Regione Liguria



Comune Cairo Montenotte



Comune Savona



Provincia Savona



Parco eolico Pian del Melo - 9 MW

Relazione tecnica generale

REL. 01

Progetto definitivo
Comuni Cairo Montenotte e Savona
Località Pian del Melo
Rev. 00 - Giugno 2025
Scala

Bissi Marco
04.08.2025
15:45:12
GMT+02:00

IL PROGETTISTA

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1949 Dott. Ing. Samuele Viara

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1758 Dott. Ing. Daniele Pirra

BH Wind s.r.l.
Via Zara, 5
23100 SONDRIO
tel. +39.0342.211159
fax. +39.0342.517163

www.bissiholding.com - info@bissiholding.com
C.F. - P.Iva. 01055440141
R.E.A. SO - 79322
Con Unico Socio

Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Bissi Holding S.p.A.

Sommario

1. Descrizione generale del progetto 1
1.1. Premessa 1
1.2. Scopo del documento 2
1.3. Configurazione impiantistica 2
1.4. Inquadramento del sito 5
1.5. Accessibilità al sito 9
1.6. Configurazione dell'area di installazione della WTG02 in fase di cantiere e di esercizio 10
1.6.1. Configurazione della piazzola in fase di montaggio 10
1.6.2. Configurazione della piazzola in fase di esercizio 11
1.7. Configurazione dell'area di installazione della WTG03 in fase di cantiere e di esercizio 12
1.7.1. Configurazione della piazzola in fase di montaggio 13
1.7.2. Configurazione della piazzola in fase di esercizio 13
1.8. Area di deposito materiale temporaneo 15
1.9. Cabina di consegna 17
1.9.1. Ipotesi alternative di posizionamento della cabina di consegna 19
1.9.2. Soluzione proposta per il posizionamento della cabina di consegna 20
1.10. Cavidotti 20
1.11. Valutazione dell'impatto visivo 23
1.12. Geologica 27
1.12.1. Piazzola WTG02 29
1.12.2. Piazzola WTG03 29
1.12.3. Cavidotti 30
1.13. Forestale 32
1.13.1. Opere di compensazione 34
1.13.2. Interventi di mitigazione 34
1.14. Fattibilità acustica 35
1.14.1. Clima acustico ante-operam 37
1.14.2. Valutazione dell'impatto acustico dell'impianto 37
1.14.3. Valutazione considerando il rumore residuo derivante da misurazioni acustiche eseguite in loco 38
1.14.4. Valutazione considerando il solo rumore residuo cagionato dal vento 38
1.14.5. Misure di mitigazione 39
1.15. Report di monitoraggio avifauna e chirotterofauna 40
1.15.1. Misure di mitigazione 42

1.16. Analisi vegetazionale 42
2. Normativa di rifermento 45
3. Inquadramento dell'opera 46
3.1. Proponente 46
3.2. Impianto 46
3.3. Connessione 47
4. Descrizione delle scelte progettuali e dei componenti di impianto 48
4.1. Opere principali da eseguirsi 48
4.2. Caratteristiche dell'impianto 49
4.3. Aerogeneratore 49
4.4. Fondazione aerogeneratore 52
4.5. Dispositivi di segnalazione diurna e notturna 53
4.6. Dispositivi di segnalazione ai fini della salvaguardia di avifauna e chirotterofauna 53
4.6.1. Gestione dell'Habitat 54
4.6.2. Dissuasori acustici e visivi 54
4.6.3. Shutdown on demand system -SOD system 55
4.7. Piazzola di montaggio aerogeneratore 55
4.8. Strade di accesso e adeguamento della viabilità esistente 56
4.9. Opere per la regimazione idraulica 57
4.10. Connessione alla rete elettrica nazionale 58
4.11. Cabina di consegna 59
4.11.1. Cabina di consegna lato utente 59
4.11.2. Cabina di consegna lato misure e Società Distributrice 60
4.12. Impianto di terra della cabina di consegna 61
4.13. Cavidotti 61
4.13.1. Cavidotto interrato utente 61
4.13.2. Cavidotto interrato e-Distribuzione 62
4.14. Campi elettromagnetici 62
4.15. Impianto di videosorveglianza 63
4.16. Impianto di illuminazione 63
5. Fasi di progetto: costruzione, esercizio e dismissione 64
5.1. Fase di costruzione 64
5.2. Fase di esercizio 64
5.3. Fase di dismissione 65
6. Valutazione energetica 66
6.1. Metodologia di analisi 66

6.2. Elaborazione dei dati del vento 66
6.3. Modellazione digitale del terreno 67
6.4. Risorsa eolica dell'area 67
7. Valutazione dei costi e dei proventi 68
7.1. Stima dei costi di realizzazione 68
7.2. Costi di esercizio 69
7.3. Ricavi per la vendita dell'energia 69
8. Datasheet dell'aerogeneratore 70

Indice delle figure

Figura 1: Inquadramento impianto a 3 aerogeneratori. 3
Figura 2: Eliminazione WTG01. 4
Figura 3: Nomenclatura aerogeneratori. 5
Figura 4: Ambiti e unità di paesaggio. 6
Figura 5: Uso del suolo - Aggiornamento 2025. 6
Figura 6: Aree non idonee per la realizzazione di impianti eolici. 7
Figura 7: Figura 8: Linea elettrica MT in prossimità delle piazzole - Stato attuale. 8
Figura 8: Linea elettrica MT in prossimità delle piazzole - Interramento del cavidotto in prossimità della piazzola WTG03. 8
Figura 9: Viabilità dei mezzi di trasporto. 10
Figura 10: Planimetria della piazzola WTG02 in fase di montaggio. 11
Figura 11: Planimetria della piazzola WTG02 in fase di esercizio. 12
Figura 12: Planimetria della piazzola WTG03 in fase di montaggio. 13
Figura 13: Planimetria della WTG03 in fase di esercizio. 15
Figura 14: Area di deposito materiale temporanea. 16
Figura 15: Inquadramento dell'area individuata per l'area di deposito materiale temporaneo. 17
Figura 16: Fotoinserimento cabina di consegna. 18
Figura 17: Inquadramento dell'area individuata dal preventivo Enel per il posizionamento della cabina di consegna. 19
Figura 18: Area classificata come P4. 21
Figura 19: Area classificata come P3b.. 21
Figura 20: Inquadramento dell'area classificata come P4. 21
Figura 21: Inquadramento dell'area classificata come P3b. 21
Figura 22: Inquadramento dell'area fianco autostrada. 22
Figura 23: Inquadramento del ponte in attraversamento dell'autostrada. 22
Figura 24: Passaggio tratto autostradale - alternative progettuali 23
Figura 25: Fotoinserimento da Palazzo Cappa. 24
Figura 26: Fotoinserimento da Chiesa di San Bartolomeo Apostolo. 25
Figura 27: Fotoinserimento da Cappella Cà di Ferrè. 26
Figura 28: Fotoinserimento da Cascina Miera. 27
Figura 29: Estratto "Carta geologica con elementi di tettonica – Tavola DF G.7.2. del PUC di Savona". 28
Figura 30: PAI - Carta pericolosità ridisegnata con QGis con shapefile scaricati da "Banche dati geografiche PAI dissesti". 29
Figura 31: Carta pericolosità PAI - Area P3b. 31
Figura 32: Carta pericolosità PAI - Area P4. 32
Figura 33: Carta dei tipi forestali. 33
Figura 34: Zonizzazione acustica dei comuni interessati. 35
Figura 35: Localizzazione ricettori. 36
Figura 36: Distribuzione delle tipologie vegetazionali presenti nell'area buffer di 100 m attorno ai punti pala. 43
Figura 37: Prospetto tipo aerogeneratore. 51
Figura 38: Fondazioni aerogeneratore. 52
Figura 39: Particolare su illuminazione diurna e notturna. 53
Figura 40: Sistema di drenaggio della fondazione dell'aerogeneratore. 57
Figura 41: Sistema di drenaggio della piazzola. 58
Figura 42: Pianta cabina di consegna. 59

1. Descrizione generale del progetto

1.1. Premessa

Il vento è un fenomeno naturale originato dallo spostamento di masse d'aria tra aree caratterizzate da diversa pressione atmosferica. Tale differenza è principalmente dovuta al riscaldamento non uniforme della superficie terrestre da parte del sole: l'aria più calda tende a salire, creando zone di bassa pressione, mentre l'aria più fredda, più densa, si muove per colmare il vuoto lasciato. Questo continuo movimento genera correnti d'aria, comunemente note come vento. La distribuzione e l'intensità dei venti sulla superficie terrestre dipendono da vari fattori geografici e climatici come la latitudine, l'orografia del territorio e la vicinanza al mare. Alcune aree, in particolare le zone costiere, le creste montuose e le pianure aperte, sono caratterizzate da venti più regolari e intensi risultando particolarmente adatte alla produzione di energia eolica.

Lo sfruttamento del vento come fonte di energia ha una storia antichissima. Le prime testimonianze risalgono a circa 3.000 anni fa, con le popolazioni della Mesopotamia e dell'Egitto che utilizzavano mulini a vento per pompare acqua e macinare il grano. Durante il Medioevo, l'Europa assistette a un notevole sviluppo dei mulini a vento, specialmente nei Paesi Bassi, dove vennero impiegati per la bonifica dei terreni. Tuttavia, con l'avvento della rivoluzione industriale e la diffusione dei combustibili fossili, l'interesse per l'energia eolica diminuì, poiché le nuove fonti erano più dense di energia e più adatte alla produzione su larga scala. Negli ultimi decenni, la crescente consapevolezza riguardo ai cambiamenti climatici e all'esaurimento delle risorse fossili ha rinnovato l'interesse per l'energia eolica come soluzione sostenibile. I progressi tecnologici hanno reso possibile lo sviluppo di aerogeneratori moderni, in grado di convertire l'energia cinetica del vento in elettricità con un'efficienza sempre maggiore.

Nel 2024, la capacità installata di energia eolica a livello globale ha superato i 1.000 GW, con i principali produttori concentrati in Cina, Stati Uniti, Germania e India. In Italia, la capacità eolica installata ha oltrepassato i 13 Gigawatt, generando nel 2024 circa 22 Terawattora di energia elettrica. Questa produzione soddisfa il 7 % della richiesta nazionale di 312 Terawattora evitando l'emissione di circa 6 milioni di tonnellate di CO_2 all'anno.

Per il 2030, l'Italia ha fissato l'ambizioso obiettivo di raggiungere 28 Gigawatt di capacità eolica. Questo piano dimostra la determinazione ad accelerare la transizione verso un sistema energetico sostenibile e a ridurre significativamente le emissioni di CO_2, sottolineando il ruolo cruciale dell'energia eolica nella costruzione di una società a basse emissioni di carbonio.

L'energia eolica presenta una serie di vantaggi che la rendono particolarmente interessante nel contesto delle energie rinnovabili:

- **sostenibilità**: è una fonte di energia rinnovabile e inesauribile, il che la rende ideale per la riduzione della dipendenza dalle risorse fossili;
- **riduzione delle emissioni**: non produce gas serra durante il funzionamento, contribuendo direttamente alla mitigazione del cambiamento climatico;
- **basso impatto ambientale**: non richiede l'uso di acqua per la produzione di energia, a differenza di altre fonti, e quindi non riduce il consumo di risorse idriche;
- **modularità**: i parchi eolici possono essere ampliati in modo graduale per rispondere all'aumento della domanda energetica;

- **opportunità economiche**: lo sviluppo del settore eolico può generare posti di lavoro e incentivare l'innovazione tecnologica.

Tuttavia, esistono anche degli svantaggi che devono essere considerati nella valutazione dell'energia eolica:

- **variabilità**: la produzione di energia dipende dalla disponibilità del vento, che può variare considerevolmente;
- **intermittenza**: per garantire un approvvigionamento stabile di energia, è necessaria l'integrazione con altre fonti energetiche o sistemi di accumulo;
- **impatto paesaggistico**: la presenza di grandi turbine può alterare il panorama naturale, suscitando preoccupazioni per la preservazione del paesaggio;
- **impatto sulla fauna**: le turbine possono disturbare la fauna locale, in particolare gli uccelli migratori;
- **costi iniziali elevati**: l'installazione di parchi eolici, specialmente offshore, può comportare investimenti significativi, anche se i costi tendono a diminuire con l'evoluzione tecnologica.

Il futuro dell'energia eolica appare promettente grazie ai continui progressi tecnologici che migliorano l'efficienza degli aerogeneratori e riducono i costi. Le innovazioni nell'eolico offshore, come le turbine flottanti, stanno aprendo nuove opportunità di sfruttamento anche in aree precedentemente inaccessibili. L'integrazione con reti elettriche intelligenti e sistemi di accumulo avanzati contribuirà a superare le sfide della variabilità del vento, rendendo questa fonte di energia sempre più competitiva rispetto alle fonti convenzionali.

1.2. Scopo del documento

Il presente documento ha lo scopo di fornire una descrizione dettagliata del progetto eolico, evidenziandone le caratteristiche tecniche, la localizzazione e gli impatti previsti. L'obiettivo è dimostrare la fattibilità dell'intervento, giustificare la scelta del sito in relazione alla disponibilità della risorsa eolica e al contesto ambientale e rispondere alle osservazioni degli enti coinvolti nel processo autorizzativo. Vengono inoltre illustrati i benefici attesi in termini di produzione energetica e riduzione delle emissioni di CO2, e affrontate le misure di mitigazione adottate per minimizzare gli effetti negativi sul territorio e sulla fauna locale.

