



REGIONE TOSCANA



COMUNE DI
ORBETELLO



PROVINCIA DI
GROSSETO

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Orbetello" di potenza in immissione massima pari a 61,2 MW e relative opere connesse da realizzarsi nel comune di Orbetello (Gr)

Titolo elaborato

Relazione sugli interventi di ripristino, restauro e compensazione ambientale

Codice elaborato

F0544BR07A

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. Alessandro Carmine DE PAOLA
Ing. Monica COIRO
Ing. Federica COLANGELO
Ing. Gerardo Giuseppe SCAVONE
Ing. jr. Flavio Gerardo TRIANI
Arch. Gaia TELESKA
Ing. Manuela NARDOZZA



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 s.r.l.

Via della Stazione,7
39100 – Bolzano (Bz)

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Aprile 2023	Prima emissione	FCO	GMA	GDS

File sorgente: F0544BR07A - Relazione sugli interventi di ripristino, restauro e compensazione ambientale.docx

Sommario

1	Premessa	5
2	Aspetti metodologici	6
2.1	Ambito territoriale di riferimento	6
3	Inquadramento territoriale	7
3.1	Localizzazione e descrizione dell'intervento	7
3.2	Viabilità di progetto	9
3.3	Piazzola di montaggio e di stoccaggio	9
4	Inquadramento territoriale	11
4.1	Clima	11
4.2	Suolo e sottosuolo	14
4.2.1	Caratteri geologici	14
4.2.2	Caratteri pedologici	17
4.2.3	Caratteri litologici	23
4.2.4	Caratteri geomorfologici	23
4.2.5	Uso del suolo	24
5	Consumo di suolo	32
5.1.1	Elaborazioni a supporto delle valutazioni di impatto	32
5.1.1.1	<i>Occupazione di suolo agrario e/naturale</i>	32
5.1.1.2	<i>Consumo di suolo</i>	34
5.1.1.3	<i>Frammentazione del territorio</i>	36
6	Descrizione degli ecosistemi e degli elementi naturalistici e paesaggistici di pregio	41

6.1	Aree di produzione delle colture di pregio	41
6.2	Dettaglio delle sovrapposizioni con il progetto	41
6.3	Analisi della sovrapposizione delle opere a colture di pregio	53
7	Gestione del suolo agrario e del topsoil	54
7.1	Valutazione ante operam	54
7.1.1	Analisi della capacità di uso del suolo	54
7.1.2	Definizione del Suolo Obiettivo	55
7.1.3	Gestione del suolo durante la fase di cantiere	56
7.1.4	Gestione del suolo al termine delle operazioni di cantiere	57
8	Interventi di ripristino ambientale	58
8.1	Ripristino dei seminativi	58
8.2	Rinverdimento delle aree a margine delle infrastrutture funzionali alla fase di esercizio	59
8.2.1	Interventi di ripristino del vigneto	60
8.2.2	Interventi di ripristino-compensazione degli alberi espantati	62
8.2.3	Aree di sorvolo degli aerogeneratori	63
9	Interventi di miglioramento e compensazione previsti	64
9.1	Rinaturalizzazione e collegamento aree verdi	64
9.1.1	Passaggi per la fauna	65
9.1	Quadro normativo di riferimento	66
10	Interventi ingegneria naturalistica	67
11	Opere di completamento	69
12	Manutenzione	70
13	Monitoraggio	71

14 Conclusioni

72



1 Premessa

Il presente Studio di Impatto Ambientale, presentato dalla **società RP Global** con sede in Via della Stazione 7, 39100 – Bolzano, **in qualità di proponente**, è stato redatto in riferimento al progetto di un **nuovo parco eolico di proprietà denominato "Orbetello"** 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 Toscana, in particolare nella provincia di Grosseto, nel **comune di Orbetello**.

Il parco è costituito da **9 aerogeneratori** di potenza unitaria pari a 6.6 MW, per una potenza complessiva di impianto pari a 59.4 MW ed una potenza complessiva in immissione pari a 61.2 MW.

Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO₂, legate a processi di produzione di energia elettrica.

2 Aspetti metodologici

2.1 Ambito territoriale di riferimento

L'ambito di analisi – coerentemente con le indicazioni fornite da Bertolini S. et al. (2020) – è stata sviluppata, per ciascuna tematica ambientale, principalmente su due scale territoriali:

- **Area vasta (o buffer sovralocale)**, che, in linea con le disposizioni sulla valutazione dell'impatto paesaggistico del D.M. 10/09/2010, è il territorio compreso entro un raggio pari a 50 volte l'altezza complessiva degli aerogeneratori, definito nello specifico da un buffer di **10 km** dal poligono minimo convesso costruito sulle posizioni degli aerogeneratori, interessando i territori comunali di Orbetello, Magliano in Toscana e Manciano, in provincia di Grosseto.

L'area vasta rappresenta il contesto territoriale in cui si esauriscono gli effetti significativi, diretti ed indiretti, dell'intervento in progetto;

- **Area di sito (o buffer locale)**, che rappresenta un'area di approfondimento compresa entro un raggio pari a 4 volte il diametro degli aerogeneratori, definito nello specifico da un buffer di **680 m** dall'area di impianto.

Il sito di impianto interessa una fascia altimetrica compresa tra 3 e 30 m s.l.m., insistendo su un'area pianeggiante vocata all'agricoltura – coltivata in prevalenza a seminativi – in un contesto, pertanto, fortemente plasmato dall'azione antropica.

L'area di sito comprende le superfici direttamente interessate dagli interventi in progetto e un significativo intorno di ampiezza tale da comprendere la maggior parte degli effetti diretti esercitati dall'impianto sull'ambiente.

Nel caso di impatti particolarmente diffusi a livello territoriale o particolarmente concentrati, tali limiti assumono un valore indicativo poiché l'effettivo ambito spaziale di valutazione delle diverse componenti ambientali può variare in misura congrua con la natura dell'azione ipotizzabile come influente. Un differente ambito di analisi può essere indotto anche dalla disponibilità di dati.

Maggiori dettagli sull'estensione delle valutazioni e sulle motivazioni che hanno indotto la scelta di un diverso ambito territoriale sono in ogni caso riportati nell'analisi delle specifiche componenti ambientali caratterizzate.

3 Inquadramento territoriale

3.1 Localizzazione e descrizione dell'intervento

La localizzazione dell'impianto è stata definita attraverso una **preliminare analisi di una porzione di territorio di circa 1000 km²**, comprendente principalmente il comune di Orbetello in provincia di Grosseto.

L'analisi di vasta scala è stata condotta ai fini della selezione delle possibili aree idonee alla realizzazione del progetto e, nell'ambito di queste, delle ragionevoli alternative, in funzione delle quali sono stati sviluppati approfondimenti specifici descritti nel prosieguo del documento: in esito a tale analisi sono stati definiti il layout dell'impianto e delle altre componenti del progetto.

La scelta del sito di impianto è ricaduta su una zona distante circa 2.6 km, in linea d'aria, dalla laguna di Orbetello.

Il parco eolico, costituito da **9 aerogeneratori** di potenza nominale unitaria pari a **6.6 MW** per una potenza complessiva massima in immissione di 61.2 MW, interesserà una fascia altimetrica compresa tra i 3 ed i 30 m s.l.m., insistendo quindi su un'area pianeggiante.

Il **modello di aerogeneratore** attualmente previsto dalla proposta progettuale in esame è caratterizzato da un diametro massimo del rotore pari a 170 m, da un'altezza al mozzo di 115 m e da un'altezza complessiva al tip (punta) della pala di 200 m, quindi si tratterà di macchine di grande taglia. In particolare, un modello commerciale che attualmente soddisfa questi requisiti tecnico-dimensionali è la SG 6.6-170 HH 115 m.

La scelta dell'ubicazione delle macchine eoliche ha tenuto conto, principalmente, delle condizioni di **ventosità dell'area** (direzione, intensità e durata), dell'**andamento plano-altimetrico del territorio** e della **natura geologica del terreno**. Tale scelta è stata subordinata anche alla valutazione del **contesto paesaggistico ed ambientale interessato**, al **rispetto dei vincoli di tutela del territorio** ed alla **disponibilità dei suoli**.

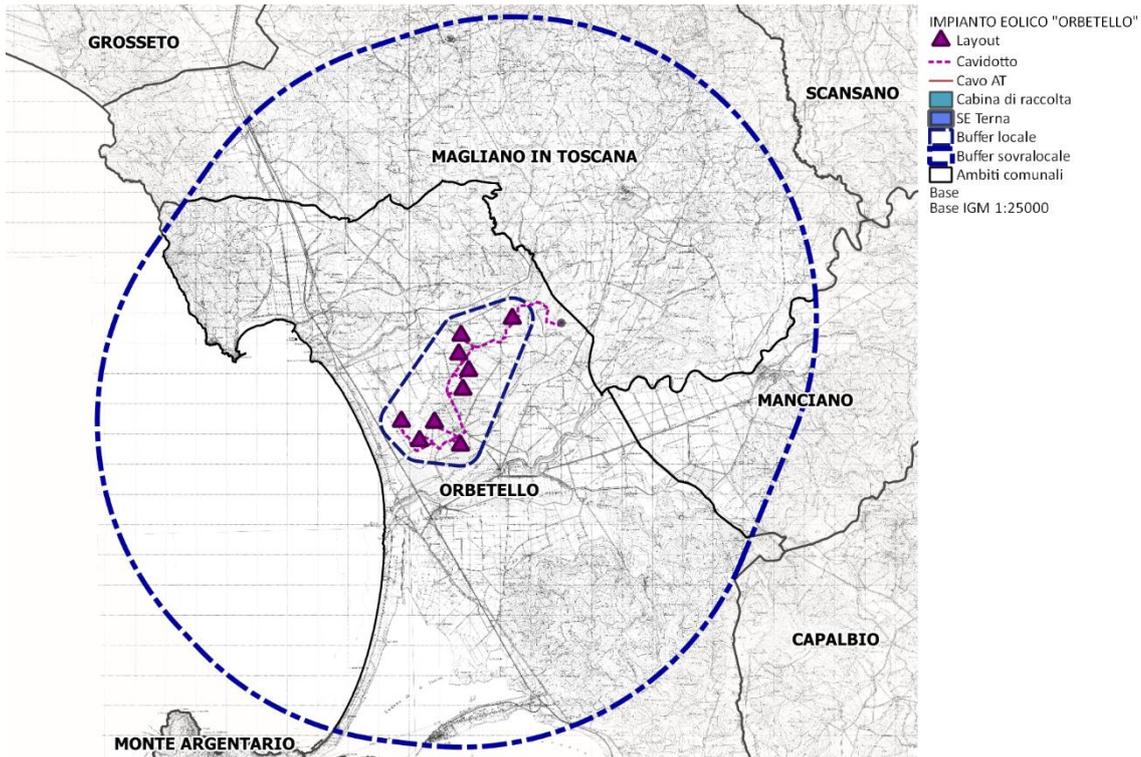


Figura 1. Inquadramento territoriale su base IGM 1:25000 con indicazione dell'area di intervento

La disposizione degli aerogeneratori è stata scelta in modo da evitare il cosiddetto "effetto selva" dai punti di osservazioni principali.

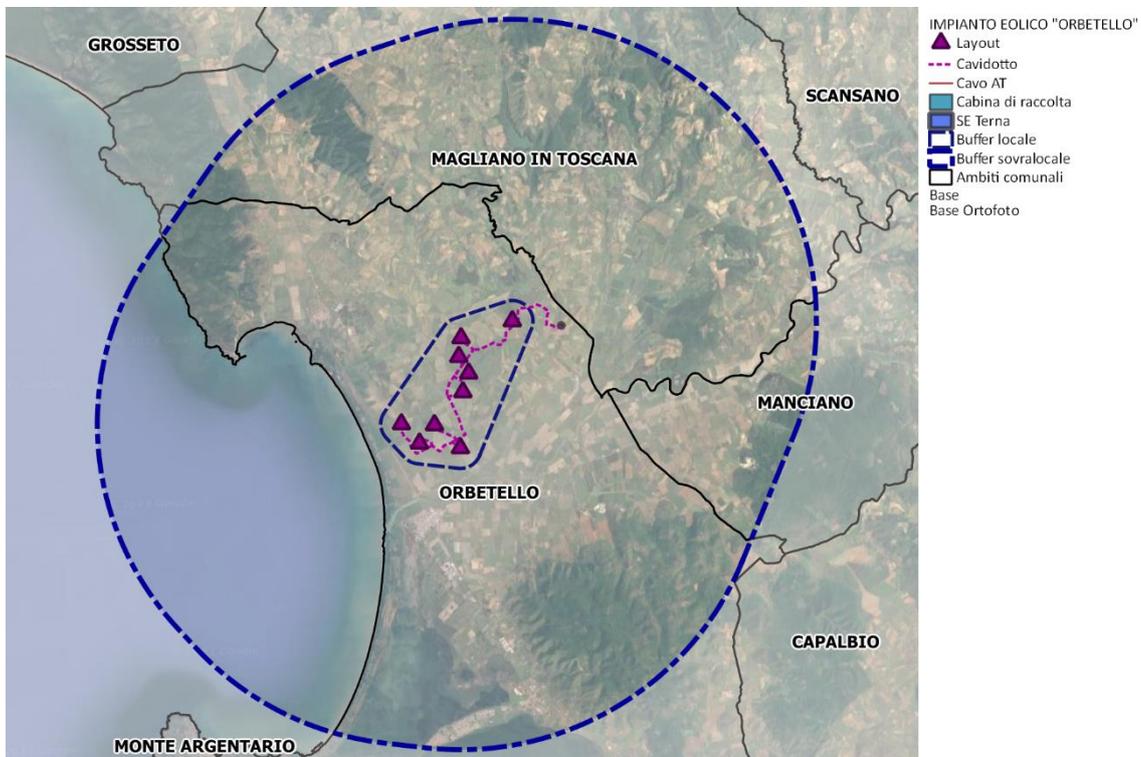


Figura 2. Layout di impianto su base ortofoto

L'area è caratterizzata da **insediamenti e case sparse**, mentre i principali e più prossimi agglomerati abitativi permanenti sono:

- **Magliano in Toscana**, a circa 5 km ad est;
- **Orbetello**, a circa 8 km a sud.

Le **arterie viarie principali** che servono l'area di analisi sono:

- SS 1 (Via Aurelia), una delle strade italiane più importanti;
- SR 74 (Strada regionale della Maremma) che collega la bassa Maremma al Lazio e all'Umbria;
- SS 323;
- una fitta rete di strade provinciali che collega, a raggiera, i diversi centri abitati limitrofi:
 - SP 1 Talamone;
 - SP 81 Osa;
 - SP 56 San Donato;
 - SP 94 Sant'Andrea;
 - SP 36 Giannella;
 - SP 16 Montiano;
 - SP 128 Parrina;
 - SP 146 Aquilaia;
- una rete di strade locali ed interpoderali.

3.2 Viabilità di progetto

Gli interventi di mitigazione riguarderanno aree relative alla piazzola di montaggio e quelle relative alla viabilità ex novo e adeguamenti.

Tabella 1. Lunghezza tracciati stradali di progetto e da adeguare

Tratto	Larghezza viabilità [m]	Ex novo [m]	Adeguamento [m]	Lunghezza totale [m]	Lunghezze tratti da Cementare (pendenza longitudinale >14%) [m]
ROAD T01	4	962	0	962	0
ROAD T02	4	623	0	623	0
ROAD T03	4	312	0	312	0
ROAD T04	4	1031	0	1031	0
ROAD T05	4	546	0	546	0
ROAD T06	4	921	0	921	0
ROAD T07	4	570	0	570	0
ROAD T08	4	433	0	433	0
ROAD T09	4	335	0	335	0

3.3 Piazzola di montaggio e di stoccaggio

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 piano 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.

Pertanto, pur essendo il contesto prevalentemente pianeggiante, le piazzole di montaggio si estendono per lunghezze elevate e, quindi, si rende necessario il livellamento del terreno, progettato, per quanto possibile, a compenso.

Tabella 2. Riepilogo movimenti materia opere civili

	CER	Scavo [m ³]	Riporto altri scavi [m ³]	Volume di terreno oltre lo scotico da gestire a fine lavori [m ³]
ROAD T01	CER 17.05.04	151917	9328	-26642
ROAD T02	CER 17.05.04			
ROAD T03	CER 17.05.04			
ROAD T04	CER 17.05.04			
ROAD T05	CER 17.05.04			
ROAD T06	CER 17.05.04			
ROAD T07	CER 17.05.04			
ROAD T08	CER 17.05.04			
ROAD T09	CER 17.05.04			
BYPASS	CER 17.05.04			
AREA CANTIERE	CER 17.05.04			
Scavo terreno (rifiuto) pali di fondazione (mc)	CER 17.05.07	3256		
Esuberato terreno cavidotti (mc)	CER 17.05.04	1059		
Esuberato terreno plinti di fondazione	CER 17.05.04	5400		
Esuberato proveniente da demolizioni di conglomerato	CER 17.03.02	204		
Esuberato cls proveniente dalle demolizioni delle piste	CER 17.01.01	0		
Volume complessivo di materiale in esubero		-16722		
	TOT. CER 17.05.04 Esuberato di terreno oltre scotico	-20182		

Il materiale proveniente dagli scavi sarà accantonato temporaneamente nei pressi degli stessi siti di scavo (ad esempio nelle piazzole dei singoli aerogeneratori) e riutilizzato all'interno dello stesso sito o trasportato in altro sito all'interno del cantiere-impianto eolico per poi essere in seguito utilizzato per il ripristino delle aree da riportare alla situazione ante operam.

L'area delle piazzole di stoccaggio pale e le aree adibite ad ospitare le gru ausiliarie saranno ripristinate mediante ricoprimento di terreno vegetale proveniente dallo scotico in fase di realizzazione e opportunamente stoccato.

Il volume di terreno in esubero complessivo a fine lavori è pari a ca. **-20182** mc considerando le opere civili e i terreni in esubero delle fondazioni e dei cavidotti, dunque bisognerà convogliare in sito circa 20000 mc di terreno.

(cfr. "Piano di utilizzo terre e rocce da scavo" per maggiori informazioni).

4 Inquadramento territoriale

4.1 Clima

Il clima¹ della regione Toscana, delimitata ad est dalla dorsale degli Appennini e ad ovest dai mari Ligure e Tirrenico, è **mediterraneo lungo le coste** (caratterizzato da un lungo periodo di scarsità idrica estiva e da inverni piovosi e con temperature miti) e diventa **progressivamente continentale** (temperature invernali piuttosto basse con estati che possono essere estremamente calde) **nell'entroterra**, fino a tendere verso un **clima tipico di alta montagna sulle maggiori cime dell'Appennino**.

La catena appenninica, infatti, impedisce l'ingresso di masse d'aria fredda di origine nord-orientale rendendo il clima meno rigido, mentre le Alpi Apuane e le colline litoranee – limitando l'effetto mitigante del clima dovuto al mare – e le correnti occidentali determinano nelle zone interne della regione condizioni climatiche continentali.

Le Alpi Apuane sono caratterizzate da abbondanza di piogge, che si riflette in parte anche sulla fascia litoranea, specie al confine con la Liguria e sulla Versilia, con precipitazioni concentrate principalmente nei periodi primaverili ed autunnali.

Le precipitazioni tendono gradualmente a diminuire proseguendo verso sud sulla fascia costiera con minimi presso il Monte Argentario e sulle isole meridionali dell'arcipelago toscano: qui le piogge tendono a concentrarsi nei mesi autunnali e nel periodo a cavallo tra inverno e primavera, con ricorrenti prolungati periodi di siccità sulle isole, nella parte centro meridionale della Maremma livornese ed in tutta la Maremma grossetana. Nell'entroterra le piogge non sono abbondanti.

La dorsale appenninica è in generale molto piovosa con precipitazioni che nel periodo invernale assumono forma nevosa; nella fascia collinare la neve è episodica, mentre è molto rara sulla fascia costiera e sulle isole.

Le temperature nella fascia litoranea e sublitoranea sono fortemente influenzate dall'effetto mitigatore del mare. In inverno, le zone interne e montuose vedono aumentare la frequenza dei giorni con temperature basse o negative all'aumentare della distanza del mare e della quota.

Nel territorio toscano si riscontrano gli **effetti del cambiamento climatico**, in particolare un aumento delle temperature minime e massime – soprattutto in primavera ed estate e meno marcato in inverno – ed una maggiore incidenza di eventi estremi, oltre ad un trend negativo delle precipitazioni.

¹ Piano di Gestione delle Acque (PGA) 2021/2027 – Relazione di Piano (Autorità di Bacino distrettuale Appennino Settentrionale).

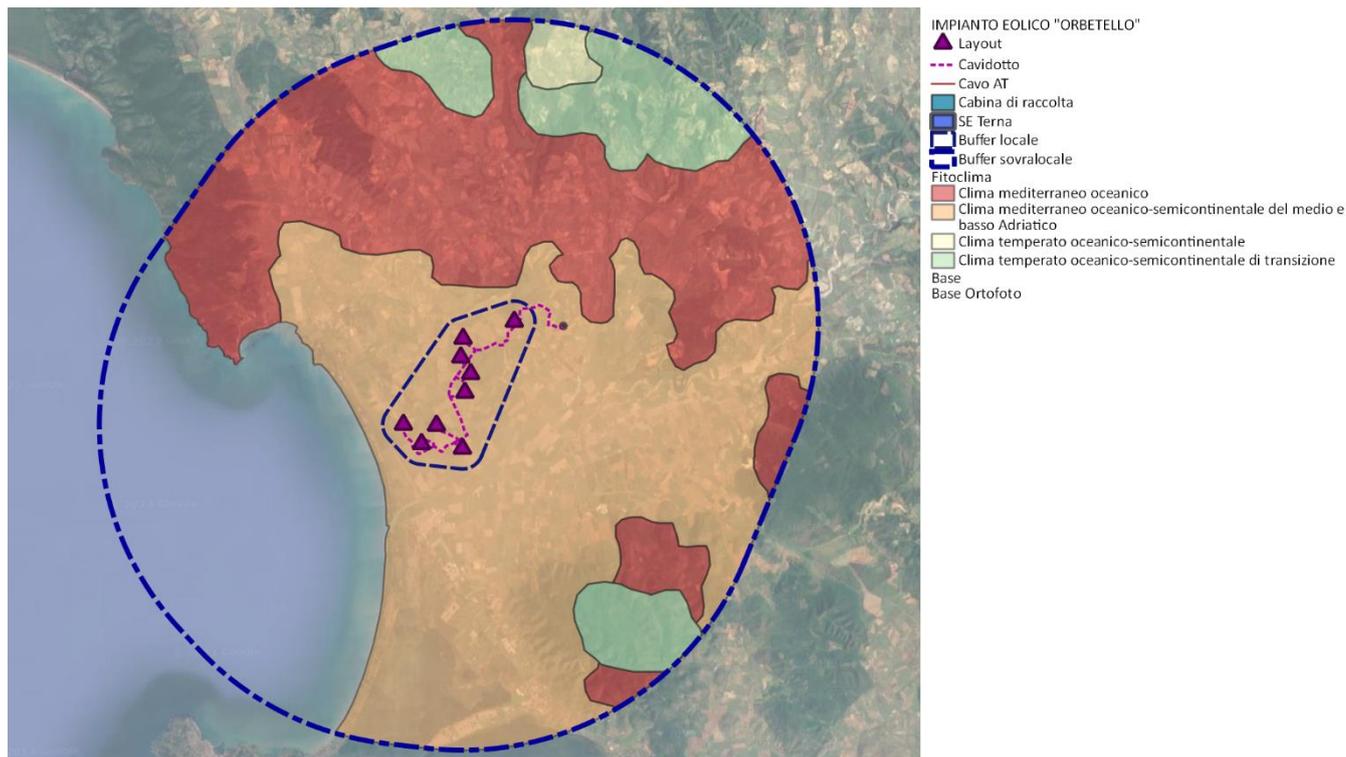


Figura 3. Carta fitoclimatica: area vasta di analisi (Fonte: geoportale nazionale)

I dati pluviometrici e termometrici sono stati inseriti nel Diagramma di Walter e Lieth, riportando in ascissa i mesi dell'anno e in ordinata le precipitazioni e le temperature (queste ultime su una scala doppia rispetto a quella usata per le precipitazioni: $1^{\circ}\text{C} = 2\text{mm}$)".

