



PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Serra Brizzolina" di potenza nominale pari a 47.6 MW

Titolo elaborato

A.17.7 - Relazione sugli interventi di ripristino, restauro e compensazione ambientale

Codice elaborato

F0533BR07A

Scala

-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Progettazione



F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(ing. Giovanni Di Santo)



Gruppo di lavoro

Dott. For. Luigi ZUCCARO
Ing. Giuseppe MANZI
Ing. Flavio TRIANI
geom. Nicola DEMA
Ing. Gerardo Giuseppe SCAVONE
Arch. Gaia TELESCA
Ing. jr Daniele GERARDI
Dott. For. Francesco NIGRO



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche

Committente

APOLLO Wind srl

Via della Stazione 7 39100
Bolzano (Bz)

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Giugno 2023	Prima emissione	FTR	LZU	GDS

Sommario

Premessa	4
1 Descrizione generale del progetto	5
1.1 Informazioni essenziali	5
1.1.1 Descrizione dell'intervento	5
1.1.1.1 Fondazioni	6
1.1.1.2 Viabilità interna	6
1.1.1.3 Piazzole di montaggio e di stoccaggio	7
1.1.1.4 Area di cantiere	8
1.1.1.5 Dimensioni complessive e stima movimenti terra di strade e piazzole	8
1.1.1.6 Opere civili	9
2 Inquadramento territoriale	10
2.1 Analisi climatica	10
2.2 Geologia e pedologia	11
2.2.1 Inquadramento geologico	11
2.2.2 Caratteri pedologici dell'area vasta analizzata	12
3 Analisi del consumo di suolo	15
3.1 Fase di cantiere	15
3.2 Fase di esercizio	15
3.3 Consumo di suolo	16
4 Intervento di ripristino, restauro compensazione ambientale	18
4.1 Quadro normativo di riferimento	18
4.2 Valutazioni ante operam	19
4.2.1 Analisi della Capacità di uso del suolo	19

4.3	Definizione del Suolo Obiettivo	22
4.3.1	Gestione del suolo durante la fase di cantiere	23
4.3.2	Gestione del suolo al termine delle operazioni di cantiere	24
4.4	Interventi di ripristino e compensazione	25
4.4.1	Interventi di ripristino dei seminativi	25
4.4.2	Intervento di rinverdimento di area naturale e scarpate	25
4.4.3	Interventi di ripristino-compensazione di eventuali alberi espianati	26
4.4.4	Interventi compensazione previsti	27
5	Monitoraggio	29
6	Bibliografia	30

Premessa

La presente relazione è a corredo di uno Studio di Impatto Ambientale, presentato dalla **Apollo Wind S.r.l.** con sede in Via della Stazione 7, 39100 – Bolzano, in **qualità di proponente**, redatto in riferimento al progetto di un **nuovo parco eolico di proprietà denominato “Serra Brizzolina”** e relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) dell’energia elettrica.

L’area individuata per la realizzazione del progetto è situata nella regione Basilicata, in particolare nella provincia di Matera, nel **comune di Matera**.

Il parco eolico è costituito da 7 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 6.6 MW, in accordo con la potenza di immissione da STMG. L’impianto è collegato in antenna 36kV, mediante elettrodotto interrato su un ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN 132/36 kV, come da soluzione tecnica minima generale STMG, codice pratica del preventivo di connessione 202200206.

Gli aerogeneratori che potranno essere installati sono delle seguenti tipologie: Siemens Gamesa SG170-HH115 m o altro modello simile.

Il progetto ricade al punto 2 dell’elenco di cui all’allegato II alla Parte Seconda del D. lgs. 152/2006 e s.m.i., come modificato dalla legge 208/2021, “impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 30 MW”, pertanto risulta soggetto al procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale per il quale il Ministero della Sicurezza Energetica, di concerto con il Ministero della Cultura, svolge il ruolo di autorità competente in materia.

La presente relazione descrive gli interventi di ripristino, restauro e compensazione ambientale previsti nei lavori di realizzazione dell’impianto in progetto.

Tali interventi saranno effettuati nel rispetto dei principi della **restoration ecology** (ecologia del restauro): si tratta di un processo guidato dall’uomo volto alla restituzione di un habitat che è stato degradato, danneggiato o distrutto, utilizzando il più possibile le comunità vegetali, animali ed il suolo in loco per rigenerare le basi vitali dell’ecosistema ed indirizzarlo verso la maggior integrazione possibile rispetto alle condizioni precedenti il disturbo (*Society for Ecological Restoration*; in: Meloni F. et al., 2019).

1 Descrizione generale del progetto

1.1 Informazioni essenziali

Proponente	Apollo wind s.r.l.
Potenza singola WTG	6.6 MW
Numero aerogeneratori	7
Altezza hub max	115 m
Diametro rotore max	170 m
Altezza complessiva max	200 m
Area poligono impianto	599.64 ha
Lunghezza elettrodotto AT area parco	14.8km
Lunghezza elettrodotto AT cabina di raccolta	9 m
RTN esistente (si/no)	si
Tipo di connessione alla RTN (cavo/aereo)	collegamento in antenna ad una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN 132/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 132 kV “
Piazzola di montaggio (max)	7500 m ²
Piazzola definitiva (max)	1500 m ²

L'intervento proposto consiste nella realizzazione di un nuovo parco eolico, denominato "Serra Brizzolina", localizzato nel territorio comunale di Matera, in provincia di Matera. L'impianto sarà composto da n. 7 aerogeneratori con la potenza complessiva in immissione di 47.6 MW, in accordo con quanto previsto nella STMG Terna ID 202200206. Le relative opere di connessione saranno ubicate nel Comune di Matera (Mt).

Gli aerogeneratori che potranno essere installati sono delle seguenti tipologie: Siemens Gamesa SG170-HH115 m o altro modello similare.

1.1.1 Descrizione dell'intervento

Le caratteristiche dimensionali degli aerogeneratori di progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

Tabella 1: caratteristiche aerogeneratori

Potenza nominale aerogeneratore	Diametro massimo rotore	Altezza hub	Altezza totale	Area spazzata	Posizione rotore	Rate rotor speed	Numero di pale
6.6 MW	170 m	115 m	200 m	22698 m ²	sopravento	10.60 rpm	3

Gli aerogeneratori sono ad asse orizzontale, costituiti da un sistema tripala. La tipica configurazione di un aerogeneratore di questo tipo prevede un sostegno costituito da una torre tubolare che porta alla sua sommità la navicella, all'interno della quale sono contenuti l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico, il trasformatore e i dispositivi ausiliari.

La struttura in elevazione dell'aerogeneratore è costituita da una torre in acciaio di forma tronco-conica, realizzata in cinque tronchi assemblati in sito.

Il rotore si trova all'estremità dell'albero lento, è posto sopravento rispetto al sostegno, ed è costituito da tre pale fissate ad un mozzo, corrispondente all'estremo anteriore della navicella.

La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata).

Rotore e generatore elettrico possono essere direttamente collegati oppure associati ad un moltiplicatore di giri. Indispensabile nei grandi aerogeneratori, il moltiplicatore di giri fa sì che la lenta rotazione delle pale permetta comunque una corretta alimentazione del generatore elettrico.

Opzionalmente gli impianti di energia eolica possono essere dotati di un ascensore in grado di trasportare due persone dalla base della torre alla gondola o viceversa.

Gli aerogeneratori potranno essere dotati di segnalazione cromatica, costituendo un ostacolo alla navigazione aerea a bassa quota. In particolare, ciascuna delle tre pale potrà essere verniciata sulle estremità con tre bande di colore rosso/bianco/rosso ognuna di larghezza minima pari a 6 m, fino a coprire 1/3 della lunghezza della pala. È inoltre prevista l'installazione delle segnalazioni "notturne", costituite da luci intermittenti di colore rosso sull'estradosso della navicella. Ad ogni modo le prescrizioni degli Enti preposti (ENAC/ENAV) potranno modificare le suddette segnalazioni.

Per ulteriori approfondimenti, si rimanda alla relazione tecnica delle opere civili redatta.

1.1.1.1 Fondazioni

L'aerogeneratore andrà a scaricare gli sforzi su una struttura di fondazione in cemento armato, costituita da un plinto su pali. La fondazione è stata calcolata preliminarmente in modo tale da poter supportare il carico della macchina e il momento prodotto sia dal carico concentrato posto in testa alla torre che dall'azione cinetica delle pale in movimento.

Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione sono state eseguite con i metodi ed i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni sul terreno che la struttura trasmette. Le strutture di fondazione sono dimensionate in conformità alla normativa tecnica vigente.

I plinti di fondazione sono stati dimensionati in funzione delle caratteristiche tecniche del terreno derivanti dalle analisi geologiche e sulla base dall'analisi dei carichi trasmessi dalla torre (forniti dal costruttore dell'aerogeneratore).

La fondazione è costituita da un plinto di diametro pari a 21.70 m ed altezza variabile da 2.00 m (esterno gona aerogeneratore) a 0.70 m (esterno plinto). Ogni plinto scaricherà gli sforzi su 16 pali dal diametro di 120 cm e della lunghezza di 20 m. Ad ogni buon conto, tutti i calcoli eseguiti e la relativa scelta dei materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche significative per garantire i necessari livelli di sicurezza. Pertanto, quanto riportato nel presente progetto, potrà subire variazioni in fase di progettazione esecutiva, in termini sia dimensionali che di forma, fermo restando le dimensioni di massima del sistema fondazionale.

1.1.1.2 Viabilità interna

Le aree interessate dal parco risultano accessibili; il collegamento avviene attraverso viabilità Provinciale e Statale esistente per lo più idonea, in termini di pendenze e raggi di curvatura, al transito dei componenti necessari all'assemblaggio delle singole macchine eoliche in modo da minimizzare la viabilità di nuova costruzione. Nello specifico:

- SS7;
- SP271;
- SP140;

- SP22;

L'ubicazione dell'impianto interessa un'area con quote variabili comprese tra 360 ed i 398 m s.l.m. Essa si articola e caratterizza morfologicamente grazie alla presenza di una vasta vallata bonificata.

La viabilità interna al parco eolico, quindi sarà costituita da una serie di infrastrutture, in parte esistenti adeguate, in parte da adeguare e da realizzare ex-novo, che consentiranno di raggiungere agevolmente tutti i siti in cui verranno posizionati gli aerogeneratori.

La realizzazione di nuovi tratti stradali sarà contenuta e limitata ai brevi percorsi che vanno dalle strade esistenti all'area di installazione degli aerogeneratori, i percorsi stradali ex novo saranno genericamente realizzati in massicciate tipo macadam (oppure cementata nei tratti in cui le pendenze diventano rilevanti) similmente alle carrarecce esistenti e avranno una larghezza pari ad almeno 4 m.

Lo strato di terreno vegetale proveniente dalla decorticazione sarà opportunamente separato dal materiale proveniente dallo sbancamento, per poter essere riutilizzato nei riporti per il modellamento superficiale delle scarpate e delle zone di ripristino dopo le lavorazioni.

Inoltre, per ridurre il fenomeno dell'erosione delle nuove strade causato dalle acque meteoriche, lungo i cigli delle stesse sono previste delle fasce di adeguata larghezza, realizzate con materiale lapideo di idonea pezzatura, che oltre a consentire il drenaggio delle stesse acque meteoriche, saranno di contenimento allo strato di rifinitura delle strade.

Nelle zone in cui le strade di progetto percorreranno piste interpoderali esistenti, ove necessario, le opere civili previste consisteranno in interventi di adeguamento della sede stradale per la circolazione degli automezzi speciali necessari al trasporto degli elementi componenti l'aerogeneratore. Detti adeguamenti prevedranno degli allargamenti in corrispondenza delle viabilità caratterizzate da raggi di curvatura troppo stretti ad ampliamenti della sede stradale nei tratti di minore larghezza. Nella fattispecie, le necessità di trasporto dei componenti di impianto impongono che le strade abbiano larghezza minima di 4 m, nei tratti in curva la larghezza potrà essere aumentata ed i raggi di curvatura dovranno essere ampi (almeno 70 m); saranno quindi necessari interventi di adeguamento di alcune viabilità presenti al fine di consentire il trasporto degli aerogeneratori.

Nello specifico le viabilità di cantiere e gli adeguamenti realizzati sono da considerarsi temporanei, così come le aree di manovra con opportuni raggi di curvatura in quanto si prevede il ripristino allo stato originario al termine delle attività di cantiere.

1.1.1.3 Piazzole di montaggio e di stoccaggio

Ogni aerogeneratore è collocato su una piazzola contenente la struttura di fondazione delle turbine e Ogni aerogeneratore è collocato su una piazzola contenente la struttura di fondazione delle turbine e gli spazi necessari alla movimentazione dei mezzi e delle gru di montaggio.

Le piazzole di montaggio dei vari componenti degli aerogeneratori sono poste in prossimità degli stessi e devono essere realizzate in piano o con pendenze minime (dell'ordine del 1-2% al massimo) che favoriscano il deflusso delle acque e riducano i movimenti terra. Le piazzole devono contenere un'area sufficiente a consentire sia lo scarico e lo stoccaggio dei vari elementi dai mezzi di trasporto, sia il posizionamento delle gru (principale e secondarie). Esse devono quindi possedere i requisiti dimensionali e plano altimetrici specificatamente forniti dall'azienda installatrice degli aerogeneratori, sia per quanto riguarda lo stoccaggio e il montaggio degli elementi delle turbine stesse, sia per le manovre necessarie al montaggio e al funzionamento delle gru.