Il progetto è promosso dalla società BH WIND S.r.l., con sede legale a Sondrio, in via Zara 5 e prevede l'installazione di due aerogeneratori, ciascuno con una potenza nominale superiore a 4 MW, posizionati tra i comuni di Cairo Montenotte e Savona, in provincia di Savona. La connessione a media tensione, secondo il preventivo e-Distribuzione S.p.A. accettato in data 18/02/2025, è prevista per mezzo di allaccio alla rete di distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna, riallestimenti elettrici cabina intermedia esistente e allaccio alla rete di Distribuzione da cabina primaria AT/MT ALTARE.

La proponente, non appena sarà in possesso delle concessioni di superfici o risorse pubbliche richiederà il rilascio dell'Autorizzazione Unica ai sensi della L.R. 16/2008 e del D.Lgs. 387/2003 e del D.Lgs. 28/2011.

1.3. Configurazione impiantistica

Il progetto di impianto eolico qui proposto costituisce l'esito di un processo di revisione avviato a seguito di un articolato iter autorizzativo già intrapreso dalla proponente e successivamente interrotto con l'obiettivo

di migliorare la proposta originaria riducendone il potenziale impatto ambientale e recependo le osservazioni e i contributi espressi dagli enti coinvolti.

L'iniziativa, inizialmente concepita come impianto composto da tre aerogeneratori da 3 MW ciascuno, per una potenza complessiva pari a 9 MW, è stata sottoposta a procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) regionale e a procedimento di Autorizzazione Unica (AU) ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. 387/2003. In particolare, in data 26 gennaio 2024 (prot. **2024-0094686**), BH Wind S.r.l. ha presentato istanza di VIA regionale, e in data 5 gennaio 2024 (prot. n. **592**) ha inoltrato presso la Provincia di Savona la richiesta di AU, corredata dalla documentazione tecnica di progetto.



Figura 1: Inquadramento impianto a 3 aerogeneratori.

Durante la fase istruttoria, le amministrazioni competenti hanno formulato indicazioni volte a ottimizzare il tracciato della pista di cantiere per contenere gli sbancamenti e il consumo di suolo, migliorare l'inserimento paesaggistico delle torri e della cabina di consegna mediante accorgimenti cromatici e schermature vegetazionali, nonché ridurre le interferenze con gli habitat di interesse comunitario, in particolare all'interno della ZSC "Rocca dell'Adelasia".

Al termine di questo confronto operativo, BH Wind S.r.l. ha ritenuto opportuno richiedere, con nota prot. **2025-0257452** del 21 maggio 2025, l'archiviazione del procedimento in corso, dichiarando la volontà di ripresentare una proposta progettuale modificata e maggiormente sostenibile sotto il profilo ambientale. L'istanza è stata accolta in data 22 maggio 2025, aprendo così la strada a una nuova configurazione progettuale.



Figura 2: Eliminazione WTG01.

In questa nuova configurazione impiantistica è prevista l'eliminazione dell'aerogeneratore denominato WTG01. Le due macchine rimanenti, identiche a quelle già previste nella precedente versione progettuale, non risultano più vincolate a un funzionamento in carico parziale a 3 MW, ma possono ora operare alla massima potenza nominale prevista dal costruttore (oltre 4 MW ciascuna), sfruttando appieno i regimi di vento più favorevoli e garantendo un incremento di produzione e di efficienza rispetto al layout iniziale.

L'eliminazione della WTG01 consente inoltre di rinunciare alla pista di accesso dedicata, prevista esclusivamente per il suo montaggio, evitando l'apertura di nuovi tratti su sedime forestale e la realizzazione di ulteriori opere di sbancamento.

Le turbine WTG02 e WTG03 rimangono invece ubicate in prossimità della viabilità esistente e continueranno a essere servite dagli attuali tracciati, già ottimizzati in termini di larghezza e pendenza per ridurre la movimentazione di terra e agevolare il ripristino delle aree di cantiere. L'intervento di movimento terra si limiterà quindi alla realizzazione delle sole piazzole di fondazione, con una sensibile riduzione del consumo di suolo e dei tempi di realizzazione.

La nuova configurazione determina anche una riduzione dell'impatto paesaggistico, grazie al minor numero di torri, ulteriormente mitigato attraverso il trattamento cromatico delle strutture e l'inserimento di fasce vegetazionali lungo i margini delle piazzole, in conformità con le linee guida regionali.

Si tratta dunque non solo di una semplificazione impiantistica, ma di un effettivo miglioramento tecnico e ambientale, pienamente coerente con le indicazioni emerse nel precedente iter istruttorio e finalizzato a garantire un'operatività efficiente e sostenibile dell'impianto.

In sintesi, la configurazione a due aerogeneratori rappresenta un concreto salto di qualità rispetto alla proposta iniziale a tre macchine, unendo una maggiore efficienza produttiva alla significativa riduzione degli impatti ambientali e paesaggistici, e recependo puntualmente le prescrizioni e le raccomandazioni formulate dagli enti coinvolti.

Si precisa che, al fine di garantire coerenza con le relazioni specialistiche prodotte nella fase precedente, le quali analizzano il layout originario a tre aerogeneratori, la nomenclatura degli aerogeneratori è stata

mantenuta invariata: le due macchine previste nella nuova configurazione continueranno pertanto a essere denominate WTG02 e WTG03.



Figura 3: Nomenclatura aerogeneratori.

1.4. Inquadramento del sito

L'impianto si trova in Località Pian del Melo, al confine tra i Comuni di Cairo Montenotte (SV)e Savona (SV), in un'area appartenente all'Appennino Ligure di Ponente, situata tra le unità di paesaggio Entroterra Savonese e Bassa Valle Bormida di Spigno.

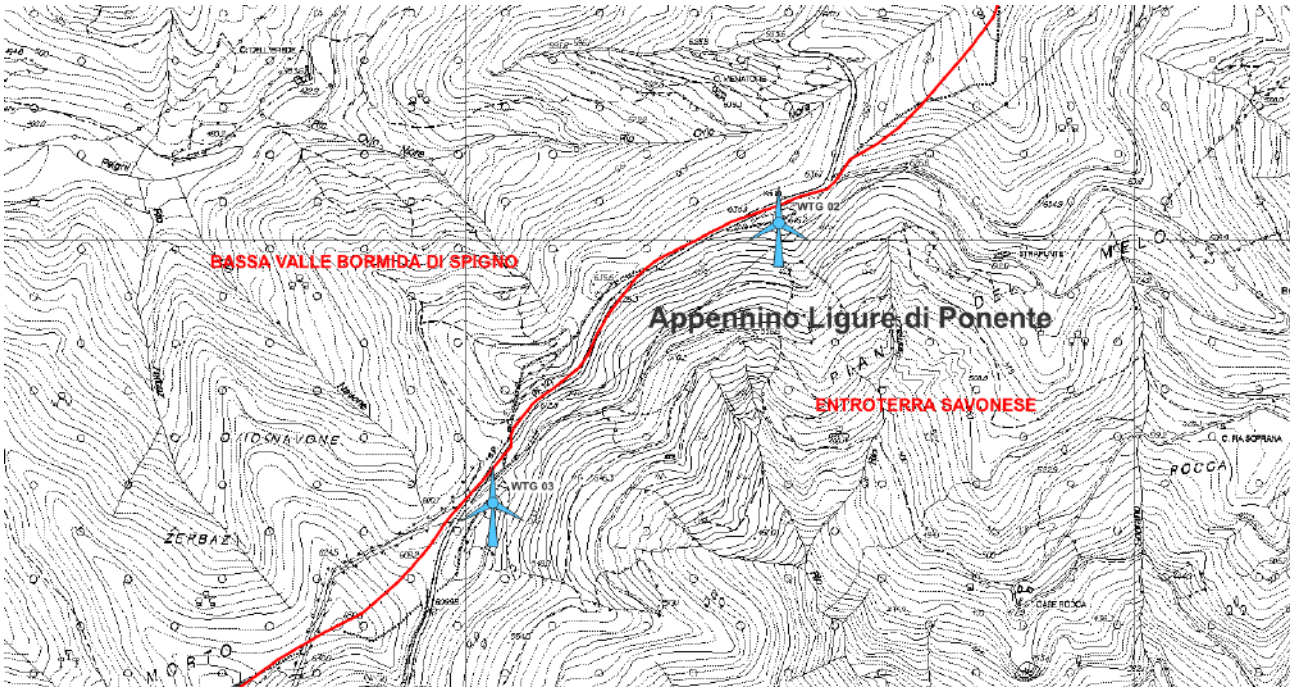


Figura 4: Ambiti e unità di paesaggio.

Il territorio è caratterizzato dalla presenza di foreste e boschi secondo quanto indicato dalla cartografia dell'Ope Legis 142. In base alla carta dell'Uso del Suolo – aggiornamento 2025, le aree circostanti includono boschi a prevalenza di faggio e di castagno, boschi di conifere e aree a vegetazione boschiva arbustiva in evoluzione.

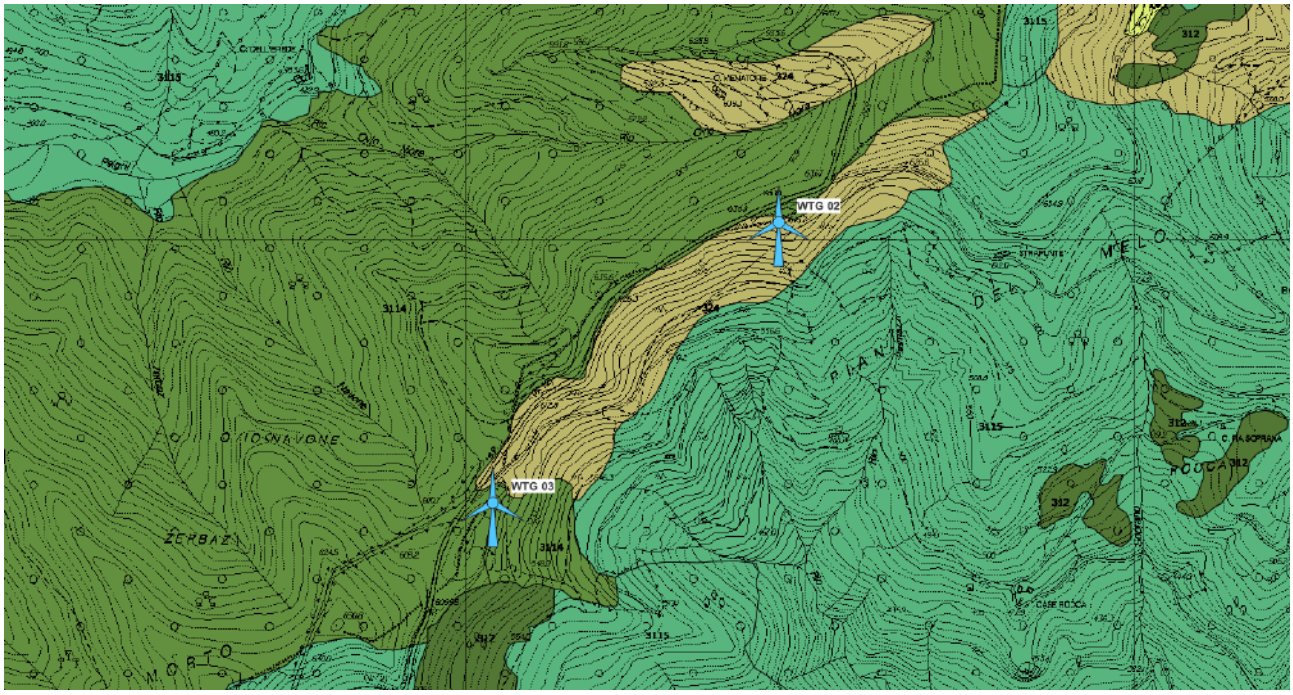


Figura 5: Uso del suolo - Aggiornamento 2025.

L'impianto è situato al di fuori dall'Area Protetta Riserva Naturale Regionale dell'Adelasia e della Rete Natura 2000 e non ricade nelle zone non idonee per la realizzazione di impianti eolici, come definito dalla DGR n.966 del 5.9.02, dalla DGR n.551 del 2008 e dalla DCR n.3 del 3.2.2009, a seguito dell'aggiornamento degli obiettivi del Piano Energetico Ambientale della Liguria (PEARL) per l'energia eolica.

Tuttavia, pur essendo gli aerogeneratori collocati esternamente al perimetro della Riserva (sebbene in prossimità di essa), l'area spazzata dal rotore interferisce direttamente con il perimetro dell'area protetta. Di conseguenza, ai sensi dell'art. 6, comma 7, lettera b), del D.lgs. 152/2006, non è possibile attivare la procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA, bensì il progetto deve essere sottoposto a procedura ordinaria di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi dell'art. 27-bis del medesimo decreto.

