e/o ad impianto di recupero di materiale proveniente dagli scavi privo di scorie e frammenti diversi. Lo smaltimento, previa caratte ... fiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03 Da prezziario Basilicata 2022 Materiale rinvenuto da demolizione plinti di fondazione					4'710,22		
	SOMMANO ql					4'710,22	2,44	11'492,94
11 B.25.004.46	Conferimento a sito e/o a discarica autorizzata e/o ad impianto di recupero di materiale proveniente dagli scavi privo di scorie e frammenti diversi. Lo smaltimento, previa caratte ... D.L. per la contabilizzazione. cer 16 02 16 - componenti rimossi da apparecchiature elettriche o elettroniche fuori uso Da prezziario Basilicata 2022					600,00		
	SOMMANO ql					600,00	15,40	9'240,00
12 C01018c	Formazione di rilevato secondo le sagome prescritte con materiali idonei, provenienti sia dagli scavi che dalle cave (terre ghiaia sabbiosa, frazione passante al setaccio 0,075 UNI ... ai gruppi A1, 4, A2-5, A3 o con equivalente materia prima secondaria proveniente da impianti di recupero rifiuti-inerti Risistemazione vegetale dei volumi delle fondazioni demolite	6,00	130,00		1,200	936,00		
	SOMMANO mc					936,00	20,47	19'159,92
13 A01002a	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggotto d eventuali acque nonché la rimozione di arbusti, ceppaie e trovanti di dimensione non sup ... l materiale scavato fino ad un massimo di 1.500 m: in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, terreno vegetale e simili) Dismissione cavidotti: Cavidotto interno: Cavidotto 1 tema Cavidotto 2 tema Cavidotto 3 tema Cavidotto Esterno - 2 terne					4'151,94 575,02 625,35 8'558,86		
	SOMMANO mc					13'911,17	5,27	73'311,87
14 B01078a	Rimozione di strato impermeabile, compreso l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso il trasporto alla discarica e l'eventuale rimozione del massetto sottostante da pagarsi a parte manto bituminoso monostrato Cavidotti interrati su strada		10387,38	0,700		7'271,17		
	SOMMANO mq					7'271,17	3,26	23'704,01
15 B01123a	Rimozione di cavo flessibile multipolare con conduttori in rame, incluso l'onere per l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso l'onere di carico, trasporto e scarico a discarica autorizzata sezione fino a 6 mmq					17'720,30		
	SOMMANO kg					17'720,30	1,40	24'808,42
	A RIPIORTARE							-56'777,03

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							-56'777,03
16 NP3	Ricavo per il riciclo dei materiali riciclabili rinvenuti dai cavidotti				15000,000	-15'000,00		
	SI DETRAGGONO kg					-15'000,00	18,00	-270'000,00
17 C01009a	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spand ... discarica autorizzata. Valutato a mc di volume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla per trasporti fino a 10 km Smaltimento materiale rinvenuto dai cavidotti	600,00	10,00			6'000,00		
	SOMMANO mc/km					6'000,00	0,73	4'380,00
18 C01009b	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spand ... a autorizzata. Valutato a mc di volume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla per ogni km in più oltre i primi 10	600,00	55,00			33'000,00		
	SOMMANO mc/km					33'000,00	0,58	19'140,00
19 B.25.004.12	Conferimento a sito e/o a discarica autorizzata e/o ad impianto di recupero di materiale proveniente dagli scavi privo di scorie e frammenti diversi. Lo smaltimento, previa caratte ... egnato alla D.L. per la contabilizzazione. cer 17 03 02 - miscela bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01 Da Prezziario Basilicata 2022 *(lung.=10387,38*10)		103873,8 0	0,700	0,100	7'271,17		
	SOMMANO ql					7'271,17	3,04	22'104,36
20 A01010a	Rinterro compreso l'avvicinamento dei materiali, il compattamento a strati dei materiali impiegati fino al raggiungimento delle quote del terreno preesistente ed il costipamento prescritto: con materiale di risulta proveniente da scavo cavidotti					13'911,17		
	SOMMANO mc					13'911,17	4,24	58'983,36
21 C01037a	Strato di usura semidrenante-fonoassorbente in conglomerato bituminoso a moderata percentuale di vuoti, costituito da misto granulare frantumato, composto da una miscela di aggrega ... tesa mediante vibrofinitrice meccanica e la costipazione a mezzo di rulli di idoneo peso: spessore compresso fino a 4 cm Ripristino manto stradale su cavidotti		10387,38	0,700		7'271,17		
	SOMMANO mq					7'271,17	8,71	63'331,89
22 C01037b	Strato di usura semidrenante-fonoassorbente in conglomerato bituminoso a moderata percentuale di vuoti, costituito da misto granulare frantumato, composto da una miscela di aggrega ... tesa mediante vibrofinitrice meccanica e la costipazione a mezzo di rulli di idoneo peso: per ogni cm in più di spessore spessore totale 10 cm		10387,38	0,700	0,060	436,27		
	SOMMANO mq					436,27	1,77	772,20
23 C01192b	Demolizione di massicciate in materiale arido di qualsiasi natura, eseguita con mezzi meccanici, compreso trasporto a discarica fino ad una distanza massima di 5 km: per altezza fino a 50 cm Demolizione piazzole a detrarre area plinti	6,00 6,00	80,00	50,000	490,630	24'000,00 -2'943,78		
	Sommano positivi mq					24'000,00		
	Sommano negativi mq					-2'943,78		
	A RIPORTARE					21'056,22		-158'065,22