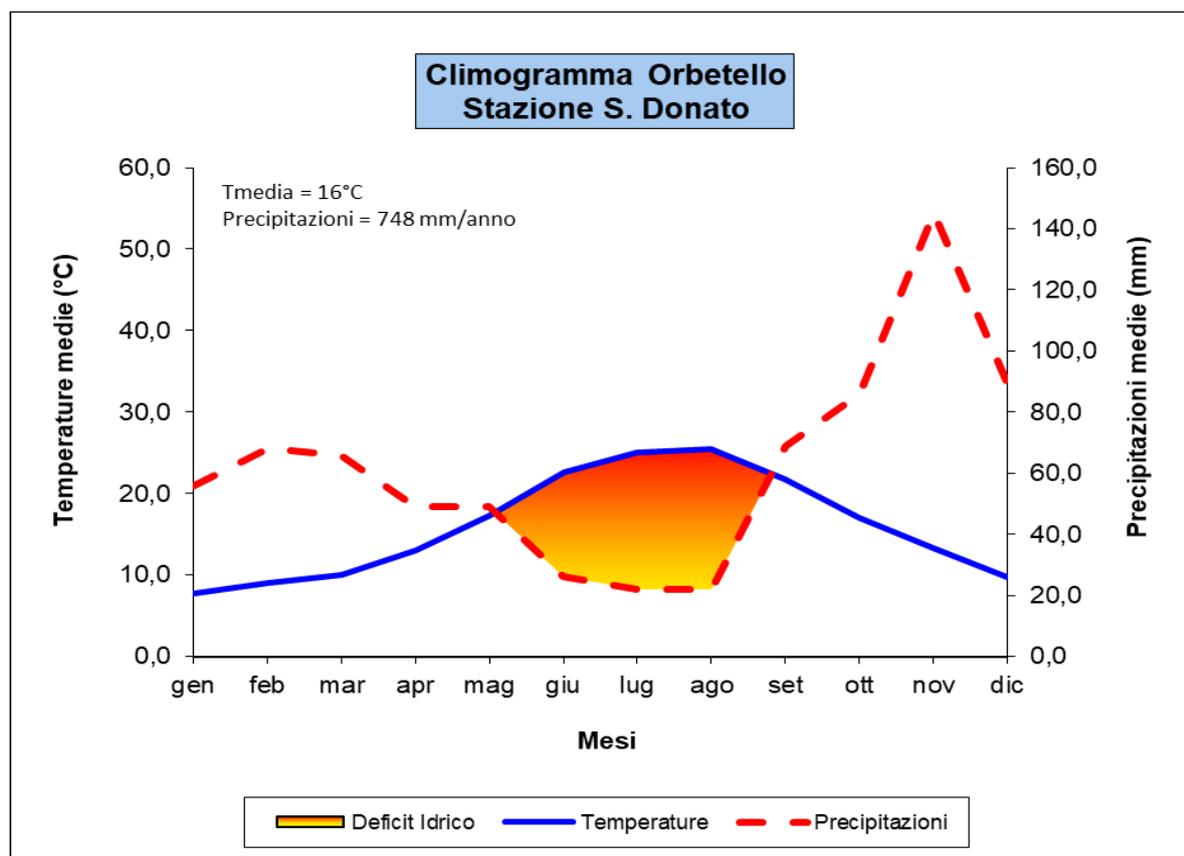


Figura 4. Climogramma - stazione TOS03003099 – S. Donato nel comune di Orbetello (Fonte: ns. elaborazioni dati SIR)

Il grafico pone in risalto non soltanto le fluttuazioni stagionali di temperatura e precipitazioni, ma anche la presenza di un **periodo caratterizzato da deficit idrico che si estende da giugno a settembre**: la durata del periodo arido è pari al numero di giorni in cui la curva delle precipitazioni si trova al di sotto della curva delle temperature, mentre l'intensità è data dalla differenza di altezza delle due curve nel periodo considerato.

I dati pluviometrici e termometrici hanno consentito il calcolo degli indici climatici pertinenti all'area di intervento: il pluviofattore di Lang, l'indice di aridità di De Martonne ed il quoziente di Emberger.

Tabella 3. stazione TOS03003099 – S. Donato nel comune di Orbetello: indici climatici (Fonte: ns. elaborazioni dati SIR)

Comune	Pluviofattore di Lang	Indice di aridità di De Martonne	Quoziente di Emberger
	P/T	$P/(T+10)$	$P*100/(M^2-m^2)$
Orbetello	46.4 (semi-arido)	28.6 (temperato caldo)	52.5 (subumido)
P = precipitazione media annua [mm] M = temperatura media massima del mese più caldo [°C] T = temperatura media annua [°C] m = temperatura media minima del mese più freddo [°C]			

Gli indicatori evidenziano che l'area di intervento è caratterizzata da un **clima con significativa aridità estiva ed inverni non troppo rigidi con una buona piovosità (che presenta un picco a novembre)**.

4.2 Suolo e sottosuolo

4.2.1 Caratteri geologici

L'Appennino settentrionale – in cui rientra l'area sovralocale di analisi – risulta dalla sovrapposizione dei seguenti sistemi:

- **l'Insieme Esterno Umbro-Toscano**, costituito da uno zoccolo continentale appartenente alla Placca Apula (Adriatico-Padana) su cui poggiano, anche se scollate e deformate, le successioni mesozoico-terziarie, che ne rappresentano l'originale copertura sedimentaria;
- **l'Insieme Interno Ligure Ligure-Emiliano**, costituita da unità tettoniche che, per la presenza di ofioliti (rocce ignee, basiche ed ultrabasiche tipiche della litosfera oceanica), si sono originate in un oceano (l'Oceano Ligure-piemontese), estendendosi anche sulla parte più assottigliata dei margini continentali adiacenti; queste unità hanno abbandonato il loro substrato originario, scomparso in subduzione, per sovrascorrere da ovest verso est (vergenza appenninica) sull'Insieme Esterno, che ha avuto ruolo di avampaese, costituendo una coltre alloctona.

L'**Appennino** è una catena a falde derivata dalla deformazione terziaria di un settore del paleomargine continentale della microplacca adriatica, prospiciente al Dominio oceanico ligure. A partire dal Miocene, la deformazione compressiva si è propagata da ovest ad est attraverso la penisola fino all'Adriatico; contemporaneamente, nella parte interna della catena, le strutture compressive sono state interessate da un'importante tettonica distensiva.

Nella Toscana meridionale la deformazione distensiva più importante è pre-Tortoniana, caratterizzata da faglie normali poco inclinate che hanno determinato la sovrapposizione diretta delle unità strutturalmente più elevate (Liguridi s.l.) sopra i complessi metamorfici derivanti dalla deformazione del margine continentale della microplacca adriatica (Serie ridotta). La distensione, continuata tra il Miocene superiore e il Quaternario, è caratterizzata da faglie dirette molto inclinate che individuano horst e graben orientati NW-SE, associati a vulcanismo e che tagliano tutte le precedenti strutture compressive e distensive.

Oggi il versante occidentale dell'Appennino settentrionale è caratterizzato da tettonica distensiva, mentre il margine esterno della catena è, ancora, interessato da tettonica compressiva.

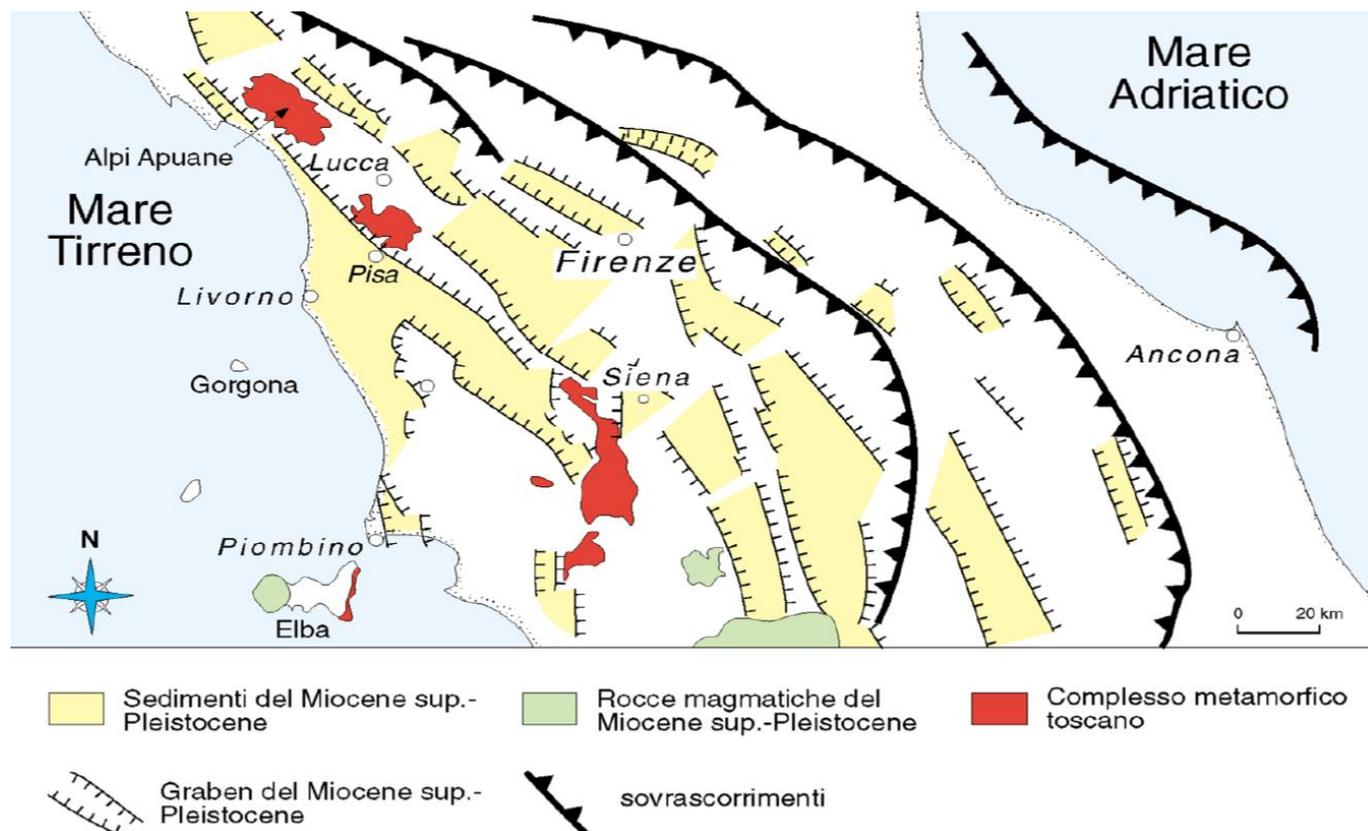


Figura 5. Caratteristiche geologiche della Toscana (Fonte: PGA 2021-2027 Distretto Idrografico Settentrionale, Relazione di piano)

Nell'area vasta di analisi risultano le seguenti **formazioni geologiche** prevalenti (Fonte: Carta geologica Regione Toscana 1:10000, <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geologia.html#>):

- CCA – Calcari dolomitici e dolomie (carniole) del Triassico superiore (Falda Toscana) sui Monti dell'Uccellina a nord-ovest e sui Monti di Capalbio a sud-est;
- MAC – Arenarie quarzoso-feldspatico-micacee gradate con livelli più sottili di siltiti dell'Oligocene superiore – Miocene inferiore (Falda Toscana), AACb – torbiditi carcareaomarnose con livelli di arenarie del Paleocene – Eocene (Unità di Canetolo) ed ACCa – alternanza di argilliti, siltiti e calcari micritici del Paleocene – Eocene (Unità di Canetolo) sui rilievi collinari della fascia settentrionale;
- FAA – Argille e argille siltose grigio-azzurre dello Zancleano – Piacenziano (Depositi marini pliocenici) sui rilievi collinari orientali.

Tali formazioni affiorano anche sui versanti collinari della pianura costiera.

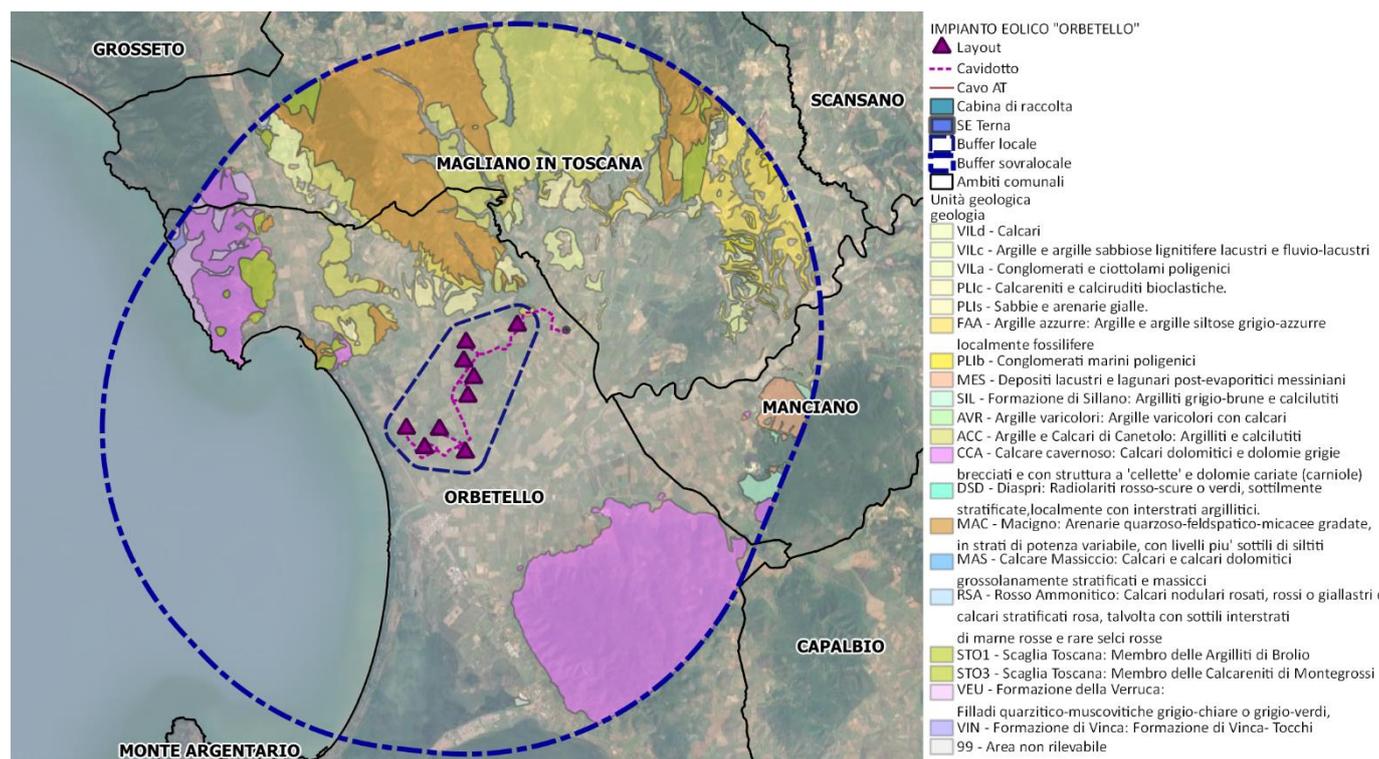


Figura 6. Stralcio Carta delle unità geologiche della Toscana entro l'area di analisi (Fonte: Regione Toscana, geoscopio)

La piana del fiume Albegna e del torrente Osa è caratterizzata da depositi continentali e costieri pliocenici e quaternari: sabbie, ciottolami e limi derivanti da depositi alluvionali, eolici, lacustri, palustri, lagunari e di spiaggia (Fonte: Carta geologica Regione Toscana 1:250000, geoscopio).

Il territorio comunale di Orbetello – dove è localizzata l'area di impianto in progetto- è sito nella porzione terminale sud-occidentale della Toscana meridionale, caratterizzata da una prevalenza di **forme morfologiche tipiche della zona costiera meridionale regionale** con ampie aree umide, palustri e lagunari che si collocano al passaggio tra le pianure alluvionali del torrente Osa e del fiume Albegna e la fascia costiera dunale.

Le aree di piana costiera, sia di carattere alluvionale che di carattere palustre/lagunare, sono **delimitate da dorsali collinari** con direzione prevalentemente anti-appenninica, che si ubicano nella porzione nord-ovest, nord-est e sud-est del territorio comunale. In tali aree affiora il **substrato mesozoico e neogenico**.

Il contesto collinare di margine del comune di Orbetello ha avuto un'evoluzione tettonica associata all'**orogenesi dell'Appennino Settentrionale**. A partire dal Miocene il contesto collinare ha subito un forte processo di **tettonica compressiva** che ha portato ad imponenti sovrascorrimenti e scollamenti. Al termine del Miocene (Messiniano) si è passati da una tettonica compressiva ad una **tettonica distensiva** con conseguente formazione dei bacini neogenici. La geometria dei bacini ha risentito fortemente dei sistemi di faglie ad alto angolo associate al processo orogenetico: faglie appenniniche longitudinali alla catena appenninica e faglie anti-appenniniche trasversali alla direzionalità della catena appenninica.

La fine del processo appenninico compressivo coincide anche con l'affermarsi di una trasgressione marina che ha portato al **ciclo sedimentario neo-autoctono** che costituisce l'ossatura sedimentaria del territorio comunale di Orbetello. La suddetta trasgressione marina è stata anticipata dalla formazione, a varie distanze dalla costa, da una serie di depressioni chiuse con formazione di bacini lacustri e palustri, successivamente in parte sommersi dalla trasgressione marina.

Le seguenti **successioni di regressione marina e trasgressione marina** che hanno interessato tutto il Pliocene e parte del Pleistocene, legate sia a variazioni eustatiche del livello del mare sia a movimenti tettonici di abbassamento della catena appenninica associata alla dinamica orogenetica distensiva, hanno portato alla formazione della morfologia attuale costituita da un'ampia **piana costiera** lagunare/alluvionale/palustre che comprende quasi per intero il territorio comunale, **delimitata** a nord-ovest, nord-est e sud-ovest **da dorsali mesozoiche/neogeniche** ad andamento prevalentemente anti-appenninico.

Le **opere di progetto**, ricadenti nella UoM Ombrone, **non insistono su aree classificate a pericolosità geomorfologica dal PAI dell'Appennino Settentrionale**, mentre, in base al **PGRA, interessano le seguenti aree classificate a pericolosità idraulica fluviale**:

- l'aerogeneratore T09 insiste su aree a **pericolosità da alluvione media P2** (tempo di ritorno > 30 anni e ≤ 200 anni);
- gli aerogeneratori T02-T03-T04-T05-T06-T07-T08 e cabina di raccolta ricadono su aree a **pericolosità da alluvione bassa P1** (tempo di ritorno > 200 anni).

Il progetto ha tenuto conto delle caratteristiche dei terreni su cui insistono le opere previste.

4.2.2 Caratteri pedologici

La **Carta Pedologica** della Regione Toscana (disponibile al link <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pedologia.html>) evidenzia la prevalenza nel buffer di analisi di **pedopaesaggi con sommità ampie e versanti** (substrato costituito principalmente da arenarie quarzoso-feldspatiche con intercalazioni localizzate di calcari marnosi ed argilloscisti), **pedopaesaggi con versanti da moderatamente pendenti a scoscesi** (substrato costituito principalmente da calcare massiccio, calcare cavernoso e nummulitico) e **pedopaesaggi con aree alluvionali pianeggianti della fascia costiera** (substrato costituito principalmente da depositi alluvionali recenti ed attuali).

Le opere in progetto insistono su pedopaesaggi con **terrazzi alluvionali del Fiume Albegna (aerogeneratore T01)**, pedopaesaggi con **cordoni litorali e depositi lagunari antichi (aerogeneratori T02-T03-T04-T05-T08)**, pedopaesaggi delle **aree alluvionali pianeggianti della fascia costiera (T06-T09)** e pedopaesaggi della **piana costiera con presenza di superfici leggermente depresse (T07)**.

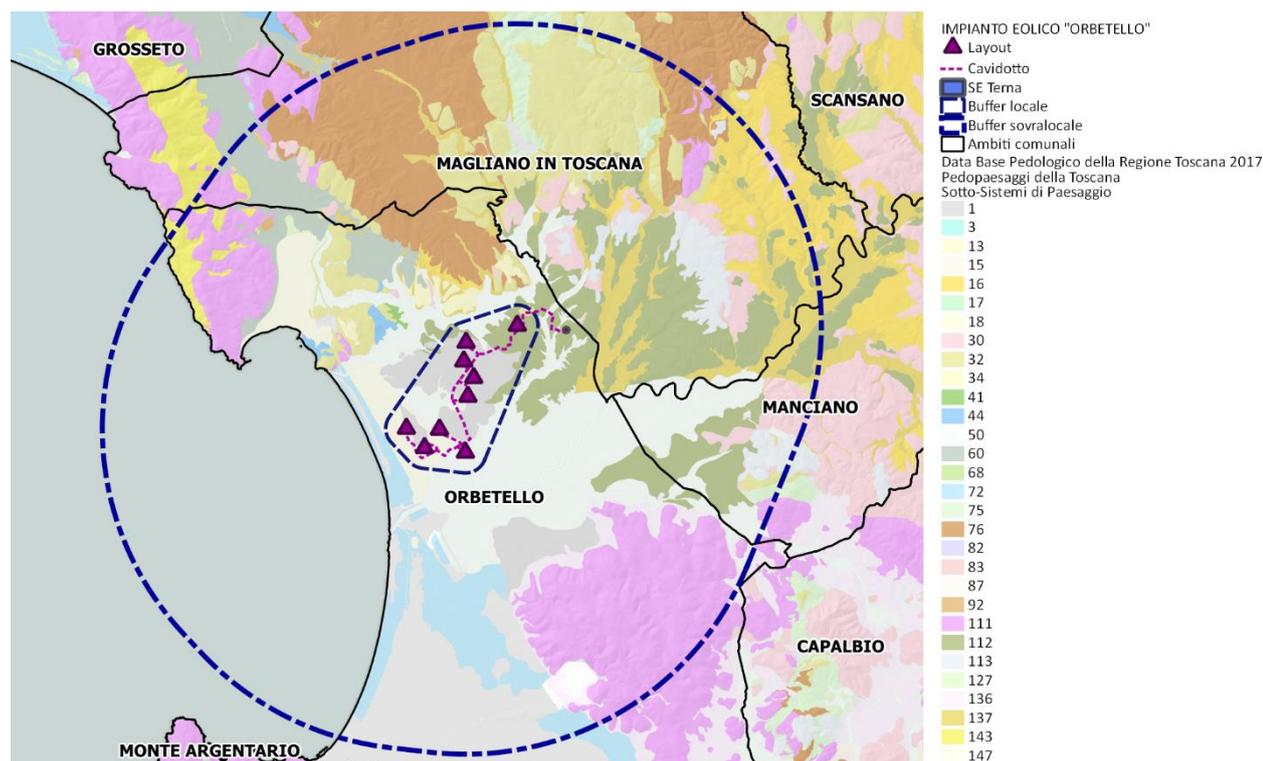


Figura 7. Stralcio Carta Pedopaesaggi della Toscana entro l'area di analisi (Fonte: Regione Toscana, geoscopio)

Tabella 4. Stralcio Carta Pedopaesaggi: area vasta di analisi (Fonte: ns. elaborazioni su dati del geoportale regionale)