Nel caso di specie, la scelta delle macchine comporta la necessità di reperire per ogni aerogeneratore un'area libera da ostacoli costituita da:

- Area oggetto di installazione turbina e relativa fondazione (non necessariamente alla stessa quota della piazzola di montaggio);
- area montaggio e stazionamento gru principale;

- talvolta anche area di stoccaggio pale.

Tali spazi devono essere organizzati in posizioni reciproche tali da consentire lo svolgimento logico e cronologico delle varie fasi di lavorazione; inoltre è prevista un'area destinata temporaneamente allo stoccaggio delle pale e dei componenti, di dimensioni pari a circa 2500 m².

Le superfici delle piazzole realizzate per consentire il montaggio e lo stoccaggio degli aerogeneratori, verranno in parte ripristinate all'uso originario e in parte ridimensionate, in modo da consentire facilmente eventuali interventi di manutenzione o sostituzione di parti danneggiate dell'aerogeneratore.

Le caratteristiche e la tipologia della sovrastruttura delle piazzole devono essere in grado di sostenerne il carico dei mezzi pesanti adibiti al trasporto, delle gru e dei componenti. Lo strato di terreno vegetale proveniente dalla decorticazione da effettuarsi nel luogo ove verrà realizzata la piazzola sarà opportunamente separato dal materiale proveniente dallo sbancamento per poterlo riutilizzare nei riporti per il modellamento superficiale delle scarpate e delle zone di ripristino dopo le lavorazioni.

Al termine dei lavori per l'installazione degli aerogeneratori, la sovrastruttura in misto stabilizzato verrà rimossa nelle aree di montaggio e stoccaggio componenti, nonché nelle aree per l'installazione delle gru ausiliarie e nella zona di stoccaggio pale laddove presente.

Infine, la realizzazione delle piazzole prevede opere di regimazione idraulica tali da garantire il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali esistenti, prevenendo dannosi fenomeni di dilavamento del terreno.

1.1.1.4 Area di cantiere

All'interno dell'area parco sarà realizzata un'area di cantiere di circa 2.500 m², utilizzata per l'installazione di prefabbricati, adibiti a uffici, magazzini, servizi etc... Le aree saranno altresì utilizzate come deposito mezzi ed eventuale stoccaggio di materiali, per lo scarico delle pale (lunghezza pale pari a 85 m).

Analogamente alcuni dei componenti dell'aerogeneratore verranno trasbordati dai convogli tradizionali e approvvigionati alle postazioni di montaggio mediante convogli più agili ovvero dotati di rimorchio semovente.

Montate le torri e installate su ciascuna delle loro sommità la navicella con il rotore e le pale, si procederà a smantellare i collegamenti ed i piazzali di servizio (opere provvisorie) in quanto temporanei e strumentali alla esecuzione delle opere, ripristinando così lo status quo ante.

1.1.1.5 Dimensioni complessive e stima movimenti terra di strade e piazzole

Nella relazione tecnica sono valutate le dimensioni complessive delle strade e le stime di massima dei volumi di terreno interessati dalla realizzazione delle:

- nuove strade;
- piazzole di montaggio e definitive;
- aree temporanee di stoccaggio;
- svincoli temporanei;
- cavidotto AT.

La movimentazione dei terreni per lo scavo dei cavidotti sarà limitata alle zone di scavo stesso (il terreno viene accantonato nei pressi dello scavo stesso) e per i brevi periodi necessari alla posa dei cavi.

Per i dettagli, si rimanda alla citata relazione tecnica redatta.

1.1.1.6 Opere civili

Le opere relative alla rete elettrica interna al parco eolico, oggetto del presente lavoro, possono essere schematicamente suddivise in due sezioni:

- opere elettriche di trasformazione e di collegamento fra aerogeneratori;
- opere di collegamento alla rete del Gestore Nazionale.

L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore è trasformata per mezzo del trasformatore installato a bordo navicella e quindi trasferita al quadro posto a base torre all'interno della struttura di sostegno tubolare.

Di qui l'energia elettrica prodotta da ciascun circuito (sottocampo) è trasferita mediante un cavidotto interrato AT alla cabina di raccolta e da qui convogliata alla nuova SE di proprietà di TERNA S.p.A.

Il trasporto dell'energia in AT avviene mediante cavi che verranno posati ad una profondità non inferiore a 100 cm, con un tegolo di protezione in prossimità dei giunti (nei casi in cui non è presente il tubo corrugato) ed un nastro segnalatore.

I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che avrà una larghezza variabile compresa fra 50 cm e 1.0 m. Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di terra.

La cabina di raccolta posizionata nei pressi della futura stazione Terna sarà costituita da un fabbricato in c.a.o. di dimensioni in pianta pari a 24,30 m x 10,50 m.

2 Inquadramento territoriale

2.1 Analisi climatica

L'inquadramento climatico è stato effettuato prendendo in considerazione i dati della stazione termopluviometrica di Matera. Sulla base di tali dati si evince che il territorio in esame è caratterizzato da un clima a forte impronta mediterranea, con lievi segni di transizione verso un clima basale più tipico della parte pedemontana e montana della Basilicata (Cantore V. et al., 1987).

In particolare, i dati climatici disponibili per la stazione di Matera evidenziano temperature mediamente miti anche in inverno, crescenti in estate, ed un ritmo di pioggia molto vicino al solstiziale invernale tipico del clima mediterraneo, con massimo nel mese di novembre e con leggero incremento nel mese di marzo.

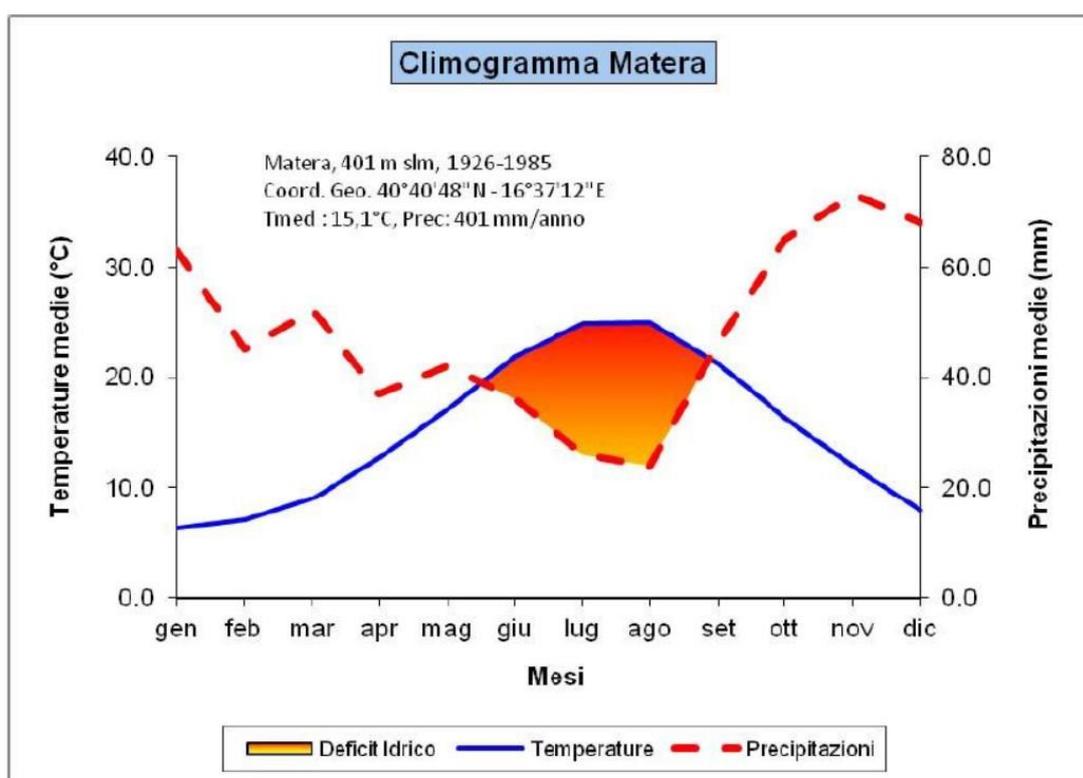


Figura 1: Climogramma secondo Walter-Lieth di Matera (Fonte: ns. elaborazione su dati di Cantore V. et al., 1987).

La frequenza dei giorni di pioggia è piuttosto ridotta, e pari a 73 in un anno, con picco nel mese di dicembre (9 gg) e minimo nel mese di luglio (2 gg).

Alcuni indici climatici confermano i caratteri appena delineati. In particolare, secondo il Pluviofattore di Lang, pari a 38.3, il clima è classificabile come "steppa", risentendo l'area dell'influsso dell'area murgiana. L'indice di aridità di De Martonne, pari a 23.0, indica un clima "temperato caldo", mentre il quoziente pluviometrico di Emberger, pari a 63.5, evidenzia un lieve carattere sub-umido.

Dal punto di vista fitoclimatico secondo la classificazione di Pavari, l'area in cui ricadono le opere in progetto è ascrivibile alla fascia di Lauretum sottozona media, caratterizzata da una temperatura media annua compresa fra i 15 e i 19°C.

Tale indicazione è confortata anche a livello cartografico. Dalla carta Fitoclimatica della Basilicata, infatti, è evidente come l'area in esame ricada prevalentemente nella sottozona media del Lauretum ed in piccola parte nella sottozona calda del Lauretum (cfr. Figura 2 Stralcio della Carta Fitoclimatica dell'area (Fonte:

Carta Fitoclimatica della Basilicata).

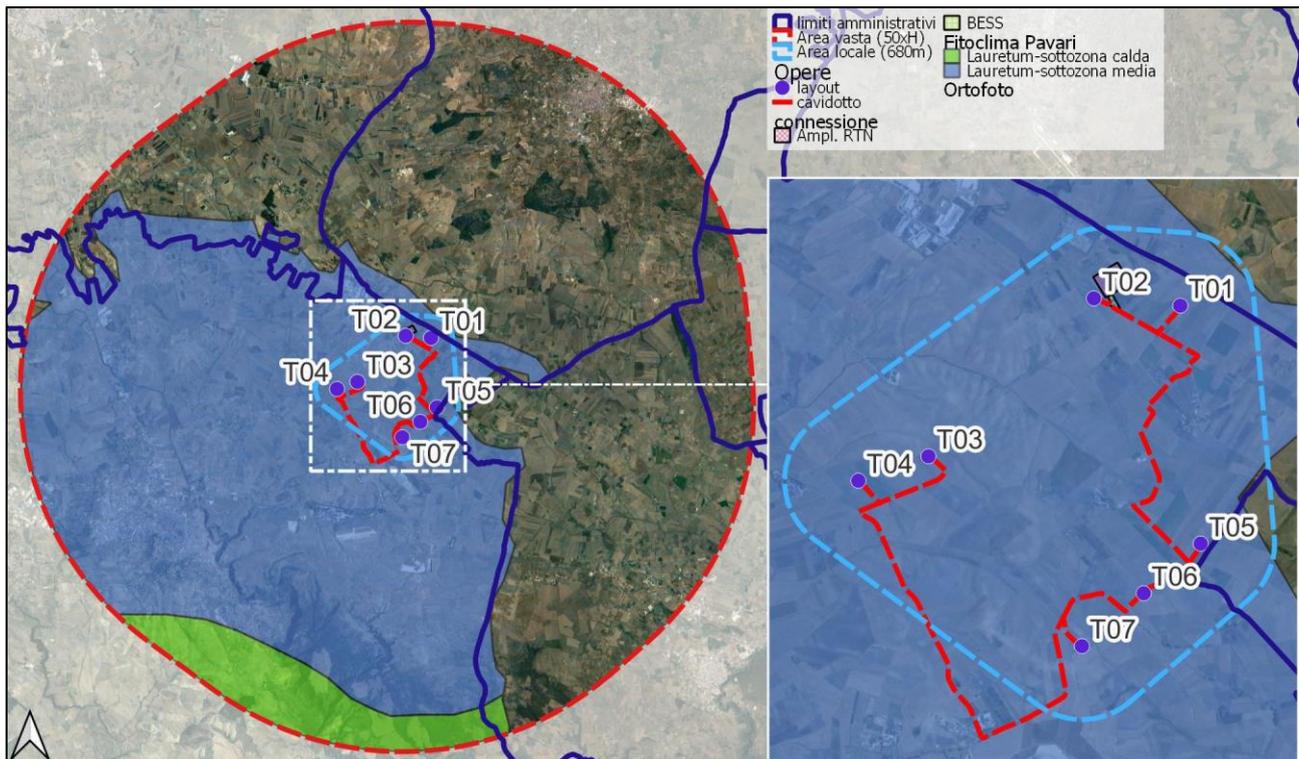


Figura 2 Stralcio della Carta Fitoclimatica dell'area (Fonte: Carta Fitoclimatica della Basilicata)

2.2 Geologia e pedologia

2.2.1 Inquadramento geologico

L'area di analisi ricade sul foglio n.189 "Altamura" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 ed è localizzata nella porzione centro orientale della Fossa Bradanica, un'ampia depressione tettonica allungata da NO a SE, che dal punto di vista geologico-strutturale, si sviluppa dopo gli eventi tettonici del Pliocene medio e si estende tra l'Avampaese Apulo ad Est e l'Appennino meridionale ad Ovest.