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO					21'056,22		-158'065,22
	SOMMANO mq					21'056,22	2,70	56'851,79
24 A01009a	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spand ... m ³ di volume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla distanza tra cantiere e discarica per trasporti fino a 10 km Smaltimento materiale eccedente proveniente dagli scavi, a discarica entro i 10 km dal cantiere	21056,22	10,00		0,500	105'281,10		
	SOMMANO mc/km					105'281,10	0,73	76'855,20
25 A01009b	Trasporto a rifiuto o ad idoneo impianto di recupero di materiale proveniente da lavori di movimento terra effettuata con autocarri, con portata superiore a 50 q, compreso lo spand ... lume effettivo di scavo per ogni km percorso sulla distanza tra cantiere e discarica per ogni km in più oltre i primi 10 Sovrapprezzo per trasporto a discarica distante circa 65 km	21056,22	55,00		0,500	579'046,05		
	SOMMANO mc/km					579'046,05	0,58	335'846,71
26 B.25.004.25	Conferimento a sito e/o a discarica autorizzata e/o ad impianto di recupero di materiale proveniente dagli scavi privo di scorie e frammenti diversi. Lo smaltimento, previa caratte ... consegnato alla D.L. per la contabilizzazione. cer 17 05 04 - terra e rocce, diverse da quelle di cui lla voce 17 05 03 Da prezziario Basilicata 2022 *(par.ug.=21056,22*10)	210562,20			0,500	105'281,10		
	SOMMANO ql					105'281,10	1,76	185'294,74
27 C01018c	Formazione di rilevato secondo le sagome prescritte con materiali idonei, provenienti sia dagli scavi che dalle cave (terre ghiaia sabbiosa, frazione passante al setaccio 0,075 UNI ... ai gruppi A1, 4, A2-5, A3 o con equivalente materia prima secondaria proveniente da impianti di recupero rifiuti-inerti Risistemazione a verde cavidotti dismessi su terreno *(lung.=4915,40+2162) Risistemazione a verde piazzole di esercizio a detrarre volumetria plinti già contabilizzata	6,00	7077,40 20,00	0,600 15,000	0,100 0,500	424,64 900,00 936,000		
	Sommano positivi mc					1'324,64		
	Sommano negativi mc					-936,00		
	SOMMANO mc					388,64	20,47	7'955,46
28 NP04	Smontaggio, smaltimento e trasporto sistema di accumulo elettrochimico					1,00		
	SOMMANO a corpo					1,00	80'000,00	80'000,00
29 NP05	Demolizione/smontaggio Stazione di smistamento e cabine, con riciclo del materiale riciclabile					1,00		
	SOMMANO a corpo					1,00	100'000,00	100'000,00
	Parziale LAVORI A MISURA euro							684'738,68
	TOTALE euro							684'738,68
	Data, 13/06/2022							
	Il Tecnico							

	A RIPORTARE							