Sotto-Sistemi di paesaggio	ha	%
1 - Cordoni litorali e depositi lagunari antichi, da pianeggianti a leggermente ondulati, con versanti complessi a debole pendenza, soggetti ad erosione trascurabile; substrato costituito principalmente da sabbie litorali più o meno grossolane talvolta cementate e, secondariamente, da argille e sabbie fossilifere marine o lagunari; uso del suolo costituito prevalentemente da colture ortive, vigneto, oliveto e seminativo avvicendato.	1256.88	2.90%
111 - Versanti da moderatamente pendenti a scoscesi, soggetti ad erosione idrica diffusa ed incanalata forte, da moderatamente a fortemente rocciosi, a pietrosità superficiale da comune ad abbondante, con presenza locale di aree di colluvie o di bacini carsici meno erosi; substrato costituito principalmente da calcare massiccio, calcare cavernoso e nummulitico; uso del suolo costituito prevalentemente da bosco ceduo misto di latifoglie sempreverdi a dominanza di leccio e marginalmente da oliveto e vigneto.	5226.18	12.08%
112 - Terrazzi alluvionali (del fiume Albegna), generalmente pianeggianti, talvolta presenti come superfici sommitali residue di limitata estensione, formati da depositi a granulometria variabile; substrato costituito principalmente da ciottolame poligenico e sabbie rosse grossolane; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato, vigneto ed oliveto (sui depositi grossolani e medi) e da prato, pascolo e seminativo avvicendato (sui depositi fini).	4150.60	9.59%
113 - Superfici strutturali da pianeggianti a debolmente pendenti; substrato costituito principalmente da travertini; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato e pascolo.	942.65	2.18%
127 - Aree costiere pianeggianti derivate da drenaggio artificiale; substrato costituito da depositi di bonifica e colmata; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato e secondariamente da pascolo.	23.12	0.05%
136 - Depositi pianeggianti di origine colluvio-alluvionale associati a colluvi e piccole conoidi e falde di detrito da pianeggianti a debolmente pendenti; substrato costituito da depositi di materiale di alterazione di natura principalmente calcarea (Terre rosse con detrito di calcare cavernoso); uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato, colture orticole	662.69	1.53%

di pieno campo (sui depositi alluvio-colluviali) e da seminativo avvicendato, prato-pascolo, pascolo ed oliveto (sulle falde di detrito).		
137 - Fondivalle pianeggianti con presenza di paleoalvei ed aree golenali; substrato costituito principalmente da depositi alluvionali sabbiosi e ghiaiosi; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato, boschi riparali e, nelle aree	3060.46	7.07%
143 - Versanti a pendenza da forte a scoscesa, erosi, e dorsali leggermente ondulate, erose, con presenza localizzata di aree di accumulo; substrato costituito principalmente da filladi, quarziti e anageniti (Verrucano); uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato, boschi riparali e, nelle aree golenali, da vegetazione naturale igrofila.	818.83	1.89%
147 - Piana costiera con presenza di superfici leggermente depresse; substrato costituito da depositi alluvionali attuali e recenti e da sedimenti di bonifica; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato, pascolo ed incolto.	990.37	2.29%
16 - Versanti lineari a pendenza da debole a forte, soggetti ad erosione idrica diffusa forte, ed aree da pianeggianti a leggermente concave, soggette ad erosione idrica diffusa da assente a molto contenuta; substrato costituito principalmente da argille, marne e argille sabbiose plioceniche; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato e oliveto.	1507.26	3.48%
30 - Versanti lineari a pendenza da debole a forte, soggetti ad erosione idrica diffusa e incanalata da moderata a forte, con presenza di aree sommitali relitte ed aree di colluviali da pianeggianti a debolmente pendenti; substrato costituito principalmente da conglomerati pliocenici e miocenici; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato, oliveto, vite, bosco misto di latifoglie sempreverdi e di latifoglie decidue a dominanza di roverella e cerro.	1476.62	3.41%
32 - Pianalti da pianeggianti a leggermente pendenti, versanti complessi, a pendenza da debole a moderata, soggetti ad erosione idrica diffusa ed incanalata moderata, e versanti complessi, a pendenza da moderata a scoscesa, soggetti ad erosione idrica diffusa e incanalata forte; substrato costituito principalmente da marne ed argilliti; uso del suolo costituito prevalentemente da pascolo, seminativo, bosco misto di latifoglie decidue e sempreverdi.	4012.92	9.27%
34 - Versanti semplici lineari a pendenza da debole a forte, soggetti ad erosione idrica diffusa ed incanalata generalmente moderata, con presenza di superfici sommitali leggermente ondulate e poco erose, a pietrosità superficiale e rocciosità assenti; substrato costituito principalmente da sabbie e sabbie argillose plioceniche; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato e secondariamente da oliveto e vigneto.	234.36	0.54%
41 - Terrazzi alluvionali da subpianeggianti a debolmente pendenti, soggetti ad erosione nelle aree sommitali residuali; substrato costituito da depositi alluvionali antichi terrazzati; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato e secondariamente da vigneto ed oliveto.	20.96	0.05%
44 - Aree di fondovalle costituite da conoidi, fasce di colluvio e alluvioni reincise, da pianeggianti a moderatamente pendenti; substrato costituito principalmente da depositi alluvionali terrazzati ghiaiosi e da detrito di falda; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato e bosco.	90.57	0.21%
50 - Aree alluvionali pianeggianti della fascia costiera (fiume Fine ed Albegna); substrato costituito principalmente da depositi alluvionali recenti ed attuali; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato, colture ortive e, secondariamente, da oliveto.	5016.47	11.59%
60 - Conoidi alluvionali antiche terrazzate, da subpianeggianti a lievemente pendenti, generalmente incise; substrato costituito principalmente da depositi alluvionali ghiaiosi di natura arenacea (Macigno) e, secondariamente, da calcari e calcari marnosi; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato e colture ortive e, secondariamente, da vigneto ed oliveto.	1421.15	3.28%
72 - Dune costiere recenti ed attuali; substrato costituito da depositi sabbiosi costieri; uso del suolo costituito da bosco di pino domestico e macchia mediterranea.	2259.65	5.22%
75 - Versanti regolari con vallecole, a pendenza da moderata a scoscesa, soggetti generalmente ad erosione idrica incanalata forte, e versanti lineari, a pendenza da debole a moderata, soggetti ad erosione idrica diffusa moderata; substrato costituito principalmente da flysch a prevalenza di argilloscisti, argilloscisti siltosi (Galestri) con calcarei silicei (Palombini) e, secondariamente, da arenarie calcaree; uso del suolo costituito prevalentemente da bosco ceduo di latifoglie	723.49	1.67%

sempreverdi a dominanza di leccio, fustaia di conifere a dominanza di pino marittimo con ceduo dominato, colture agrarie arboree.		
76 - Sommità ampie, convesse, debolmente pendenti, e versanti talvolta da debolmente a moderatamente incisi, situati a quota generalmente compresa fra 100 e 300-500 m s.l.m., da debolmente a moderatamente pendenti, soggetti ad erosione idrica incanalata e diffusa forte, con presenza alla base di aree di accumulo da pianeggianti a debolmente pendenti; substrato costituito principalmente da arenarie quarzoso-feldspatiche (Macigno) con intercalazioni localizzate di calcari marnosi ed argilloscisti; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato, vigneto e, secondariamente, da bosco ceduo di latifoglie sempreverdi a prevalenza di leccio.	5717.32	13.21%
92 - Rilievi piuttosto elevati e fortemente incisi, articolati in sommità sottili e in versanti lunghi e ripidi, moderatamente erosi, con presenza, nella parte bassa, di depositi colluviali stabilizzati a debole pendenza; substrato costituito principalmente da arenarie (Macigno); uso del suolo costituito prevalentemente da bosco misto di latifoglie sempreverdi, con prevalenza di leccio, e marginalmente da seminativo e colture arboree da frutto.	13.73	0.03%
CA - Corpi idrici.	2682.03	6.20%
ND - Non determinato; non suolo naturale: rocce, spiagge.	9.63	0.02%
URB - Urbanizzato.	953.93	2.20%
Totale	43271.87	100.00%

La **Carta del comportamento fisico-idrologico dei suoli** della Regione Toscana (disponibile al link <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pedologia.html>) evidenzia la prevalenza nel buffer di analisi di **suoli con potenziale di deflusso superficiale moderatamente basso** (circa il 34%) e **moderatamente alto** (circa il 31%), mentre **le opere in progetto insistono su suoli con potenziale di deflusso superficiale moderatamente basso in prevalenza ed alto in misura minore**.

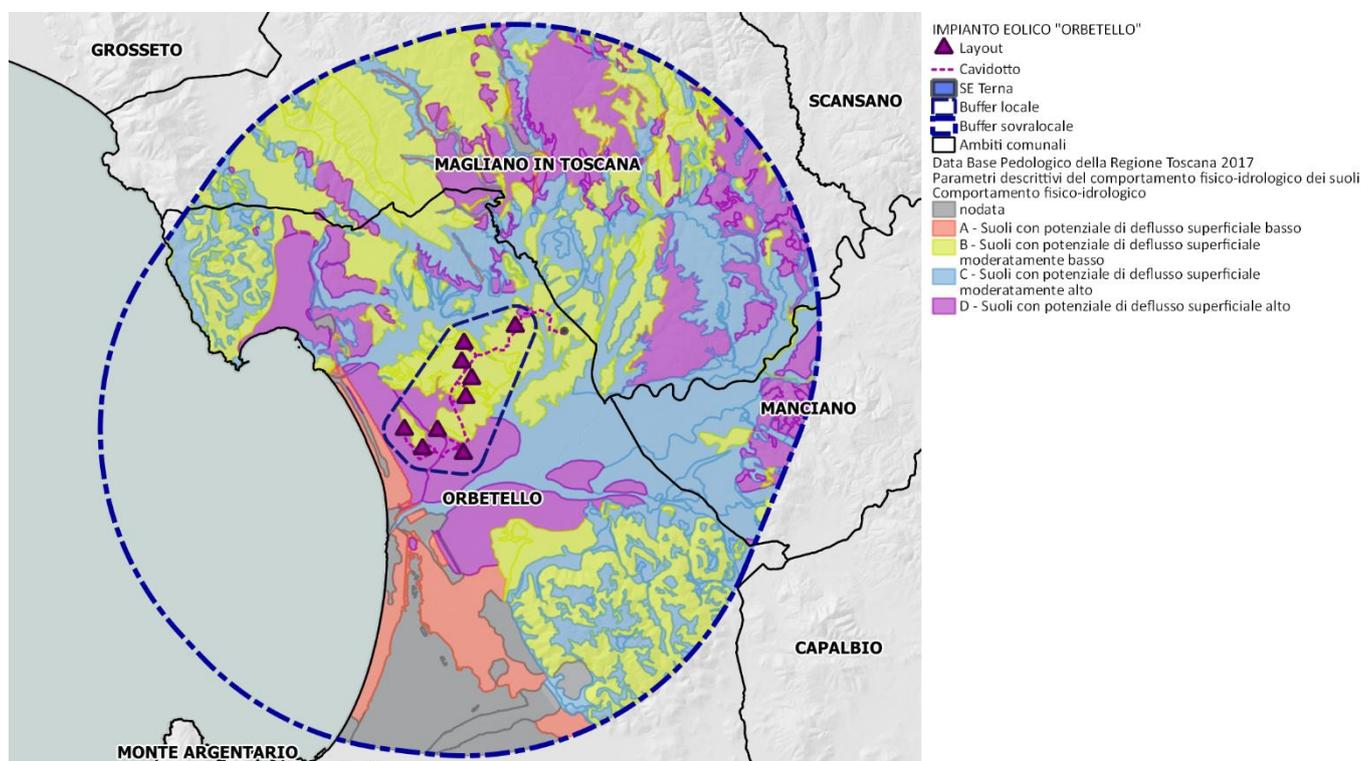


Figura 8. Stralcio Carta comportamento fisico-idrologico dei suoli della Toscana entro l'area di analisi (Fonte: Regione Toscana, geoscopio)

Tabella 5. Stralcio Carta comportamento fisico-idrologico dei suoli: area vasta di analisi (Fonte: ns. elaborazioni su dati del geoportale regionale)

Comportamento fisico-idrologico	ha	%
A - Suoli con potenziale deflusso superficiale basso	2300.84	5.31%
B - Suoli con potenziale deflusso superficiale moderatamente basso	14802.2	34.20%
C - Suoli con potenziale deflusso superficiale moderatamente alto	13584.7	31.39%
D - Suoli con potenziale deflusso superficiale alto	8938.51	20.65%
No data	3645.59	8.42%
Totale	43271.9	100.00%

La **Carta della capacità d'uso e fertilità dei suoli** della Regione Toscana (disponibile al link <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pedologia.html>) evidenzia la prevalenza nel buffer di analisi di **suoli di classe III** (circa il 25%) e **suoli di classe VI** (circa il 22%), mentre gli aerogeneratori in progetto insistono sui seguenti suoli:

- **T01 in classe I;**
- **T02-T03-T04-T05-T08 in classe II;**
- **T06-T07-T09 in classe III.**

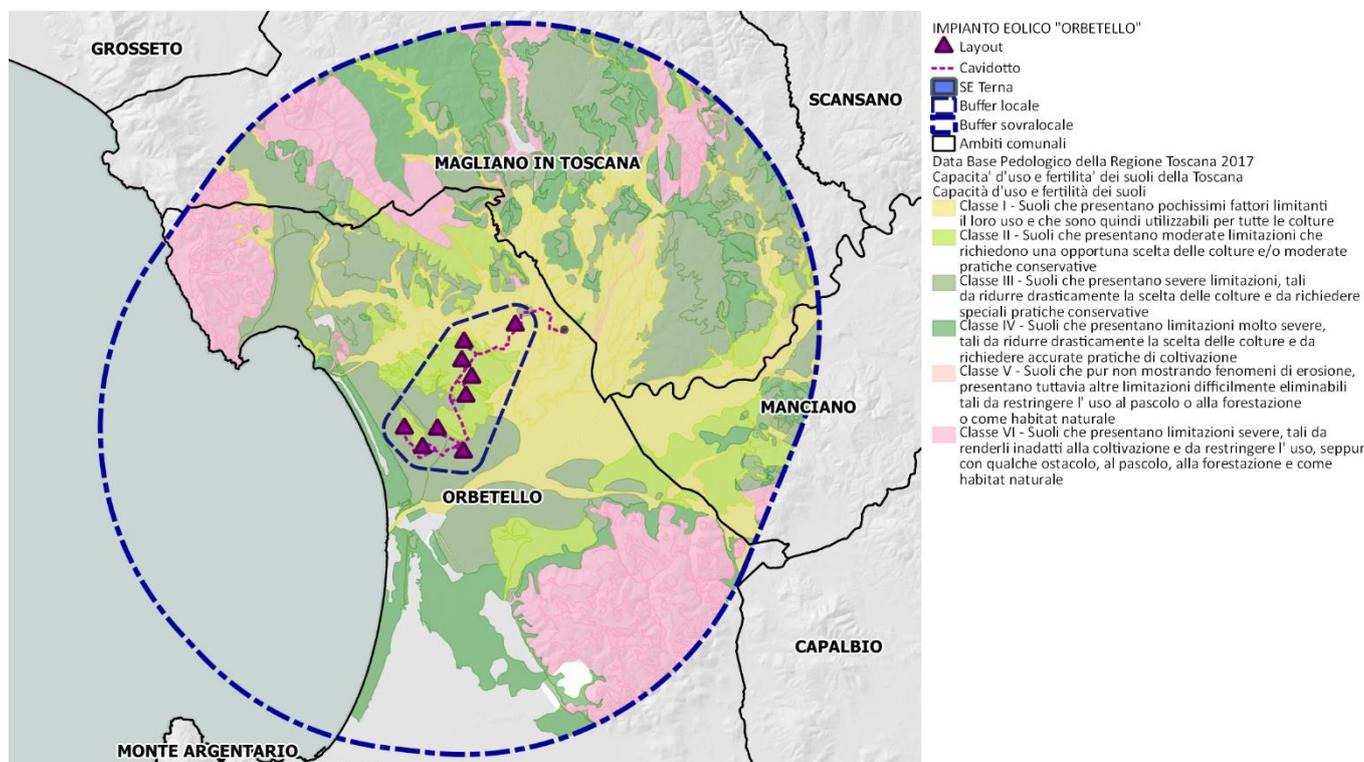


Figura 9. Stralcio Carta capacità d'uso e fertilità dei suoli della Toscana entro l'area di analisi (Fonte: Regione Toscana, geoscopio)

Tabella 6. Stralcio Carta capacità d'uso e fertilità dei suoli: area vasta di analisi (Fonte: ns. elaborazioni su dati del geoportale regionale)

Capacità d'uso e fertilità dei suoli	ha	%
Classe I - Suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture	8352.98	19.30%
Classe II - Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative	3643.94	8.42%

Classe III - Suoli che presentano severe limitazioni, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative	10625.2	24.50%
Classe IV - Suoli che presentano limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione	7205.94	16.65%
Classe V - Suoli che pur non mostrando fenomeni di erosione, presentano tuttavia altre limitazioni difficilmente eliminabili tali da restringere l'uso al pascolo o alla forestazione o come habitat naturale	374.877	0.86%
Classe VI - Suoli che presentano limitazioni severe, tali da renderli inadatti alla coltivazione e da restringere l'uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione e come habitat naturale	9423.32	21.77%
No Data	3645.59	8.42%
Totale	43271.9	100.00%

4.2.3 Caratteri litologici

Il territorio comunale di Orbetello presenta un assetto litotecnico dicotomico:

- **Dominio di piana costiera** (su cui insiste il sito di impianto), in cui prevalgono terreni granulari (sabbie e ghiaie) da poco addensati a sciolti con presenza di frazione fine;
- **Dominio collinare**, dove affiora il substrato litoide che mostra un comparto carsico con prevalenza di ammassi rocciosi non stratificati.

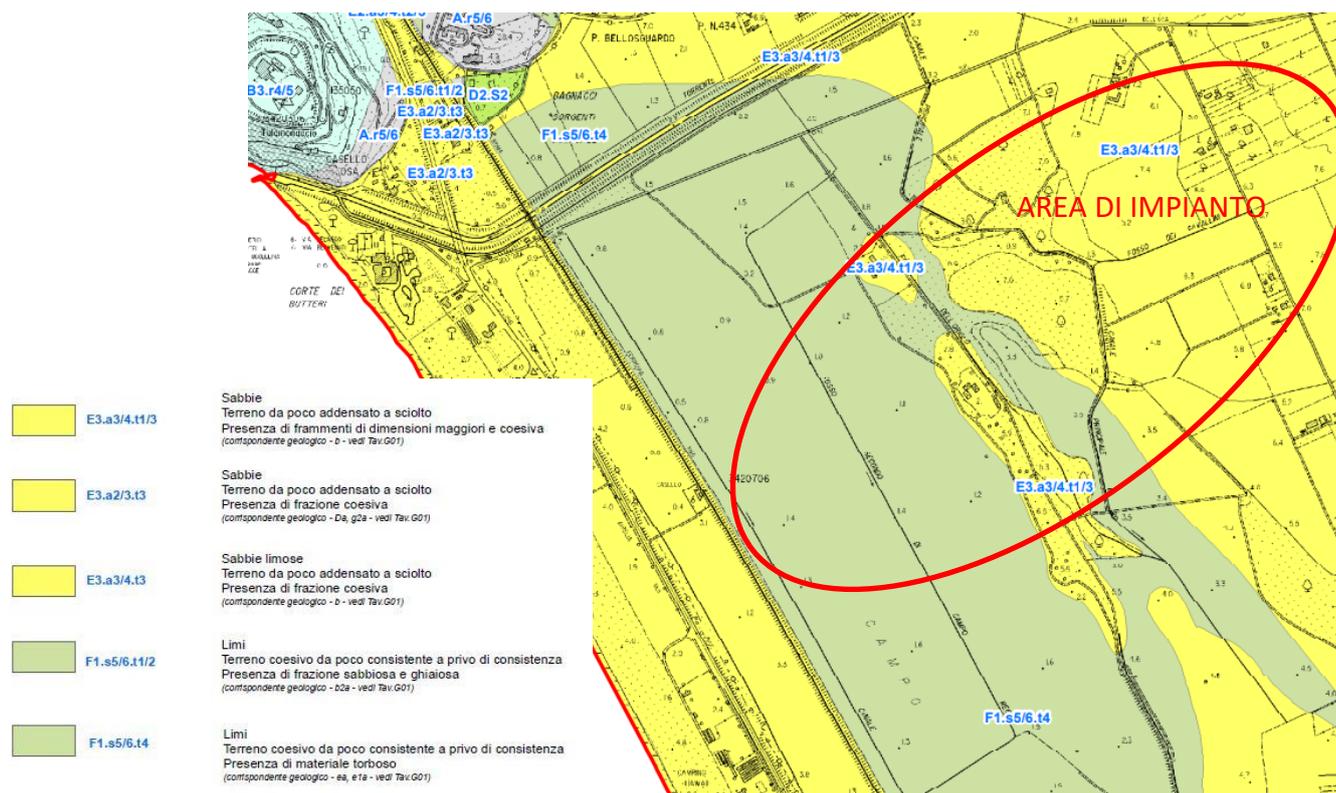


Figura 10. Estratto Carta Litologica (Tav. G.04, Piano Strutturale Orbetello, 2020)

Il **sito di impianto di progetto** presenta, per i suoi caratteri litologici, le forme tipiche del **paesaggio alluvionale**: i diversi cicli alluvionali dell'Olocene e Pleistocene medio/superiore hanno originato prodotti con chimismo differente, i quali a loro volta hanno portato a depositi alluvionali, lacustri, palustri, lagunari e di colmata, con la formazione di un **terreno prevalentemente limoso e sabbioso**.

Nell'area di analisi sono presenti diversi pozzi che mostrano la presenza della **falda acquifera** ad una profondità compresa **tra -7.50 e -10.00 m**.

4.2.4 Caratteri geomorfologici

I caratteri geomorfologici dell'area sovrallocale di analisi sono legati sia ai caratteri della successione litostratigrafica ivi affiorante che all'azione modellatrice dei corsi d'acqua che solcano il territorio (Fonte: Carta geomorfologica Regione Toscana, <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geomorfologia.html#>).

Nel **dominio collinare** dell'area si rinvencono i seguenti caratteri geomorfologici:

- **Forme gravitative**, in prevalenza quiescenti, rilevando piccole aree a franosità diffusa ed erosione superficiale diffusa concentrate lungo le coste rocciose interessate dalla presenza di falesie e fenomeni attivi sui rilievi collinari a nord-est.
Nell'ambito gravitativo svolgono un ruolo predominante i depositi di versante posti prevalentemente alle quote inferiori dei versanti collinari, le scarpate d'erosione e piccoli fenomeni di erosione superficiale puntuale ed areale.
- **Forme erosive dovute alle acque correnti superficiali** che solcano i rilievi collinari, associate ad ampi depositi eluvio colluviali posti al passaggio tra il contesto collinare ed il contesto di piana costiera.
- **Forme carsiche.**

Nel **dominio della piana costiera** – dove è localizzato il **sito di impianto di progetto** – prevalgono le **forme erosive dovute alle acque correnti superficiali** accompagnate da **forme eoliche, forme di origine marina, depositi lagunari e paludosi e forme carsiche.**

Nelle aree pianeggianti ad esclusione delle fasce costiere prevalgono i depositi alluvionali segnati da vari paleovalvei associati alle divagazioni naturali del reticolo idrografico del torrente Osa e del fiume Albegna. Nel contesto di piana si rilevano anche contesti interessati dal fenomeno del sinkhole (che tradotto letteralmente significa buco sprofondato): una depressione di forma sub-circolare dovuta al crollo di piccole cavità carsiche sotterranee.

Il suddetto contesto geomorfologico è interessato infine da numerose **forme di origine antropica**, tra cui rivestono particolare rilevanza i riporti antropici e le cave.

4.2.5 Uso del suolo

La **Carta di uso e copertura del suolo della Regione Toscana** classifica l'uso reale del suolo in scala 1:10000 (quindi ad un livello maggiormente accurato rispetto alla CLC in scala 1:100000) nel periodo 2007-2019.

Nel 2019 si evidenzia la prevalenza delle superfici agricole (63.29% di cui il 44.81% di **seminativi** ed il 13.24% di colture arboree) sugli ambienti boscati e seminaturali (24.88% di cui il 15.84% di boschi di latifoglie e l'8.11% di zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea) ed i territori artificiali (6.09%).

Dal 2007 al 2019 (UCS Regione Toscana, 2019, 2007) si rileva una sostanziale permanenza degli usi del suolo nell'area sovralocale di analisi: si rileva una **diminuzione dei seminativi (-9.06%) bilanciata da un aumento delle colture arboree permanenti (+27.98%) e dei prati stabili (+62.66%).**

Il confronto tra **UCS del 2019 e CLC del 2019** evidenzia una destinazione d'uso del suolo pressoché simile.