Essa è colmata da sedimenti argillosi e sabbioso-conglomeratici plioquaternari, formati in acque da poco a moderatamente profonde, nei quali si possono distinguere numerose formazioni che costituiscono una successione continua regressiva (Valduga, 1973).

Il basamento è prevalentemente calcareo-dolomitico (Cretaceo), riferibile alla "Formazione del Calcare di Altamura", affiorante ad oriente di Matera a partire dalla gravina omonima e in corrispondenza delle depressioni vallive prodotte dal Torrente Gravina e dal fiume Bradano.

Il substrato della successione della Fossa Bradanica è rappresentato dai carbonati della piattaforma apula di età Meso-Cenozoica, che attraverso un sistema di faglie dirette formano una struttura a gradinata (sistema ad horst e graben) di cui l'altopiano murgiano rappresenta la zona di culminazione assiale (Ricchetti et al.,1980).

I primi sedimenti della serie Bradanica sono costituiti da argille marnose (emipelagiti di mare poco profondo) spesse 100-150 m, di età via via più recente procedendo da ovest verso est, in conseguenza della migrazione del bacino nella stessa direzione. Le emipelagiti evolvono a sedimenti siltosi e sabbiosi spessi fino a 2000 m che rappresentano depositi di bacino profondo dovuti ad un'intensa sedimentazione torbida.

Su tali depositi torbiditici poggiano altri sedimenti di origine marina di età pleistocenica costituiti dalle argille siltose di mare poco profondo; tali depositi affiorano diffusamente in tutta la Fossa Bradanica e sono noti in letteratura con il termine formazionale di Argille subappennine. La successione Bradanica si chiude con depositi clastici (sabbie e conglomerati) di ambiente litorale (spiaggia e delta) e di ambiente continentale (piana alluvionale di tipo braided e fluviolacustre) che testimoniano la regressione marina e la contestuale emersione dell'area iniziata nel Pleistocene inferiore (1.8 Ma); tali depositi sono noti in letteratura con i termini formali di Sabbie di Montemarano (di ambiente marino) e conglomerato di Irsina (in parte di ambiente costiero e in parte di ambiente continentale).

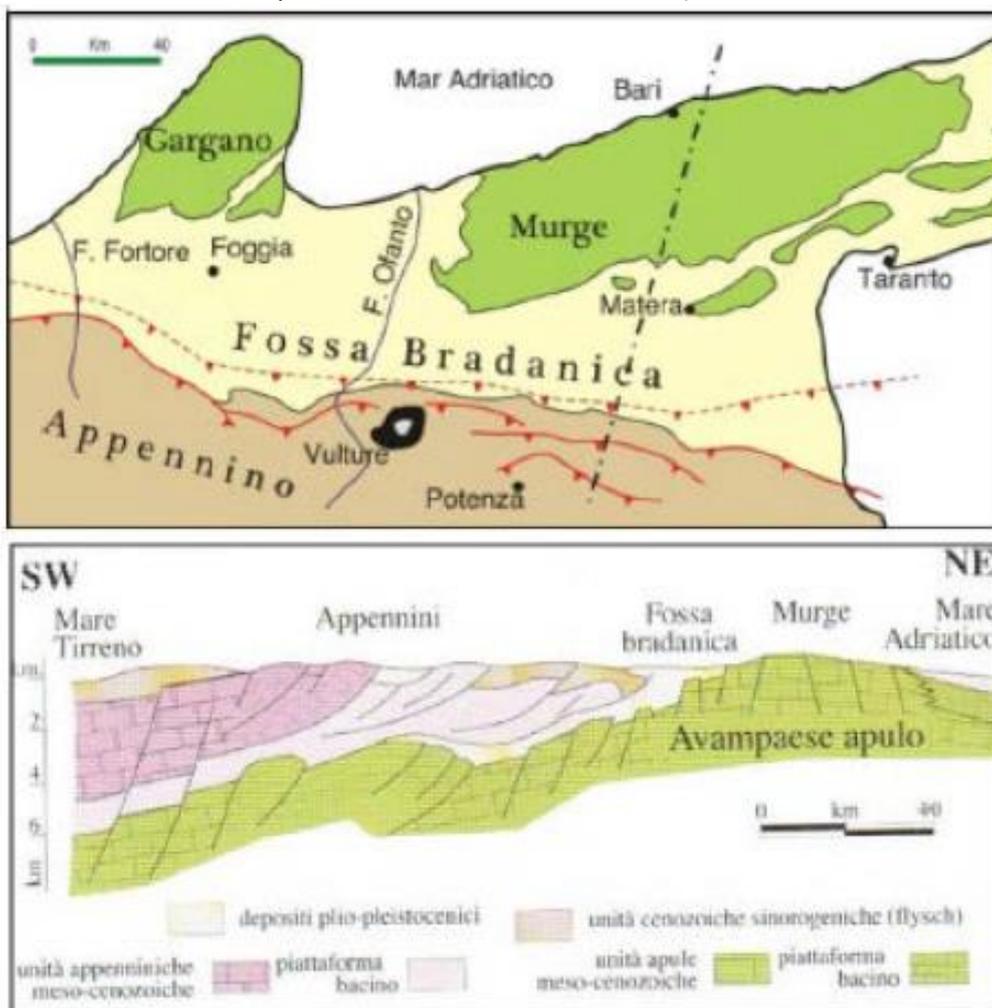


Figura 3 Schema del sistema Catena-Avampaese attuale (Fonte: Sella et al., 1988)

Oltre ai depositi di origine marina e continentali su descritti, affioranti in maniera diffusa in tutto l'areale al contorno dell'area di studio, si rinvencono all'interno della valle dell'Ofanto, depositi alluvionali terrazzati e recenti che poggiano direttamente, a tratti, sui terreni del substrato pleistocenico e a tratti sui depositi fluvio-lacustri ad esso sovrapposti.

2.2.2 Caratteri pedologici dell'area vasta analizzata

Secondo i dati della Carta Pedologica della Regione Basilicata (2006), nella porzione lucana del buffer di analisi prevalgono i suoli della la prov. 12.2, presenti sul 25,3% della porzione lucana del buffer. Essa è caratterizzata da suoli delle superfici debolmente ondulate a nord di Matera, da sub-pianeggianti a debolmente acclivi, talora moderatamente acclivi. I loro materiali parentali sono costituiti, oltre alle argille

marine, anche da depositi fluvio-lacustri prevalentemente limoso-argillosi. Nel substrato, sono subordinatamente presenti anche calcareniti (calcareniti di Gravina). Le quote sono comprese tra 120 e 420 m s.l.m. L'unità, ha 4 delineazioni e una superficie totale di 10.735 ha. Nell'utilizzazione del suolo i seminativi prevalgono nettamente; colture orticole e oliveti sono presenti su superfici limitate. Sono suoli a profilo moderatamente differenziato per iniziale redistribuzione dei carbonati e brunificazione. Sui depositi fluvio-lacustri sono presenti i suoli Serra D'Alta, che hanno moderati caratteri vertici, mentre sulle argille marine si sono sviluppati i suoli Cipolla, con caratteri vertici molto pronunciati.

Altra provincia diffusa nell'ambito lucano del buffer è la 13.1 - Suoli dell'altopiano delle Murge materane, su calcari duri e calcareniti. In genere, sui calcari hanno profilo differenziato per lisciviazione e rubefazione, sulle calcareniti per redistribuzione dei carbonati e melanizzazione. Hanno quote comprese tra 60 e 519 m. s.l.m., e sono coperti in prevalenza da vegetazione naturale arbustiva ed erbacea, utilizzata a pascolo. Il loro uso agricolo, abbastanza diffuso, è caratterizzato in primo luogo da seminativi, in minor misura oliveti. Interessano una superficie di 9.460 ha, lo 0,9% del territorio regionale., presente sul 23,85% della porzione lucana del buffer.

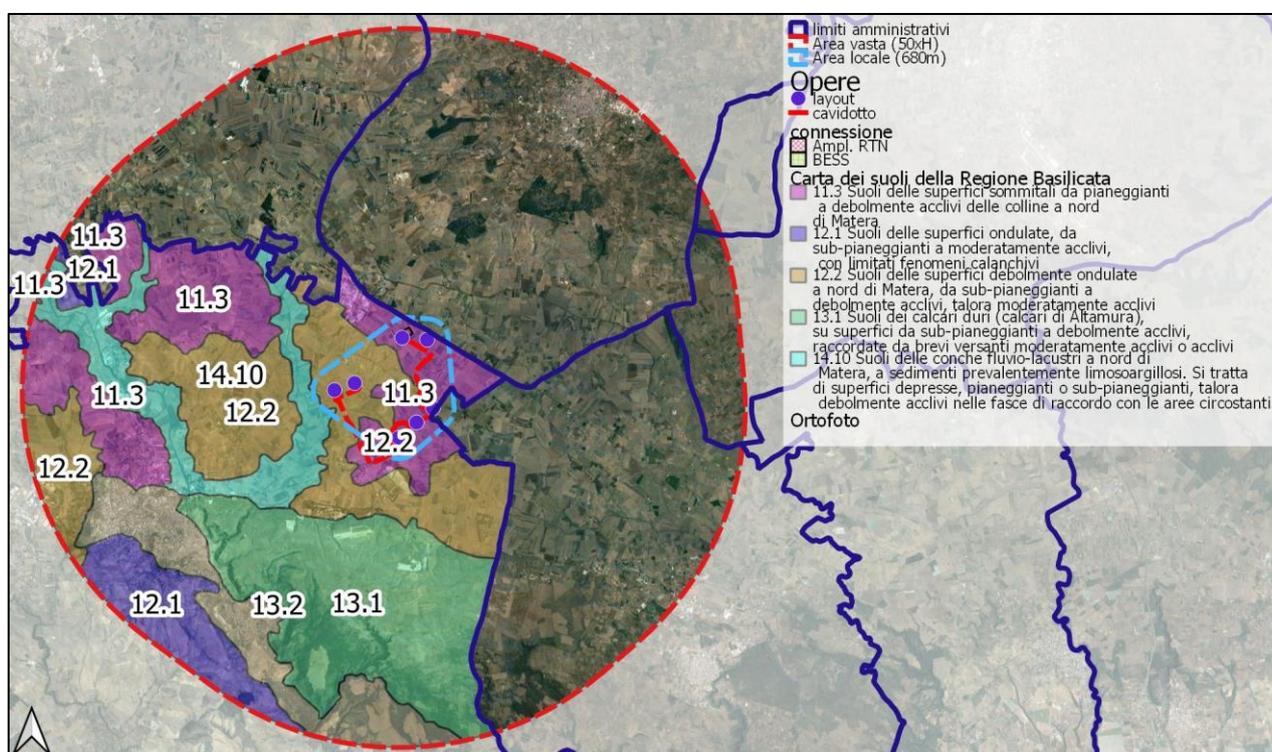


Figura 4 Stralcio della carta pedologica della Regione Basilicata entro il buffer di analisi (Fonte: ns. Elaborazioni su dati rinvenibili consultando <http://www.basilicatanet.it/suoli/index.htm>)

A tale formazione segue, per rappresentatività, quella delle superfici sommitali da pianeggianti a debolmente acclivi delle colline a nord di Matera (prov. 11.3 diffusa sul 21,9 % dell'area lucana analizzata). Il substrato è costituito da sabbie (sabbie dello Staturo), e secondariamente da conglomerati (conglomerati di Irsina) e calcareniti. Le quote sono comprese tra 270 e 445 m s.l.m. L'unità ha 7 delineazioni, e una superficie totale di 6.406 ha. L'uso del suolo prevalente è a seminativo non irriguo. I suoli più diffusi, i Candida, hanno profilo moderatamente differenziato per redistribuzione dei carbonati, brunificazione, e melanizzazione. (per maggiori approfondimenti si veda il sito <http://www.basilicatanet.it/suoli/provincia11.htm>).