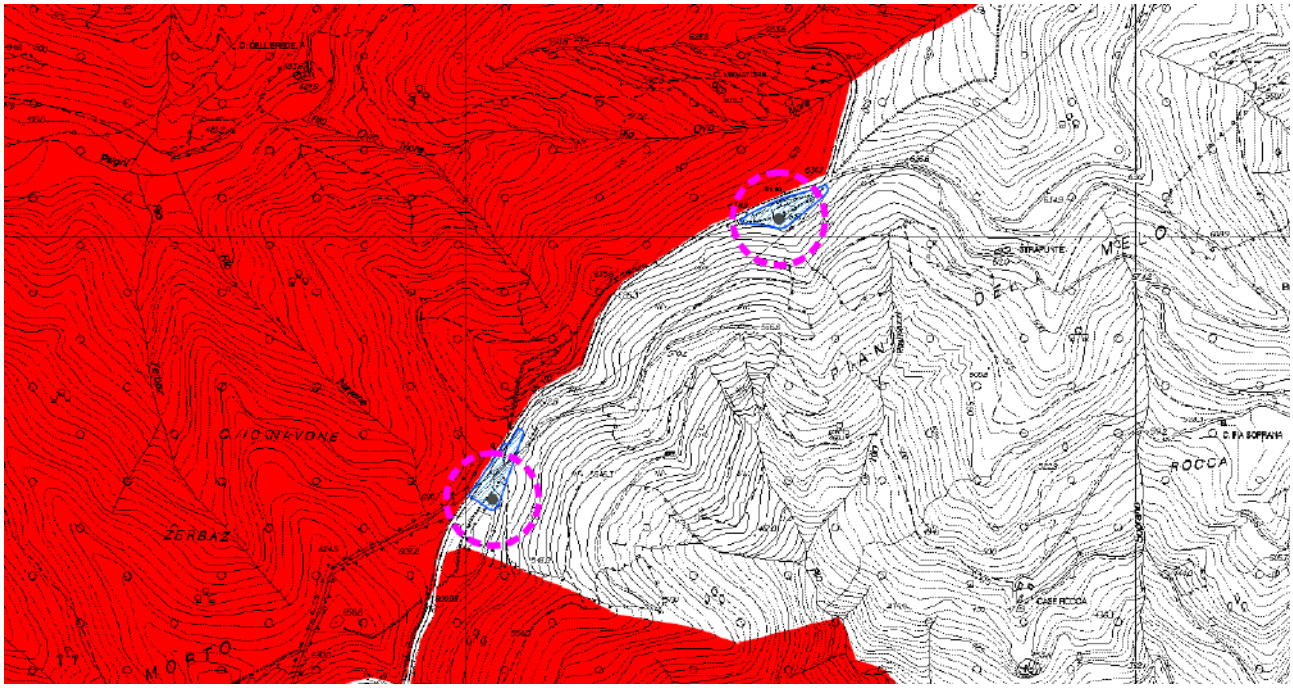


Figura 6: Aree non idonee per la realizzazione di impianti eolici.

In prossimità di entrambe le piazzole è presente una linea elettrica aerea in media tensione. La presenza di tale infrastruttura impone una serie di verifiche e valutazioni tecniche finalizzate a garantire la realizzazione dell'impianto in condizioni di sicurezza e in conformità alla normativa vigente.

In particolare, la Norma CEI 11-4 stabilisce le distanze minime di sicurezza da rispettare tra componenti di impianti eolici e linee elettriche aeree in media tensione (15-20 kV), ovvero:

- una **distanza orizzontale minima** di **3,5 metri** da qualsiasi parte metallica dell'aerogeneratore (torre, mozzo, pale);
- una **distanza verticale minima** superiore a **5 metri**.

Tali distanze devono essere verificate anche in relazione alle possibili oscillazioni delle pale, flessioni della torre, nonché alle attività di cantiere, in coerenza con quanto previsto anche dal D.Lgs. 81/2008 in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro. Deve inoltre essere garantita l'assenza di interferenze tra la linea e le operazioni di trasporto, montaggio e manutenzione dell'aerogeneratore.



Figura 7: Figura 8: Linea elettrica MT in prossimità delle piazzole - Stato attuale.

Alla luce di quanto sopra, al fine di garantire il rispetto delle distanze prescritte, sarà richiesto al gestore di rete, proprietario della linea elettrica, l'interramento della stessa, con dismissione del relativo traliccio, interferente con la piazzola WTG03.



Figura 8: Linea elettrica MT in prossimità delle piazzole - Interramento del cavidotto in prossimità della piazzola WTG03.

Per quanto riguarda invece il tratto di linea in prossimità della piazzola WTG02 e il palo collocato oltre la sede stradale, in corrispondenza della WTG03, sarà necessario procedere con ulteriori verifiche tecniche una volta definiti in dettaglio i valori esecutivi relativi all'altezza delle macchine e alla quota altimetrica delle rispettive

piazzole. Tali valutazioni consentiranno di stabilire se siano necessari ulteriori adeguamenti o interventi sull'infrastruttura elettrica esistente.

1.5. Accessibilità al sito

La viabilità rappresenta un fattore determinante nella realizzazione degli impianti eolici, poiché il trasporto dei componenti degli aerogeneratori rientra nella categoria dei trasporti eccezionali che richiedono l'impiego di mezzi pesanti dotati di rimorchi sterzanti e scortati durante il tragitto. Per garantire l'accesso all'area di cantiere, è pertanto necessario individuare percorsi con pendenze contenute, larghezze adeguate e curve con raggi compatibili con la manovrabilità dei convogli. In molti casi, ciò comporta interventi di adeguamento della viabilità esistente o la realizzazione di nuove piste di accesso.

Un aspetto favorevole del progetto è la collocazione degli aerogeneratori in prossimità della viabilità ordinaria asfaltata, che consente di raggiungere direttamente le aree di cantiere senza la necessità di interventi rilevanti sulla rete stradale esistente.

Il collegamento tra il porto di Savona e le aree di installazione si sviluppa per circa 35 km e prevede il transito di circa 60 mezzi (30 per ciascun aerogeneratore), ciascuno incaricato del trasporto di una porzione specifica della macchina. Come illustrato nel **Report di viabilità**, sono stati individuati due distinti percorsi: uno dedicato alle pale eoliche e uno per la restante componentistica.

Per le pale, i convogli percorrono inizialmente la Strada Statale SS 1 e Corso Svizzera, per poi imboccare un accesso alternativo all'autostrada A6 Torino-Savona. Tale accesso non coincide con un tradizionale casello autostradale, ma con una viabilità appositamente individuata e descritta nel dettaglio nel report allegato. A causa delle limitazioni di carico imposte sul tratto Savona–Altare dell'autostrada A6, la fattibilità dei trasporti in questo tratto è subordinata all'autorizzazione da parte dell'ente gestore. Dopo aver percorso l'autostrada fino al casello di Altare, i convogli proseguono lungo la Strada Provinciale SP 29.

La restante componentistica segue un tragitto differente nella fase iniziale. Dal porto si percorre per un breve tratto la SS 1, per poi transitare su Via Vittime di Brescia, Via Risorgimento e Via Baracca, innestandosi infine sulla SP 29. All'altezza del casello di Altare, il percorso converge con quello previsto per le pale.

Il tragitto prosegue per circa 10 km lungo la SP 29 fino al Comune di Carcare (SV), per poi proseguire sulla SP 36 e infine sulla SP 12, in corrispondenza della quale sono ubicate le aree di cantiere.

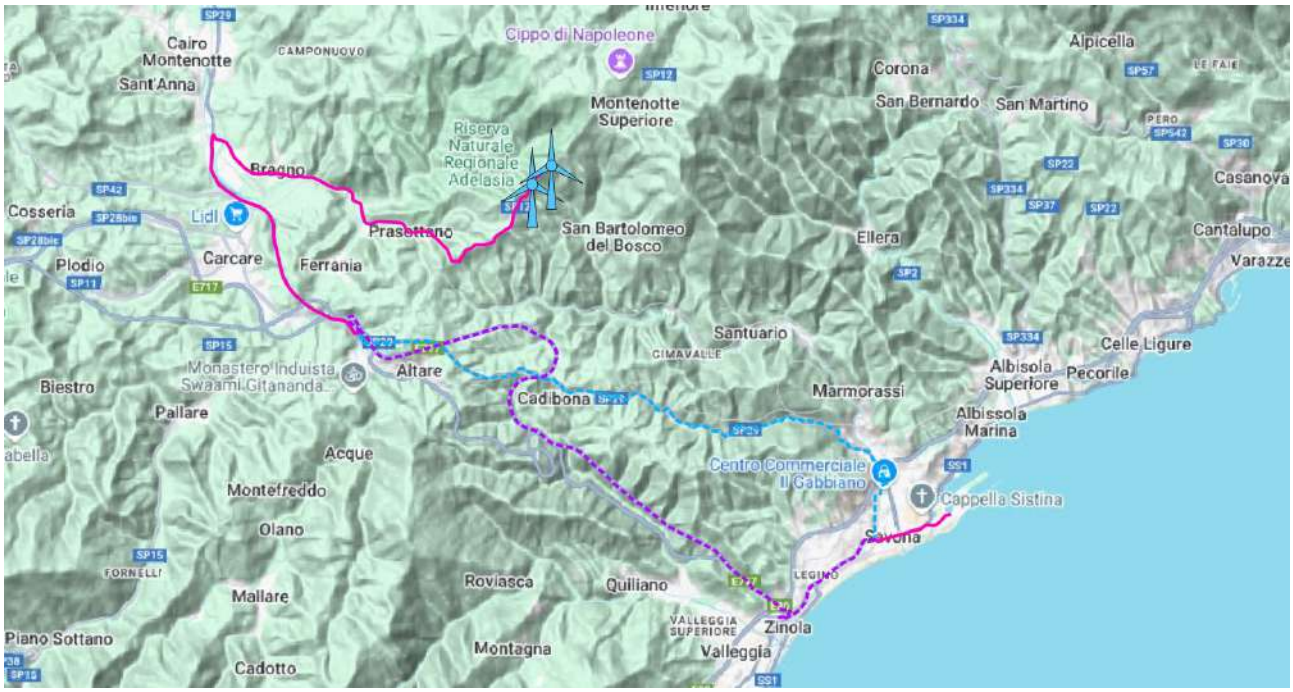


Figura 9: Viabilità dei mezzi di trasporto.

Gli interventi previsti per l'adeguamento della viabilità si limitano alla rimozione temporanea della segnaletica, alla sistemazione di alcune rotatorie per consentire il passaggio dei convogli, alla rimozione di barriere guardrail, al taglio della vegetazione e al livellamento della carreggiata. Non sono emerse criticità rilevanti lungo il percorso, se non la presenza di alcuni tornanti con raggi di curvatura contenuti, che tuttavia risultano compatibili con il transito dei mezzi appositamente predisposti.

A differenza della configurazione a tre aerogeneratori, la presente soluzione non prevede la realizzazione o la sistemazione di nuove piste, con conseguente riduzione dell'impatto ambientale, dei costi e delle complessità operative.

1.6. Configurazione dell'area di installazione della WTG02 in fase di cantiere e di esercizio

L'area di installazione della WTG02 si dispone al margine destro della SP12 nel tratto che prosegue da Altare verso la frazione di Montenotte Superiore, in prossimità del sentiero escursionistico che struttura i cosiddetti Crinali Napoleonici e che conduce alla località Case del Melo.

Nel tratto di interesse la strada è in leggerissima pendenza e si attesta ad un'altitudine compresa tra i 639 e i 636 m s.l.m.; la strada è fiancheggiata verso valle da dossi di forma arrotondata che raggiungono quote comprese tra i 645 e i 647,5 m s.l.m., coperti da vegetazione di tipo forestale.

1.6.1. Configurazione della piazzola in fase di montaggio

La piazzola viene realizzata mediante operazioni di scavo e successivo rinterro, finalizzate ad apportare gli adeguamenti morfologici necessari alla formazione dei piazzali di montaggio.

Prima di operare lo sbancamento, viene rimossa la vegetazione forestale arborea ed arbustiva esistente, ponendo in essere tutte le buone pratiche di diradamento forestale che vengono solitamente adottate nell'ambito boschivo circostante. Il terreno proveniente dallo scavo sarà ripulito e vagliato, separando la parte vegetale (da reimpiegare per la sistemazione a verde) dallo strato sottostante che ha maggiore portanza (da riutilizzare per l'ossatura dei rilevati e delle quinte morfologiche), e verrà stoccato in aree dedicate al fine di poter essere riutilizzato nelle fasi di ripristino.

La piazzola di montaggio si dispone parallelamente alla strada e ha una forma a fuso per una superficie di occupazione complessiva pari a circa 3.350 m2, adatta a realizzare un montaggio "just in time" pur consentendo la possibilità di stoccare alcuni componenti.

Per rendere la piazzola di montaggio direttamente accessibile dalla SP12, la quota di imposta media è pari a 639 m s.l.m. e si raccorda in leggera pendenza con la quota del piazzale da cui parte il sentiero esistente.