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Orbetello" di potenza in immissione pari a 61,2 MW e relative opere connesse da realizzarsi nel comune di Orbetello (Gr)

Relazione sugli interventi di ripristino, restauro e compensazione ambientale

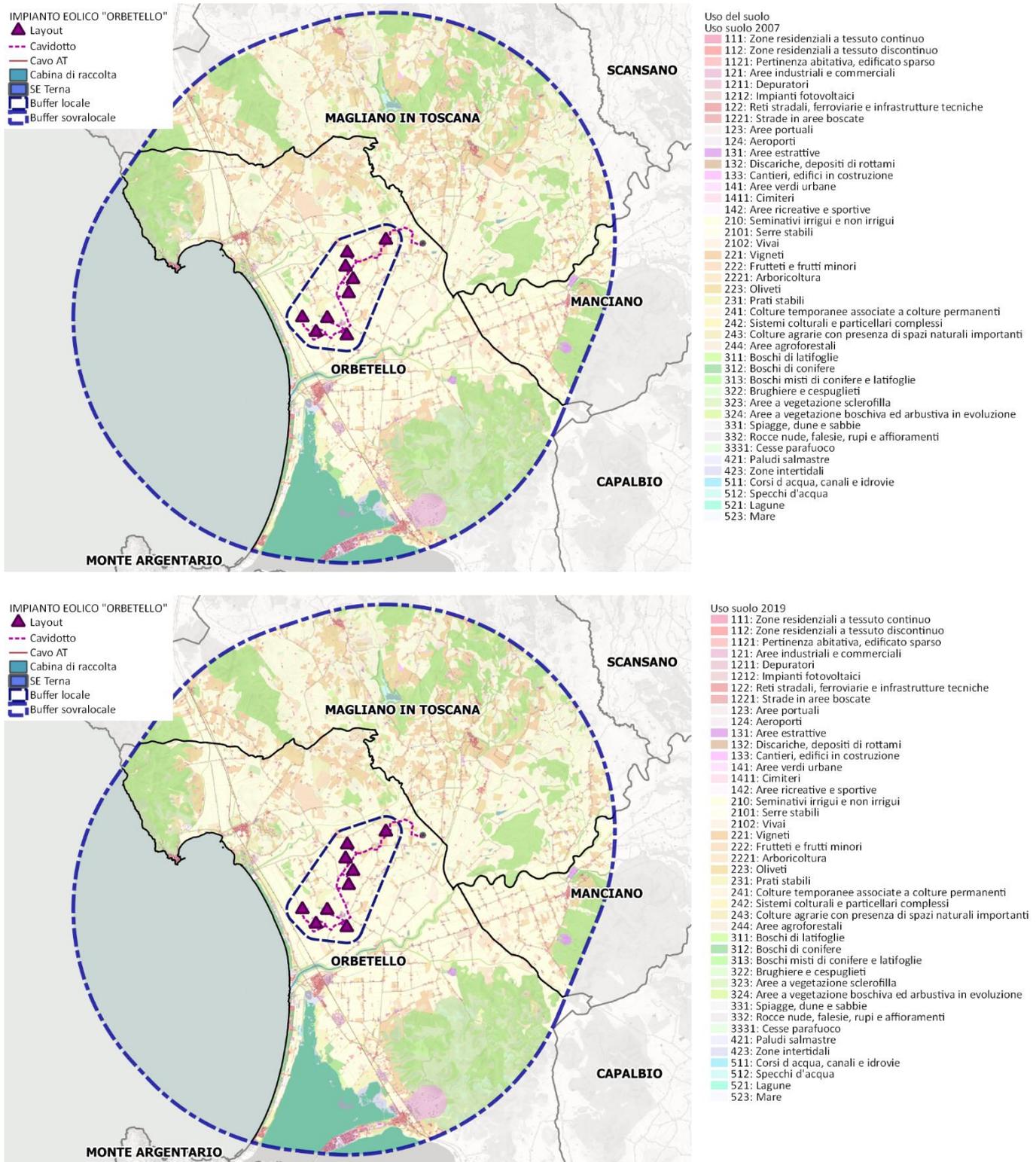


Figura 11. Classificazione di uso del suolo nell'area sovralocale di analisi (Fonte: ns. elaborazioni su dati Uso del Suolo Regione Toscana, 2007-2019)

Tabella 7. Classificazione di uso e copertura del suolo nell'area sovralocale di analisi (Fonte: ns. elaborazioni su dati Uso del Suolo Regione Toscana, 2007-2019)

Uso del Suolo	2019	2007	2019-2007
---------------	------	------	-----------

	Sup. (ha)	Rip. %	Sup. (ha)	Rip. %	Sup. (ha)	Rip. %
1 - Territori modellati artificialmente	2091.17	6.09%	2022.79	5.89%	68.39	3.38%
11 - Zone urbane	910.48	2.65%	846.18	2.46%	64.30	7.60%
111 - Zone residenziali a tessuto continuo	65.08	0.19%	65.08	0.19%	0.00	0.00%
112 - Zone residenziali a tessuto discontinuo	845.40	2.46%	781.11	2.27%	64.30	8.23%
12 - Zone industriali, commerciali ed infrastrutture	978.77	2.85%	945.95	2.75%	32.82	3.47%
121 - Aree industriali, commerciali e servizi pubblici e privati	421.85	1.23%	404.43	1.18%	17.42	4.31%
122 - Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	554.58	1.61%	539.33	1.57%	15.25	2.83%
123 - aree portuali	2.17	0.01%	2.14	0.01%	0.03	1.57%
124 - Aeroporti	0.16	0.00%	0.05	0.00%	0.11	233.15%
13 - Zone estrattive, cantieri, discariche e terreno artefatti e abbandonati	77.99	0.23%	82.53	0.24%	-4.54	-5.50%
131 - Aree estrattive	44.44	0.13%	42.41	0.12%	2.02	4.77%
132 - Discariche, depositi di rottami	11.19	0.03%	6.47	0.02%	4.72	72.99%
133 - Cantieri, edifici in costruzione	22.37	0.07%	33.65	0.10%	-11.28	-33.53%
14 - Zone verdi artificiali non agricole	123.93	0.36%	148.12	0.43%	-24.19	-16.33%
141 - Aree verdi urbane	32.28	0.09%	28.92	0.08%	3.36	11.62%
142 - Aree ricreative e sportive	91.65	0.27%	119.21	0.35%	-27.55	-23.12%
2 - Superfici agricole utilizzate	21748.27	63.29%	21890.19	63.70%	-141.92	-0.65%
21 - Seminativi	15400.18	44.81%	16934.01	49.28%	-1533.83	-9.06%
210 - Seminativi irrigui e non irrigui	15400.18	44.81%	16934.01	49.28%	-1533.83	-9.06%
22 - Colture permanenti	4551.02	13.24%	3555.97	10.35%	995.05	27.98%
221 - Vigneti	1508.53	4.39%	1346.55	3.92%	161.98	12.03%
222 - Frutteti	831.34	2.42%	545.55	1.59%	285.79	52.39%
223 - Oliveti	2211.15	6.43%	1663.87	4.84%	547.28	32.89%
23 - Prati stabili (foraggiere permanenti)	900.90	2.62%	553.84	1.61%	347.06	62.66%
231 - Prati stabili	900.90	2.62%	553.84	1.61%	347.06	62.66%
24 - Zone agricole eterogenee	896.16	2.61%	846.37	2.46%	49.79	5.88%
241 - Colture temporanee associate a colture permanenti	622.56	1.81%	604.10	1.76%	18.46	3.06%
242 - Sistemi colturali e particellari complessi	149.70	0.44%	120.22	0.35%	29.48	24.52%
243 - Colture temporanee associate a colture permanenti	8.61	0.03%	5.83	0.02%	2.79	47.80%
244 - Aree agroforestali	115.29	0.34%	116.22	0.34%	-0.93	-0.80%
3 - Territori boscati ed ambienti semi-naturali	8551.53	24.88%	8482.14	24.68%	69.39	0.82%
31 - Zone boscate	5686.77	16.55%	5691.74	16.56%	-4.96	-0.09%
311 - Boschi di latifoglie	5444.60	15.84%	5462.18	15.89%	-17.58	-0.32%
312 - Boschi di conifere	207.31	0.60%	194.69	0.57%	12.62	6.48%
313 - Boschi misti di conifere	34.86	0.10%	34.86	0.10%	0.00	0.00%
32 - Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	2786.47	8.11%	2726.06	7.93%	60.41	2.22%
322 - Brughiere e cespuglieti	231.23	0.67%	231.23	0.67%	0.00	0.00%
323 - Vegetazione sclerofilla	1637.66	4.77%	1624.02	4.73%	13.63	0.84%
324 - Vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	917.59	2.67%	870.81	2.53%	46.78	5.37%
33 - Zone aperte con vegetazione rada o assente	78.28	0.23%	64.34	0.19%	13.94	21.67%
331 - Spiagge, dune e sabbie	57.33	0.17%	43.49	0.13%	13.83	31.80%
332 - Rocce nude, falesie, rupi e affioramento	16.54	0.05%	16.43	0.05%	0.11	0.67%
333 - Vegetazione rada	4.41	0.01%	4.41	0.01%	0.00	0.00%
4 - Zone umide	112.21	0.33%	112.21	0.33%	0.00	0.00%
42 - Zone umide marittime	24.96	0.07%	24.96	0.07%	0.00	0.00%
421 - Paludi salmastre	24.96	0.07%	24.96	0.07%	0.00	0.00%
423 - Zone interdinali	87.24	0.25%	87.24	0.25%	0.00	0.00%
5 - Corpi idrici	1861.86	5.42%	1857.71	5.41%	4.15	0.22%

51 - Acque continentali	195.53	0.57%	193.21	0.56%	2.32	1.20%
511 - Corsi d'acqua, canali e idrovie	89.91	0.26%	87.97	0.26%	1.94	2.21%
512 - Specchi d'acqua	105.62	0.31%	105.25	0.31%	0.38	0.36%
52 -Acque marittime	1666.33	4.85%	1664.50	4.84%	1.83	0.11%
521 - Lagune	1657.76	4.82%	1657.76	4.82%	0.00	0.00%
523 - Mare	8.57	0.02%	6.75	0.02%	1.83	27.08%
Totale complessivo	34365.04	100%	34365.04	100%	0.00	0.00%

Tabella 8. Evoluzione classificazione d'uso e copertura del suolo nel raggio di 10 Km dagli aerogeneratori: confronto anni 2007-2019 (Fonte: ns. elaborazioni su Carta Uso del Suolo Regione Toscana, 2007, 2019)

Classificazione d'uso del suolo evoluzione 2007-2019	Sup. (ha)	Rip. %
Artificializzazione aree agricole	118.65	0.35%
Artificializzazione di aree naturali - perd. boschi e altre form. naturali	10.33	0.03%
Artificializzazione di aree naturali - perd. corpi idrici	0.20	0.00%
Messa a coltura aree artificiali	58.91	0.17%
Messa a coltura di aree naturali - perd. boschi e altre form. naturali	29.21	0.09%
Messa a coltura di superfici naturali - perd. corpi idrici	1.04	0.00%
Permanenza aree agricole	21659.10	63.03%
Permanenza aree artificiali	1961.99	5.71%
Permanenza aree naturali - aree umide	112.21	0.33%
Permanenza aree naturali - boschi e altre form. naturali	8436.70	24.55%
Permanenza aree naturali - incr. boschi e altre form. naturali, perd. corpi idrici	3.49	0.01%
Permanenza aree naturali - incr. corpi idrici, perd. boschi e altre form. naturali	5.89	0.02%
Permanenza corpi idrici	1852.98	5.39%
Rinaturalizzazione aree artificiali - incr. boschi e altre form. naturali	1.89	0.01%
Rinaturalizzazione di aree agricole - incr. boschi e altre form. naturali	109.45	0.32%
Rinaturalizzazione di aree agricole - incr. corpi idrici	2.99	0.01%
Totale complessivo	34365.04	100.00%

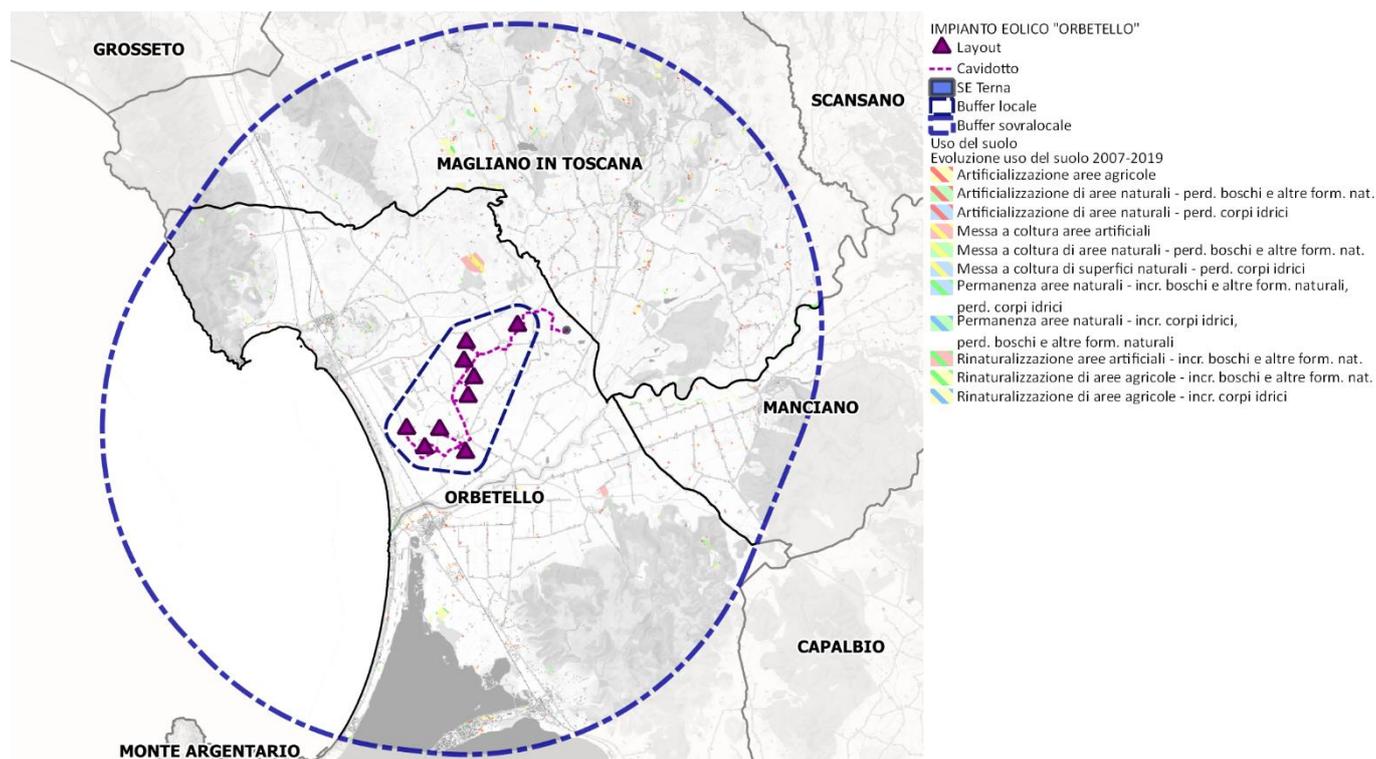


Figura 12. Evoluzione classificazione d'uso e copertura del suolo nel raggio di 10 Km dagli aerogeneratori: confronto anni 2007-2019 (Fonte: ns. elaborazioni su Carta Uso del Suolo Regione Toscana, 2007, 2019)

L'area di impianto rispecchia l'evoluzione dell'ambito sovralocale, infatti rimane prevalente l'uso agricolo del territorio (91.14% nel 2019); mentre dal 2007 al 2019 la destinazione d'uso del suolo rimane pressoché invariata, rilevando una leggera diminuzione dei seminativi (-39.59 ha; -2.90%) bilanciata dall'impianto di colture arboree (+21.63 ha; +14.59%).

Tabella 9. Confronto tra classificazione d'uso del suolo anni 2007 - 2019 nel raggio di 680 m dagli aerogeneratori (Fonte: ns. elaborazioni su Carta Uso del Suolo Regione Toscana, 2007, 2019)

Uso del Suolo	2019		2007		2019-2007	
	Sup. (ha)	Rip. %	Sup. (ha)	Rip. %	Sup. (ha)	Rip. %
1 - Territori modellati artificialmente	77.53	4.67%	77.36	4.66%	0.17	0.21%
11 - Zone urbane	31.32	1.89%	30.94	1.86%	0.39	1.24%
112 - Zone residenziali a tessuto discontinuo	31.32	1.89%	30.94	1.86%	0.39	1.24%
12 - Zone industriali, commerciali ed infrastrutture	44.01	2.65%	43.36	2.61%	0.66	1.49%
121 - Aree industriali, commerciali e servizi pubblici e privati	18.62	1.12%	17.96	1.08%	0.66	3.52%
122 - Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	25.40	1.53%	25.40	1.53%	0.00	0.00%
13 - Zone estrattive, cantieri, discariche e terreno artefatti e abbandonati	0.00	0.00%	0.88	0.05%	-0.88	-100%
133 - Cantieri, edifici in costruzione	0.00	0.00%	0.88	0.05%	-0.88	-100%
14 - Zone verdi artificiali non agricole	2.19	0.13%	2.19	0.13%	0.00	0.00%
141 - Aree verdi urbane	0.28	0.02%	0.28	0.02%	0.00	0.00%
142 - Aree ricreative e sportive	1.91	0.12%	1.91	0.12%	0.00	0.00%
2 - Superfici agricole utilizzate	1562.79	94.14%	1562.96	94.15%	-0.17	-0.01%
21 - Seminativi	1364.36	82.18%	1403.95	84.57%	-39.59	-2.90%
210 - Seminativi irrigui e non irrigui	1364.36	82.18%	1403.95	84.57%	-39.59	-2.90%
22 - Colture permanenti	148.25	8.93%	126.62	7.63%	21.63	14.59%

REGIONE TOSCANA - PROVINCIA DI GROSSETO -COMUNE DI ORBETELLO
 Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Orbetello" di potenza in immissione pari a 61,2
 MW e relative opere connesse da realizzarsi nel comune di Orbetello (Gr)
Relazione sugli interventi di ripristino, restauro e compensazione ambientale

221 – Vigneti	42.79	2.58%	39.18	2.36%	3.61	8.44%
222 – Frutteti	57.22	3.45%	50.26	3.03%	6.95	12.15%
223 – Oliveti	48.25	2.91%	37.18	2.24%	11.06	22.93%
23 - Prati stabili (foraggiere permanenti)	41.66	2.51%	26.53	1.60%	15.13	36.32%
231 - Prati stabili	41.66	2.51%	26.53	1.60%	15.13	36.32%
24 - Zone agricole eterogenee	8.53	0.51%	5.86	0.35%	2.67	31.27%
241 - Colture temporanee associate a colture permanenti	3.66	0.22%	2.77	0.17%	0.89	24.33%
242 - Sistemi colturali e particellari complessi	4.87	0.29%	3.09	0.19%	1.78	36.50%
3 - Territori boscati ed ambienti semi-naturali	16.81	1.01%	16.81	1.01%	0.00	0.00%
31 - Zone boscate	10.29	0.62%	10.29	0.62%	0.00	0.00%
311 - Boschi di latifoglie	7.53	0.45%	7.53	0.45%	0.00	0.00%
312 - Boschi di conifere	2.76	0.17%	2.76	0.17%	0.00	0.00%
32 - Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	6.53	0.39%	6.53	0.39%	0.00	0.00%
324 - Vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	6.53	0.39%	6.53	0.39%	0.00	0.00%
5 - Corpi idrici	3.02	0.18%	3.02	0.18%	0.00	0.00%
51 - Acque continentali	3.02	0.18%	3.02	0.18%	0.00	0.00%
512 - Specchi d'acqua	3.02	0.18%	3.02	0.18%	0.00	0.00%
Totale complessivo	1660.15	100%	1660.15	100%		

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Orbetello" di potenza in immissione pari a 61,2 MW e relative opere connesse da realizzarsi nel comune di Orbetello (Gr)

Relazione sugli interventi di ripristino, restauro e compensazione ambientale

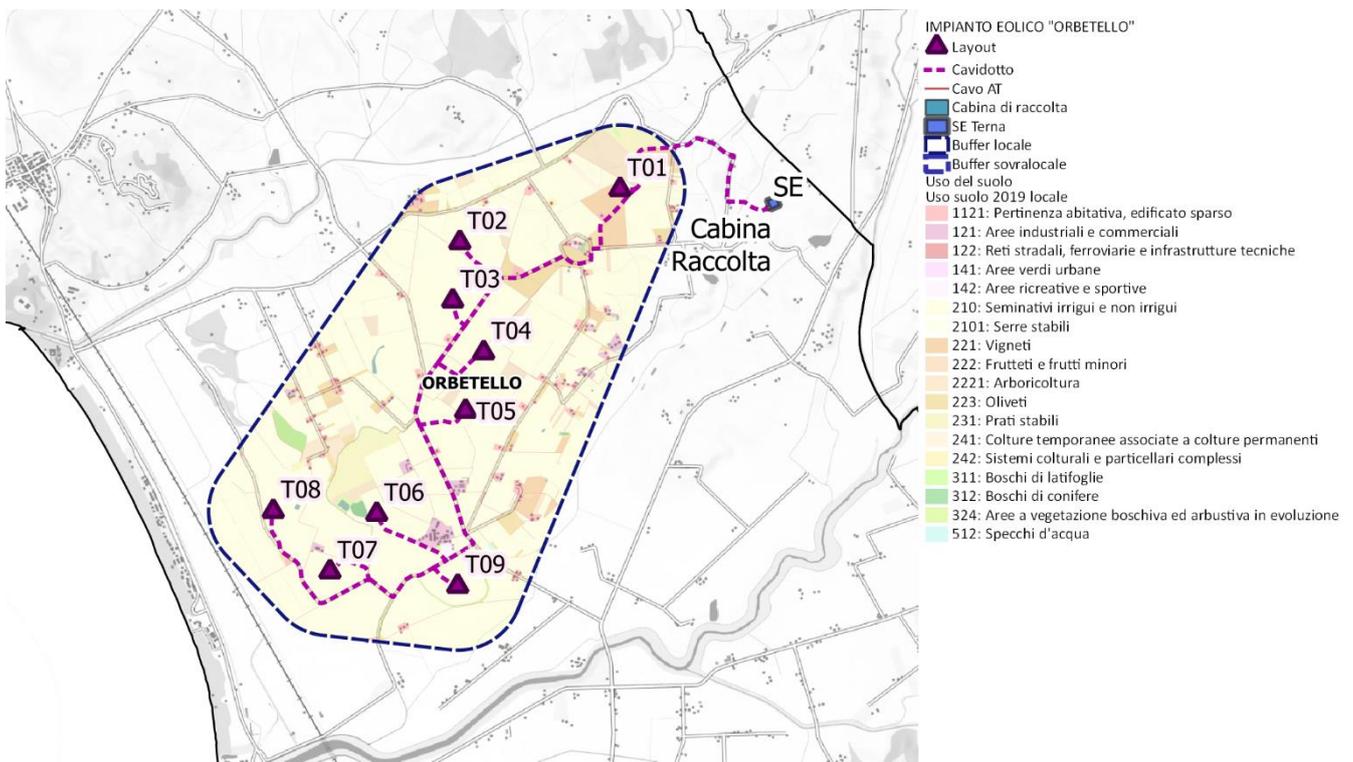
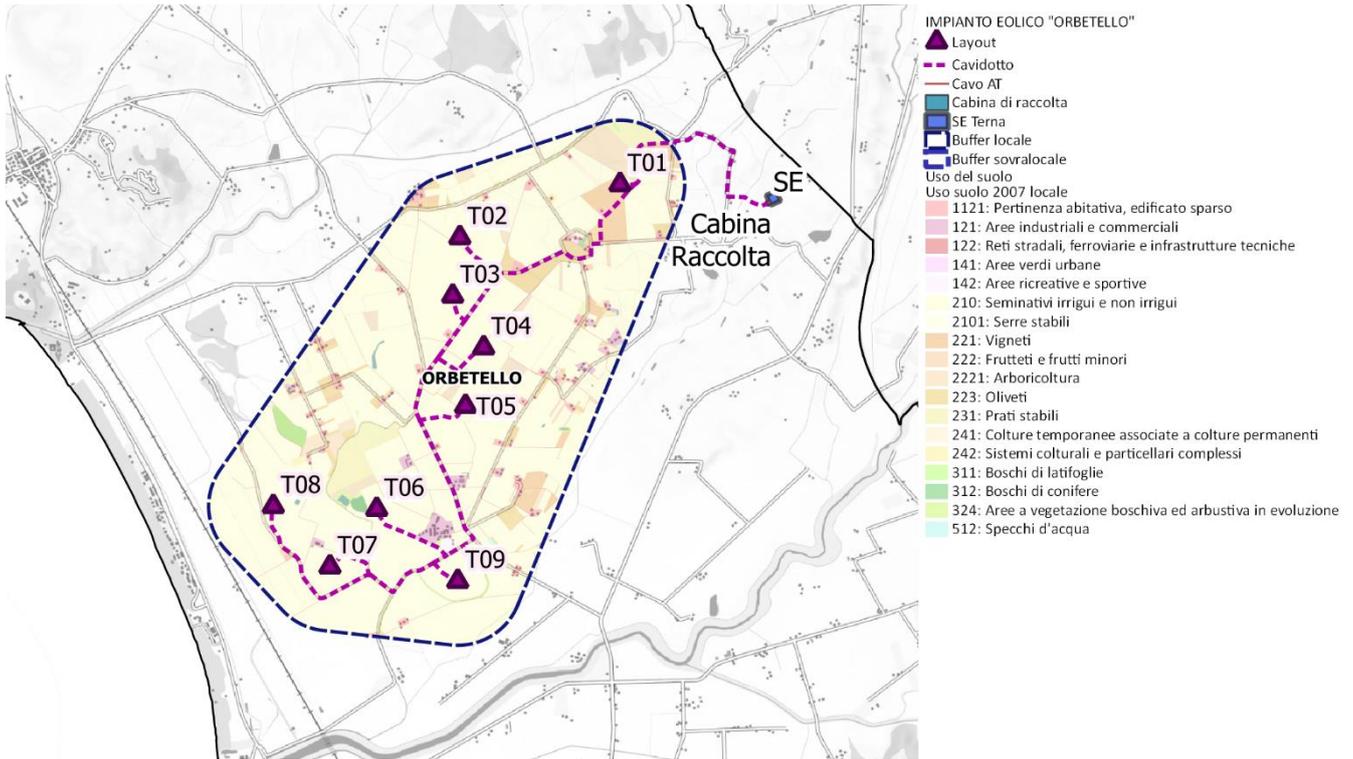


Figura 13. Classificazione d’uso del suolo nel raggio di 680 m dagli aerogeneratori: anni 2007-2019 Fonte: ns. elaborazioni su Carta Uso del Suolo Regione Toscana, 2007, 2019).