Per la porzione di buffer ricadente sul territorio della Regione Puglia, di cui si riporta stralcio nella successiva immagine cartografica (cfr. Figura 5 Stralcio della carta pedologica della Regione Puglia entro il buffer di analisi), sono rinvenibili principalmente suoli derivanti da formazioni dei seguenti ambienti:

- Depressioni colmate da lembi residui di conglomerati;
- Lapiez coperti da terre rosse;
- Paleo-superfici sommitali a depositi grossolani, strette ed allungate nella direzione del deflusso dei corsi d'acqua principali;
- Ripiani moderatamente carsificati delimitati da ripidi gradini morfologici;
- Superfici caratterizzate dalla alternanza di versanti rocciosi e dalla presenza di un reticolo idrografico nastriforme, impostato su depressioni carsiche coalescenti
- Superfici di ambiente fluvio-lacustre, poco rilevate o raccordate con il piano dell'alveo attuale
- Superfici modali interessate da erosione foliare pregressa
- Superfici sviluppate lungo corsi d'acqua attivi solo in corrispondenza di precipitazioni elevate, caratterizzate da una alternanza di processi erosivi e di accumulo alluvionale
- Versanti di collegamento tra i pianalti e le aree di fondovalle

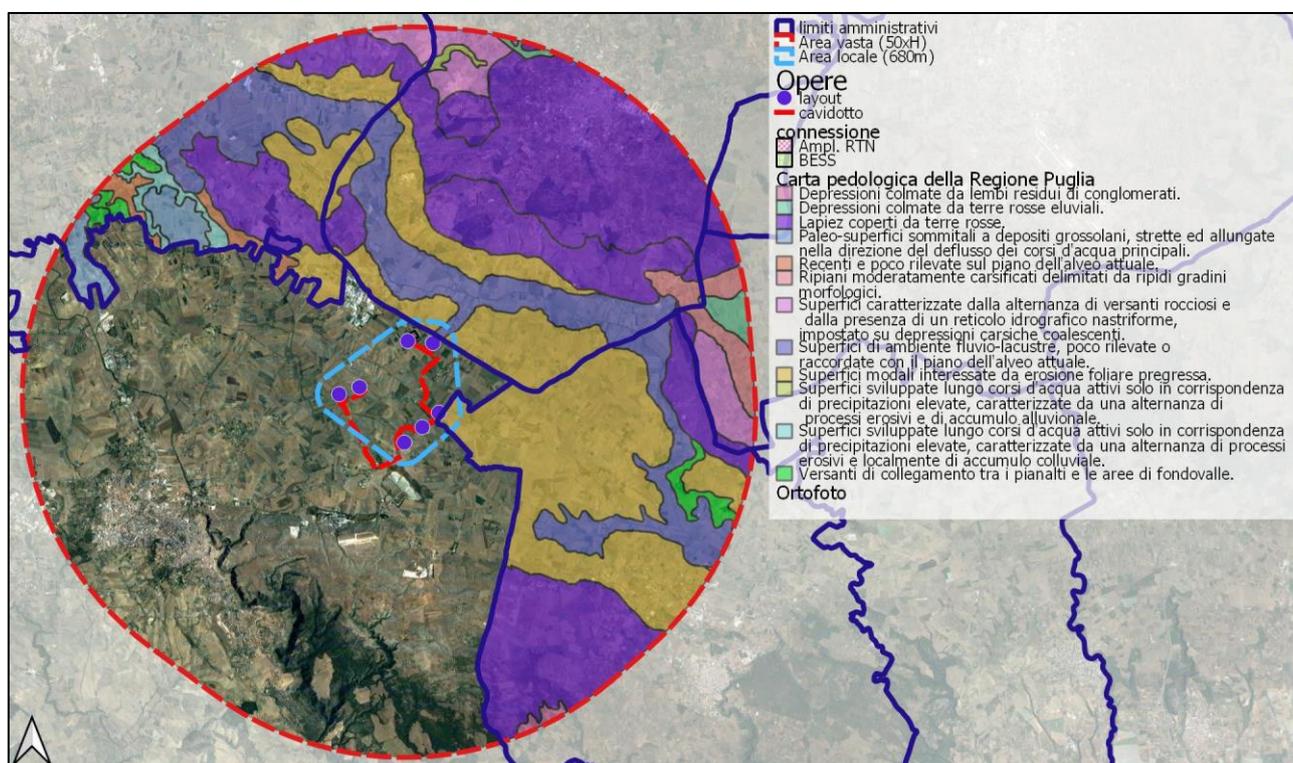


Figura 5 Stralcio della carta pedologica della Regione Puglia entro il buffer di analisi

3 Analisi del consumo di suolo

Sovrapponendo il progetto con i dati della CTR elaborata a partire dalle CTR della Regione Basilicata e CTR della Regione Puglia, è stata effettuata una classificazione d'uso del suolo degli ingombri delle opere in progetto, con analisi effettuata sia in fase di cantiere che in fase di esercizio. In virtù delle inevitabili approssimazioni (poiché realizzata su scala macroterritoriale), tale classificazione è stata modificata per renderla coerente con l'effettivo stato dei luoghi, oltre che per tenere conto di lievi non perfette sovrapposizioni con la base ortofoto. Sia in fase di cantiere che di esercizio, le aree occupate dalle attività in progetto sono state contabilizzate valutando l'ordinamento colturale delle attività direttamente interferenti, individuate da ortofoto con la codifica di 3° livello della CTR regionale.

3.1 Fase di cantiere

La **fase di cantiere** comporta l'**occupazione temporanea di suolo** relativa ai seguenti **ingombri**:

- adeguamenti della viabilità esistente (allargamenti) e viabilità di accesso agli aerogeneratori;
- area di cantiere;
- piazzole di montaggio e stoccaggio materiali e piazzole ausiliarie;
- scarpate delle viabilità di accesso e delle piazzole;
- tratti di cavidotto esterno alle piste di progetto ed alle piazzole (già computati);
- cabina di raccolta;
- stazione elettrica Terna;
- porzioni residuali di terreno non più utilizzabili per la coltivazione o altri scopi a seguito della realizzazione dell'intervento, in quanto divenute difficilmente accessibili o di estensione ridotta e, quindi, tali da rendere non conveniente una futura coltivazione: si considerano non utilizzabili porzioni di territori non superiori a 0.1 ettari.

Tabella 2 - Classificazione di uso del suolo degli ingombri delle opere di progetto – fase di cantiere

Classi uso del suolo - Corine Land Cover	Cavidotto	Piazzola di montaggio	Scarpata	Viabilità	Cabina di raccolta	Area di cantiere	Totale ha
122 - Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	0,5759			0,0009			0,5768
211 - Seminativi in aree non irrigue	0,3365	5,462	0,4046	1,7739	0,15	0,5	8,627
Totale ha	0,9124	5,462	0,4046	1,7748	0,15	0,5	9,2038
Rip. % opere civili	9,91%	59,35%	4,40%	19,28%	1,63%	5,4%	100,00%

Le opere in progetto occupano circa 9,2 ha in fase di cantiere e ricadono in prevalenza su **superfici agricole – in particolare seminativi non irrigui (93,7%) e reti stradali (6,3%)**.

3.2 Fase di esercizio

L'**occupazione di suolo in fase di esercizio** è legata agli **ingombri** di seguito riportati:

- piazzole di esercizio;
- area di sorvolo, ossia l'area sottostante gli aerogeneratori per un raggio pari alla lunghezza della pala (85 m) dal centro torre: tale zona deve essere mantenuta sgombra da vegetazione durante tutta la vita utile dell'impianto per consentire l'attività di ricerca delle carcasse di uccelli e chiroterteri eventualmente impattati sugli aerogeneratori;
- viabilità di accesso alle piazzole definitive non incidente su viabilità esistente;

- tratti di cavidotto esterno alla viabilità di servizio ed alle piazzole (già computati) ed alla viabilità esistente (valutati solo in fase di cantiere in quanto, a lavori ultimati, sono ripristinati);
- stazione utente e cabina di raccolta;
- porzioni residuali di terreno non più utilizzabili per la coltivazione o altri scopi a seguito della realizzazione dell'intervento, in quanto divenute difficilmente accessibili o di estensione ridotta e, quindi, tali da rendere non conveniente una futura coltivazione: si considerano non utilizzabili porzioni di territori non superiori a 0.1 ettari.

Tabella 3 - Classificazione di uso del suolo degli ingombri delle opere di progetto – fase di esercizio

Classi uso del suolo - Corine Land Cover	Cabina di raccolta	Fondazione	Piazzola definitiva	Scarpata	Sorvolo	Viabilità	Totale (ha)	Totale (%)
122 - Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche						0,0009	0,0009	0,005%
211 - Seminativi in aree non irrigue	0,15	0,5351	1,1932	0,7692	14,3616	1,6553	18,6644	99,995%
Totale (ha)	0,15	0,5351	1,1932	0,7692	14,3616	1,6562	18,6653	100%
Rip. % opere civili	0,80%	2,87%	6,39%	4,12%	76,94%	8,87%	100,00%	

Le opere in progetto occupano circa **18,6 ha in fase di esercizio** e ricadono in prevalenza su **superfici agricole – in particolare seminativi non irrigui (99.995%) – e da reti stradali (0,005%)**.

3.3 Consumo di suolo

L'occupazione di suolo in fase di esercizio precedentemente valutata non corrisponde al consumo di suolo effettivamente indotto dall'impianto in progetto in quanto le seguenti aree non contribuiscono al consumo di suolo:

- le superfici temporaneamente occupate in fase di cantiere (**attraversamenti del cavidotto, area di cantiere**), soggette a completo ripristino;
- le **scarpate** a margine delle infrastrutture funzionali alla fase di esercizio, sistemate a verde;
- le **aree di sorvolo**, in quanto ricadono esclusivamente su terreni originariamente coltivati a **seminativi non irrigui** (cereali autunno-vernini da granella, con semina in autunno e raccolta all'inizio dell'estate, o erbai autunno-vernini, seminati in autunno e raccolti in primavera) in cui la ripresa dell'attività agricola preesistente non risulta incompatibile con la ricerca di eventuali carcasse di avifauna e chiroterteri.

Le aree di sorvolo degli aerogeneratori – che hanno un peso elevato sul totale delle superfici interessate dal progetto in fase di esercizio (circa il 77%) – non determinano necessariamente consumo di suolo o sottrazione alla produzione agricola. La rilevazione di tali aree – coerentemente con gli ultimi orientamenti del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – risulta utile per valutare l'eventuale modifica della destinazione d'uso del suolo al fine di facilitare le operazioni di ricerca di eventuali carcasse di uccelli o chiroterteri impattati sugli aerogeneratori, infatti in casi di particolare necessità è possibile prevedere la rimozione completa della vegetazione così da eliminare possibili concentrazioni di cibo o prede per le specie di avifauna e chiroterrofauna più sensibili, riducendo così anche la loro presenza nelle vicinanze degli aerogeneratori e, pertanto, il rischio di collisione.

Nel caso di specie – in assenza di condizioni di rischio per l'avifauna e la chiroterrofauna tali da giustificare la rimozione della vegetazione e comunque in presenza di destinazioni d'uso del suolo compatibili con le attività di survey – **le aree di sorvolo**, al di fuori delle piazzole funzionali all'esercizio dell'impianto (già computate), devono essere **escluse dal calcolo del consumo di suolo, così come le piccole scarpate ai margini della viabilità e delle piazzole di servizio (che sono rinverdite alla fine dei lavori)**. **L'effettiva occupazione di suolo imputabile all'impianto in fase di esercizio**, considerando solo le

aree strettamente funzionali alla fase di esercizio e sottoposte ad alterazione rispetto al loro originario uso, **si riduce a circa 3,5 ettari**, esclusivamente a carico di seminativi. Si tratta di un'occupazione **non permanente e reversibile** perché legata al ciclo di vita dell'impianto, infatti il suolo, dopo la fase di dismissione/ripristino, riprenderà il suo originario utilizzo.

Tabella 4 - Consumo di suolo in fase di esercizio

Classi uso del suolo - Corine Land Cover	Cabina di raccolta	Fondazione	Piazzola definitiva	Scarpata	Servolo	Viabilità	Totale (ha)	Totale (%)
122 - Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche						0,0009	0,0009	0,005%
211 - Seminativi in aree non irrigue	0,15	0,5351	1,1932	0,7692	14,3616	1,6553	3,5336	99,995%
Totale (ha)	0,15	0,5351	1,1932	0,7692	14,3616	1,6562	3,5345	100,0%
Rip. % opere civili consumo di suolo	4,24%	15,14%	33,76%	-	-	46,86%	100,00%	

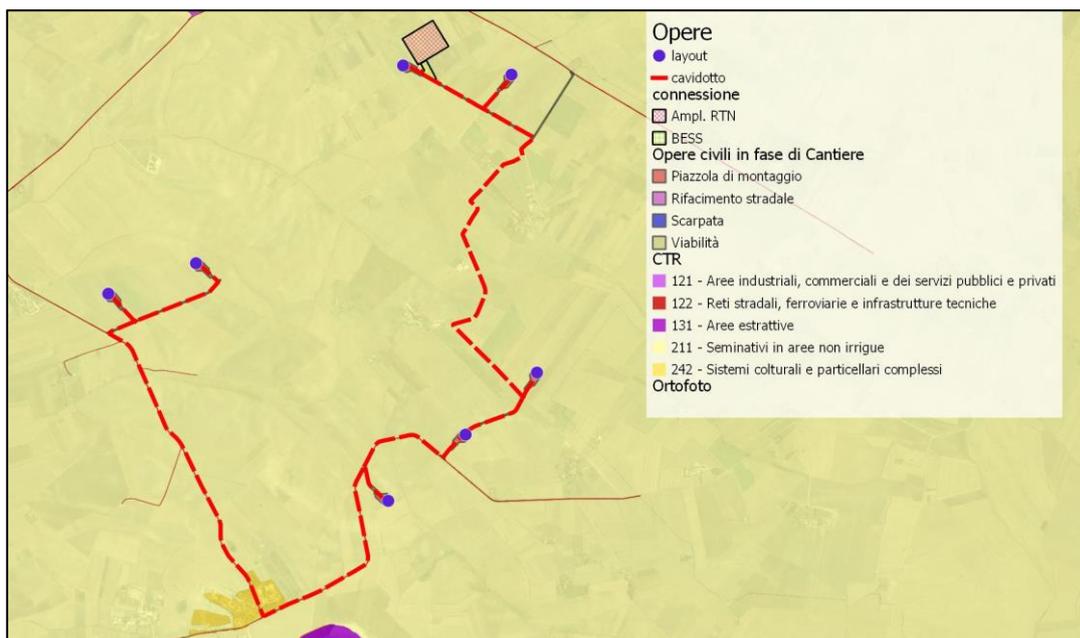


Figura 6 - Uso del suolo, secondo la CTR, in fase di cantiere (Fonte: ns. elaborazione su dati Regione Basilicata - Puglia)



Figura 7 - Uso del suolo, secondo la CTR, in fase di esercizio (Fonte: ns. elaborazione su dati Regione Basilicata - Puglia)

4 Intervento di ripristino, restauro compensazione ambientale

Nell'ambito delle valutazioni ambientali si è ritenuto opportuno prevedere interventi di ripristino, restauro e compensazione ambientale, oltre a valutarne gli effetti in termini di riduzione dei pur minimi impatti ambientali esercitati dal progetto. Tali interventi sono coerenti con i principi della **Restoration Ecology** (Rossi V. et al., 2002; Clewell A. et al., 2005; Pollanti M., 2010; Howell E.A. et al., 2013; IRP, 2019; Meloni F. et al., 2019; Gann G.D. et al., 2019), e fanno riferimento fondamentalmente alle seguenti azioni:

- **Per le opere funzionali alla sola fase di cantiere, i relativi ingombri saranno ripristinati all'uso originario, previo riutilizzo del suolo agrario opportunamente prelevato e stoccato in area/e dedicata/e come meglio esplicitato nei successivi paragrafi;**
- **Qualora necessario, eventuali alberi spontanei asportati verranno compensati in un rapporto di 1:10**
- **Il consumo di suolo sarà compensato con un rapporto di 1:1, prelevando il suolo agrario interessato, per poi reimpiegarlo nell'ambito degli interventi descritti successivamente;**

Nella realizzazione delle azioni descritte si partirà dalla gestione del suolo, partendo dalla definizione del suolo obiettivo a cui si vuole tendere a fine ripristino, e gestendo il suolo in maniera tale da non alterarne le caratteristiche, secondo quanto indicato di seguito.