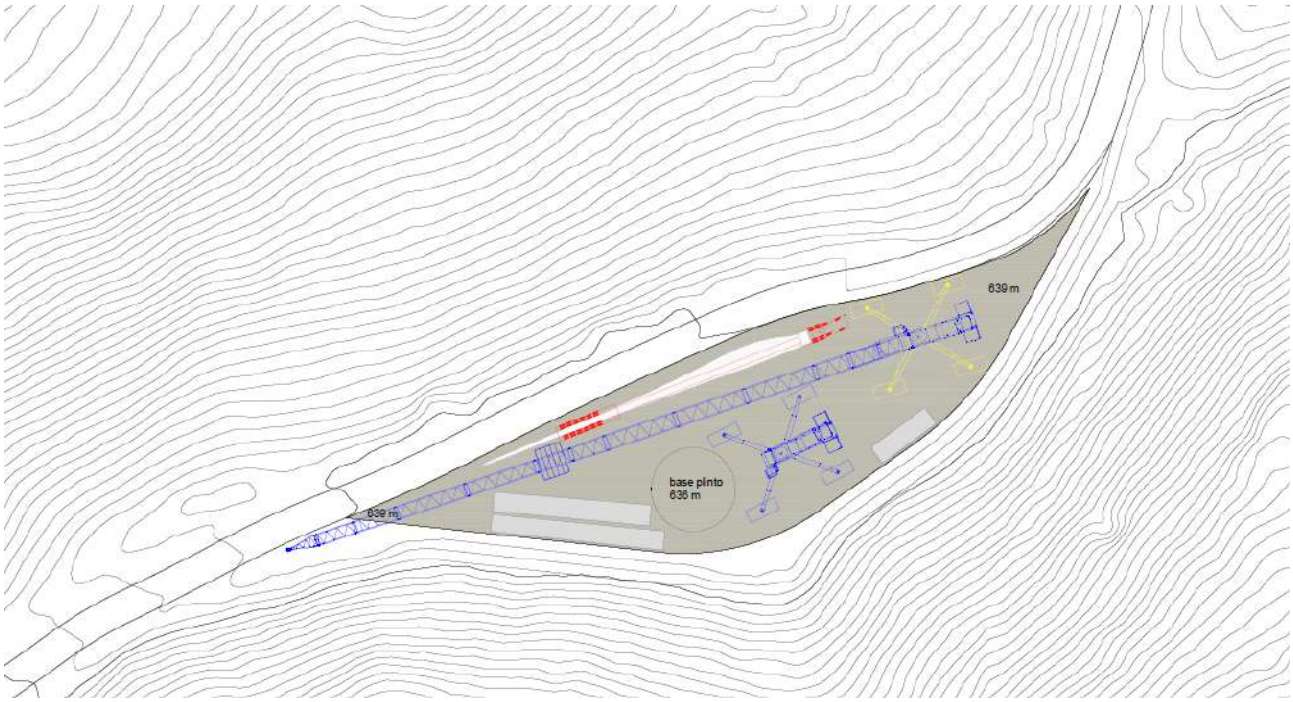


Figura 10: Planimetria della piazzola WTG02 in fase di montaggio.

1.6.2. Configurazione della piazzola in fase di esercizio

Terminate le operazioni di montaggio dell'aerogeneratore e le operazioni di test di funzionamento, è possibile passare alla fase di riconfigurazione del piazzale e di realizzazione della piazzola utile in fase di esercizio.

In questa fase si prevede una significativa riduzione della superficie della piazzola di montaggio attraverso un parziale ripristino del profilo originario del terreno ed un recupero ambientale complessivo da realizzare con la collocazione e rimodellazione dei terreni di sbancamento precedentemente vagliati e abbancati e la rinaturalizzazione con vegetazione composta da associazioni di erbacee e specie arbustive compatibili con quelle originariamente presenti in situ.

La piazzola di esercizio, per la parte carrabile, viene realizzata su due livelli.

- Il **primo livello** è posto alla medesima quota della piazzola di montaggio e della base dell'aerogeneratore (639 m s.l.m.); la piazzola ha una forma a "pipa" con un braccio di collegamento diretto con la SP 12 in corrispondenza del limite Ovest della piazzola di montaggio precedentemente descritta.
- Il **secondo livello** è posto a quota 637,5 m s.l.m., con accesso dal limite Nord-Est della piazzola di montaggio e si raccorda con una rampa alla piazzola dell'aerogeneratore.

La piazzola posta a livello più basso prevede un allargamento di forma trapezoidale nel quale verrà posata la cabina di consegna (il suo inserimento nel contesto della piazzola viene meglio descritto nel capitolo denominato ***Soluzione proposta per il posizionamento della cabina di consegna***).

La porzione di estradosso del solaio di copertura del vano tecnico, situato alla quota di 639 m s.l.m., risulta praticabile e costituisce parte integrante di una **piattaforma-belvedere** di circa 250 m2, dalla quale è possibile godere di un'ampia visuale sulla costa, sul capoluogo e sull'intera riviera savonese. La superficie è pavimentata con listoni in legno autoclavato, mentre il fronte rivolto verso valle è protetto da una balaustra realizzata in struttura metallica.



Figura 11: Planimetria della piazzola WTG02 in fase di esercizio.

1.7. Configurazione dell'area di installazione della WTG03 in fase di cantiere e di esercizio

L'area di installazione della WTG03, come per il caso precedentemente descritto si dispone al margine destro della SP 12, proseguendo verso la frazione di Montenotte Superiore.

L'area è attraversata da una linea aerea e da una pista di servizio che passano a valle della piazzola della WTG02 e proseguono verso Case Piandelmelo, nonché da un sentiero che scende verso valle in direzione Sud-Est.

Nel tratto di interesse la SP12 è pianeggiante e si attesta ad un'altitudine pari a 604 m s.l.m.; in questo tratto il crinale è di modesta larghezza e i versanti risultano molto acclivi da entrambi i lati. Immediatamente prima di raggiungere l'area di installazione la strada è fiancheggiata a Sud da un dosso di forma allungata coperto da vegetazione di tipo forestale; verso Nord l'area di installazione discende di 4 m per poi risalire sempre a 604 m s.l.m.

1.7.1. Configurazione della piazzola in fase di montaggio

Dato l'andamento orografico dell'area di intervento, in questo caso per la realizzazione della piazzola e per garantire la planarità, non si rendono necessari particolari adattamenti morfologici rispetto al naturale andamento del terreno. Operazioni di scavo piuttosto rilevanti si rendono necessari a Sud-Ovest verso il dosso sopra descritto, e con i materiali di scavo è possibile ricoprire la parte leggermente depressa nonché realizzare le quinte morfologiche di ricomposizione ambientale e rinaturalizzazione previste in fase di ripristino.

La piazzola di montaggio si sviluppa parallelamente alla strada esistente, con orientamento prevalente Nord-Sud, a una quota media di imposta pari a 604 m s.l.m., in modo da garantire l'accesso diretto dalla viabilità. La superficie complessiva di occupazione è pari a circa 2.010 m2, dimensionata per consentire un montaggio in modalità "just in time", pur mantenendo uno spazio idoneo allo stoccaggio temporaneo di alcuni componenti.

Contrariamente a quanto avviene per la WTG02, la lunghezza della piazzola non consente di appoggiare per intero il braccio gru. Tuttavia la curva di imposta della piazzola, dopo un dislivello, si riprende verso Nord-Est e ciò consente di poter montare a terra il braccio della gru tenendolo planare prima del sollevamento.



Figura 12: Planimetria della piazzola WTG03 in fase di montaggio.

1.7.2. Configurazione della piazzola in fase di esercizio

Terminate le operazioni di montaggio dell'aerogeneratore e le operazioni di test di funzionamento, è possibile passare alla fase di riconfigurazione del piazzale e di realizzazione della piazzola utile in fase di esercizio.

In questa fase, come per la WTG02, si prevede una significativa riduzione della superficie della piazzola di montaggio attraverso un parziale ripristino del profilo originario del terreno ed un recupero ambientale complessivo da realizzare con la collocazione e rimodellazione dei terreni di sbancamento precedentemente vagliati a abbancati e la rinaturalizzazione con vegetazione originariamente presente in situ.

La piazzola di esercizio ha la forma di un poligono quadrangolare rastremato verso i limiti Nord e Sud, per una superficie di circa 950 m2.

Al fine di ripristinare il più possibile la parte Nord della piazzola di montaggio, l'accesso alla piazzola di esercizio è previsto da Sud, da una pista di servizio lunga circa 175 m che si collega alla SP12 e circonda a Est il dosso di forma allungata prima descritto, partendo dalla quota 609 m s.l.m. sino a raggiungere in leggera discesa la quota di piazzola 607 m s.l.m.



Figura 13: Planimetria della WTG03 in fase di esercizio.

1.8. Area di deposito materiale temporaneo

La Società ha preso in esame diverse opzioni per l'individuazione di un'area idonea allo stoccaggio temporaneo dei materiali da scavo, privilegiando soluzioni in grado di ridurre al minimo sia il consumo di suolo che l'interferenza con contesti di pregio ambientale.

In tale prospettiva, è stata selezionata un'area già precedentemente destinata a uso di cantiere nell'ambito dei lavori per l'impianto "Surite del Cuculo", situata in prossimità del cantiere dell'impianto e attualmente impiegata come supporto logistico alle attività di costruzione. Dal punto di vista catastale, l'area risulta di proprietà di IREN Green Generation Tech S.r.l., con sede legale in Torino (TO) e amministrazione provinciale SAVONA, con sede in SAVONA (SV).



Figura 14: Area di deposito materiale temporanea.

La scelta di un'area già antropizzata e trasformata in precedenza consente di evitare l'occupazione di superfici boscate o di contesti naturali integri, coerentemente con l'obiettivo di minimizzazione degli impatti ambientali. L'area corrisponde, nello specifico, a una porzione del cantiere dell'impianto "Surite del Cuculo", recentemente oggetto di verifica non sostanziale (pratica n. **1032**), che ha approvato la modifica della sistemazione finale da inerbimento a piazzale in battuto stabilizzato. Tale configurazione permette di evitare il contatto diretto dei materiali con il terreno naturale e agevola sia la gestione in fase operativa sia le attività di successiva rimozione.



Figura 15: Inquadramento dell'area individuata per l'area di deposito materiale temporaneo.

Si ribadisce che l'occupazione sarà esclusivamente temporanea e limitata al periodo strettamente necessario alla realizzazione dell'impianto, al termine del quale l'area sarà integralmente riportata alle condizioni ante-operam, in coerenza con gli impegni assunti e con le autorizzazioni vigenti.

1.9. Cabina di consegna

La planimetria allegata al preventivo di connessione fornito da e-Distribuzione individua la posizione della cabina di consegna in corrispondenza del Foglio 60, Particella 22 del Comune di Cairo Montenotte (SV). Tale ubicazione era stata definita nella configurazione iniziale del progetto, che prevedeva tre aerogeneratori e collocava la macchina WTG01 in prossimità di Cascina Miera.

Foto 9
Prima

Dopo


Figura 16: Fotoinserimento cabina di consegna.

A seguito della riorganizzazione impiantistica, che prevede ora l'installazione di due soli aerogeneratori, la Società proponente intende razionalizzare l'impianto ripianificando la localizzazione della cabina di consegna presso l'area di montaggio della WTG02.

Questa scelta progettuale consente di ridurre sensibilmente il consumo di suolo e le movimentazioni di terra, evitando l'apertura di un nuovo sedime in una zona attualmente non interessata da interventi e caratterizzata dalla presenza di copertura boscata.



Figura 17: Inquadramento dell'area individuata dal preventivo Enel per il posizionamento della cabina di consegna.

La nuova localizzazione permette inoltre di sfruttare un'area già conformata per le operazioni di montaggio dell'aerogeneratore, già oggetto di interventi di adeguamento plano-altimetrico, senza necessità di ulteriori opere di livellamento o trasformazione del territorio. Tale soluzione consente una concentrazione più razionale delle opere in un'unica area di cantiere, semplificando la logistica e migliorando l'efficienza operativa, sia nella fase realizzativa che in quella di esercizio.

Dal punto di vista ambientale, la nuova proposta contribuisce a limitare l'impatto visivo e paesaggistico, garantendo una maggiore coerenza con i principi di sostenibilità e di contenimento degli impatti previsti dalla normativa vigente.

In definitiva, la nuova posizione della cabina di consegna non solo non compromette la funzionalità dell'infrastruttura, ma rappresenta una soluzione migliorativa sotto il profilo tecnico, ambientale e paesaggistico. Per queste ragioni, si ritiene opportuno e auspicabile accogliere la ripianificazione proposta, che consente di perseguire una più efficace tutela del territorio e una razionalizzazione complessiva dell'intervento.

Si precisa che il preventivo redatto da Enel (Gestore di Rete) è pienamente modificabile qualora l'iter autorizzativo imponga lo spostamento della cabina di consegna in una posizione a minore impatto visivo.

1.9.1. Ipotesi alternative di posizionamento della cabina di consegna

In coerenza con la proposta di riallocare la cabina di consegna all'interno della piazzola di montaggio della WTG02, la Società proponente ha elaborato due distinte opzioni localizzative, entrambe tecnicamente realizzabili e conformi alle esigenze funzionali dell'impianto.