Tabella 10. Evoluzione classificazione d’uso del suolo nel raggio di 680m dagli aerogeneratori: anni 2007-2019 Fonte: ns. elaborazioni su Carta Uso del Suolo Regione Toscana, 2007, 2019).

Classificazione d'uso del suolo evoluzione 2007-2019	Sup. (ha)	Rip. %
Artificializzazione aree agricole	0.38	0.02%

Relazione sugli interventi di ripristino, restauro e compensazione ambientale

Messa a coltura aree artificiali	0.22	0.01%
Permanenza aree agricole	1562.44	94.12%
Permanenza aree artificiali	77.13	4.65%
Permanenza aree naturali - boschi e altre form. naturali	16.81	1.01%
Permanenza corpi idrici	3.01	0.18%
Totale complessivo	1660.15	100.00%

5 Consumo di suolo

5.1.1 Elaborazioni a supporto delle valutazioni di impatto

5.1.1.1 Occupazione di suolo agrario e/naturale

Nello studio di impatto ambientale, 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.

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 11. Classificazione di uso del suolo degli ingombri delle opere di progetto – fase di cantiere

Uso del suolo secondo la codifica della CTR	Area di cantiere [ha]	Cabina di raccolta [ha]	Cavidotto [ha]	Piazzole [ha]	Residui terreno [ha]	Scarpate [ha]	SE Terna [ha]	Viabilità [ha]	Totale [ha]	Rip. % Uso suolo
1 - Territori modellati artificialmente			0.59		0.07	0.2		0.6	1.46	9.78%
11 - Zone urbane			0.01			0		0	0.01	0.07%
112 - Zone residenziali a tessuto discontinuo			0.01			0		0	0.01	0.07%
12 - Zone industriali, commerciali ed infrastrutture			0.57		0.07	0.2		0.6	1.44	9.65%
121 - Aree industriali, commerciali e servizi pubblici e privati						0.05		0.05	0.1	0.67%
122 - Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche			0.57		0.07	0.15		0.55	1.34	8.98%
14 - Zone verdi artificiali non agricole			0.01						0.01	0.07%
142 - Aree ricreative e sportive			0.01						0.01	0.07%
2 - Superfici agricole utilizzate	0.37	0.11	0.35	6.72	0.57	2.26	1.35	1.73	13.46	90.15%
21 - Seminativi	0.37	0.11	0.32	6.71	0.44	2.09	1.35	1.48	12.87	86.20%
210 - Seminativi irrigui e non irrigui	0.37	0.11	0.32	6.71	0.44	2.09	1.35	1.48	12.87	86.20%
22 - Colture permanenti			0.03	0.01	0.03	0.08		0.09	0.24	1.61%
221 - Vigneti			0.03	0.01		0.05		0.03	0.12	0.80%
222 - Frutteti						0.03		0.06	0.09	0.60%
223 - Oliveti			0		0.03				0.03	0.20%
23 - Pratii			0		0.1	0.09		0.16	0.35	2.34%
231 - Prati stabili			0		0.1	0.09		0.16	0.35	2.34%
Totale [ha]	0.37	0.11	0.94	6.72	0.640	2.46	1.35	2.34	14.93	100%

Rip. % opere civili	2.47%	0.73%	6.29%	45.01%	4.28%	16.47%	9.04%	15.67%	100%
---------------------	-------	-------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	------

Le opere in progetto occupano circa 15 ha in fase di cantiere e ricadono in prevalenza su superfici agricole – in particolare seminativi irrigui e non irrigui (86.20%) e reti stradali (9.65%).

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 12. Classificazione di uso del suolo degli ingombri delle opere di progetto – fase di esercizio

Uso del suolo secondo la codifica della CTR	Area sorvolo [ha]	Cabina raccolta [ha]	Cavidotto [ha]	Piazzole [ha]	Residui [ha]	Scarpate [ha]	SE Terna [ha]	Viabilità [ha]	Totale [ha]	Rip. Uso suolo %
1 - Territori modellati artificialmente	0.11		0.05		0.11	0.19		0.48	0.94	3.57%
12 - Zone industriali, commerciali ed infrastrutture	0.11		0.05		0.11	0.19		0.48	0.94	3.57%
121 - Aree industriali, commerciali e servizi pubblici e privati						0.05		0.05	0.1	0.38%
122 - Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	0.11		0.05		0.11	0.14		0.43	0.84	3.19%
2 - Superfici agricole utilizzate	18.91	0.11	0.07	0.83	0.14	2.12	1.35	1.85	25.38	96.43%
21 - Seminativi	18.1	0.11	0.04	0.83	0.14	1.96	1.35	1.64	24.17	91.83%
210 - Seminativi irrigui e non irrigui	18.1	0.11	0.04	0.83	0.14	1.96	1.35	1.64	24.17	91.83%
22 - Colture permanenti	0.81		0.03		0	0.08		0.09	1.01	3.84%
221 - Vigneti	0.81		0.03		0	0.05		0.03	0.92	3.50%
222 - Frutteti						0.03		0.06	0.09	0.34%
23 - Classi			0						0	0.76%
231 - Prati stabili						0.08		0.12	0.2	0.76%
Totale	19.02	0.11	0.12	0.83	0.25	2.31	1.35	2.33	26.32	100%
Rip. % Opere civili	72.26%	0.41%	0.45%	3.15%	0.95%	8.77%	5.12%	8.85%	100%	

Le opere in progetto occupano circa **26.32 ha in fase di esercizio** e ricadono in prevalenza su **superfici agricole – in particolare seminativi irrigui e non (91.83%) – e da reti stradali (3.57 %)**.

5.1.1.2 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**), 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 in prevalenza su terreni originariamente coltivati a **seminativi irrigui e non** (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) ed in misura minore su **vigneti** (con un interasse di circa 1.5 m tra i filari di vite) in cui la ripresa dell'attività agricola preesistente non risulta incompatibile con la ricerca di eventuali carcasse di avifauna e chiroterri.

Le aree di sorvolo degli aerogeneratori – che hanno un peso elevato sul totale delle superfici interessate dal progetto in fase di esercizio (circa il 72%) – 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 chiroterri 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 4.6 ettari**, dei quali l'83% 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 13. Consumo di suolo in fase di esercizio

Uso del suolo secondo la codifica della CTR	Area sorvolo [ha]	Cabina raccolta [ha]	Cavidotte [ha]	Piazzole [ha]	Residui [ha]	Scarpate [ha]	SE Terna [ha]	Viabilità [ha]	Totale [ha]	Rip. Uso suolo %
1 - Territori modellati artificialmente	0.11		0.05		0.11	0.19		0.48	0.755	16.25%
12 - Zone industriali, commerciali ed infrastrutture	0.11		0.05		0.11	0.19		0.48	0.755	16.25%
121 - Aree industriali, commerciali e servizi pubblici e privati						0.05		0.05	0.046	1.00%
122 - Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	0.11		0.05		0.11	0.14		0.43	0.708	15.25%
2 - Superfici agricole utilizzate	18.91	0.11	0.07	0.83	0.14	2.12	1.35	1.85	3.891	83.75%
21 - Seminativi	18.1	0.11	0.04	0.83	0.14	1.96	1.35	1.64	3.858	83.05%
210 - Seminativi irrigui e non irrigui	18.1	0.11	0.04	0.83	0.14	1.96	1.35	1.64	3.858	83.05%
22 - Colture permanenti	0.81		0.03		0	0.08		0.09	0.033	0.71%
221 - Vigneti	0.81		0.03		0	0.05		0.03	0.033	0.71%
222 - Frutteti						0.03		0.06		
23 - Prati			0			0.08		0.12		
231 - Prati stabili						0.08		0.12		
Totale	19.02	0.11	0.12	0.83	0.25	2.31	1.35	2.33	4.646	100%
Rip. % Opere civili	72.26%	0.41%	0.45%	3.15%	0.95%	8.77%	5.12%	8.85%	100%	

5.1.1.3 Frammentazione del territorio

Il consumo di suolo indotto dall'impianto eolico in progetto, non permanente e reversibile a fine ciclo di vita, oltre agli ingombri delle opere connesse, deve contabilizzare anche la **frammentazione delle superfici coltivate o adibite ad altro uso causata dalla localizzazione degli interventi** così da adottare misure di mitigazione e compensazione volte a ridurre gli effetti di isolamento degli habitat derivanti dai cambiamenti di uso del suolo (dalle classi naturali a quelle rurali o dalle classi naturali e rurali a quelle artificiali).

La frammentazione indotta dalle opere in progetto è stata valutata calcolando, sia nello stato di fatto che nello stato di progetto, due indici:

- **Effective Mesh Size – MSIZ** (Jaeger, 2000), che rappresenta la superficie di territorio accessibile dalla fauna selvatica senza limitazioni o barriere fisiche;
- **Splitting Density – SDEN**, ossia il numero di tessere di uso del suolo (mesh) per 1000 km².

La **analisi dello stato di fatto** è stata effettuata su base dati Carta Uso del Suolo CTR (Regione Toscana, 2019) opportunamente modificata per allinearla maggiormente alle attuali condizioni di uso del suolo e di frammentazione nel raggio di 10 km dall'impianto (area sovralocale di analisi) in base ad ortofotointerpretazioni ed a sopralluoghi condotti nell'area: in particolare, si è resa necessaria l'integrazione della viabilità esistente in virtù della sostanziale omogeneità costruttiva della viabilità interpodereale con le piazzole e la viabilità di servizio dell'impianto eolico (in termini di dimensioni, materiale utilizzato per il fondo, livello di compattazione del suolo, volumi di traffico attesi, ...).

La valutazione consta delle seguenti analisi:

1. **Frammentazione indotta sulle superfici occupate da suolo naturale e non costipato** (incluse le aree agricole).

La viabilità interpodereale – benché a parere degli autori del presente documento e dell'ISPRA (2011) non costituisca una barriera al passaggio della fauna selvatica (poiché la larghezza ed i volumi di traffico sono tali da rendere trascurabile il rischio di uccisione) – è stata classificata, insieme alla viabilità di servizio dell'impianto, come elemento frammentante al pari della viabilità principale asfaltata e di tutte le aree a fondo artificiale (classe di primo livello CLC = 1) poiché diversamente l'inserimento delle opere di progetto non avrebbe determinato alcun effetto.

Le aree agricole (classi di primo livello CLC = 2) e le aree occupate da vegetazione naturale (classe di primo livello CLC = 3) sono state classificate come elementi non frammentanti, al pari dei corsi d'acqua, dei bacini d'acqua, della laguna e delle acque marittime (classe di primo livello CLC = 5).

Nella fase di progetto sono stati considerati frammentanti gli ingombri di piazzole, viabilità di servizio, stazione utente e cabina di raccolta.

Tabella 14. Analisi frammentazione

Fase	MSIZ-CBC [km²]	SDEN [n. mesh/km²]
Stato di fatto – SF	311.63	0.0032
Stato di progetto in esercizio – SPE	293.72	0.0034
Variazione SPE/SF	-6.096%	+6.094%

A livello nazionale il grado di frammentazione è monitorato attraverso l'indice **Effective mesh-density (S_{eff})**, che rappresenta il n. di meshes per 1000 km²: il territorio – utilizzando la classificazione già adottata da ISPRA (2018; 2020) – presenta una **frammentazione BASSA nello stato di fatto** ($S_{eff} = 3.2$).

La perdita di suolo agrario e naturale prodotto dall'**ingombro delle opere di progetto** (piazzole di esercizio, viabilità di progetto e stazione utente) – pari a circa 4.6 ha (calcolati nei paragrafi precedenti) – **comporta una variazione, in confronto allo stato di fatto, del -6.096% di MSIZ-CBC e dello +6.094% di SDEN, indicativi di una frammentazione indotta trascurabile e tale da non determinare un incremento di classe di frammentazione.**

2. Frammentazione sulle sole superfici occupate da vegetazione naturale.

Questo tipo di analisi rientra tra le ipotesi previste da Jaeger (2000) e risulta maggiormente indicativa per le componenti di fauna selvatica più a rischio poiché considera non frammentanti esclusivamente le formazioni vegetali naturali (nel caso di specie sono state considerate tutte le mesh rientranti nella classe di primo livello CLC = 3 ed i corsi d'acqua, i bacini d'acqua, la laguna e le acque marittime con classe di primo livello CLC = 5) in virtù della potenziale funzione di connessione ecologica.

Tabella 15. Analisi frammentazione

Fase	MSIZ-CBC [km ²]	SDEN [n. mesh/km ²]
Stato di fatto – SF	21.5939	0.04635
Stato di progetto in esercizio – SPE	21.5939	0.04635
Variazione SPE/SF	0.00%	0.00%

In tal caso – a differenza del precedente – la classificazione adottata da ISPRA (2018; 2020) non è applicabile perché è stata sviluppata ai fini delle valutazioni del rapporto tra suolo naturale e suolo artificiale/costipato.

Le opere di progetto insistono su superfici agricole, pertanto il consumo di suolo agrario di circa 4.6 ettari in fase di esercizio **non comporta una variazione della frammentazione delle aree naturali rispetto allo stato di fatto.**

L'area sovralocale – come evidenziato nelle analisi dei capitoli precedenti – è caratterizzata dalla **prevalenza di superfici agricole** (in particolare seminativi) **sui territori naturali** (in maggioranza boschi di latifoglie seguiti da formazioni arbustive e/o erbacee) con un **grado di frammentazione BASSO** (classificazione adottata da ISPRA – 2018; 2020).

Le attività di ricognizione svolte ai fini della predisposizione dello studio di impatto ambientale, oltre che le attività di monitoraggio su avifauna e chiroteri in corso, hanno rilevato diverse **discontinuità delle superfici naturali**, pertanto si propongono le seguenti **misure di ricucitura**:

- **Miglioramento e ricostituzione di habitat** nei pressi della **piana del Saragio** (nel comune di Magliano in Toscana) – distante circa 7.5 km a nord-ovest dall'impianto eolico di progetto – finalizzati ad **accelerare i processi di rinaturalizzazione già in atto e ricucire alcune interruzioni della copertura arborea/arbustiva.**

L'intervento ipotizzato, dunque, prevede la **trasformazione di seminativi estensivi** nei pressi dell'incrocio della SS 323 con la strada comunale nel territorio comunale di Magliano in Toscana (GR) – in cui, a seguito dell'abbandono dell'attività agricola, risultano già

presenti formazioni erbacee ed arbustive spontanee – **in aree a vegetazione arborea ed arbustiva in evoluzione per una superficie di circa 3.2 ha**, con la piantumazione – oltre che di specie erbacee ed arbustive autoctone – anche di siepi e fasce alberate lungo la viabilità al fine di unire i filari già presenti in loco per un totale di circa 0.7 ha;

- **Piantumazione di siepi e fasce alberate lungo viabilità e corsi d'acqua**, impiegando specie autoctone, **tra il Parco regionale della Maremma e l'area contigua del parco** nei pressi della SS 1 – distante circa 7 km a nord dell'impianto di progetto – volta a ricucire alcune interruzioni della superficie arborea ed arbustiva (**1.3 ha**);
- **Piantumazione di siepi e fasce alberate lungo la viabilità**, impiegando specie autoctone, all'**incrocio tra la SP 56 San Donato e la SP 144 Melosella** – a circa 1.5 km a nord dell'area di impianto – al fine di ricucire alcune interruzioni della superficie arborea ed arbustiva (**1.3 ha**);

Tutti gli interventi prevedono anche la **predisposizione di tombini al di sotto delle sedi stradali** che consentano il passaggio della fauna terrestre in modo da **ripristinare la funzionalità delle fasce arboree/arbustive in termini di corridoi ecologici tra aree naturali**.

Il progetto ipotizza anche, come misura di compensazione, il **riutilizzo del terreno vegetale in esubero** prodotti dalle operazioni di scotico e dagli scavi in corso d'opera **nella rinaturalizzazione di una cava dismessa o di eventuali aree degradate, come l'area dell'ex Sitoco (di circa 6 ettari)**, scelte dai comuni interessati dall'intervento.

Si sottolinea che in questa fase si provvederà ad una prima ipotesi per la realizzazione degli interventi, lasciando chiaramente al progetto esecutivo l'onere di individuare puntualmente tutti gli aspetti necessari alla realizzazione dell'opera a regola d'arte.

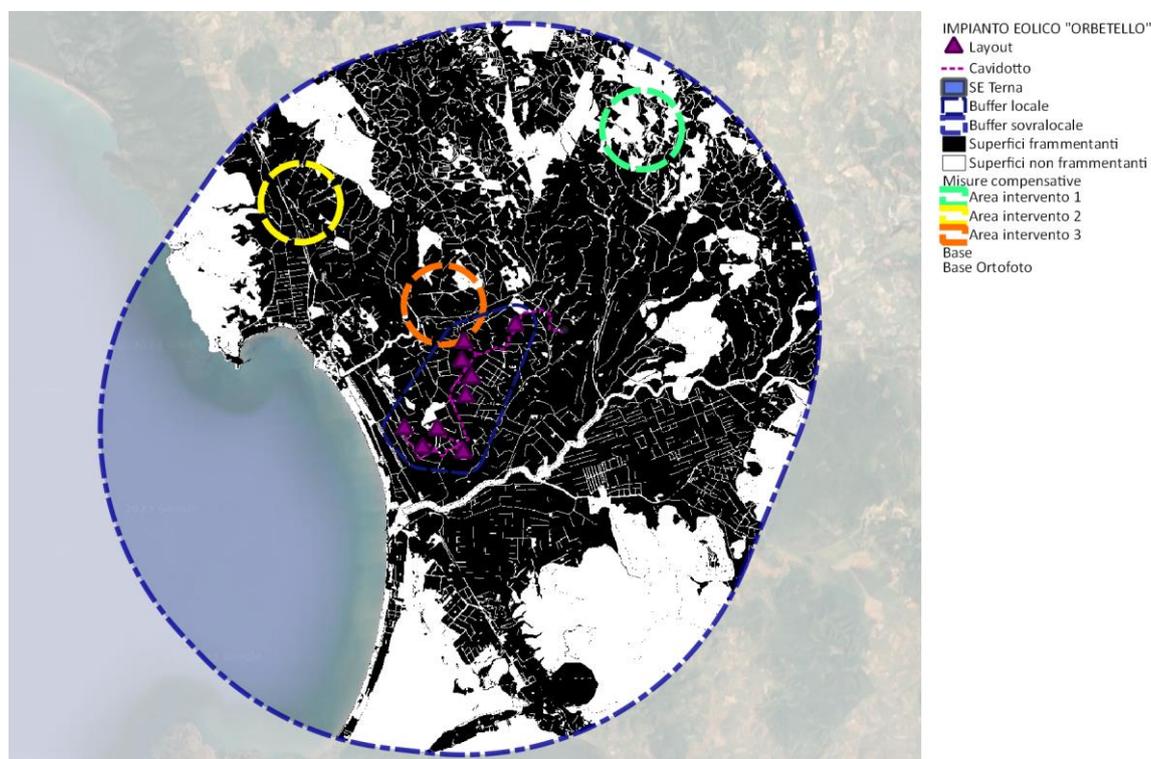


Figura 14. interventi ipotizzati di miglioramento habitat e di ricucitura sulle superfici naturali

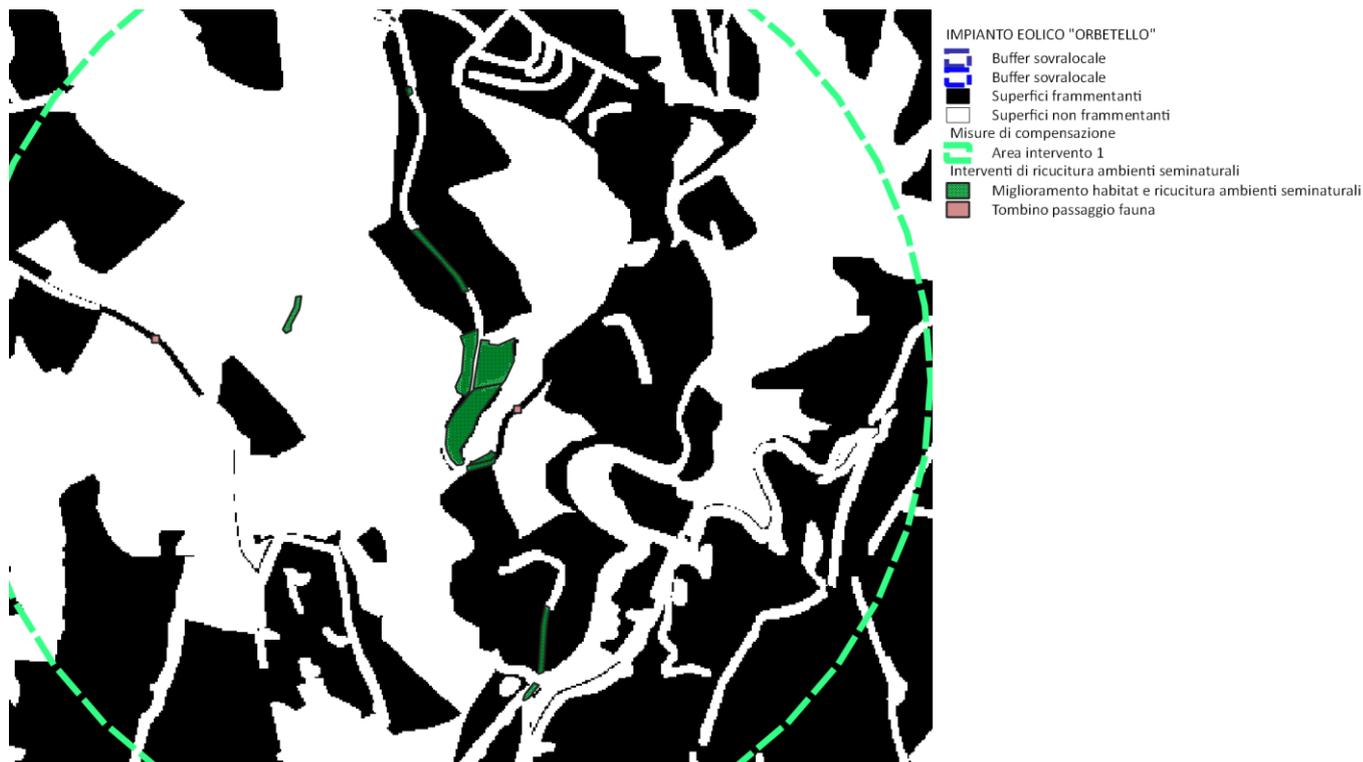


Figura 15. Area intervento 1: Valutazione dell'effetto deframmentante degli interventi ipotizzati di miglioramento habitat e di ricicatura sulle superfici naturali



Figura 16. Area intervento 2: Valutazione dell'effetto deframmentante degli interventi ipotizzati di miglioramento habitat e di ricicatura sulle superfici naturali

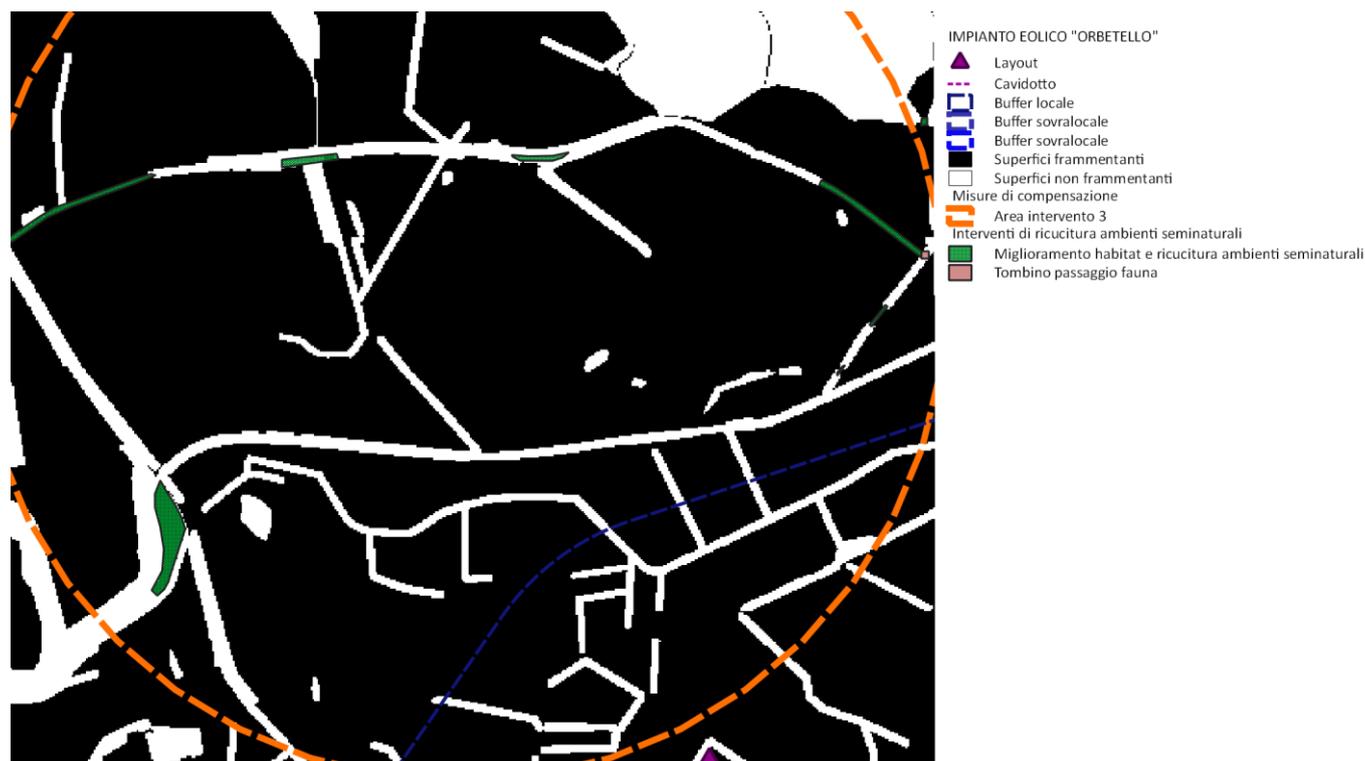


Figura 17. Area intervento 3: Valutazione dell'effetto deframmentante degli interventi ipotizzati di miglioramento habitat e di ricicatura sulle superfici naturali

L'efficacia degli interventi ipotizzati in termini di deframmentazione delle superfici naturali è stata valutata con la metodologia precedente, confrontando gli eventuali effetti indotti dal progetto in fase di esercizio insieme agli interventi di miglioramento (SPE+Migl) rispetto allo stato di fatto (SF).