4.1 Quadro normativo di riferimento

Le **Linee Guida di cui al d.m. 10.09.2010**, pur vietando la possibilità di subordinare le autorizzazioni uniche di cui al d.lgs. 387/2003, art.12, a misure di compensazione in favore delle Regioni e delle Province (All.2, punto 1); lo stesso vale per i Comuni (All.2, punto 2), benché in sede di conferenza di servizi possano essere individuate **misure compensative, a carattere non meramente patrimoniale, a favore degli stessi Comuni e da orientare su interventi di miglioramento ambientale correlati alla mitigazione degli impatti riconducibili al progetto.**

Le stesse linee guida stabiliscono che nella definizione delle misure compensative si debba tenere conto dell'applicazione delle misure di mitigazione in concreto già previste, anche in sede di valutazione di impatto ambientale; in particolare, benché le linee guida facciano tale precisazione con specifico riguardo agli impianti eolici, l'esecuzione delle misure di mitigazione di cui all'allegato 4, costituiscono, di per sé, azioni di parziale riequilibrio ambientale e territoriale (All.2, punto 2, lett. g).

Tali misure di compensazione non possono comunque essere superiori al 3% dei proventi, comprensivi degli incentivi vigenti, derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto (All.2, punto 2, lett. h).

A livello regionale, gli interventi di compensazione proposti possono essere inquadrati all'interno del "progetto di sviluppo locale"¹ che la Regione Basilicata ha previsto proprio nell'ambito delle misure di compensazione e di riequilibrio ambientale e, in particolare, tra gli *"interventi [...] finalizzati al miglioramento della qualità dell'ambiente e dei servizi per i cittadini"* (art.13 del Disciplinare di cui alla l.r. 1/2010, art.14, comma 2 e art.13 l.r. 8/2012, approvato con D.G.R. 2260/2010, come modificato con D.G.R. 41/2016).

Coerentemente con le citate disposizioni, a corredo dell'istanza di autorizzazione unica ex art.12 del d.lgs. 387/2003, la società proponente ha formalmente dichiarato la propria disponibilità ad eseguire,

¹ L.R. 1/2010, App.A, par.1.2.1.10; l.r. 8/2012, art. 13; Disciplinare ex D.G.R. 2260/2010, art. 13, come modificato dalla D.G.R. 41/2016).

prima del rilascio dell'autorizzazione, la progettazione definitiva del progetto di sviluppo locale, di concerto con le Amministrazioni locali interessate (D.G.R. 41/2016, art. 13, comma 5), da realizzarsi comunque entro la messa in esercizio dell'impianto (D.G.R. 41/2016, art. 13, comma 5).

4.2 Valutazioni ante operam

4.2.1 Analisi della Capacità di uso del suolo

Uno degli strumenti a disposizione per valutare la qualità dei suoli è la Carta della Capacità d'uso. Con il termine "capacità d'uso" si indica la capacità del suolo di ospitare e favorire la crescita delle piante coltivate e spontanee. Ciò concerne valutazioni di produttività agronomica e forestale, oltre a valutazioni di rischio di degradazione del suolo, al fine di mettere in evidenza i rischi derivanti da usi inappropriati di tale risorsa.

La Regione Basilicata ha redatto, a partire dalle analisi condotte per la redazione della Carta Pedologica della Basilicata (cfr. [I suoli della Basilicata \(basilicatanet.it\)](http://www.basilicatanet.it)), la propria carta della Capacità del suolo. La metodica adottata ricalca quella realizzata originariamente dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti per classificare i suoli in base alla potenzialità produttiva in ambito agro-silvo-pastorale (Klingebiel & Montgomery, 1961) attraverso l'elaborazione di modelli interpretativi locali.

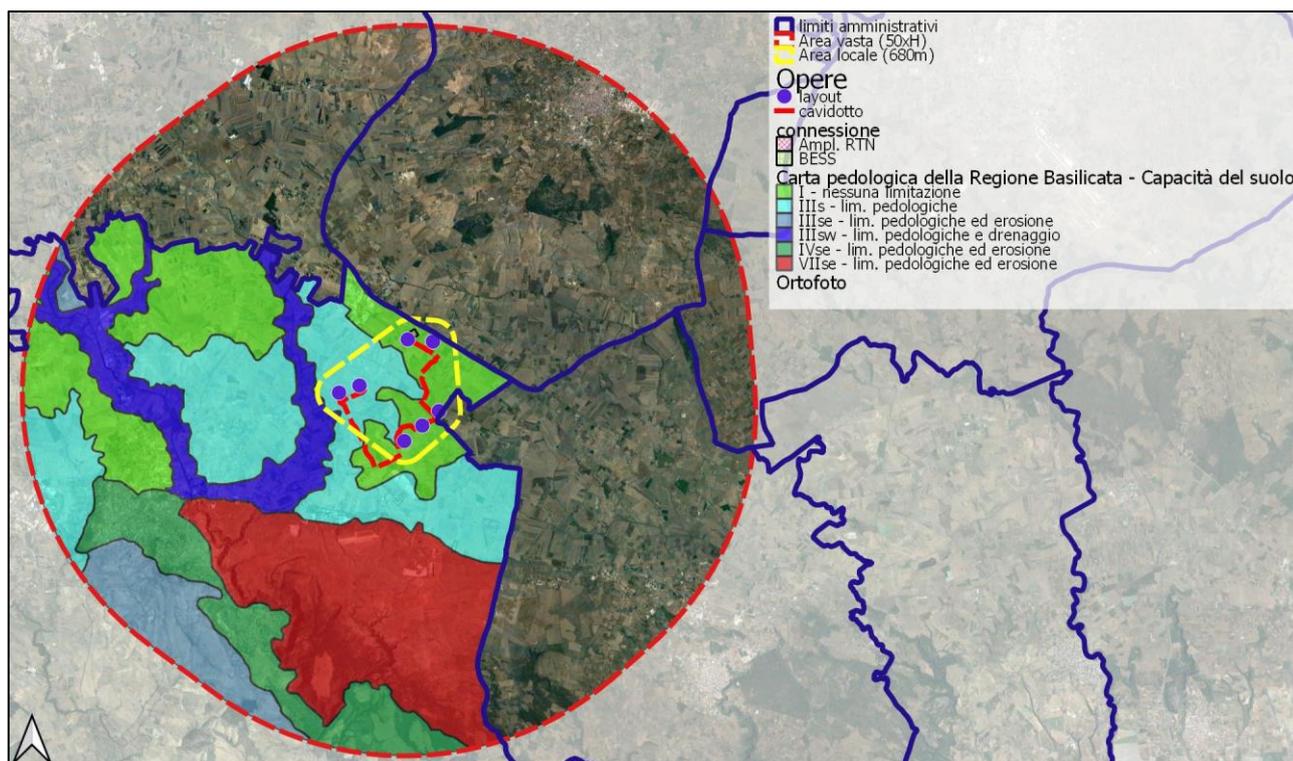


Figura 8 Carta della capacità di uso del suolo dell'area buffer di analisi, rientrante nei confini regionali lucani, con indicazioni delle limitazioni (Fonte: ns. Elaborazioni su dati rinvenibili consultando <http://www.basilicatanet.it/suoli/index.htm>)

Il sistema prevede la classificazione dei suoli in 8 classi, che presentano limitazioni d'uso crescenti. Le prime 4 classi sono compatibili con l'utilizzo sia agricolo che forestale e per il pascolo, oltre che per scopi naturalistici. Le classi dalla quinta alla settima escludono l'uso agricolo, mentre nelle aree appartenenti all'ottava classe non è compatibile alcuna forma di utilizzazione produttiva. Il gruppo di lavoro redattore della Carta Pedologica ha elaborato un modello di interpretazione della capacità d'uso dei suoli regionali, che traduce i principi di questa classificazione nella realtà pedologica e ambientale

lucana. Lo schema utilizzato, di cui si riporta una sintesi, considera le limitazioni pedologiche e ambientali considerate ai fini della valutazione, e le soglie identificate.

Oltre alle classi di capacità d'uso, sono state codificate le sottoclassi, che descrivono i tipi di limitazione responsabili dell'attribuzione del suolo a una determinata classe. Le sottoclassi sono contrassegnate da una lettera minuscola, che ne identifica la tipologia principale: la lettera "s" si riferisce a limitazioni strettamente pedologiche, la "w" alle limitazioni legate al drenaggio o al rischio di inondazione, la "e" e la "c" riguardano problematiche legate rispettivamente all'erosione e al clima. Per maggiore chiarezza informativa, alla lettera minuscola è stata aggiunto un numero che identifica la limitazione specifica

Per ogni unità cartografica della carta pedologica, è riportata la capacità d'uso delle principali tipologie pedologiche presenti. Per ottenere un documento più facilmente utilizzabile, operando una semplificazione è stata, inoltre, assegnata ad ogni unità cartografica una classe di capacità d'uso "di riferimento". La classe proposta per ogni unità cartografica è riferita, nel caso di presenza di suoli a diversa capacità d'uso, ai suoli nettamente prevalenti. Quando la prevalenza non è netta, è stato adottato un criterio cautelativo, assegnando all'unità cartografica la classe di capacità d'uso della tipologia pedologica più limitante.

A partire dai dati della carta regionale (cfr. [Carta capacità d'uso dei suoli ai fini agricoli forestali - OpenData Regione Basilicata](#)) si è provveduto a rielaborare la Carta della capacità di uso del suolo dell'area buffer di analisi rientrante nei confini regionali lucani, (Cfr. Figura 8 Carta della capacità di uso del suolo dell'area buffer di analisi, rientrante nei confini regionali lucani, con indicazioni delle limitazioni (Fonte: ns. Elaborazioni su dati rinvenibili consultando <http://www.basilicatanet.it/suoli/index.htm>). Lo scopo di questa elaborazione è la valutazione della capacità del suolo ai fini agricoli e forestali. La carta restituisce la suddivisione dell'area secondo 3 classi, comprese tra 1 e 4, quindi di interesse dal punto di vista agrario e forestale, caratterizzate da 4 tipologie di limitazioni, che costituiscono il 76,15% della porzione lucana dell'area di analisi, ed una classe i cui suoli sono individuati come "non adatti per la agricoltura, ma solo a fini forestali, zootecnici e naturalistici", costituenti il 23,85%. In tabella sono sintetizzate le percentuali riferite a ciascuna classe e limitazione presente.

L'area di impianto rientra interamente in zone caratterizzate da assenza di limitazioni, ovvero da elevata capacità agricola del suolo, in virtù della quale si è ritenuto indispensabile integrare la produzione di elettricità da fonte solare con il mantenimento della produzione agricola. Con riferimento all'attività agricola, peraltro, nel presente documento si descrivono soluzioni innovative e miglioramenti tali da renderla maggiormente compatibile con le esigenze di protezione dell'ambiente.

Il cavidotto al di fuori dell'area di impianto si sviluppa, invece, interamente su viabilità esistente, pertanto non determina alcuna sottrazione di suolo agricolo.

Tabella 5 distribuzione percentuale delle classi di capacità del suolo nella porzione di buffer ricadente sulla Regione Basilicata

Classe e limitazione	percentuale
I - nl - nessuna limitazione	21,94%
III - s - limit. pedologiche	25,30%
III - se - limit. pedologiche ed erosione	7,79%
III - sw - limit. pedologiche e drenaggio / rischio inondazione	10,42%
IV - se - limit. pedologiche ed erosione	10,70%
VII - se - limit. pedologiche ed erosione	23,85%

Per quanto attiene alla porzione di buffer di analisi ricadente in territorio amministrativo della Regione Puglia, la valutazione della capacità di uso del suolo viene fatta sia in presenza che in assenza di irrigazione.