- **Soluzione A – Posizionamento in adiacenza all'aerogeneratore, alla quota della piazzola**

Questa opzione prevede l'installazione della cabina in prossimità del basamento della WTG02, alla medesima quota altimetrica della piazzola di montaggio. L'impatto visivo della struttura risulterebbe fortemente attenuato, poiché il materiale di risulta derivante dalla sistemazione delle piazzole verrebbe impiegato per il parziale ripristino del crinale esistente, schermando la cabina rispetto alla viabilità provinciale. Tuttavia, tale collocazione potrebbe comportare alcune criticità in caso di future attività manutentive di rilievo sull'aerogeneratore, qualora si rendesse necessaria la presenza temporanea di gru o altri mezzi di sollevamento di grandi dimensioni. In tali circostanze, la vicinanza della cabina alla torre potrebbe costituire un ostacolo operativo.

- **Soluzione B – Posizionamento in testata Nord-Est della piazzola, a quota inferiore**

  La seconda opzione prevede il posizionamento della cabina all'estremità nord-orientale della piazzola, a una quota inferiore rispetto al piano di calpestio dell'aerogeneratore. In questa configurazione, il tetto della cabina risulterebbe complanare alla quota della piazzola, consentendo un completo mascheramento visivo della struttura e garantendo il massimo contenimento dell'impatto paesaggistico.

  Inoltre la cabina, risultando fisicamente distanziata dall'aerogeneratore, non interferirebbe con eventuali future operazioni manutentive, anche di tipo straordinario, lasciando completamente libera l'area operativa della torre. È previsto un accesso dedicato alla cabina, funzionalmente autonomo rispetto alla restante viabilità interna al cantiere.

Alla luce delle considerazioni sopra esposte, la Società proponente propende per l'adozione della Soluzione B, ritenendola la più coerente con gli obiettivi di minimizzazione dell'impatto ambientale, razionalizzazione delle aree di intervento e ottimizzazione delle future attività manutentive.

La società resta tuttavia disponibile a valutare eventuali diverse indicazioni da parte degli enti preposti, qualora emergessero motivazioni specifiche a supporto di una diversa configurazione.

1.9.2. Soluzione proposta per il posizionamento della cabina di consegna

La cabina di consegna è collocata all'interno di un ampliamento di forma trapezoidale, appositamente ricavato nel raccordo tra la viabilità esistente e quella di progetto. Tale area è delimitata perimetralmente su tre lati da muri di contenimento in cemento armato con sezione a scarpa, mentre risulta aperta sul lato strada di servizio. La copertura è costituita da un solaio che funge anche da tetto della cabina stessa.

La parete rivolta verso la strada è schermata da una serie di pannelli grigliati scorrevoli, estesi per l'intera lunghezza del vano interrato che ospita il manufatto. Tali pannelli consentono l'accesso in corrispondenza delle aperture previste e assolvono al contempo alla funzione di mascheramento visivo del vano tecnico e delle apparecchiature ausiliarie esterne alla cabina.

La parte di estradosso del solaio di copertura del vano tecnico risulta praticabile e diventa parte integrante di una piattaforma belvedere che si raccorda a Nord-Est in rampa al piazzale da cui parte il sentiero escursionistico.

1.10. Cavidotti

Per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori fino alla cabina di consegna, è previsto un cavidotto interrato che collega la WTG03 alla WTG02 e, successivamente, la WTG02 alla cabina di consegna. Questo elettrodotto sarà di proprietà della proponente ed interamente posato lungo la Strada Provinciale SP 12.

Per quanto riguarda invece il cavidotto di consegna, la cui realizzazione non è a carico della Società, che si impegna tuttavia a ottenere tutte le autorizzazioni necessarie, consente il trasporto dell'energia elettrica dalla cabina di consegna alla Cabina Primaria AT/MT ALTARE. Anche in questo caso si tratta di un cavidotto interrato, che si sviluppa lungo viabilità esistente, sia asfaltata che non, e in particolare lungo i seguenti tratti: SP 12, Strada del Bric, e Via G. Matteotti.

Il tracciato del cavidotto di consegna attraversa un'area classificata P3b e una P4 secondo la tavola del PAI dell'Appennino Settentrionale. Tale configurazione è tuttavia inevitabile, poiché non esistono alternative localizzative che consentono di evitare il passaggio in aree soggette a pericolosità idrogeologica: le porzioni di territorio a monte e a valle della SP 12 presentano infatti condizioni geologiche analoghe o peggiori, e non risultano percorribili altre strade che colleghino in modo funzionale la cabina di consegna al Comune di Altare.

Inoltre, si evidenzia che la posa del cavidotto sarà eseguita adottando metodologie a basso impatto (scavo a sezione ristretta, profondità contenuta, ripristino del manto), senza movimentazioni di terra significative né alterazioni morfologiche del terreno, e non comporterà modifiche sostanziali alla stabilità dell'area. Le opere previste sono quindi da ritenersi compatibili con il contesto geomorfologico e non determinano aggravio delle condizioni di pericolosità esistenti.

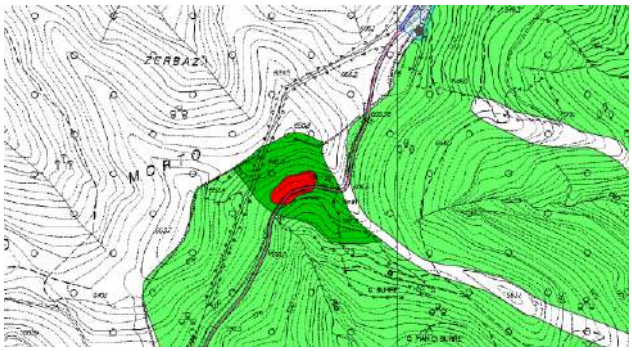


Figura 18: Area classificata come P4.

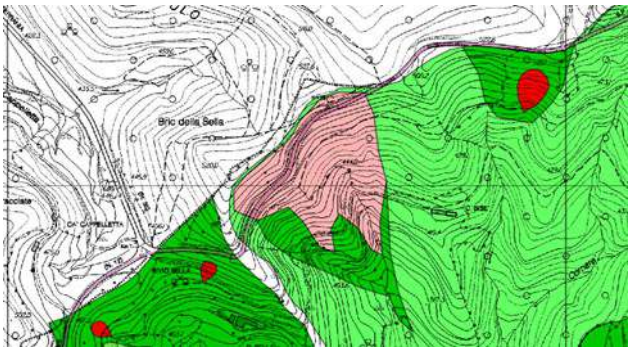


Figura 19: Area classificata come P3b..


Figura 20: Inquadramento dell'area classificata come P4.


Figura 21: Inquadramento dell'area classificata come P3b.

Il preventivo del Gestore di Rete prevede l'attraversamento dell'autostrada a mezzo tecnica TOC; tuttavia, il sopralluogo ha messo in luce che il versante adiacente alla carreggiata, caratterizzato da copertura arbustiva

- boschiva fitta e pendenze elevate rende l'esecuzione delle microtunnelling operations non praticabile senza estesi movimenti terra e opere di consolidamento del pendio.



Figura 22: Inquadramento dell'area fianco autostrada.

Per tali ragioni, si propone di deviare il cavidotto lungo la Strada Vicinale Strapuntè, utilizzando il ponte esistente per il superamento dell'autostrada. Questa soluzione tecnica presenta i seguenti vantaggi:

- sfrutta infrastrutture viarie già conformate, eliminando la necessità di nuove aperture di sedime;
- riduce al minimo le fasi di scavo e ripristino del manto stradale;
- limita i rischi geotecnici legati al pendio e al taglio di versante;
- ottimizza i tempi di posa e le modalità operative, con conseguente contenimento dei costi di cantiere.



Figura 23: Inquadramento del ponte in attraversamento dell'autostrada.

Si precisa infine che, qualora l'iter autorizzativo ne determinasse la necessità, il preventivo Enel è pienamente rielaborabile ai sensi dell'Allegato A della Delibera ARERA ARG/elt 99/08 (artt. 7.8 e 7.8-bis) e recepisce gratuitamente le variazioni imposte dall'autorità ai sensi dell'Allegato C della Delibera ARERA 616/2023.



Figura 24: Passaggio tratto autostradale - alternative progettuali

1.11. Valutazione dell'impatto visivo

Il capitolo ha l'obiettivo di analizzare e rappresentare visivamente come l'impianto eolico si inserisce nel contesto paesaggistico circostante, valutando l'impatto visivo generato dagli aerogeneratori rispetto al territorio e agli elementi tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004.

L'analisi si basa sui fotoinserimenti riportati nella "**TAV. 33 - Fotoinserimenti**", realizzati dai principali punti di osservazione situati in prossimità dei vincoli paesaggistici e architettonici ricadenti nell'intorno dell'impianto.

Le immagini mostrano il progetto da punti di vista realmente fruibili, ad altezza uomo, per evidenziare l'impatto percepito da osservatori comuni. Tuttavia, nei casi in cui la vicinanza di abitazioni o di altri ostacoli fisici limitasse una visione diretta, sono stati utilizzati punti di ripresa elevati, ad esempio a volo d'uccello o mediante l'uso di droni.

Foto 2	
Prima	Dopo
	

Figura 25: Fotoinserimento da Palazzo Cappa.

Foto 3
Prima

Dopo


Figura 26: Fotoinserimento da Chiesa di San Bartolomeo Apostolo.

Foto 6

Prima



Dopo



Figura 27: Fotoinserimento da Cappella Cà di Ferrè.



Figura 28: Fotoinserimento da Cascina Miera.

Le fotosimulazioni evidenziano che l'impatto visivo dell'impianto eolico risulta nel complesso limitato. La collocazione degli aerogeneratori, unita alla conformazione del paesaggio, contribuisce a ridurre significativamente la percezione dell'intervento, soprattutto dai punti di osservazione più distanti o caratterizzati dalla presenza di elementi naturali e antropici che schermano parzialmente la visuale. Come riscontrato in altri impianti analoghi, l'impatto visivo diminuisce progressivamente con l'aumentare della distanza dagli aerogeneratori, fino a diventare marginale oltre i 3-5 km, dove la loro presenza si fonde con l'orizzonte. Inoltre, il design stesso delle turbine, progettate con linee slanciate e colori neutri, consente un'integrazione più armoniosa nel contesto paesaggistico.

Complessivamente, l'analisi conferma che l'impianto garantisce un equilibrio tra produzione di energia rinnovabile e rispetto del territorio, preservandone il valore estetico e percettivo.

1.12. Geologica

L'area interessata dagli interventi in progetto si trova lungo un crinale che rappresenta lo spartiacque tra il bacino del Torrente Letimbro a Sud-Est e il bacino del Torrente Bormida di Spigno a Nord-Ovest.

Si tratta di un crinale con linea di cresta arrotondata, colonizzato dal bosco e caratterizzato da uno strato superficiale di depositi eterogranulari grossolani. Il substrato roccioso, non affiorante all'interno delle aree di intervento, è costituito dai Conglomerati della Formazione oligocenica di Molare – Bacino Terziario Piemontese.

Dal punto di vista idrogeologico, essendo i siti posizionati su dossi-crinali, non è stata rilevata la presenza di emergenze sorgentizie, di zone di ristagno idrico superficiale e/o di interferenze con reticoli di deflusso. Nel corso dei sopralluoghi effettuati entrambe le piazzole sono risultate completamente asciutte e ben drenate.

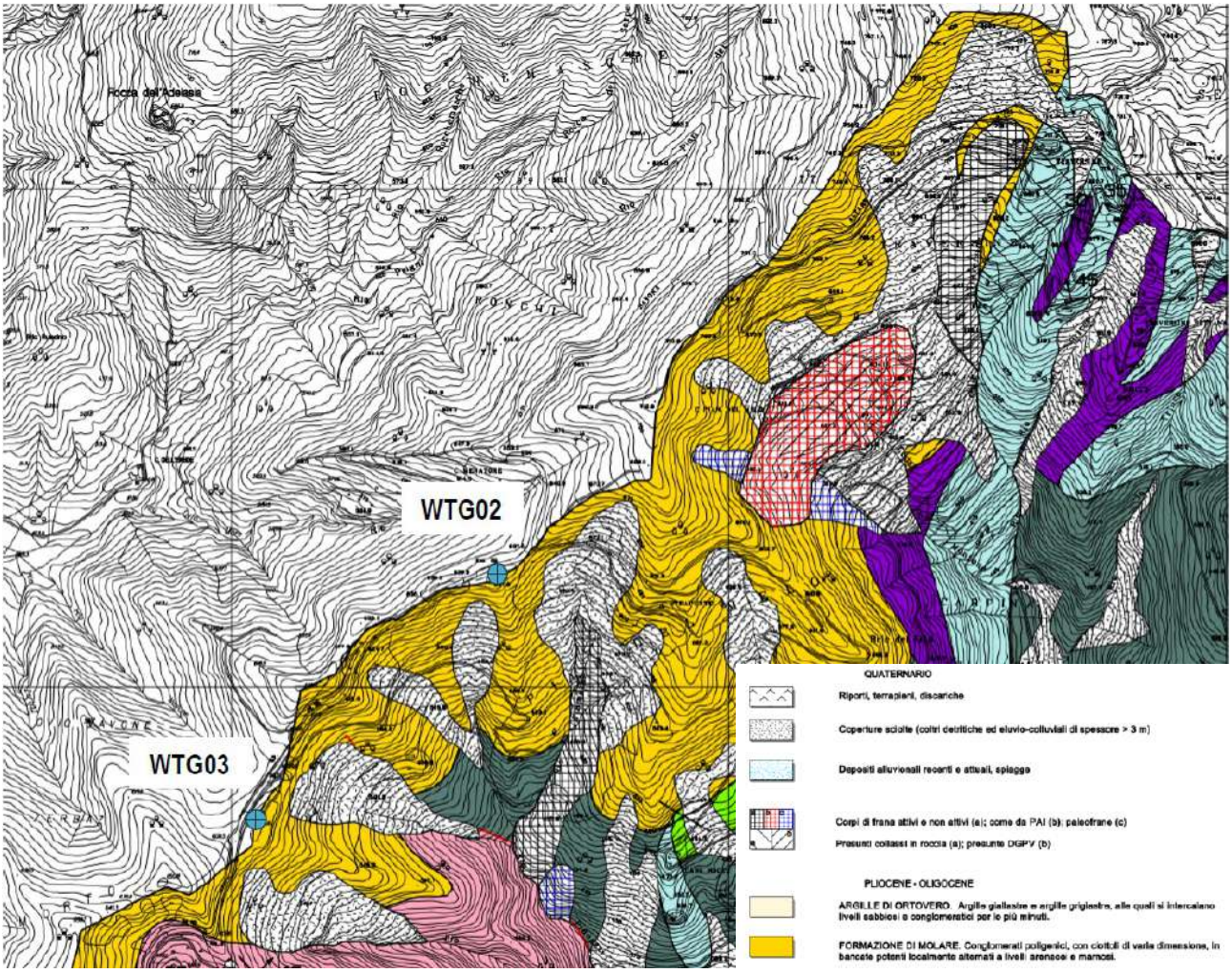


Figura 29: Estratto "Carta geologica con elementi di tettonica – Tavola DF G.7.2. del PUC di Savona".