Tabella 16. Analisi frammentazione

Fase	MSIZ-CBC [km ²]	SDEN [n. mesh/km ²]
Stato di fatto – SF	21.5938	0.04634
Stato di progetto in esercizio – SPE	21.5938	0.04634
Stato di progetto in esercizio + Interventi di miglioramento – SPE+Migl	28.8570	0.03468
Variazioni SPE+Migl/ SF (SPE)	+25.2%	-33.6%

Gli interventi di miglioramento di habitat e di ricicatura delle superfici naturali diminuiscono la frammentazione degli ambienti naturali presenti nell'area di analisi, registrando un incremento di MSIZ-CBC pari a 25.2% ed una riduzione di SDEN pari a 33.6% rispetto allo stato di fatto (equivalente allo stato di progetto in quanto l'impianto previsto insiste su superfici agricole): i valori degli indici sono il risultato di una simulazione, pertanto vanno considerati in termini relativi più che assoluti, tuttavia evidenziano che **interventi anche di piccola entità (come la predisposizione di tombini in corrispondenza di uno svincolo stradale) possono incidere significativamente sulla frammentazione del territorio, connettendo ampie superfici naturali e, dunque, consentendo il passaggio della fauna terrestre..**

6 Descrizione degli ecosistemi e degli elementi naturalistici e paesaggistici di pregio

6.1 Areali di produzione delle colture di pregio

La Toscana vanta un vasto panorama di prodotti agroalimentari di qualità che rappresenta identificazione culturale, sviluppo economico e sociale.

L'area oggetto di analisi si caratterizza per alcune produzioni agroalimentari di qualità (dati da <https://www.qualigeo.eu/> e da <https://www502.regione.toscana.it/geoscopio/vinidopigp.html>):

- il territorio regionale della Toscana è zona di produzione dei seguenti prodotti:
 - Vino Toscana IGP;
 - Vino DOCG Morellino di Scansano;
 - Olio EVO Toscano IGP;
 - Pecorino toscano DOP;
 - Finocchiona IGP;
 - Prosciutto toscano DOP;
 - Mortadella Bologna IGP;
 - Salamini italiani alla cacciatora DOP;
 - Cinta Senese DOP;
 - Agnello del Centro Italia IGP;
 - Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale IGP;
 - Cantuccini Toscani IGP;
 - Pane Toscano DOP;
- il territorio provinciale di Grosseto è caratterizzato dalla produzione dei seguenti prodotti:
 - Vino bianco Ansonica Costa dell'Argentario DOP;
 - Vino Capalbio DOP.
 - Vino Costa Toscana IGP;
 - Pecorino romano DOP.

Le opere di progetto insistono su superfici destinate a seminativi (Carta Uso e Copertura del Suolo, 2019 – Fonte: geoscopio regione Toscana) ad eccezione della piazzola di montaggio dell'aerogeneratore T01 e della viabilità di accesso all'aerogeneratore T01 che insistono marginalmente su un vigneto, tuttavia gli esemplari di vite interferenti saranno espianati e ripiantumati in loco all'ultimazione delle attività di cantiere o in area limitrofa a scelta del proprietario del fondo, garantendo così la compatibilità del progetto con le esigenze di tutela delle produzioni agricole di pregio.

6.2 Dettaglio delle sovrapposizioni con il progetto

Le opere legate alla realizzazione del parco eolico "Orbetello" interessano aree classificate come superfici agricole utilizzate - costituite quasi esclusivamente da seminativi - e solo marginalmente vigneti (come dettagliato nell'elaborato "Relazione pedo-agronomica").

In particolare:

- L'**aerogeneratore T01** e le opere ad esso connesse ricadono prevalentemente su seminativi, sebbene una piccola parte di un vigneto, pari a poco meno di 60 m², è coinvolta nella realizzazione delle piazzole di montaggio e, al termine delle operazioni di

cantiere, verrà prontamente ripristinata secondo le indicazioni riportate nei successivi paragrafi. La porzione di terreno seminativo oggetto di occupazione in fase di esercizio, invece, è stata già computata quale consumo di suolo e, di conseguenza, interamente compensata nel rapporto di 1:1.

Anche la porzione interessata dall'adeguamento della viabilità in fase di cantiere lambisce senza interessare direttamente una porzione di imboschimento – terreno interessato da arboricoltura da legno, come riportato sulla carta di uso del suolo.

Per quanto attiene la porzione dell'area di sorvolo che interseca il vigneto si ritiene che non vi sia alcuna interferenza con le normali attività di survey, legate alla ricerca di eventuali carcasse di uccelli e chiropteri necessarie alla realizzazione del monitoraggio.



Figura 18. Panoramica dell'area interessata dalle opere per la realizzazione dell'aerogeneratore T01



Figura 19. Uso del suolo (Regione Toscana, 2019) in corrispondenza delle opere a servizio e aerogeneratore T01.

L'**aerogeneratore T02** e le opere ad esso connesse ricadono esclusivamente su **seminativi**, tuttavia la realizzazione della pista di servizio comporta la rimozione di 10 piante appartenenti alla specie *Cupressus sempervirens* var. *stricta*, che verranno compensate in rapporto 1:10, oltre il consumo di suolo della porzione occupata in fase di esercizio e non ripristinabile a fine lavori di realizzazione delle opere, interamente compensata con rapporto 1:1 ed una piccola porzione ripristinata al termine dei lavori ma non più coltivabile poiché residuale.

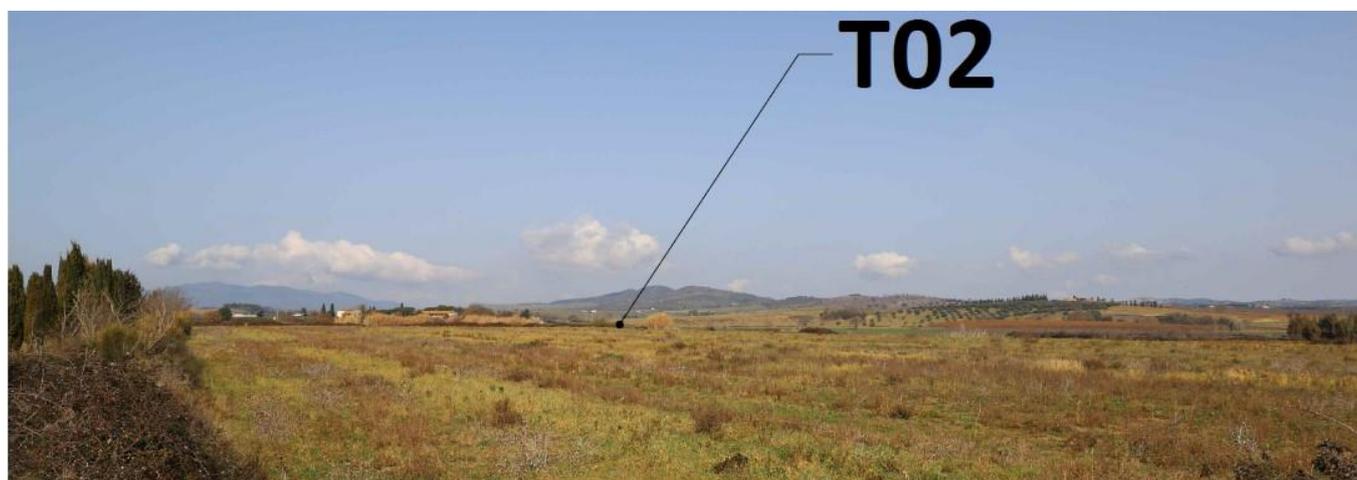


Figura 20. Panoramica dell'area interessata dalle opere per la realizzazione dell'aerogeneratore T02

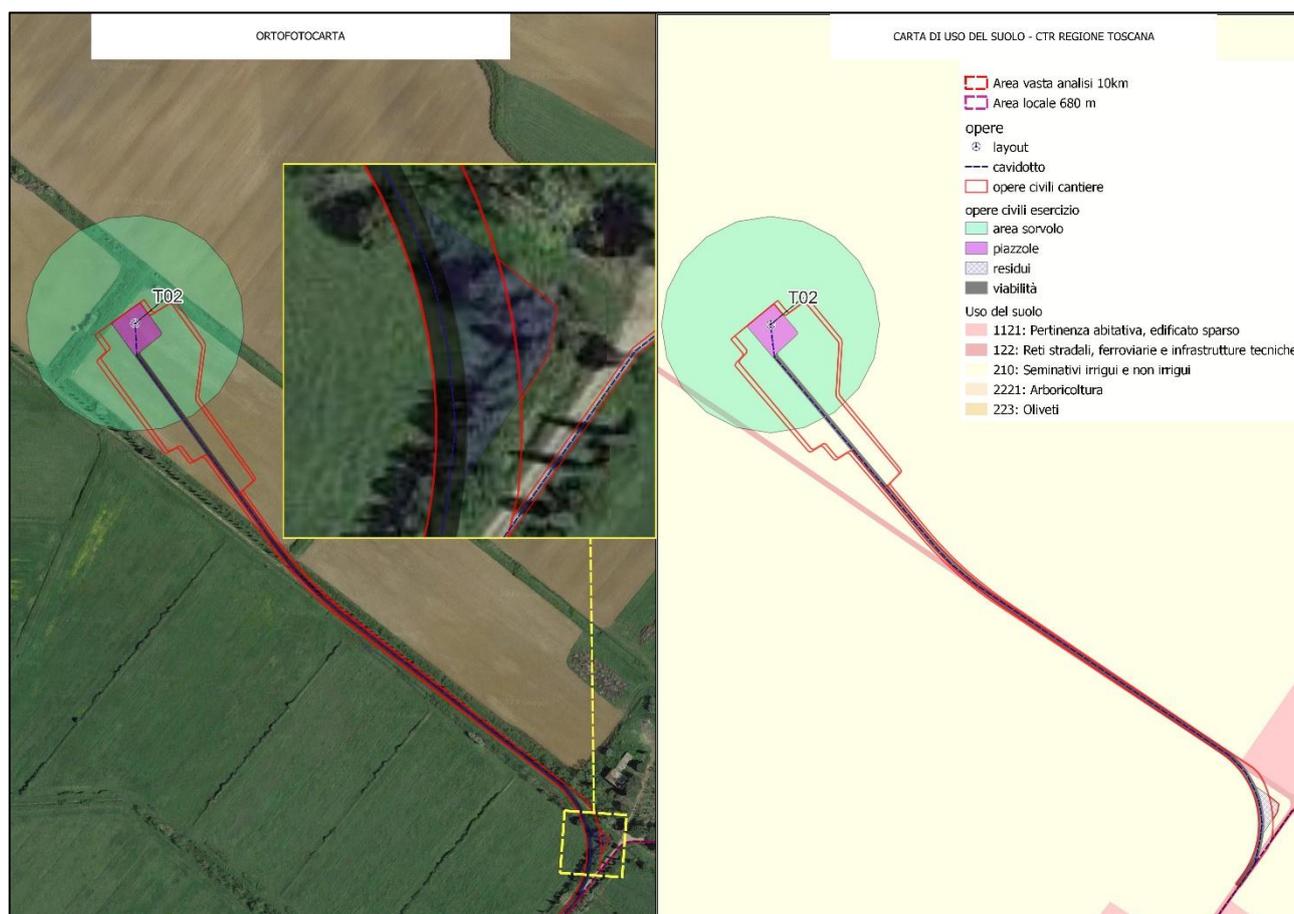


Figura 21. Uso del suolo (Regione Toscana, 2019) in corrispondenza delle opere a servizio e aerogeneratore T02.

- L'**aerogeneratore T03**, e le opere ad esso connesse ricadono, secondo la codifica Corine Land Cover, esclusivamente su seminativi (irrigui e non irrigui). L'area di sorvolo intercetta un piccolo tratto di canale irriguo che, da quanto deducibile dall'analisi dell'ortofoto, è caratterizzato dalla presenza di un tratto di vegetazione ripariale. La porzione interessata è piuttosto esigua, ed il terreno risulta generalmente libero da vegetazione o tutt'al più caratterizzato da vegetazione per una porzione contenuta, tale da consentire senza problemi le azioni legate alla vigilanza dell'area.



Figura 22. Panoramica dell'area interessata dalle opere per la realizzazione dell'aerogeneratore T03



Figura 23. Uso del suolo (Regione Toscana, 2019) in corrispondenza delle opere a servizio e aerogeneratore T03.

- L'**aerogeneratore T04** e le opere ad esso connesse ricadono esclusivamente su **seminativi**, tuttavia la realizzazione della pista di servizio comporta la rimozione di 1 albero, che verrà compensato in rapporto 1:10, oltre il consumo di suolo della porzione occupata in fase di esercizio e non ripristinabile a fine lavori di realizzazione delle opere, interamente compensata con rapporto 1:1.



Figura 24. Panoramica dell'area interessata dalle opere per la realizzazione dell'aerogeneratore T04



Figura 25. Uso del suolo (Regione Toscana, 2019) in corrispondenza delle opere a servizio e aerogeneratore T04.

- L'**aerogeneratore T05** e le opere ad esso connesse ricadono, secondo la codifica Corine Land Cover, esclusivamente su seminativi (irrigui e non irrigui). L'area di sorvolo intercetta un piccolo tratto di canale irriguo che, da quanto deducibile dall'analisi dell'ortofoto, è caratterizzato dalla presenza di un tratto di vegetazione ripariale. La porzione interessata è piuttosto esigua, ed il terreno risulta generalmente libero da vegetazione o tutt'al più caratterizzato da vegetazione per una porzione contenuta, tale da consentire senza problemi le azioni legate alla vigilanza dell'area. Il consumo di suolo della porzione occupata in fase di esercizio e non ripristinabile a fine lavori di realizzazione delle opere verrà, come anche per gli altri casi, interamente compensato con rapporto 1:1; così come eventuali residui generati come, ad esempio, accade per l'aerogeneratore T08.

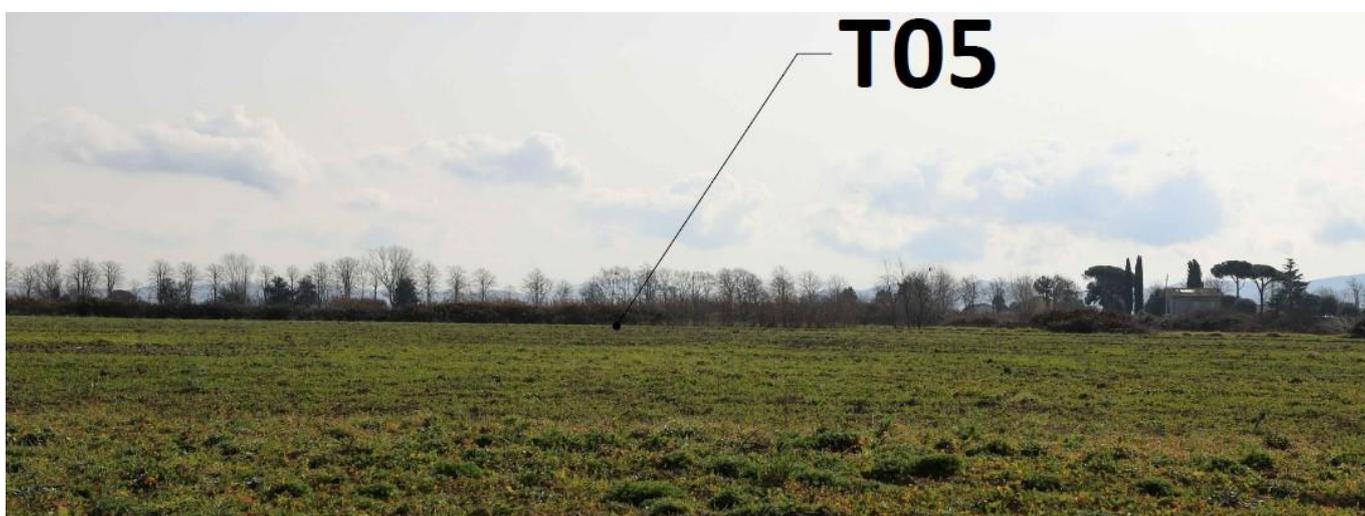


Figura 26. Panoramica dell'area interessata dalle opere per la realizzazione dell'aerogeneratore T05

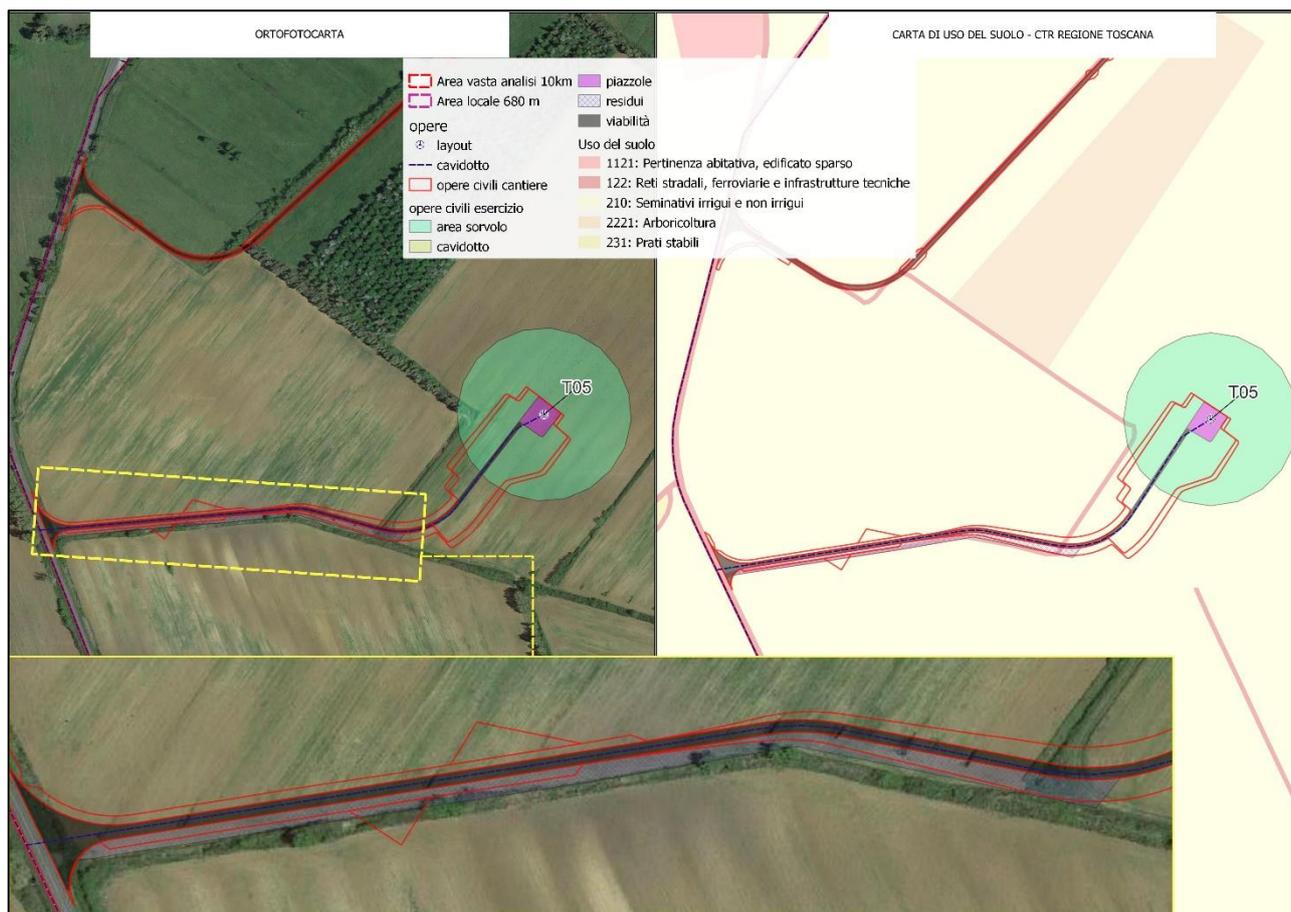


Figura 27. Uso del suolo (Regione Toscana, 2019) in corrispondenza delle opere a servizio e aerogeneratore T05.

- Gli **aerogeneratori T06, T07, T08 e T09, la banina di raccolta e la stazione elettrica (SE Terna)** e le opere ad essi connesse che ricadono, secondo la codifica Corine Land Cover, esclusivamente su seminativi (irrigui e non irrigui). Anche in questo caso, come per le altre condizioni analoghe, il consumo di suolo della porzione occupata in fase di esercizio e non ripristinabile a fine lavori di realizzazione delle opere verrà interamente compensato con rapporto 1:1.



Figura 28. Panoramica dell'area interessata dalle opere per la realizzazione dell'aerogeneratore T06

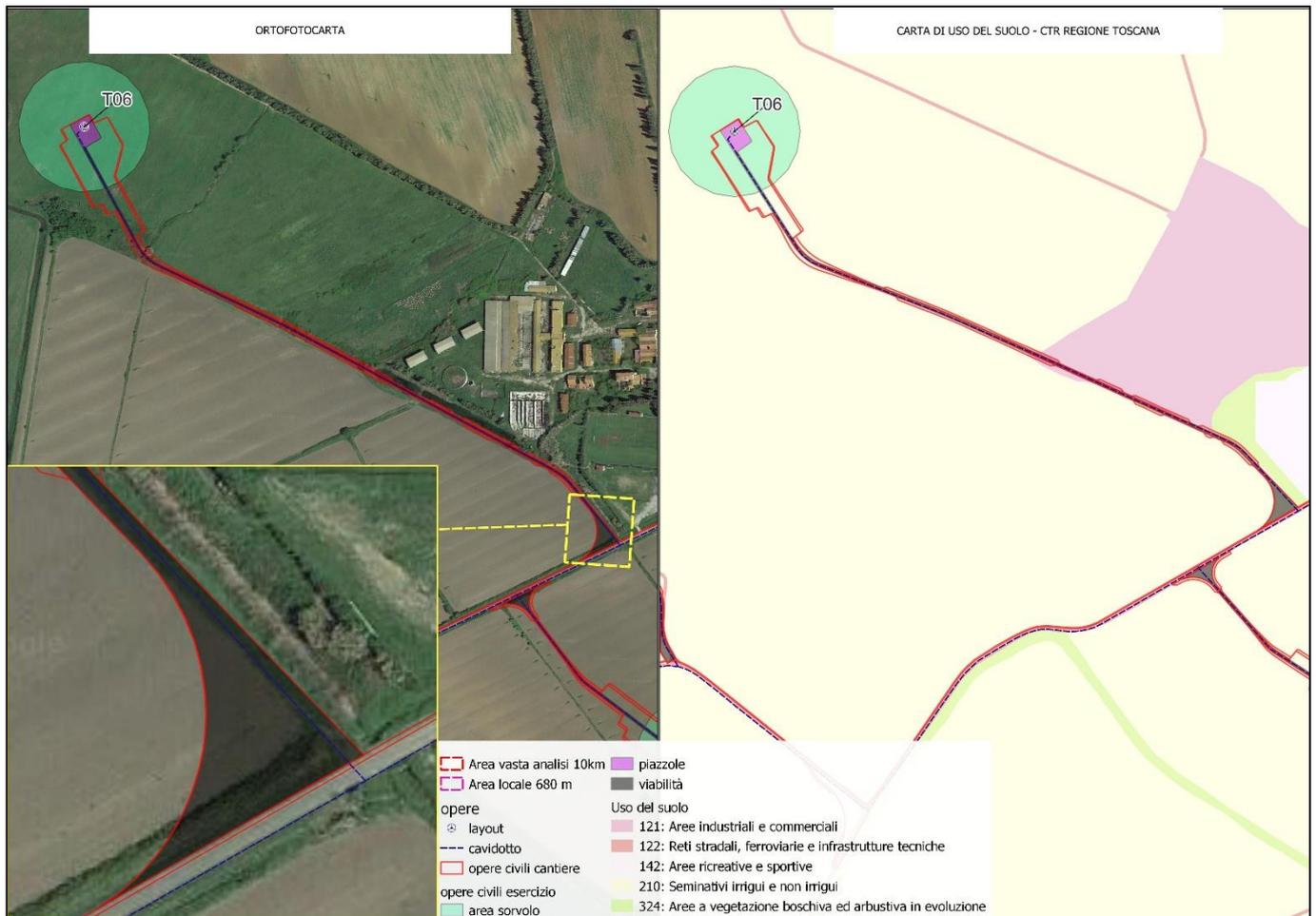


Figura 29. Uso del suolo (Regione Toscana, 2019) in corrispondenza delle opere a servizio e aerogeneratore T06.