In entrambi i casi, come posto in evidenza anche dalla successiva tabella riassuntiva (cfr. Tabella 6 Classificazione della capacità d'uso agricolo del suolo nel buffer di analisi in territorio pugliese (ns. elaborazioni su dati sit.puglia.it)), il 92,24% dei suoli sono ricompresi tra la classe 1 e la classe 4, quindi di interesse dal punto di vista agrario e forestale, e analoga distribuzione delle superfici. L'irrigazione, in questo caso, non implica alcuna variazione nella capacità di uso del suolo.

Tabella 6 Classificazione della capacità d'uso agricolo del suolo nel buffer di analisi in territorio pugliese (ns. elaborazioni su dati sit.puglia.it)

Classificazione capacità d'uso del suolo agricolo	Senza irrigazione	Con irrigazione
	Rip. %	Rip. %
1 – Suoli privi o quasi di limitazioni	2,48%	2,48%
nl - nessuna limitazione	2,48%	2,48%
2 – Suoli con moderate limitazioni, che influiscono sull'uso agricolo	47,93%	47,93%
s - limit. pedologiche	47,93%	47,93%
3 – Suoli con severe limitazioni	2,70%	2,70%
e - erosione	2,12%	2,12%
s - limit. pedologiche	0,57%	0,57%
4 – Suoli con limitazioni molto severe ma coltivabili	39,13%	39,13%
s - limit. pedologiche	39,13%	39,13%
6 – Suoli con limitazioni molto severe - inadatti alle coltivazioni	7,76%	7,76%
e - erosione	7,76%	7,76%
Totale complessivo	100,00%	100,00%

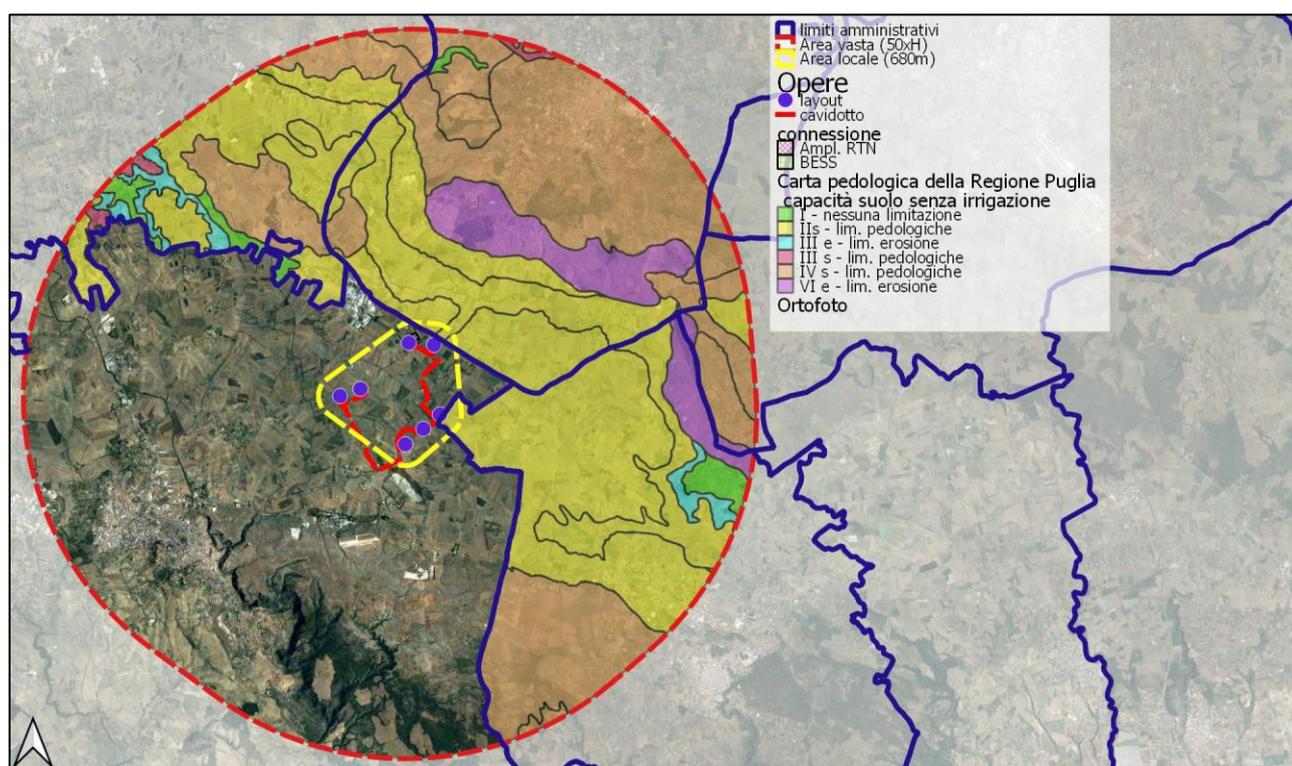


Figura 9 Carta della capacità di uso del suolo senza irrigazione dell'area buffer di analisi, rientrante nei confini regionali pugliesi, con indicazioni delle limitazioni

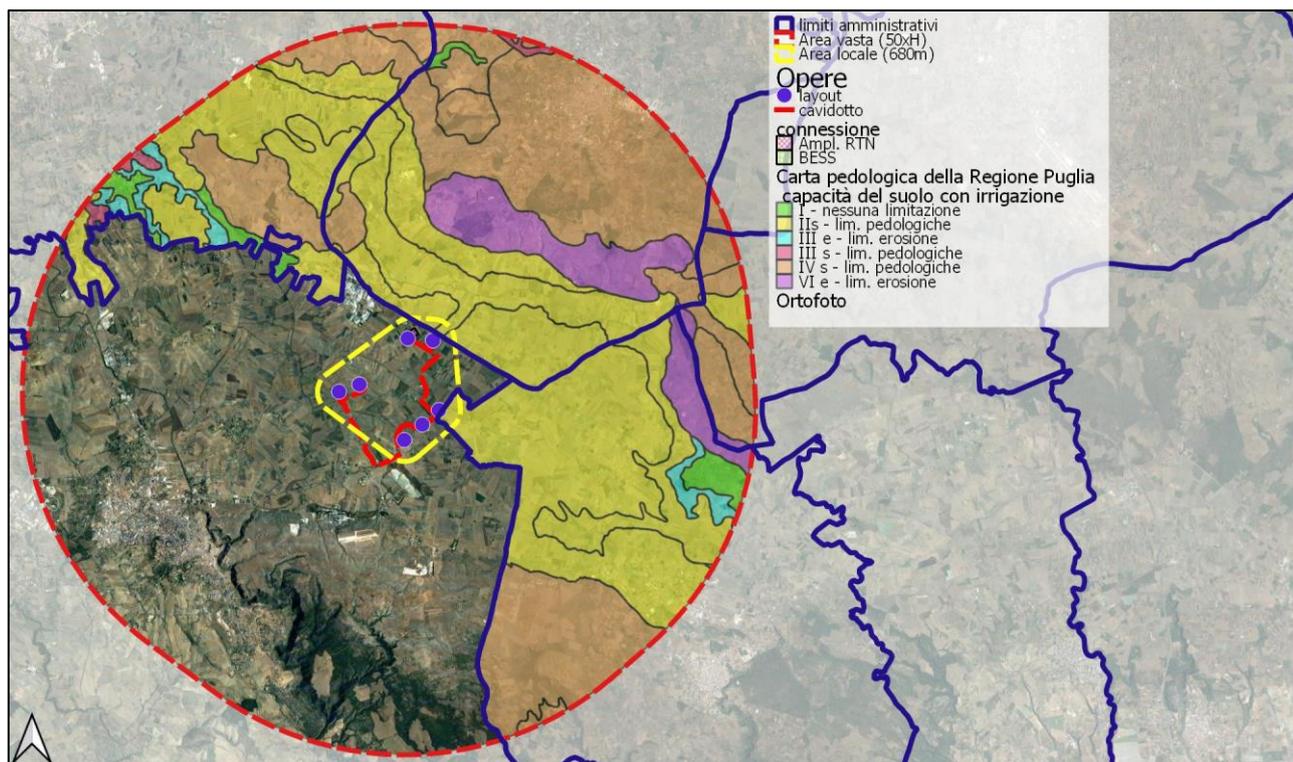


Figura 10 Carta della capacità di uso del suolo con irrigazione dell'area buffer di analisi, rientrante nei confini regionali pugliesi, con indicazioni delle limitazioni.

4.3 Definizione del Suolo Obiettivo

Lo scopo fondamentale nella realizzazione di un ripristino è quello di “ottenere un suolo che sia in grado di svilupparsi attraverso i processi della pedogenesi, in maniera tale da ottenere caratteristiche idonee alle funzioni attribuitegli dal progetto. Secondo una visione conservativa si dovrebbe ottenere un suolo quanto più simile alla situazione originaria o comunque che risponda alle esigenze di utilizzo” (Meloni et al., 2019).

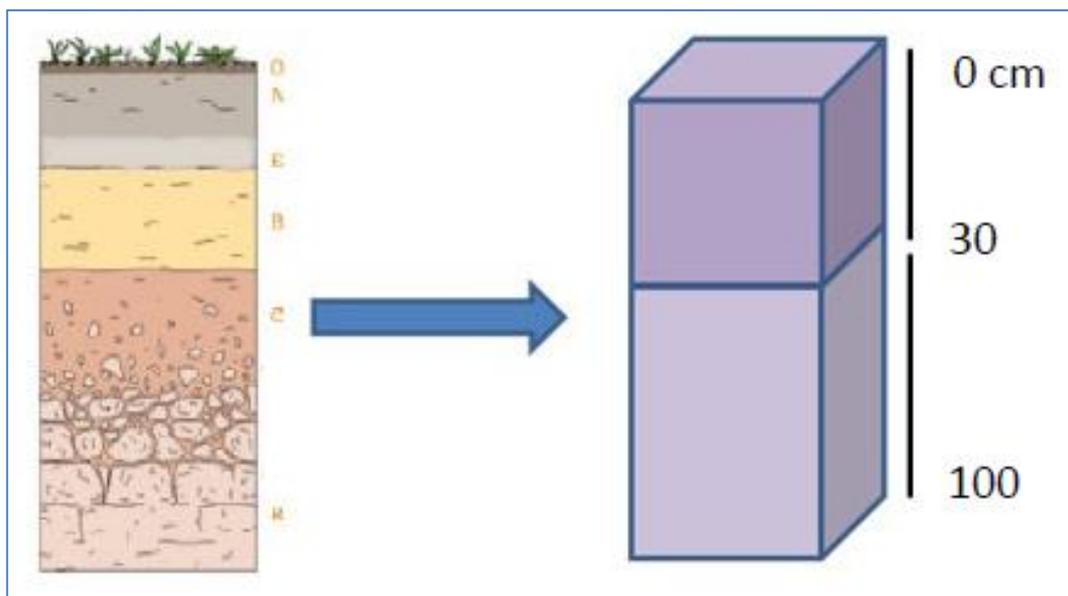


Figura 11 Schema semplificato per la ricostituzione del suolo. (in Meloni et al., 2019)

Nelle operazioni di ripristino il limite maggiore risiede nella impossibilità di riprodurre la complicazione naturale degli strati (orizzonti); ne consegue una necessaria semplificazione mediante l'impiego di uno schema (cfr. Figura 11 Schema semplificato per la ricostituzione del suolo. (in Meloni et al., 2019) che preveda due/tre pseudo-orizzonti, con funzioni di nutrizione (orizzonte A), serbatoio idrico (orizzonte B) e drenaggio e ancoraggio (orizzonte C). Generalmente il primo strato ha una profondità di circa 20-30 cm, ha un'attività biologica più elevata e rappresenta l'orizzonte più importante per lo sviluppo degli apparati radicali.

Vale la pena sottolineare che nella maggior parte dei casi, soprattutto se il suolo non è stato preventivamente asportato ed adeguatamente stoccato per il successivo reimpiego, al termine dei lavori le sue caratteristiche non rispondono ai requisiti di qualità richiesti, pertanto saranno necessari interventi correttivi con materiali organici e minerali, in modo da raggiungere i livelli minimi previsti (es. contenuto di sostanza organica, pH, ecc.).