Il Piano di bacino, stralcio "*Assetto Idrogeologico del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica*" (PAI dissesti) è lo strumento operativo di riferimento dell'Autorità di bacino distrettuale per la mappatura delle aree a pericolosità e per garantire livelli sostenibili di gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica. Il PAI dissesti è il Piano di stralcio di distretto per l'Assetto Idrogeologico previsto all'art. 67 del D.Lgs. 152/06 e sostituisce interamente i vari PAI elaborati secondo le disposizioni della legge 183/89. Dall'esame della cartografia:

- la **Piazzola WTG02**: ricade in zona a Pericolosità P1 moderata – aree stabili con suscettibilità da dissesti di natura geomorfologica modereata;
- la **Piazzola WTG03**: ricade di poco all'esterno della zona a Pericolosità P1 moderata – aree stabili con suscettibilità da dissesti di natura geomorfologica moderata.

Relativamente alle opere in progetto si ritiene che le stesse, essendo posizionate in corrispondenza di aree con morfologia pianeggiante, alla sommità di dossi crinali in condizioni di stabilità e con fondazioni impostate, direttamente o indirettamente, nel substrato roccioso in posto, non vanno a determinare o generare situazioni di instabilità e non modificano negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nelle zone interessate dagli interventi e dalle loro pertinenze.

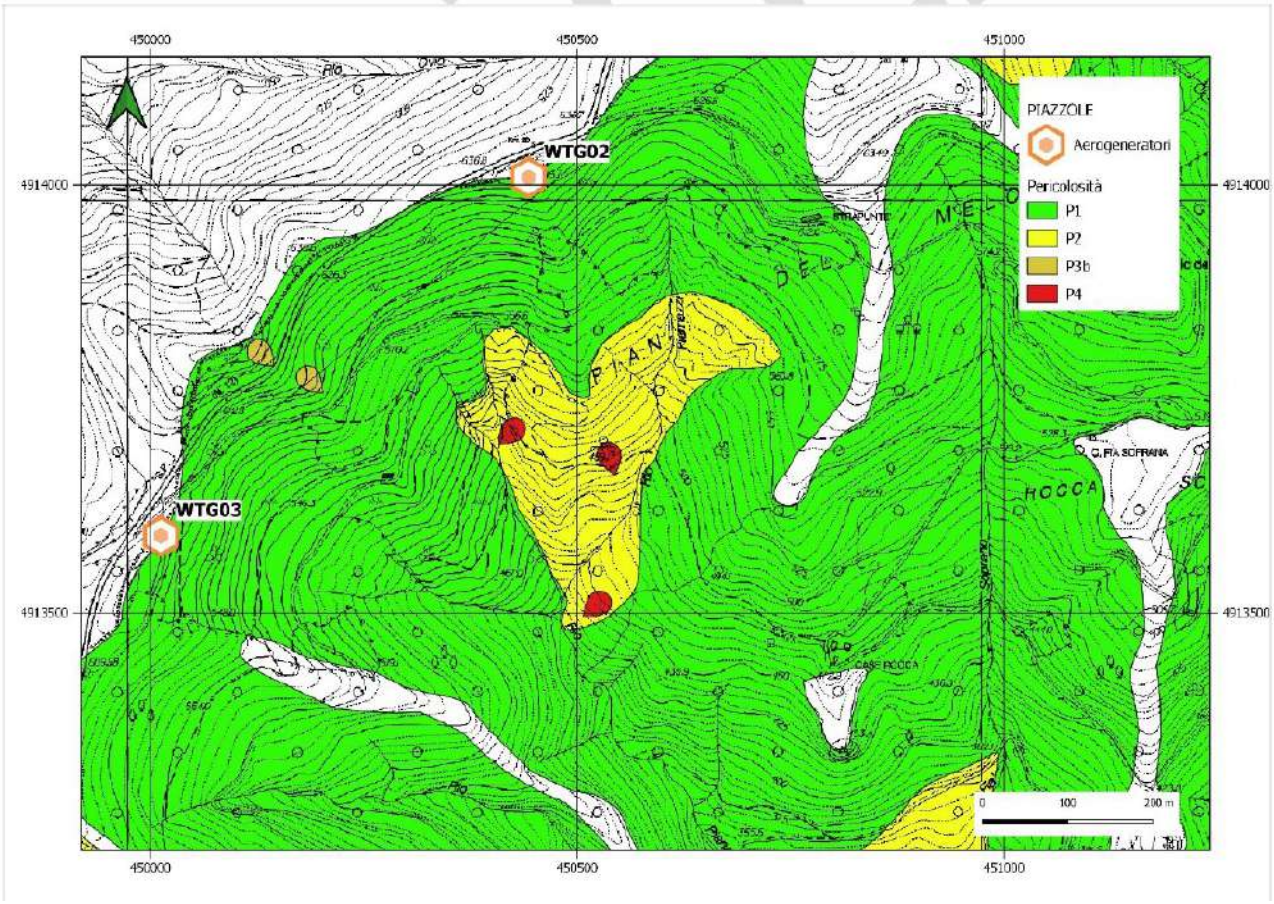


Figura 30: PAI - Carta pericolosità ridisegnata con QGis con shapefile scaricati da "Banche dati geografiche PAI dissesti".

1.12.1. Piazzola WTG02

La piazzola verrà creata mediante lo sbancamento di un dosso arrotondato interamente boscato e caratterizzato da uno strato superficiale di depositi incoerenti, formati da terreni eterogranulari grossolani con ghiaie e ciottoli ber arrotondati immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa mediamente addensata.

Il substrato roccioso non affiora sulla sommità del dosso e/o lungo entrambi i versanti laterali però, considerando la morfologia del rilievo e le profondità massime di scavo, si ritiene probabile che parte dello stesso possa raggiungere la roccia.

1.12.2. Piazzola WTG03

La piazzola verrà creata mediante sbancamento della parte Nord di un dosso arrotondato, posto sul lato Sud-Est della strada, interamente boscato e caratterizzato da uno strato superficiale di depositi incoerenti, formati da terreni eterogranulari grossolani con ghiaie e ciottoli ben arrotondati immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa mediamente addensata.

Il substrato roccioso, qui costituito dai conglomerati della Formazione di Molare, non affiora sulla sommità del dosso e/o lungo entrambi i versanti laterali ma lungo la scarpata di monte della Strada Provinciale circa

140 m a SSW. Considerando la morfologia del rilievo e le profondità massime di scavo, si ritiene probabile che parte dello stesso possa raggiungere la roccia.

1.12.3. Cavidotti

Nel presente capitolo si approfondiscono gli aspetti geologici e geomorfologici relativi ai tratti del tracciato del cavidotto che, come già descritto nel capitolo dedicato "1.10 Cavidotti", si sviluppa prevalentemente lungo viabilità esistente. Tale scelta progettuale consente di attendersi che la posa del cavidotto non presenti particolari criticità di carattere geologico, trattandosi di infrastrutture già servite e consolidate, la cui realizzazione ha già comportato, da parte dell'ente gestore, la risoluzione delle principali problematiche geotecniche e idrauliche.

Tuttavia si evidenzia che, secondo la cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Appennino Settentrionale, la strada provinciale lungo la quale si sviluppa parte del tracciato – e, conseguentemente, il cavidotto – attraversa due aree classificate rispettivamente in classe di pericolosità P3b e P4. Di seguito si riportano le considerazioni geologiche specifiche per tali aree, con l'obiettivo di verificare la compatibilità dell'intervento con il contesto morfologico e di identificare eventuali misure precauzionali.

- La zona posta in classe di Pericolosità P3b - aree potenzialmente instabili interessate da *suscettibilità da dissesti di natura geomorfologica elevata - area a pericolosità eleva*ta - identifica la parte sommitale del bacino del Rio di Rise, estesa sino alla cresta spartiacque del Bric della Sella nelle cui vicinanze passa la strada e quindi il tracciato del cavidotto in progetto. Si tratta di un versante impostato nel conglomerato della Formazione di Molare, affiorante nella parte Sud-Ovest della scarpata e subaffiorante sotto un sottile spessore di terreni di copertura, nella parte Nord-Est. Con tutta probabilità la definizione dell'area di pericolosità, per altro non identificata come dissesto nella cartografia GeoIffi, deriva dalla presenza della scarpata in roccia potenzialmente interessata da fenomeni di rilascio di blocchi rocciosi, immersi nella matrice del conglomerato, che, data l'acclività del versante terminano la loro corso sulla piattaforma stradale.

In questo tratto il cavidotto verrà posato completamente interrato sul lato di valle della strada così da ridurre le possibili interferenze con eventuali crolli. Gli interventi di posa del cavidotto verranno realizzati senza aggravare le condizioni di stabilità delle aree contermini in quanto non sono previsti sovraccarichi sul versante e gli scavi saranno completamente rinterrati con la messa a ripristino della piattaforma stradale.

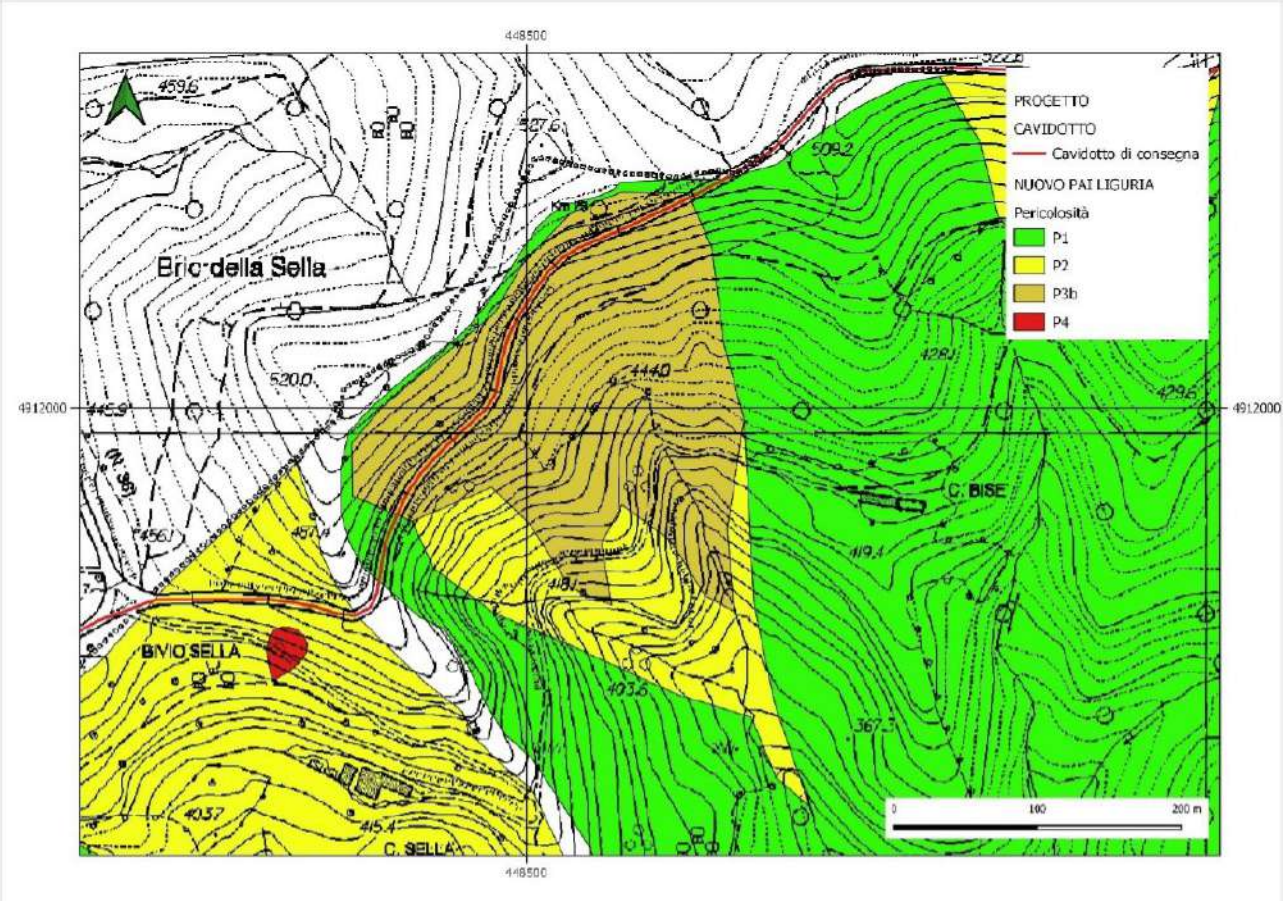


Figura 31: Carta pericolosità PAI - Area P3b.