Figura 30. Panoramica dell'area interessata dalle opere per la realizzazione dell'aerogeneratore T07

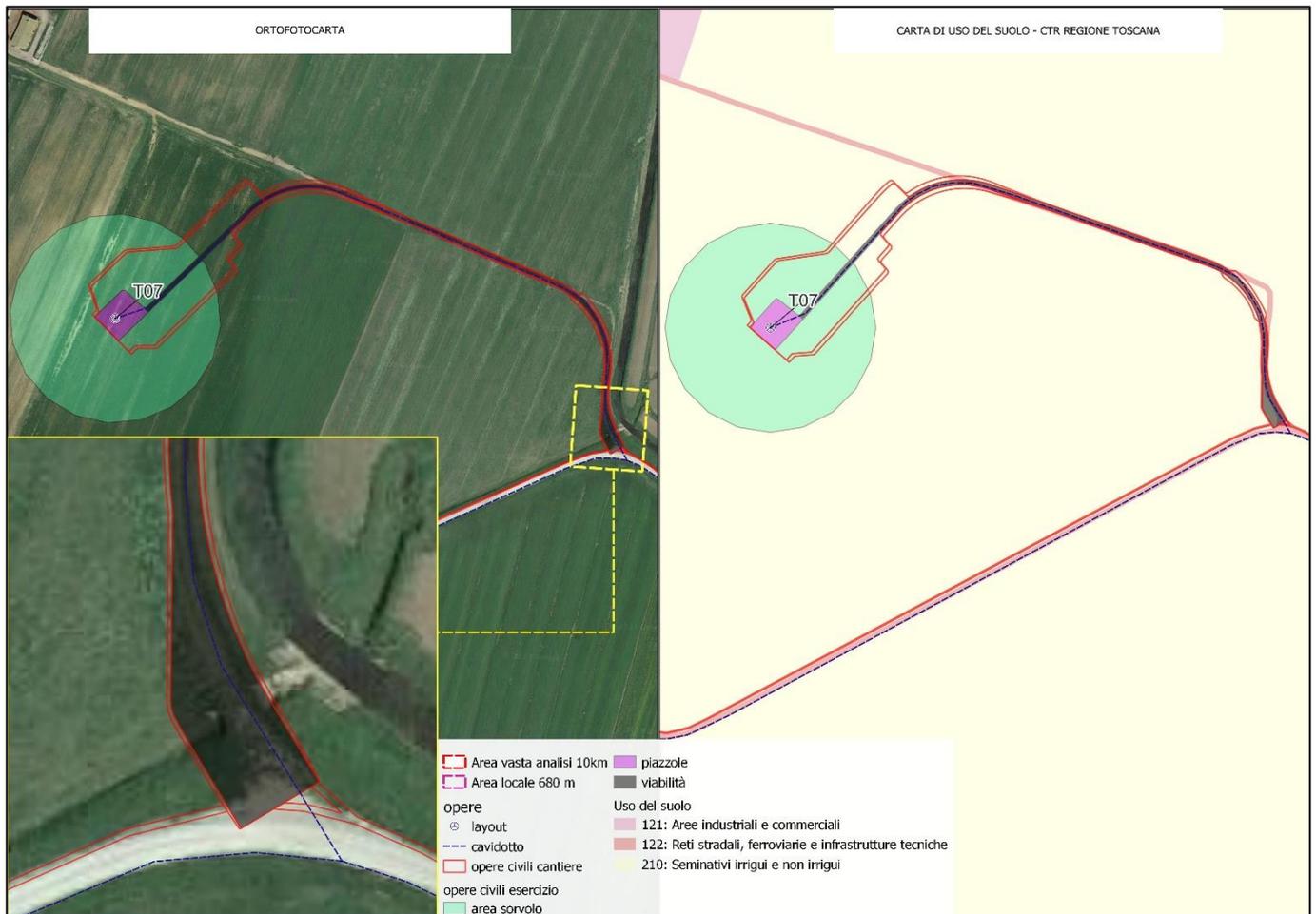


Figura 31. Uso del suolo (Regione Toscana, 2019) in corrispondenza delle opere a servizio e aerogeneratore T07.



Figura 32. Panoramica dell'area interessata dalle opere per la realizzazione dell'aerogeneratore T08

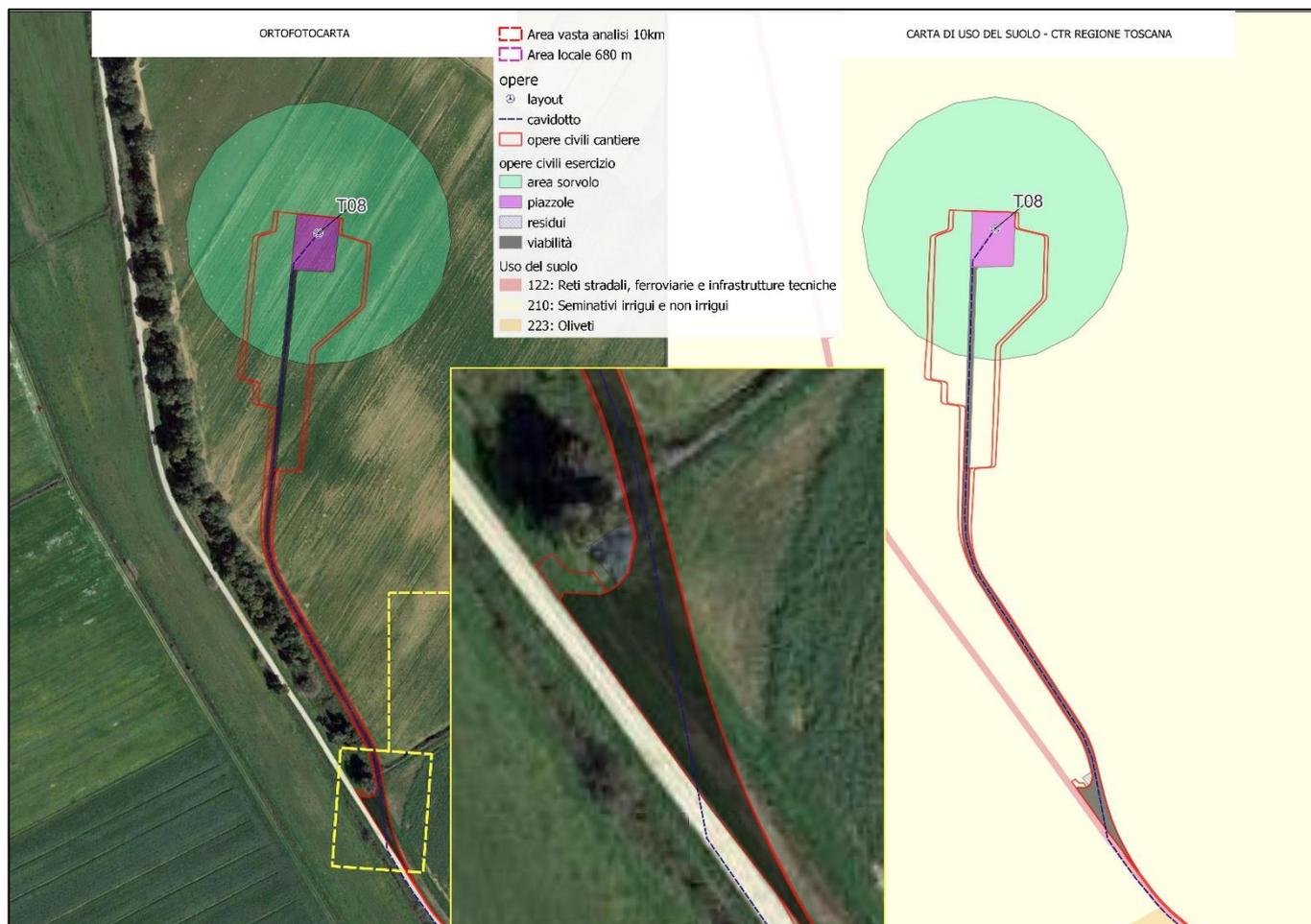


Figura 33. Uso del suolo (Regione Toscana, 2019) in corrispondenza delle opere a servizio e aerogeneratore T08.



Figura 34. Panoramica dell'area interessata dalle opere per la realizzazione dell'aerogeneratore T09



Figura 35. Uso del suolo (Regione Toscana, 2019) in corrispondenza delle opere a servizio e aerogeneratore T09.

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Orbetello" di potenza in immissione pari a 61,2 MW e relative opere connesse da realizzarsi nel comune di Orbetello (Gr)
Relazione sugli interventi di ripristino, restauro e compensazione ambientale



Figura 36. Panoramica dell'area interessata dalle opere per la realizzazione della cabina di raccolta e della Stazione Elettrica.

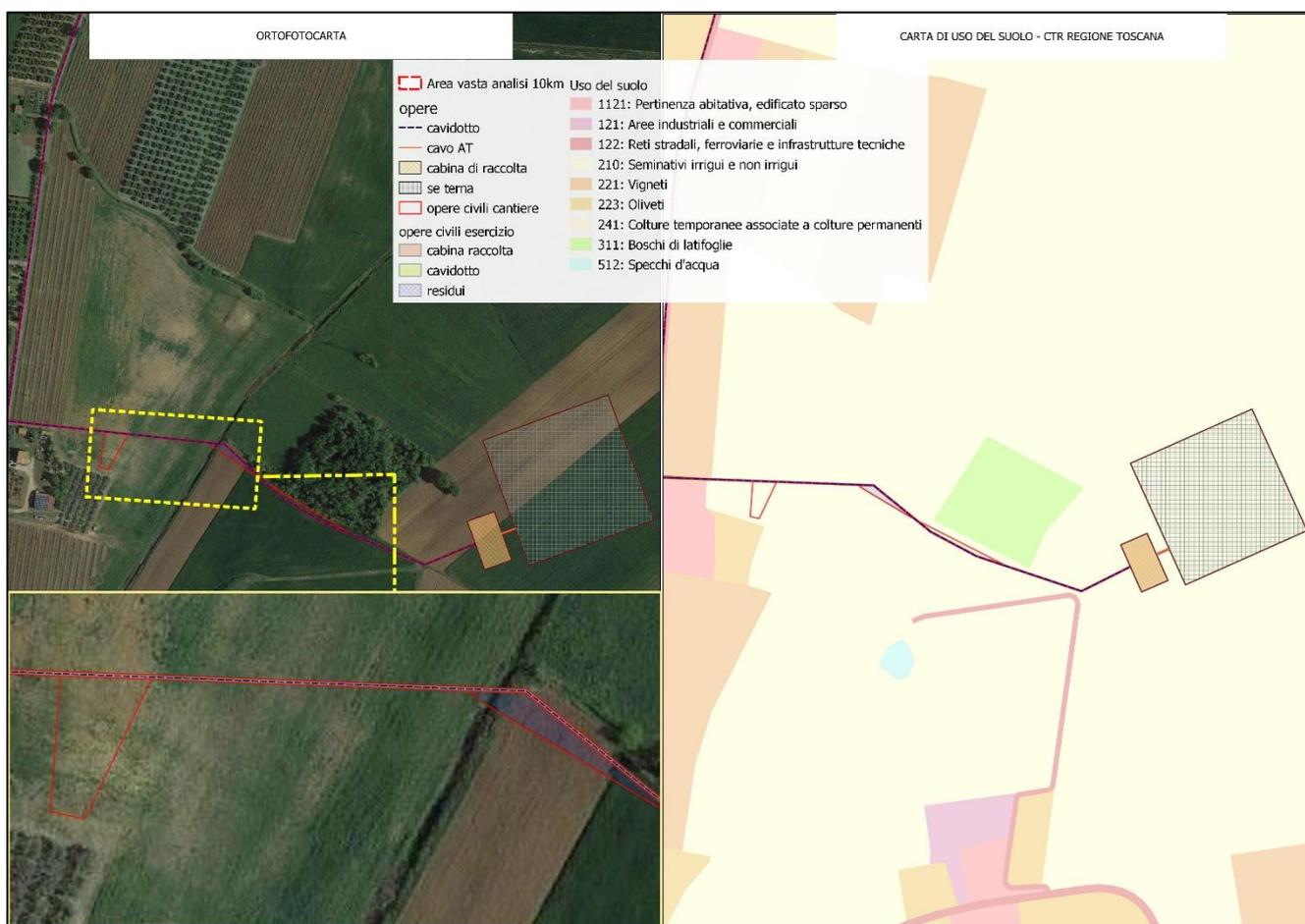


Figura 37. Uso del suolo (Regione Toscana, 2019) in corrispondenza delle opere a servizio della cabina di raccolta e della Stazione Elettrica.

6.3 Analisi della sovrapposizione delle opere a colture di pregio

Da quanto sin qui riportato si è rilevato il coinvolgimento di una piccolissima porzione di vigneto (meno di 60m²), per la quale è previsto espianto e reimpianto per un periodo pari alla fase di cantiere.

Al fine di verificare il pieno rispetto dei dettami del punto 16.4 – D.M. 10.09.2010 del Ministero dello sviluppo economico, è necessario che ...*omissis* "Nell'autorizzare progetti localizzati in zone agricole caratterizzate da produzioni agro-alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali) e/o di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico-culturale, deve essere verificato che l'insediamento e l'esercizio dell'impianto non comprometta o interferisca negativamente con le finalità perseguite dalle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali, alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale" ... *omissis*.

Dalle analisi condotte e dalle informazioni in nostro possesso, si deduce che non vi sono in alcun modo interferenze con oliveti e vigneti di pregio, o nel caso sono assolutamente trascurabili: le uniche interferenze si riferiscono ad un tratto di vigneto di 60m² ripristinato al termine delle operazioni di cantiere.

7 Gestione del suolo agrario e del topsoil

7.1 Valutazione ante operam

7.1.1 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.

L'analisi della capacità del suolo 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.

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 stato 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.

Grazie all'analisi effettuata, è possibile valutare anche l'eventuale reimpiego di porzioni di suolo asportate durante la fase di cantiere, da utilizzare in eventuali azioni di ripristino o di compensazione ambientale, queste ultime spesso coincidenti con recupero di aree fortemente degradate da un punto di vista ambientale, come cave, discariche o aree alterate dall'azione antropica.

A tal fine si è posta maggiore attenzione nella porzione di area vasta coincidente con l'area di sito, ovvero area che ospitando gli aerogeneratori, sarà oggetto di asportazione di suolo agrario potenzialmente riutilizzabile.

Facendo riferimento a questa porzione di territorio si evince che tutta l'area di sito è caratterizzata da suoli con caratteristiche compatibili alla coltivazione, poiché tutti ricompresi nelle classi da I a III.

Tabella 17. Individuazione delle classi di capacità di uso del suolo e delle limitazioni riscontrate nell'area locale (Fonte: ns. elaborazione su dati <https://www.regione.toscana.it/-/pedologia>).

Classe capacità uso del suolo e limitazioni riscontrate	area (ha)	area (%)
I	371,94	22,4%
II sw	713,12	43,0%

III se	11,42	0,7%
III sw	563,52	33,9%
Totale complessivo	1660,01	100,0%

Ove presenti, le limitazioni fanno sempre riferimento ad intrinseche capacità pedologiche ("s"), e nella maggior parte dei casi e limitazioni legate al drenaggio o al rischio di inondazioni ("w").

7.1.2 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). 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 38. 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.

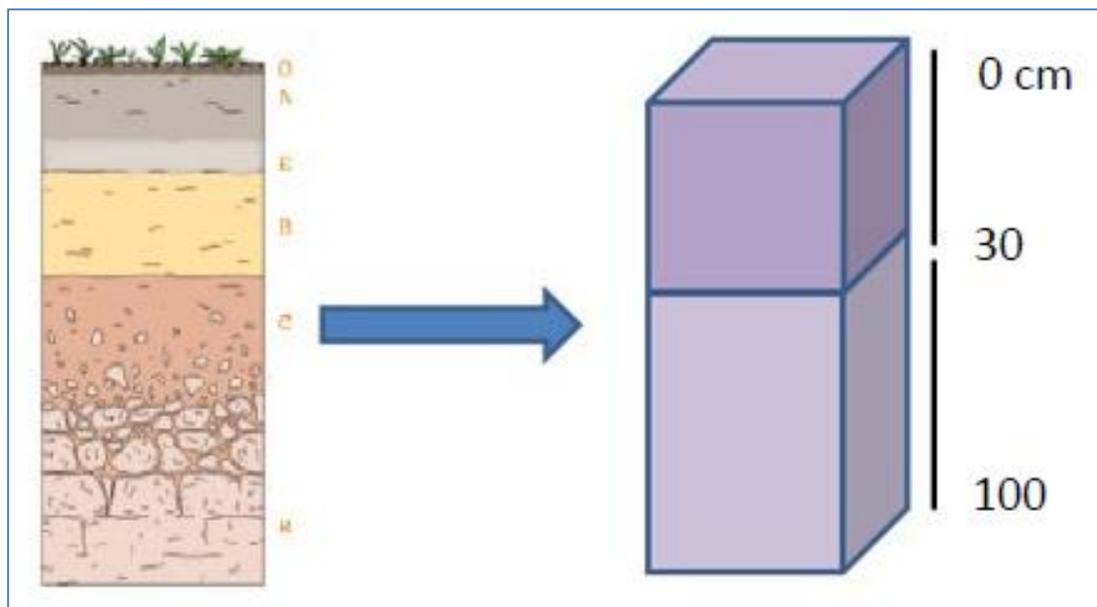


Figura 38. Schema semplificato per la ricostituzione del suolo. (in Meloni et al., 2019)

Vale la pena sottolineare che nella maggior parte dei casi, al termine dei lavori i suoli 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.).

7.1.3 Gestione del suolo durante la fase di cantiere

Valutata la possibilità di reimpiegare il suolo che, dalle analisi pregresse, risulta avere interesse agro-forestale, 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, fundamentalmente, 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 misure di seguito elencate:

- **Impiego di macchinari con caratteristiche tali da ridurre fenomeni di costipamento del suolo.** Tale aspetto è particolarmente importante nelle aree in cui verranno installate le piazzole degli aerogeneratori al fine di garantire la successiva coltivazione.
- **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 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;
- **Asportazione e conservazione del suolo agrario:**
 - questa fase deve tener conto, fundamentalmente, 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.
- **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).

7.1.4 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:

- **Eliminazione residui di lavorazione presenti** e dell'eventuale materiale protettivo posato sulla superficie degli orizzonti minerali;
- **Dissodamento del suolo** attraverso uno scasso fino a 60 – 80 cm al fine di creare una macro-porosità in grado di permettere una buona circolazione dell'aria e dell'acqua per un corretto sviluppo delle radici;
- **De-compattamento del suolo**, mediante l'impiego di un ripper montato su trattore, da effettuarsi solo in caso sia presente suolo molto compatto;
- **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. Ciò potrà essere evitato nell'area di installazione dei pannelli, a patto che se ne sia evitato il deterioramento mediante opportuni accorgimenti**) 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;

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.

8 Interventi di ripristino ambientale

Gli interventi di ripristino ambientale fanno fundamentalmente riferimento alle aree occupate temporaneamente durante la fase di cantiere.

Gli interventi sono caratterizzati dal susseguirsi di due fasi distinte:

- ricollocazione del terreno in esubero proveniente dalla fase di esercizio, all'interno delle zone individuate;
- piantumazione di specie arboree nettariifere.

Al termine dei lavori saranno disponibile circa 27760 m³ di terreno provenienti dalla rimozione dello strato superficiale di terreno vegetale, con uno spessore di 50 cm;

Il suolo agrario rinveniente dalla realizzazione delle opere funzionali alla fase di esercizio verrà impiegato negli interventi compensativi, specie per eventuali pareggiamenti ed adeguamenti del livello del terreno posto tra le porzioni di aree naturali da riconnettere.²

A tal fine sono stati effettuati appositi sopralluoghi, tesi all'analisi della consistenza e tipologia delle formazioni da ripristinare al termine delle operazioni di cantiere, con le modalità di seguito specificate.

8.1 Ripristino dei seminativi

Le aree da ripristinare occupate dai seminativi fanno riferimento principalmente:

- alle aree corrispondenti all'occupazione temporanea in fase di cantiere;
- agli adeguamenti della viabilità esistente;
- alla porzione del cavodotto non a ridosso della viabilità esistente.

Circa il 90% dei seminativi occupati temporaneamente verranno ripristinati, riportandoli all'originaria destinazione di aree agricole o procedendo con una loro conversione in aree naturali.

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 medesimi 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 costipamento 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

² Qualora le condizioni del suolo presente nelle aree di intervento dovesse risultare già di per sé fruibile, il suolo agrario asportato per far posto alla viabilità ed alle piazzole dell'impianto sarà destinato ad altro tipo di recupero, come ad esempio interventi di sistemazione a verde di parchi e aree urbane, cave dismesse e non ripristinate, aree marginali con fondo artificiale non più utilizzate.

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 obiettivo miglioramento qualitativo. Il terreno, opportunamente pareggiato, sarà ulteriormente ammendato mediante impiego di concimazione (preferibilmente concime organico – letame maturo) e quindi oggetto di coltivazione o impiego per pascolo. Il pascolo verrà realizzato mediante 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)³.

Per una miscela ottimale, vanno ad ogni modo considerati i seguenti fattori:

- 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.

8.2 Rinverdimento delle aree a margine delle infrastrutture funzionali alla fase di esercizio

La realizzazione di inerbimento previa costituzione di cotico erboso ha fondamentale funzione di protezione superficiale del terreno, al fine di evitare l'insorgere di fenomeni di erosione del suolo e di ruscellamento superficiale dell'acqua. Tale azione si esplica particolarmente a vantaggio delle infrastrutture realizzate. L'azione antierosiva si verifica sia a livello di apparato epigeo, sia ipogeo, mediante protezione del terreno dagli effetti dannosi derivanti da forze meccaniche (pioggia battente, grandine, erosione idrica, erosione eolica, ecc.), in seguito all'assorbimento di parte dell'energia cinetica sotto forma di lavoro di deformazione degli organi epigei. A livello ipogeo le piante assolvono una importante funzione meccanica, sia trattenendo le particelle del suolo ed evitando un loro dilavamento, sia favorendo l'infiltrazione dell'acqua lungo vie preferenziali di percolazione, riducendo quindi il ruscellamento superficiale. Vale la pena sottolineare che l'azione antierosiva di una cotica erbacea è

³L'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 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).

fortemente condizionata, oltre che dalla percentuale di copertura del suolo, anche dalla struttura verticale dello strato vegetale erbaceo, che anche con altezze limitate (30-90 cm) può presentare un notevole grado di complessità, in relazione alle forme biologiche presenti (specie a portamento eretto, a rosetta, reptanti, ecc.) (Meloni et al., 2019).

Inoltre il manto erboso garantisce trattenuta degli elementi nutritivi accumulati durante l'evoluzione pedogenetica, miglioramento del bilancio idrico e termico, mantenimento di condizioni microclimatiche favorevoli allo sviluppo biologico nel suolo e nello strato aereo prossimo al terreno stesso, capacità di filtrare e di decomporre inquinanti atmosferici e mantenimento di una elevata biodiversità.

La realizzazione del rinverdimento sarà operata prioritariamente mediante il recupero-ripristino del suolo.). Successivamente si provvederà alla semina. La scelta dei semi che costituiranno il miscuglio impiegato risulta di cruciale importanza. A tal proposito sarà necessario individuare contesti naturali, poco antropizzati, in vicinanza di prati o pascoli permanenti di lunga durata, quindi ancora integri dal punto di vista genetico, di sicura importanza l'impiego di ecotipi locali. A tal fine saranno da preferire miscele 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). 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 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). Per una miscela ottimale, vanno ad ogni modo considerati i seguenti fattori:

Al fine di garantire l'attecchimento dell'inerbimento, si renderà necessario fornire cure colturali per i tre anni successivi alla semina. In particolare, andranno effettuate irrigazioni di soccorso, concimazioni e risarcimento mediante trasemina.