4.3.1 Gestione del suolo durante la fase di cantiere

Valutata la possibilità di reimpiegare il suolo che, dalle analisi effettuate (cfr. Relazione Pedoagronomica redatta), è valutato con qualità medio-alta, è importante gestire quest'ultimo, nella fase di cantiere, in modo da preservarlo il più possibile dai rischi di degradazione. Questi ultimi possono essere legati, fondamentalmente, ai seguenti fattori:

- perdita di orizzonti superficiali di elevata fertilità in conseguenza di operazioni di scotico realizzate senza idoneo accantonamento e conservazione adeguata del suolo;
- inquinamento chimico determinato da sversamenti accidentali;
- perdita di suolo per erosione nelle aree limitrofe ai cantieri a causa di mancata o non idonea regimentazione delle acque di cantiere

Al fine di ridurre/eliminare tali evenienze si rende necessario porre in essere le seguenti misure:

- a. **Impiego di macchinari con caratteristiche tali da ridurre fenomeni di costipamento del suolo.**
- b. **Protezione del suolo e di eventuali piante in situ.** Si tratta, in buona sostanza, di:
 - proteggere il suolo dal compattamento e dall'erosione delimitando le aree oggetto di intervento mediante l'impiego di barriere geotessili e realizzando opere di regimentazione delle acque;
 - proteggere, ove necessario, la vegetazione arborea - evitando il transito di macchine a meno di 1 metro dal limite della chioma e proteggendo il suolo intorno alle piante. In particolare, potrebbe rendersi necessario scarificare il terreno troppo compatto posto a ridosso della pianta o assicurarsi che vi sia uno strato di lettiera di almeno 5-10 cm che, ove insufficiente, può essere integrato mediante pacciamatura o apporto di compost;
- c. **Asportazione e conservazione del suolo agrario:**
 - questa fase deve tener conto, fondamentalmente, delle condizioni di umidità del suolo per non degradarne la struttura e quindi alterarne, in senso negativo, le caratteristiche idrologiche (infiltrazione, permeabilità) e altre caratteristiche fisiche;
 - è necessario prevedere la separazione degli orizzonti superficiali (orizzonti A generalmente corrispondenti ai primi 20-30 cm), dagli orizzonti minerali sottostanti (orizzonti B e/o C a profondità > di 30 cm);
 - inoltre, prima di passare alla fase successiva, è necessario operare una vagliatura al fine di separare il pietrame più grossolano da utilizzare come fondo del cumulo per favorire lo sgrondo dell'acqua.

- d. **Stoccaggio provvisorio.** Per provvedere in maniera efficace a questa fase, fondamentale per il successivo reimpiego, si rende necessario:
- separare gli orizzonti superficiali da quelli profondi e, eventualmente, se presenti, separare anche i materiali vegetali superficiali più o meno decomposti (lettiera) dal *topsoil*, in particolare il materiale vegetale con diametro > di 30 cm;
 - individuare una superficie di deposito – attigua alle aree di intervento – che abbia una buona permeabilità e non sia sensibile al costipamento;
 - realizzare cumuli distinti di forma trapezoidale di altezza non superiore ai 1,5-2,5 m d'altezza, rispettando l'angolo di deposito naturale del materiale e tenendo conto della granulometria e del rischio di compattamento;
 - impedire il compattamento del suolo senza ripassare con i mezzi sullo strato depositato;
 - preservare la fertilità del suolo seminando specie leguminose con possibilità di effettuare inerbimento o proteggendo i cumuli con materiale geotessile;
 - Monitoraggio di eventuali sversamenti accidentali (molto importante in questa fase).

4.3.2 Gestione del suolo al termine delle operazioni di cantiere

Nelle aree occupate temporaneamente durante la fase di cantiere che hanno subito trasformazioni temporanee, verranno rimesse in pristino al termine delle fasi di cantiere impiegando il suolo specificatamente stoccato. A tal fine bisognerà rispettare le seguenti fasi operative:

- a. **Eliminazione residui di lavorazione presenti** e dell'eventuale materiale protettivo posato sulla superficie degli orizzonti minerali;
- b. **Dissodamento del suolo** attraverso uno scasso fino a 60 – 80 cm al fine di creare una macroporosità in grado di permettere una buona circolazione dell'aria e dell'acqua per un corretto sviluppo delle radici;
- c. **De-compattamento del suolo**, mediante l'impiego di un ripper montato su trattore, da effettuarsi solo in caso sia presente suolo molto compatto;
- d. **Posa del suolo opportunamente accantonato** avendo cura di **ridistribuire gli orizzonti nel giusto ordine per non stravolgere le caratteristiche pedologiche del suolo e compromettere l'insediamento della copertura vegetale.** A tal proposito, è fondamentale:
 - creare uno strato drenante di base utilizzando la frazione più grossolana, eventualmente impiegando lo scheletro;
 - quindi, distribuire la frazione minerale più fine o superficiale con eventuale interrimento dei sassi o utilizzo della frantumatrice;
 - al termine, distribuire il *topsoil* precedentemente ed adeguatamente conservato, oltre che in quantità sufficiente a garantire l'insediarsi di vegetazione, incorporandolo a quello dissodato (generalmente orizzonti B e/o C) con un'aratura profonda di almeno 30 cm;
 - eventualmente, operare con letamazione o concimazione minerale.

Va sottolineato che non in tutte le porzioni di seminativo da ripristinare si renderà necessario praticare tutte le fasi appena descritte. Spesso, infatti, non si rende necessario asportare preliminarmente il *topsoil* per poi ridistribuirlo, ne consegue che le opere di ripristino si concretizzeranno nel de-compattamento del suolo, seguito da concimazione e semina.

4.4 Interventi di ripristino e compensazione

Gli interventi di ripristino fanno fundamentalmente riferimento alle aree occupate temporaneamente durante la fase di cantiere, ovvero le aree risultanti dall'installazione degli aerogeneratori, dalle opere di connessione e dalla realizzazione del cavidotto.

4.4.1 Interventi di ripristino dei seminativi

Il ripristino dei seminativi necessita innanzitutto che si eviti, durante la fase di cantiere, la compattazione del suolo a seguito delle operazioni di cantiere, per via dell'impiego dei mezzi di cantiere.

Tale aspetto potrà avvenire mediante l'impiego di mezzi di cantiere di dimensioni adeguate e non sovradimensionate, preferibilmente dotate di cingoli ampi. In alternativa si potrà optare per la riduzione della pressione dell'aria negli pneumatici delle macchine: così facendo, le tracce create diventano più larghe ma meno profonde e si riduce la gravità del compattamento. Ancora, utile potrebbe essere l'impiego di macchinari dotati di ruote gemellate. Ulteriore opzione potrebbe essere quella di garantire opere di deflusso delle acque e di evitare interventi in caso di suoli eccessivamente bagnati. Inoltre si avrà l'accortezza di non impiegare sempre lo stesso percorso da parte dei mezzi di maggiore stazza, proprio per ridurre il compattamento a seguito dell'impiego dello stesso percorso.

Nei tratti ove si rende necessaria la posa in opera del suolo accantonato va posta, chiaramente, massima attenzione nelle operazioni legate al reimpiego del suolo, così come riportato in precedenza. In particolare si dovrà procedere ad una attenta **conservazione del topsoil** asportato che, inoltre, va seminato mediante impiego di **colture c.d. da "sovescio"**, ovvero leguminose erbacee capaci di aumentare, mediante fissazione dell'azoto, la fertilità del terreno. Queste colture verranno inglobate nel suolo in quanto il loro interrimento ne garantisce un oggettivo miglioramento qualitativo.

Il terreno, opportunamente pareggiato, sarà ulteriormente **ammendato** mediante impiego di concimazione (preferibilmente concime organico – letame maturo) e quindi oggetto di coltivazione.

4.4.2 Intervento di rinverdimento di area naturale e scarpate

Nelle porzioni caratterizzate da aree naturali – habitat da ripristinare e scarpate da rinverdire in aree ove non è possibile garantire coltivazione, si provvederà a ripristinare o creare porzioni inverdite. Tale aspetto oltre a migliorare il livello di naturalità dell'area, consente di controllare e limitare eventuali fenomeni di dissesto localizzati, in quanto la copertura erbacea insediata garantisce una migliore protezione del suolo dal dilavamento ed una maggiore stabilità dei tratti interessati.

Le aree interessate verranno innanzitutto ripristinate con il suolo conservato o proveniente da stoccaggio, con le modalità precedentemente descritte.

Nelle porzioni da rinverdire si provvederà alla **trasemina di una miscela di semi di specie erbacee di origine locale** intenzionalmente raccolte da una prateria permanente naturale o seminaturale, mediante l'impiego di appositi macchinari (mietitrebbiatrici, spazzolatrici o aspiratori)². Per una miscela ottimale, vanno ad ogni modo considerati i seguenti fattori:

² L'utilizzo delle miscele per la preservazione è normato dalla direttiva 2010/60/UE, recepita in Italia dal D. Lgs. n. 148 del 14/08/2012. In particolare la normativa prevede che la raccolta di seme avvenga in siti con caratteristiche ben definite, detti 'siti donatori', i quali devono essere geograficamente inclusi all'interno della cosiddetta 'zona fonte', che per l'Italia coincide con i confini della Rete Natura 2000 (SIC, ZSC e ZPS). Inoltre il seme raccolto nei siti donatori può essere utilizzato e commercializzato solo all'interno delle cosiddette 'regioni di origine', ovvero aree omogenee dal punto di vista biogeografico

- Impiego di un miscuglio polifita (5-10 specie), che rappresenta il miglior compromesso tra costi e benefici;
- ripartizione percentuale tra graminacee e leguminose pari a 70-60% di graminacee e 30-40% di leguminose;
- impiego di specie annuali in maniera preponderante rispetto alle perennanti, in quanto le condizioni climatiche analizzate sono ad esse più congeniali. Tuttavia l'impiego di una porzione di perennanti è utile poiché queste ultime permettono di garantire una copertura vegetale del suolo stabile e duratura;
- Il miscuglio deve contenere una modesta proporzione (circa 10%) di una 'specie di copertura', ovvero una specie a rapido insediamento, in grado di coprire immediatamente il suolo per proteggerlo dalla pioggia e dal ruscellamento superficiale.

4.4.3 Interventi di ripristino-compensazione di eventuali alberi espianati

Dalla relazione pedoagronomica redatta, cui si rimanda per ogni eventuale dettaglio, si evince che **le opere progettate non determinano abbattimento o dislocazione di alberi**. Tuttavia, non è possibile escludere a priori tale evenienza, che potrebbe rendersi necessaria, ad esempio, per allargamenti della viabilità che conduce all'area dell'impianto a motivo del trasporto delle componenti più ingombranti degli aerogeneratori. Di conseguenza, eventuali individui arborei oggetto di intervento, potranno essere abbattuti e successivamente sostituiti con nuove piante appartenenti alla stessa specie (o di specie autoctone, qualora appartengano a specie alloctone come, ad esempio, *Robinia pseudoacacia* o *Ailanthus altissima*) o, in alternativa, verranno espianate e ricollocate nello stesso terreno al termine delle operazioni di cantiere.

Nell'esecuzione dei lavori a ridosso degli alberi presenti, si provvederà, innanzitutto, ad evitare o, perlomeno, a ridurre al minimo il transito dei macchinari a meno di 1 metro da essi, e a valutare l'area di protezione dei singoli alberi calcolata in 6 cm dal tronco per ogni cm di diametro del fusto, ove si provvederà ad effettuare le seguenti valutazioni (si veda, a tal proposito, quanto viene riportato da https://www.conservationhalton.ca/uploads/preserving_and_restoring_healthy_soil_trca_2012.pdf):

- potatura di ricostituzione delle chiome, ove necessario (nel caso del *Cupressus sempervirens* var. *stricta*, infatti, la conformazione della chioma non necessita generalmente di tale accorgimento), finalizzata a ridurre altezza e dimensioni, favorirne l'areazione, eliminare rami e branche sovrannumerari o malati, stimolarne l'attività vegetativa, modificarne la forma di allevamento (potatura di riforma). Le potature devono essere drastiche ma non eccessive al fine di conservare la struttura fondamentale e devono ricostituire nel più breve tempo possibile l'aspetto che aveva precedentemente la pianta oggetto di intervento. In particolare: Le branche non potranno essere tagliate al di sotto di 1 m dall'inserzione sul tronco e le cicatrici verranno trattate con mastice disinfettante; **in alcun caso si provvederà alla "capitozzatura" come taglio delle branche o "stroncatura" come taglio del tronco;**
- posa in opera di materiale protettivo geotessile per proteggere il suolo, a ridosso della pianta, da erosione e compattamento;

entro le quali le miscele possono essere commercializzate. Ciò permette di evitare il trasferimento di specie o ecotipi tra due settori biogeografici completamente differenti. Più specificatamente, le miscele possono quindi essere raccolte entro la Rete Natura 2000 nei siti donatori certificati e possono poi essere utilizzate anche al di fuori della Rete Natura 2000, rispettando però i confini delle regioni di origine (Meloni et al., 2019).

- apporto di 2-3 cm di compost seguito da uno strato di 5 cm di pacciamatura,

Per le piante per le quali si prevede la delocalizzazione si provvederà sostanzialmente al trapianto onde prevedere il reimpiego delle stesse in aree il più possibile attigue e da definire subito prima dell'inizio delle operazioni.