- La zona posta in classe di Pericolosità P4 – *aree instabili interessate da dissesti di natura geomorfologica attivi - area a pericolosità molto elevata* – identifica un tratto di scarpata a monte della strada provinciale situata nella parte sommitale del bacino del Rio Burre. Nel corso dei sopralluoghi realizzati non si sono rilevate situazioni di dissesto attive ed attualmente la scarpata è completamente vegetata, colonizzata dal bosco e costituita da conglomerato di Molare affiorante a bordo strada in corrispondenza del dosso a Nord.

In questo tratto il cavidotto verrà posato completamente interrato sul lato di valle della strada così da ridurre le possibili interferenze con eventuali dissesti provenienti dal versante di monte. Gli interventi di posa del cavidotto verranno realizzati senza aggravare le condizioni di stabilità delle aree contermini in quanto non sono previsti sovraccarichi sul versante e gli scavi saranno completamente rinterrati con la messa a ripristino della piattaforma stradale.

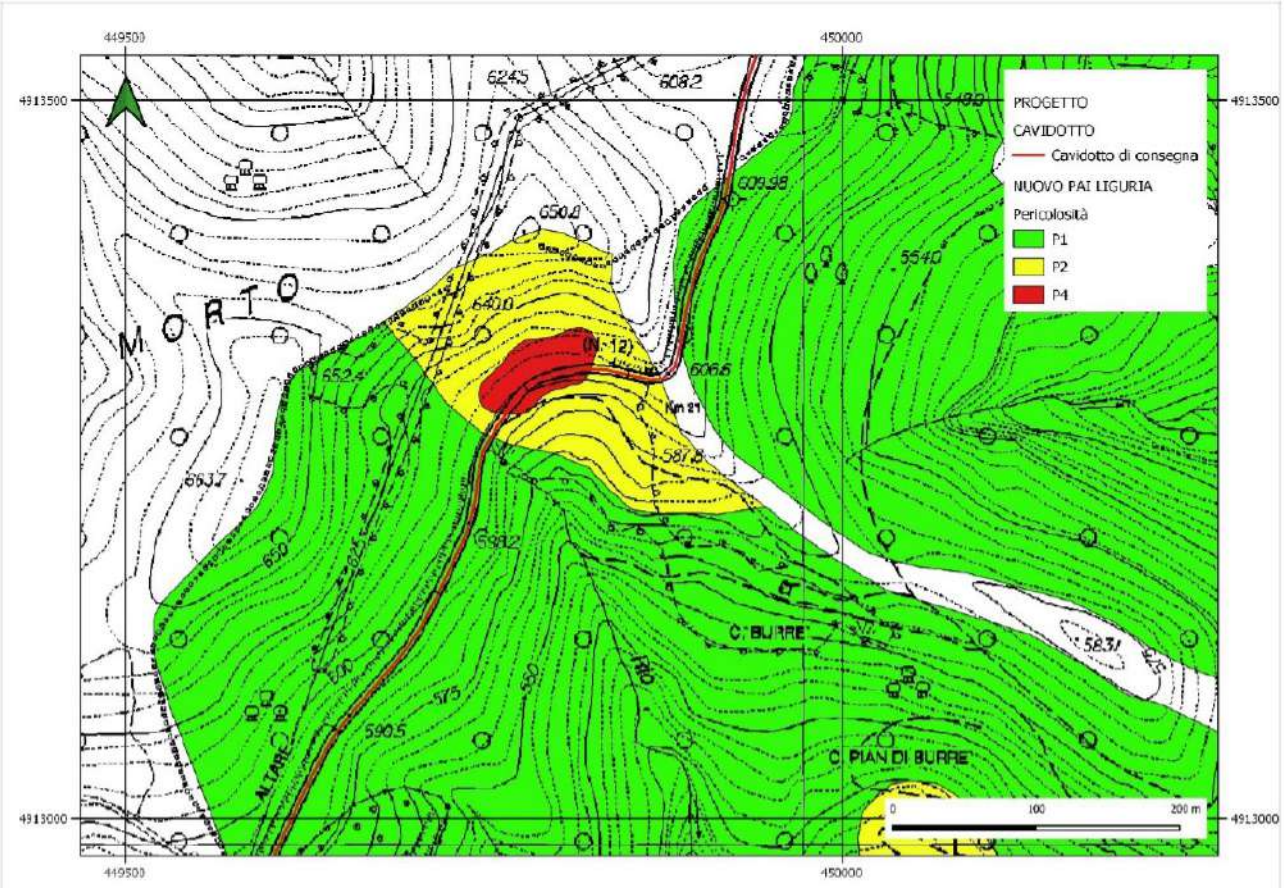


Figura 32: Carta pericolosità PAI - Area P4.

1.13. Forestale

Per l'analisi della tipologia di soprassuolo interessato si è fatto riferimento alla Carta d'uso del suolo e alla Carta di tipi forestali (di seguito allegata), entrambe reperibili sul geo-portale della Regione Liguria. Dall'analisi delle cartografie emerge che il soprassuolo forestale interessato dal progetto rientra prevalentemente nella categoria forestale delle Faggete; in particolare, la maggior parte degli interventi si inquadra come tipo forestale codificato **FA20X (Faggeto mesotrofica).**

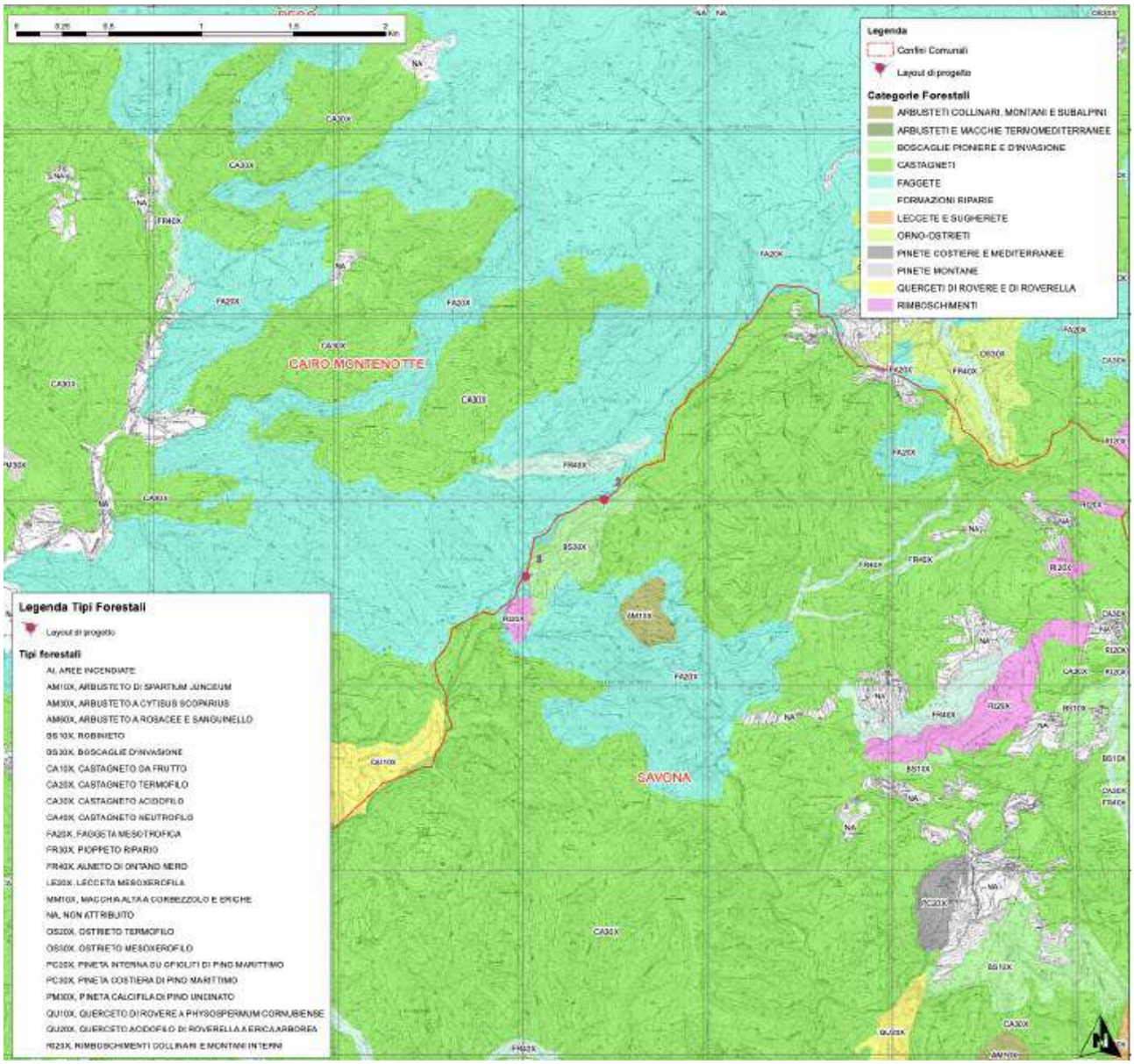


Figura 33: Carta dei tipi forestali.

La superficie forestale oggetto di trasformazione è pari a **6.738 m2** ed è costituita dalle aree boscate trasformate per la realizzazione delle piazzole di montaggio.

Sulla base dei campionamenti effettuati e proporzionalmente alle superfici boscate interessate, si sono stimati i dati volumetrici di esbosco presunti che corrispondo a circa **92 m3** di legname, in prevalenza di faggio.

La tabella di seguito riassume la superficie boscata e i dati volumetrici di esbosco per ogni piazzola.

Oggetto della trasformazione	Superficie boscata trasformata [m2]	Dati volumetrici esbosco presunti [m3]
WTG2	3.588	19
WTG03	3.150	73
TOTALE	6.738	92

Si precisa che nel calcolo non è stata considerata la superficie dell'area adibita allo stoccaggio temporaneo delle terre e rocce da scavo. Tale area non risulta più rientrare nella definizione di bosco, in quanto oggetto di trasformazione in altra destinazione d'uso a seguito del rilascio di Autorizzazione Unica per la costruzione e l'esercizio dell'impianto di Surite del Cuculo.

Nota la superficie boscata interessata dal progetto, si è provveduto ad effettuare un'analisi con l'obiettivo di valutare l'effettivo impatto dato dalla perdita delle superfici boscate sulla macroarea costituita dai comuni di Cairo Montenotte e Savona. Considerando i dati della cartografia relativa ai Tipi Forestali della Regione Liguria, la superficie delle faggete nel Comune di Savona risulta essere pari a 111 ha e 1.258 ha nel Comune di Cairo Montenotte. Pertanto, la superficie boscata trasformata per realizzare l'impianto eolico in progetto risulta essere pari allo 0,05 % della superficie complessiva delle faggete.

In ragione di queste considerazioni si può ragionevolmente considerare insignificante l'impatto dell'intervento sulle componenti forestali della macroarea rappresentata dai territori dei Comuni di Cairo Montenotte e Savona.

1.13.1. Opere di compensazione

La Regione Liguria ha normato gli interventi compensativi relativi al mutamento di destinazione e trasformazione d'uso di boschi in atra destinazione d'uso con l'art.47 bis della Legge Regionale 22 gennaio 1999, n.4. Da un confronto avuto con i funzionari del Settore politiche delle aree interne, antincendio, forestazione, parchi e biodiversità della regione Liguria, alla data odierna, non state ancora definite le modalità di computo della compensazione. Pertanto, non risultando possibile il calcolo della compensazione, gli interventi di trasformazione di aree boscate che vengono autorizzati non portano, di fatto al pagamento della compensazione dovuta.

Considerando il "vuoto normativo" sopra descritto è tuttavia volontà della Società proponete ottemperare al pagamento della compensazione dovuta. Al tal fine, si propone l'utilizzo del calcolo della compensazione normato dalla Regione Piemonte con Deliberazione della Giunta Regionale 26 marzo 2021, n. 4-3018, in ottemperanza all'articolo 19 della Legge Regionale della Regione Piemonte n. 4/2009.

Nel caso in oggetto, la superficie interessata dalla trasformazione è di 6.738 m2 a cui corrisponde un importo compensativo di 5.685,19 €.