In fase di esercizio si dovranno anche programmare interventi di manutenzione finalizzati al controllo delle specie ruderali, infestanti e aliene.

8.3 Interventi di ripristino del vigneto

Come più volte riportato, per la piccola porzione di vigneto occupata temporaneamente in fase di cantiere si provvederà, al termine delle operazioni di realizzazione delle opere, al ripristino delle condizioni ante operam, quindi al reimpianto del vigneto, a meno che lo stesso non manifesti evidenti fenomeni di "stanchezza" e, di conseguenza, sia più indicato attendere qualche anno (non meno di 3 anni) o, in alternativa, provvedere alla realizzazione di un vigneto in altro luogo ex novo.

Al fine di operare un efficace ripristino, è indispensabile:

- Preparare il terreno, opportunamente conservato come descritto nei precedenti paragrafi, distribuendo gli elementi fertilizzanti necessari e poco mobili tipo Potassio, Fosforo e Magnesio;
- Nel caso vi sia la necessità di reimpiantare rapidamente il vigneto espianato, senza attendere almeno uno o due anni prima di procedere al nuovo impianto e adibendo nel

frattempo la superficie a prato o a coltura cerealicola, è buona norma cercare di allontanare la maggior quantità possibile di radici dal suolo;

- La vite soffre in modo evidente dell'eccesso di umidità nel suolo; per i terreni di pianura sono indispensabili le sistemazioni idrauliche tradizionali (baulature e scoline), oppure i più moderni sistemi di drenaggio tubolare sotterraneo, preceduti da un livellamento della superficie; impianto di drenaggio che permette di ridurre le zone improduttive e di utilizzare il sistema per interventi irrigui di soccorso (subirrigazione);
- Messa a dimora delle piante. Ciò può avvenire o mediante apertura di un solco lungo il filare e impianto manuale delle viti, ad es. usando una forchetta⁴ (è un metodo molto rapido, 1700-1800 viti al giorno con un cantiere di 3 persone, richiede la quasi totale asportazione dell'apparato radicale; può essere utilizzato con pieno successo nei suoli ben preparati, asciutti e sciolti) oppure mediante impiego di macchine.

Nel caso, invece, di nuovo impianto in area differente dalla precedente (compensazione di porzioni di vigneto non ripristinabili), le operazioni di messa a dimora andranno precedute da:

- Analisi del terreno: ove questo sia omogeneo, è sufficiente far eseguire una determinazione chimica per ogni ettaro di superficie. In presenza di terreno povero di sostanza organica o intensamente rimaneggiato, è sempre consigliabile l'apporto di letame maturo (dalle 40 t/ha alle 100 t/ha nei casi di maggior necessità);
- Qualora siano necessari livellamenti o sistemazioni più consistenti, è importante evitare di sconvolgere la naturale successione degli orizzonti, per non ridurre drasticamente la fertilità agronomica, chimica e biologica del suolo;
- "scortico" del terreno e, una volta eseguiti i lavori di sistemazione, redistribuzione uniforme del suolo;
- Sistemata la superficie in modo definitivo, devono essere evitate lavorazioni profonde, tipo il tradizionale scasso a 80-100 cm, che inevitabilmente riporterebbe in superficie terreno poco evoluto e poco fertile. È invece da preferire una ripuntatura a 100 cm di profondità, eseguita ogni 2-3 m ed in modo ortogonale (in pratica, a croce) seguita, nel caso vi sia da interrare della sostanza organica, da un'aratura superficiale (40 cm) o da una zappettatura; altrimenti può essere sufficiente, soprattutto nei terreni di medio impasto, far seguire alla ripuntatura una erpicatura;
- Messa a dimora e operazioni analoghe a quanto riportato per le operazioni di ripristino in precedenza. In questa fase di fondamentale importanza sarà la scelta dei portainnesti.

In entrambi i casi di fondamentale importanza risulteranno le cure colturali al giovane impianto. È accertato che per i primi due o tre anni la miglior soluzione è la lavorazione superficiale del sottofila; ciò favorisce un miglior sviluppo dell'apparato radicale con un maggior stimolo ad una esplorazione in profondità del suolo. Dal 3°- 4° anno la lavorazione può essere sostituita con il diserbo localizzato. Da ricordare che nei primi due-tre anni la vite soffre in modo evidente l'aggressione da parte delle infestanti: questa competizione deve essere assolutamente evitata, pena lo stentato avvio del vigneto e sicuri ritardi nella futura messa a frutto. Ancora, è preferibile al primo anno non sopprimere nessuno dei giovani germogli, così da massimizzare l'apparato fotosintetizzante e quindi lo sviluppo complessivo (aereo e radicale) della pianta. A partire dal secondo anno, possono essere selezionati uno o due germogli per il futuro cordone permanente. Inoltre vi può essere l'esigenza di sostituire alcune viti compromesse; la sostituzione dei ceppi si rende obbligatoria anche in conseguenza a fallanze dovute a malattie (ad es.,

⁴ https://www.venetoagricoltura.org/upload/pubblicazioni/GUIDA_PER_IL_VITICOLTORE/3%20Impianto%20vigneto.pdf

flavescenza dorata), oppure vi può essere la necessità di riparare ad una errata densità di impianto procedendo ad un infittimento dei ceppi. In tutti questi casi va tenuta presente l'alta competizione nutrizionale e luminosa che si viene a creare tra le vecchie viti e quelle nuove. È quindi buona norma promuovere una rapida crescita delle viti sostituite tenendo presente che per le fallanze è importante:

- Utilizzare sempre un portainnesto vigoroso;
- Prevedere una concimazione azotata superiore nelle viti sostituite;
- Controllare l'aggressione del cotico erboso nei confronti delle giovani piantine;
- Evitare che le piante sostituite si vengano a trovare all'ombra e coperte dalla vegetazione di quelle adulte.

Per i dettagli riguardo la scelta di porta innesti, varietà, sesto di impianto ecc., si rimanda alle fasi di progettazione esecutiva.

8.4 Interventi di ripristino-compensazione degli alberi espianati

Gli individui arborei oggetto di intervento, come ad esempio i 10 cipressi presenti lungo il tracciato della viabilità di servizio all'aerogeneratore T02, potranno essere abbattuti e successivamente sostituiti con nuove piante appartenenti alla stessa specie 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. *sticta*, 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;
- 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.

8.5 Aree di sorvolo degli aerogeneratori

L'area sottostante gli aerogeneratori per un raggio di 60 m dal centro torre, secondo le indicazioni del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), deve essere mantenuta sgombra da vegetazione durante tutta la vita utile dell'impianto per consentire l'attività di ricerca delle carcasse di uccelli e chiroterri eventualmente impattati sugli aerogeneratori.

Il terreno nel suddetto buffer, quindi, deve essere mantenuto pulito tramite lavorazioni superficiali, sfalci e ripuliture a cadenza almeno semestrale.

Gli aerogeneratori insistono esclusivamente su fondi agrari originariamente coltivati a seminativi estensivi non irrigui, in particolare destinati alla produzione di cereali autunno-vernini da granella, con semina in autunno e raccolta all'inizio dell'estate, o di erbai autunno-vernini, seminati in autunno e raccolti in primavera.

La coltivazione di queste piante erbacee annuali sui terreni agrari sottostanti le pale anche in fase di esercizio non compromette la ricerca delle eventuali carcasse di animali, infatti la necessaria attività di monitoraggio può risultare solo più difficoltosa nella fase di maggior sviluppo vegetativo delle piante durante gli ultimi 4 mesi del ciclo fenologico, rientrando comunque nella cadenza semestrale delle ripuliture indicata dal MASE.

L'occupazione di suolo delle aree di sorvolo, pertanto, si riferisce esclusivamente alla sottrazione di terreno agrario disponibile durante la fase di cantiere, ma non comporta una vera e propria trasformazione di uso del suolo: i fondi agrari, nello specifico caso, possono tornare all'uso originario perché compatibile con le attività legate alla fase di esercizio dell'impianto eolico.

9 Interventi di miglioramento e compensazione previsti

9.1 Rinaturalizzazione e collegamento aree verdi

Come visto in precedenza, la realizzazione delle opere previste comportano un consumo di suolo stimato in 4.6 ha. Inoltre nelle valutazioni fatte nello SIA, cui si rimanda per ogni approfondimento, si è valutato e stimato l'incremento di frammentazione eventuale derivante dalla realizzazione delle opere.

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 diverse **discontinuità delle superfici naturali**.

Al fine di compensare il consumo di suolo e la frammentazione ingenerata dalla realizzazione delle opere previste si propone di effettuare interventi di ricucitura di aree naturali/seminaturali e/o elementi del paesaggio agrario aventi potenziale funzione di connessione ecologica, da identificare sulla base di criticità indicate dal Comune interessato o su indicazione dall'Autorità competente.

A titolo di esempio, ai fini della simulazione dei potenziali effetti in termini di potenziamento dei servizi ecosistemici offerti da tali interventi, sono state ipotizzate le seguenti misure di ricucitura:

- **Miglioramento e ricostituzione di habitat** nei pressi della **piana del Saragio** (nel comune di Magliano in Toscana) – distante circa 7.5 km a nord-ovest dall'impianto eolico di progetto – finalizzati ad **accelerare i processi di rinaturalizzazione già in atto e ricucire alcune interruzioni della copertura arborea/arbustiva**.
L'intervento ipotizzato, dunque, prevede la **trasformazione di seminativi estensivi** nei pressi dell'incrocio della SS 323 con la strada comunale nel territorio comunale di Magliano in Toscana (GR) – in cui, a seguito dell'abbandono dell'attività agricola, risultano già presenti formazioni erbacee ed arbustive spontanee – **in aree a vegetazione arborea ed arbustiva in evoluzione per una superficie di circa 3.2 ha**, con la piantumazione – oltre che di specie erbacee ed arbustive autoctone – anche di siepi e fasce alberate lungo la viabilità al fine di unire i filari già presenti in loco per un totale di circa 0.7 ha;
- **Piantumazione di siepi e fasce alberate lungo viabilità e corsi d'acqua**, impiegando specie autoctone, **tra il Parco regionale della Maremma e l'area contigua del parco** nei pressi della SS 1 – distante circa 7 km a nord dell'impianto di progetto – volta a ricucire alcune interruzioni della superficie arborea ed arbustiva (**1.3 ha**);
- **Piantumazione di siepi e fasce alberate lungo la viabilità**, impiegando specie autoctone, all'**incrocio tra la SP 56 San Donato e la SP 144 Melosella** – a circa 1.5 km a nord dell'area di impianto – al fine di ricucire alcune interruzioni della superficie arborea ed arbustiva (**1.3 ha**);
- **Riutilizzo del terreno vegetale in esubero, al fine di realizzare compensazione del consumo di suolo ingenerato**, prodotti dalle operazioni di scotico e dagli scavi in corso d'opera **nella rinaturalizzazione di una cava dismessa o di eventuali aree degradate, come l'area dell'ex Sitoco (di circa 6 ha, quindi di gran lunga superiore al consumo di suolo stimato in 4.6 ha)**, scelte dai comuni interessati dall'intervento.

Si sottolinea che in questa fase si provvederà ad una prima ipotesi per la realizzazione degli interventi, lasciando chiaramente al progetto esecutivo l'onere di individuare puntualmente tutti gli aspetti necessari alla realizzazione dell'opera a regola d'arte.

9.2 Passaggi per la fauna

Un altro aspetto di cui si è tenuto conto nella stesura delle misure di compensazione è la minimizzazione degli impatti delle infrastrutture sulla fauna. Gli effetti negativi delle infrastrutture sulla fauna locale si presentano ove quest'ultime interrompono la continuità ambientale. Gli interventi possibili sono due:

- mitigazione attiva, costruire passaggi per la fauna;
- mitigazione passiva, impedire gli accessi agli animali alla fauna.

Per entrambi gli aspetti di fondamentale importanza è la localizzazione dell'intervento.

Tutti gli interventi prevedono anche la **predisposizione di tombini al di sotto delle sedi stradali** che consentano il passaggio della fauna terrestre in modo da **ripristinare la funzionalità delle fasce arboree/arbustive in termini di corridoi ecologici tra aree naturali**.

I passaggi per la fauna sono manufatti artificiali di varia natura, trasversali alla sezione stradale, che consentono l'attraversamento dell'infrastruttura da parte delle specie animali in sicurezza. I principali obiettivi dei passaggi faunistici sono:

- la diminuzione della frammentazione del territorio e dell'isolamento della popolazione animale;
- la diminuzione degli incidenti della circolazione.

Le caratteristiche essenziali per l'idonea progettazione di un passaggio sono l'ubicazione, le dimensioni, il materiale di costruzione della struttura, il materiale utilizzato per la superficie di calpestio alla base della struttura di attraversamento, le misure complementari d'adeguamento degli accessi che implicano la messa a dimora di vegetazione e la collocazione di recinzioni e strutture perimetrali di "invito" per convogliare gli animali verso le imboccature dei passaggi.

È importante tener presente che per una corretta funzionalità degli elementi di passaggio è essenziale implementare fasi di manutenzione dell'opera. È fondamentale quanto segue:

- cura della vegetazione;
- controllo che non vi siano fonti di disturbo;
- controllo regolare della funzionalità;
- attuazione di misure correttive.

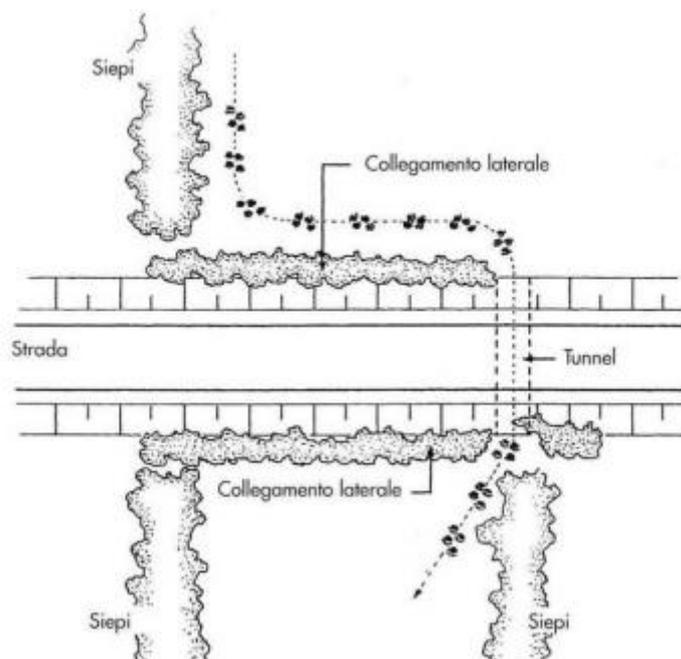


Figura 39: Schematizzazione di un passaggio faunistico

Gli interventi nel loro complesso, dunque, inducono un effetto positivo, riducendo la frammentazione delle superfici naturali e determinando un impatto favorevole nei confronti della fauna presente, ricostituendo una continuità di habitat nell'area di compensazione.

9.1 Quadro normativo di riferimento

Le **Linee Guida di cui al d.m. 10.09.2010**, vietano 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).

Coerentemente con le citate disposizioni, a corredo dell'istanza di autorizzazione unica ex art.12 del d.lgs. 387/2003, la società proponente si rende disponibile al reimpiego di tutto il suolo agrario asportato per far posto alle limitate aree pavimentate, in modo da garantire un consumo di suolo netto pari a zero, secondo la scala di priorità indicata in precedenza.

10 Interventi ingegneria naturalistica

Il ripristino dello stato dei luoghi post – operam è essenziale, al fine di attenuare il più possibile gli impatti sull'ambiente naturale e garantire una maggiore conservazione degli ecosistemi locali ed una maggiore integrazione dell'impianto con l'ambiente naturale presente nell'area di intervento.

Per questo tutte le aree sulle quali sono state realizzate opere che comportano modifica dei suoli, delle scarpate, ecc. saranno ricondotti allo stato originario, come detto, attraverso le tecniche, le metodologie ed i materiali utilizzati dall'Ingegneria naturalistica. A differenza dell'ingegneria civile tradizionale, questa disciplina, come accennato in premessa, utilizza piante e materiali naturali, per la difesa e il ripristino dei suoli.

L'Ingegneria Naturalistica è una disciplina tecnico-scientifica e tecnico – biologica che annovera numerose tecniche costruttive a basso impatto ambientale da utilizzare negli interventi antierosivi e di consolidamento di terreni inclinati (pendii, scarpate, sponde, ecc.).

È una disciplina perché le tecniche costruttive proprie dell'ingegneria naturalistica non sono pratiche empiriche ma applicano un complesso di regole, norme e metodi lungamente studiati, praticati ed ormai ben conosciuti.

È una disciplina tecnico-scientifica perché le tecniche costruttive fanno riferimento a concetti, principi, elaborazioni ed approfondimenti propri di varie discipline scientifiche sia "ingegneristiche" che "naturalistiche".

È una disciplina tecnico-biologica perché utilizza le piante vive o parti di esse come materiali da costruzione da sole o in abbinamento con altri materiali (paglia, legno, pietrame, reti metalliche, biostuoie, geotessuti, ecc.).

Quest'ultima è appunto la principale peculiarità dell'ingegneria naturalistica, per la quale le piante non hanno funzione di semplice mascheramento di un intervento per ridurre l'impatto visivo, ma contribuiscono in maniera determinante all'efficacia dell'opera sia sotto il profilo funzionale che sotto quello ecologico. L'ingegneria naturalistica mette a frutto, infatti, le capacità meccaniche, biologiche ed ecologiche delle piante per realizzare opere antierosive e di consolidamento dei terreni soggetti a frane superficiali.

La realizzazione di un intervento di ingegneria naturalistica consente il raggiungimento di varie finalità:

- Tecnico - Funzionali (funzione anti-erosiva, riduzione della forza battente delle piogge, contrasto del dilavamento superficiale, aumento della resistenza a taglio del terreno);
- Naturalistiche (in quanto non semplice copertura a verde ma ricostruzione o innesco di ecosistemi paraturali mediante l'impiego di specie autoctone);
- Paesaggistiche (di "ricucitura" al paesaggio naturale circostante);
- Ecologiche (elevata compatibilità ambientale, creazione di habitat per la fauna, ridotto impatto ambientale);
- Economiche (in quanto strutture competitive ed alternative ad opere tradizionali);

Nel caso della realizzazione di un impianto eolico, in particolar modo se situato in ambienti sensibili dal punto di vista naturalistico, tali interventi giocano un ruolo di assoluta importanza. Difatti, le operazioni di ripristino possono consentire, attraverso una efficace minimizzazione degli impatti, la conservazione degli habitat naturali presenti. Le opere di ingegneria naturalistica sono impiegate anche per evitare o limitare i fenomeni erosivi innescati e/o associati alla sottrazione e alla modifica dei suoli. Inoltre, la ricostruzione della coltre erbosa può consentire notevoli benefici anche per quanto riguarda le problematiche legate all'impatto visivo. A fine lavori si prevede di ripristinare il più possibile l'ambiente così come era nelle condizioni preesistenti l'intervento previsto.

Il tracciato stradale realizzato per la movimentazione dei carichi in fase di cantiere rimarrà immutato in configurazione definitiva. In particolare, si prevede, durante i lavori, di estirpare, zollare e mantenere in vita le piante esistenti che dovessero essere intercettate dal tracciato della nuova pista, per riposizionarle alla fine dei lavori.

In aggiunta, si prevede di rinverdire le nuove strutture delle scarpate mediante la posa di specie autoctone.

11 Opere di completamento

Le opere di completamento si riferiscono essenzialmente al rinverdimento e al consolidamento delle superfici sottratte per la realizzazione dei percorsi e delle aree necessarie alla realizzazione dell'impianto.

Le opere di copertura consistono nella semina di specie erbacee per proteggere il suolo dall'erosione superficiale, dalle acque di dilavamento e dall'azione dei vari agenti meteorologici, ripristinando la copertura vegetale.

Le opere di copertura sono: le semine a spaglio, le idrosemine, le semine a spessore, le semine su reti o stuoie, le semine con coltre protettiva (paglia, fieno, ecc.).

In particolare, risulta di rilevante importanza l'intervento della zollatura. Esso consiste nel ripristino vegetazionale direttamente tramite zolle di terreno, opportunamente prelevate.

Questa operazione nella pratica comune viene eseguita per la rivegetazione di aree denudate come cave, miniere o siti industriali. Le zolle erbose o "ecocelle" vengono prelevate dal selvatico e successivamente trapiantate in più punti privi di vegetazione, con lo scopo di innescare il processo di colonizzazione dell'intera superficie. Le zolle devono avere una superficie minima di circa 0.5 – 1 m² e uno spessore sufficiente a comprendere lo strato vegetativo erroso e il terreno compenetrato dalle radici. Le ecocelle vengono prelevate con mezzi meccanici idonei e trapiantati, a mosaico o a strisce, lasciando degli spazi tra le zolle per la posa di terreno vegetale seminato, per permettere la coesione dell'intera stratificazione.

L'operazione di "zollatura" può essere impiegata anche per la rivegetazione di alcune aree sottratte al manto erroso durante le opere di cantiere degli impianti eolici. Questa pratica risulta essere particolarmente delicata e non sempre è possibile utilizzarla. In effetti le zolle vanno prelevate e conservate con molta cura per un periodo relativamente breve. Inoltre, le superfici da rivestire non devono comunque avere pendenze elevate e non deve essere presente alcun movimento del corpo terroso.

Tuttavia, l'utilizzo di zolle può essere impiegato per opere di piccola entità, ad esempio nella ricostruzione del manto erroso nei tratti pratici rimossi per l'interramento dei cavi elettrici e di trasporto dati. Resta comunque evidente che tale tecnica debba essere presa in considerazione unicamente laddove le condizioni ambientali e operative lo consentono.

12 Manutenzione

La fase operativa non si esaurisce nella realizzazione finale di un intervento di Ingegneria Naturalistica, ma continua nel tempo, tramite la manutenzione, per garantire un adeguato sviluppo della componente vegetale viva anche considerandone i rapporti con la parte strutturale e con il contesto ambientale in cui l'intervento stesso è inserito.

Questo fatto, purtroppo, viene spesso interpretato come un onere aggiuntivo al quale dedicare tempo e denaro, con scarico di responsabilità tra le figure coinvolte: manutenzioni totalmente assenti, superficiali od errate sono causa di insuccessi tanto comuni quanto evitabili. L'esigenza di adeguate cure non è assolutamente legata a motivi estetici, che non sono priorità dell'Ingegneria Naturalistica, ma dipende da motivi strettamente legati ad un corretto sviluppo della componente vegetale viva in relazione alle capacità biotecniche.

In particolar modo durante il primo anno dalla realizzazione è necessaria una manutenzione attenta e mirata. Attività da eseguire per la manutenzione ordinaria sono:

Da non sottovalutare o trascurare l'importanza e la validità che interventi di potatura ricoprono nell'approvvigionamento di materiale vegetale vivo idoneo per nuovi interventi, purché vengano scrupolosamente rispettati e fatti coincidere i periodi ottimali.

13 Monitoraggio

Al fine di garantire il successo degli interventi sin qui trattati, sia di ripristino che di compensazione, 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.

14 Conclusioni

Le opere di ingegneria naturalistica descritte saranno impiegate per ripristinare lo stato dei luoghi nel modo più naturale possibile una volta completati i lavori di realizzazione del campo eolico. Si cercherà in questo modo di ripristinare, per quanto possibile, la naturalità dei luoghi al fine di contenere il più possibile gli impatti sul territorio.

Altresì risultano evidenti i vantaggi, ulteriori, derivanti dall'impiego delle opere descritte nella presente relazione derivante dalla possibilità di riutilizzare una cospicua aliquota di materiale in sito risultante dalle operazioni di scavo per la realizzazione della viabilità e delle piazzole.

Per quanto concerne la piccolissima porzione di vigneto, nonostante l'assenza di particolari criticità, derivante dalle scelte localizzative dell'impianto tese a rendere pressoché trascurabile l'incidenza delle sovrapposizioni puntualmente indicate rispetto al totale delle superfici investite a vigneto nell'area di studio, sono state comunque presi gli opportuni interventi di compensazione: l'area verrà ripristinata al termine della fase di cantiere

Per il **suolo agrario** in fase di cantiere, vi è un ripristino delle aree temporaneamente occupate e la compensazione con rapporto di almeno 1:1 sia in termini areali che in termini volumetrici della superficie funzionale alla fase di esercizio, previa rinaturalizzazione di una limitrofa area antropizzata o sottoposta a degrado. Tali interventi saranno eseguiti in coerenza con i principi **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).

Le misure di mitigazione e compensazione rispecchiano le esigenze di tutela del patrimonio agricolo locale, oltre che le esigenze di salvaguardia delle risorse naturali presenti, **di riutilizzo del suolo agrario interessato dal progetto e di riduzione della frammentazione del territorio, l'incidenza del progetto si annulla, perché viene completamente compensata.**