In particolare, si provvederà a:

- potatura della chioma funzionale al trapianto, consistente nella disinfezione mediante fungicidi delle branche sottoposte al taglio ed eventuale legatura della chioma al fine di facilitare le successive operazioni;
- scelta del sito di stoccaggio o definitivo. Dall'analisi del fondo oggetto di intervento, si è notata ad esempio la presenza di lacune nella siepe di cipressi presente lungo la via principale, probabile risultato di fallanze mai risarcite. Ciò rende possibile sia l'impiego dello stesso fondo quale sito di stoccaggio, che possibile sito di reimpiego delle piante esistenti che, in questo modo, verrebbero solo spostate di poche centinaia di metri. Tale scelta potrà essere, nel caso, valutata in seguito;
- realizzazione della buca per il trapianto e preparazione del fondo mediante miscela composta da terreno di medio impasto e torba;
- espianto mediante realizzazione di una zolla unica di dimensioni tali da garantire l'integrità dell'apparato radicale della pianta. Trapianto in un'unica operazione con un idoneo mezzo meccanico, ad esempio trapiantatrice meccanica Opitz (modelli Optimal 3.000 e Optimal 2.500 o Opitz Optimal 1.700 o minori) correttamente dimensionati in riferimento alle piante da trapiantare. Tale metodica consente di prelevare alberi con la formazione di una zolla compatta che comprenda la maggior parte possibile dell'apparato radicale e sono immediatamente trasferiti nelle nuove sedi di impianto, dove in precedenza la stessa macchina ha predisposto la buca di nuovo impianto;
- trasferimento e messa a dimora della pianta oggetto di intervento.

4.4.4 Interventi compensazione previsti

Come visto in precedenza, la realizzazione delle opere previste comportano un consumo di suolo stimato in 3,5 ha. A tal fine si provvederà ad individuare una porzione di pari superficie di terreno artificializzato da rinaturalizzare, ove si avrà il reimpiego della porzione di suolo asportato a seguito della realizzazione delle opere progettate.

Le attività di ricognizione svolte ai fini della predisposizione dello studio di impatto ambientale, oltre che le attività di monitoraggio su avifauna e chiropteri in corso, hanno rilevato la presenza di diverse superfici artificializzate che necessitano di essere rinaturalizzate. Tuttavia, in questa sede non si provvede ad individuare a priori una zona di intervento ma, piuttosto, a formulare ipotesi esemplificative della possibile modalità di scelta.

L'area, infatti, sarà selezionata in sede di conferenza di servizi per l'autorizzazione alla realizzazione e all'esercizio dell'impianto ex d.lgs. n.387/2003, prioritariamente su indicazione dei comuni interessati, anche al fine di individuare situazioni di particolare criticità; in seconda battuta, si potrà optare per il recupero di cave o discariche dismesse, come ad esempio le porzioni di cava evidenziate nell'immagine riportata (cfr. Figura 12 – esempio di porzioni di cava non più coltivate o autorizzate impiegabili ai fini di rinaturalizzazione di superfici artificializzate (fonte: ns. elaborazione su dati SIT CAVE – Aree interessate da coltivazione mineraria | RSDI (regione.basilicata.it)), posta a ridosso del buffer di analisi e rinvenibile mediante i dati scaricabili grazie al SIT regionale ([SIT CAVE – Aree interessate da coltivazione mineraria | RSDI \(regione.basilicata.it\)](#)).

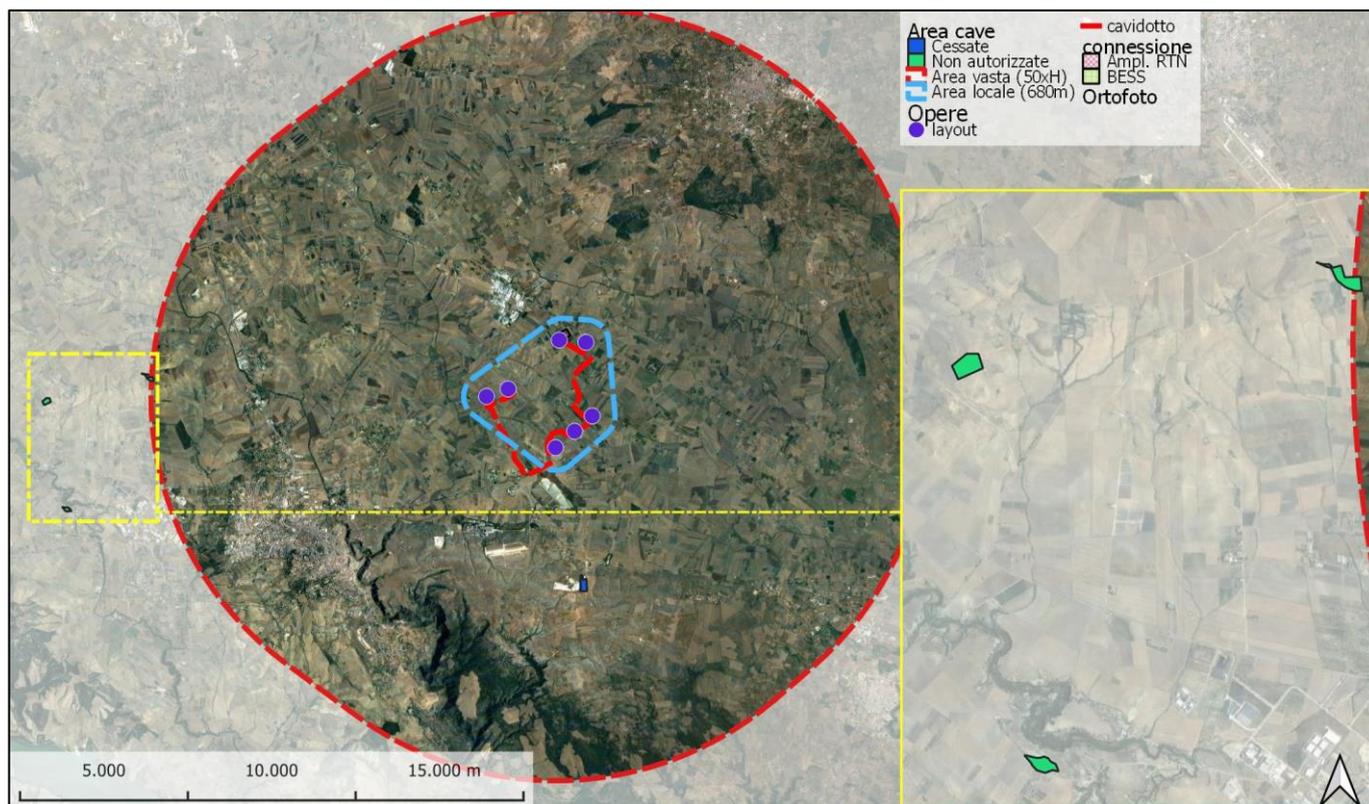


Figura 12 – esempio di porzioni di cava non più coltivate o autorizzate impiegabili ai fini di rinaturalizzazione di superfici artificializzate (fonte: ns. elaborazione su dati [SIT CAVE – Aree interessate da coltivazione mineraria](#) | [RSDI \(regione.basilicata.it\)](#))

5 Monitoraggio

Al fine di garantire il successo degli interventi sin qui trattati, fondamentale ruolo sarà giocato dall'attuazione del monitoraggio. In particolare, per i ripristini, la capacità di utilizzo delle aree e la loro funzionalità dovranno corrispondere alla situazione *ante-operam*.

Per prima cosa verranno effettuati rilievi della vegetazione insediata, al fine di valutare dei parametri vegetazionali connessi alla riuscita dell'intervento, ovvero:

- la copertura vegetale presente, valutata nell'area di insidenza della vegetazione inserita, proiettata al terreno;
- la presenza di specie esotiche e/o infestanti, specialmente riferite alle c.d. specie ruderali;
- la biodiversità della vegetazione insediata mediante elaborazione di indici di biodiversità (Pignatti S., 1985);
- la naturalità della vegetazione, ovvero analisi della serie di vegetazione che si susseguono dopo l'avvento di un fattore di disturbo.

In particolare, è possibile stabilire la naturalità (o in modo complementare la ruderalità) della vegetazione presente in un'area oggetto di monitoraggio mediante:

- 1) **individuazione dello stadio obiettivo**, ovvero dello stadio della successione che costituisce l'obiettivo del ripristino. Se il fine del ripristino è, ad esempio, ottenere una foresta mesofila, la vegetazione obiettivo è quella dello stadio 'boschi'. Al contrario se l'obiettivo è rappresentato da una cenosi erbacea aperta, la vegetazione obiettivo coincide con lo stadio 'praterie seminaturali' e l'eventuale presenza di specie degli stadi 'arbusteti' e 'boschi' deve essere interpretata come negativa (ad es. specie favorite dall'assenza di gestione). Di conseguenza tale aspetto andrà valutato caso per caso a seconda della tipologia di intervento sottoposto a monitoraggio.
- 2) **quantificazione delle specie appartenenti a ciascuno stadio**. Sulla base dei rilievi realizzati per il monitoraggio, a ciascuna specie rilevata è possibile attribuire il proprio optimum fitosociologico, ovvero la cenosi in cui la specie si trova più frequentemente, indipendentemente che possa essere considerata specie caratteristica (in quanto esclusiva) o no (non esclusiva) di quella fitocenosi. Ciascun *optimum* può in seguito essere ricondotto gerarchicamente a una classe fitosociologica e, di conseguenza, ad uno stadio evolutivo. L'abbondanza delle specie che appartengono ad uno stadio piuttosto che ad un altro, avente a seconda dei casi significato negativo o positivo, può essere quantificata con due parametri, con significato complementare: (a) il numero di specie (parametro correlato al potenziale di presenza di un determinato gruppo di specie) e (b) la percentuale di copertura totale (Vacchiano et al. 2016).

Questa metodologia presenta una serie di vantaggi, tra cui principalmente la facilità di applicazione e la possibilità di personalizzare la valutazione dei risultati mediante la scelta dello stadio obiettivo. Tale metodologia è stata applicata per la valutazione della naturalità di cenosi in svariati contesti gestionali o per la valutazione dell'effetto di disturbi antropici e naturali (Meloni et al., 2019).

Il monitoraggio verrà condotto almeno semestralmente, analizzando alternativamente tutti gli interventi realizzati. In particolare, andranno condotte campagne di monitoraggio, almeno una volta per ciascun intervento, sia in primavera che in autunno, per la fase ante opera e in corso d'opera dell'impianto progettato. Per la fase di esercizio si prevede una frequenza annuale per i primi tre anni e triennale per i successivi.

Per i dettagli si rimanda al piano di monitoraggio ambientale.

6 Bibliografia

- [1] Bagnouls F., Gaussen H. (1953). Saison sèche et indice xérotémique. Doc. pour les Cartes des Prod. Végét. Serie: Généralités, 1, 1-48.
- [2] Bagnouls F., Gaussen H. (1957). Les climats biologiques et leur classification. Annales de Géographie, 66, 193-220.
- [3] EEA – European Environmental Agency (2018). Corine Land Cover (CLC) 2018.
- [4] Gann GD, McDonald T, Walder B, Aronson J, Nelson CR, Jonson J, Hallett JG, Eisenberg C, Guariguata MR, Liu J, Hua F, Echeverría C, Gonzales E, Shaw N, Decler K, Dixon KW (2019) International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. Restoration Ecology 27(S1): S1–S46.
- [5] Howell E. A., J.A. Harrington, S.B. Glass (2013). Introduction to Restoration Ecology. Instructor's Manual. Island Press, Washington, Covelo, London
- [6] KLINGEBIEL, A.A., MONTGOMERY, P.H., (1961) - Land capability classification. USDA Agricultural Handbook 210, US Government Printing Office, Washington, DC.
- [7] IRP (2019). Land Restoration for Achieving the Sustainable Development Goals: An International Resource Panel Think Piece. Herrick, J.E., Abrahamse, T., Abhilash, P.C., Ali, S.H., Alvarez-Torres, P., Barau, A.S., Branquinho, C., Chhatre, A., Chotte, J.L., Cowie, A.L., Davis, K.F., Edrisi, S.A., Fennessy, M.S., Fletcher, S., Flores-Díaz, A.C., Franco, I.B., Ganguli, A.C., Speranza, C.I., Kamar, M.J., Kaudia, A.A., Kimiti, D.W., Luz, A.C., Matos, P., Metternicht, G., Neff, J., Nunes, A., Olaniyi, A.O., Pinho, P., Primmer, E., Quandt, A., Sarkar, P., Scherr, S.J., Singh, A., Sudoi, V., von Maltitz, G.P., Wertz, L., Zeleke, G. A think piece of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya
- [8] Meloni F., Lonati M., Martelletti S., Pintaldi E., Ravetto Enri S., Freppaz M., (2019) - Manuale per il restauro ecologico di aree planiziali interessate da infrastrutture lineari, ISBN: 978-88-96046-02-9. Regione Piemonte
- [9] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Geoportale Nazionale. <http://www.pcn.minambiente.it/PCNDYN/catalogowfs.jsp?lan=it>.
- [10] Pollanti M. (2010). Linee guida per il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture. ISPRA, Manuali e Linee Guida, 65.2/2010.
- [11] Rapetti F. & Vittorini S., (2012). Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie A., 117-119 (2012) agg. 41-74, figg. 25, tabb. 18; doi: 10.2424/ASTSN.M.2012.27
- [12] Rossi V., N. Ardinghi, M. Cenni, M. Ugolini (2002). Fondamenti di restauro ecologico della SER. International. Gruppo di lavoro Scienza e Politica. Versione italiana – 28-3-03
- [13] Vacchiano G., Meloni F., Ferrarato M., Freppaz M., Chiaretta G., Motta R., Lonati M., (2016) - Frequent coppicing deteriorates the conservation status of black alder forests in the Po plain (northern Italy). Forest Ecology and Management 382: 31 – 38.
- [14] Walter H., Lieth H. (1960). Klimadiagramma-Weltatlas. G. Fisher Verlag., Jena.