1.13.2. Interventi di mitigazione

Come descritto negli elaborati progettuali, al termine dell'installazione delle WTG, le piazzole verranno ridimensionate e la morfologia della stessa verrà riportata ad essere simile all'originaria.

Si prevede pertanto il rimboschimento delle aree delle piazzole che verranno soggette a ripristino. il rimboschimento dovrà avvenire con specie autoctone adatte alla stazione, previo inerbimento.

Le specie erbacee da utilizzare potranno essere le seguenti:

- Festuca gr. rubra
- Festuca gr. ovina
- Lotus gr. corniculatus
- Avenella flexuosa

Le specie arboree arbustive da preferire saranno:

- Fraxinus ornus
- Tilia cordata
- Quercus pubescens
- Acer opalus
- Sorbus aria
- Rubus sp.
- Corylus avellana
- Ruscus aculeatus

Durante la fase di post-operam sarà inoltre necessario monitorare ogni mese nel periodo di massimo sviluppo vegetativo l'eventuale comparsa o diffusione di specie esotiche al fine di programmare con adeguato tempismo gli interventi di controllo.

1.14. Fattibilità acustica

Analizzando la zonizzazione acustica dei comuni di Savona e Cairo Montenotte emerge che l'impianto ricade in classe III, essendo collocato in un'area a prevalente destinazione agricola non distante dalla strada provinciale SP12.

Le zonizzazioni disponibili, tuttavia, sono solo in formato cartaceo e non risultano né georeferenziate né integrate tra loro, rendendo più complessa un'analisi unitaria e sovrapposta.

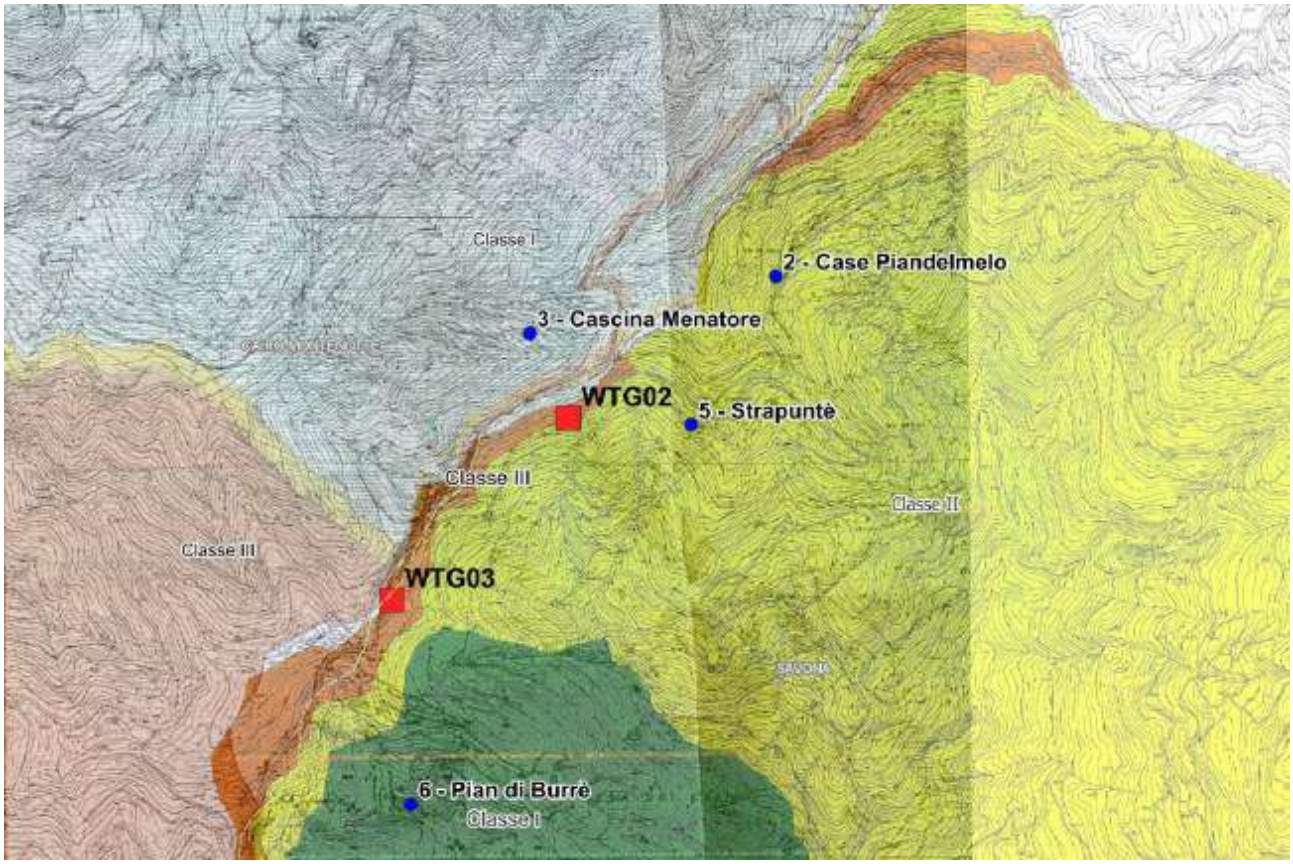


Figura 34: Zonizzazione acustica dei comuni interessati.

Le classi interessate dall'area di intervento sono la I, la II e la III in relazione alla presenza di ambiti ritenuti agricoli e ambiti nei quali prevale la naturalità.

- **Classe I – Aree particolarmente protette**. Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
- **Classe II – Aree a prevalenza destinazione residenziale**. Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
- **Classe III – Aree di tipo misto**. Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

Per quanto riguarda l'individuazione dei ricettori, non sono presenti ricettori sensibili potenzialmente esposti al rumore dell'impianto e gli unici meritevoli di attenzione sono alcuni edifici sparsi in ambiente rurale, costitutivi prevalentemente da vecchie cascine o opifici abbandonati. Nello specifico sono stati individuati i seguenti ricettori:

- **R2 - Cascina Piandelmelo;**
- **R3 - Cascina Menatore;**
- **R5 – Strapuntè;**
- **R6 – Pian di Burrè.**

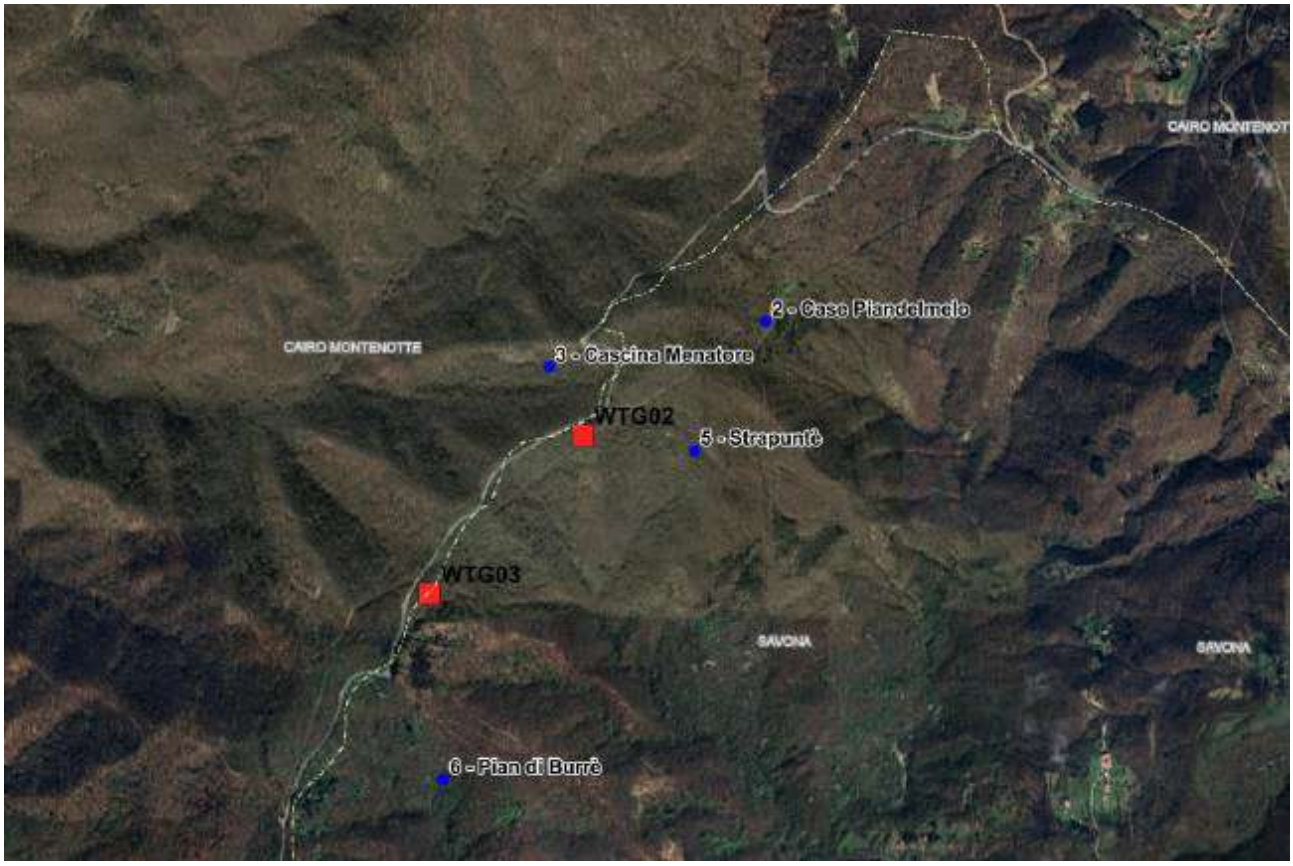


Figura 35: Localizzazione ricettori.

La numerazione dei ricettori non parte da 1 per mantenere coerenza con il progetto precedente, che prevedeva un terzo aerogeneratore WTG01 e, conseguentemente ulteriori due ricettori, R1 e R4.

1.14.1. Clima acustico ante-operam

Il clima acustico dell'area in cui sorgerà l'impianto è stato valutato mediante una campagna di misure fonometriche, che ha interessato sia il periodo di riferimento diurno (dalle ore 6:00 alle ore 22:00) sia in periodo di funzionamento notturno (dalle ore 22:00 alle ore 6:00). I due punti di misura prescelti sono:

- P01 – Edificio presso la strada Provinciale SP corrispondente ad un edificio in prossimità della SP 12, in classe III;
- P02 - Punto di misura 2 (ricettore 2) corrispondente all'abitato di Pian del Melo in classe II;

Rilievi fonometrici Punto di misura 1				
Ora	05.00 – 06.00	06.00 – 07.00	21.00 – 22.00	23.00 – 00.00
LeqA	46,5	48,0	46,0	46,0

Rilievi fonometrici Punto di misura 2				
Ora	05.00 – 06.00	06.00 – 07.00	21.00 – 22.00	23.00 – 00.00
LeqA	45,0	46,0	45,0	44,5

1.14.2. Valutazione dell'impatto acustico dell'impianto

La valutazione dell'impatto acustico prodotto dall'impianto eolico è stata condotta attraverso modellazione numerica previsionale, eseguita mediante il software CadnaA, in conformità alla norma ISO 9613. Il modello ha tenuto conto della morfologia del terreno (importata tramite modello digitale del terreno – DTM), delle caratteristiche di uso del suolo, della presenza di superfici assorbenti, nonché della localizzazione dei ricettori sensibili, ossia edifici rurali sparsi nel territorio, in prevalenza disabitati o in stato di abbandono.

Sono stati analizzati due scenari operativi degli aerogeneratori:

- uno scenario di **massima emissione sonora** (potenza sonora LwA,ref = 106 dB(A)), associato a velocità del vento superiori a 11 m/s;
- uno scenario di **funzionamento standard** (LwA,ref = 99 dB(A)), associato a vento di 6 m/s, corrispondente alla condizione maggiormente rappresentativa dell'esercizio normale dell'impianto.

L'analisi ha valutato i livelli di pressione sonora presso i ricettori a due differenti altezze: 1,5 m (piano terra) e 4,0 m (piano primo), confrontando tali valori con i limiti di emissione e immissione acustica assoluti stabiliti per la classe acustica di appartenenza, nonché con i limiti differenziali laddove applicabili.

I risultati hanno evidenziato che:

- nel **periodo diurno**, tutti i ricettori rispettano ampiamente i limiti normativi sia assoluti sia differenziali;
- nel **periodo notturno**, si riscontra un **superamento dei limiti assoluti** presso il solo ricettore **R3 – Cascina Menatore** (Classe I), con valori superiori fino a 10,5 dB(A) nei casi peggiori, ma con **rispetto**

del limite differenziale, che rappresenta l'indicatore normativo correlato alla reale percezione del disturbo.

L'esame di dettaglio dei risultati consente tuttavia di affermare che l'impianto, anche in condizioni di massimo esercizio, è acusticamente compatibile con il contesto, grazie alla presenza di un rumore di fondo naturale (vento, fauna, vegetazione) che produce un effetto di mascheramento, e alla natura non tonale né impulsiva del rumore prodotto dagli aerogeneratori moderni.

1.14.3. Valutazione considerando il rumore residuo derivante da misurazioni acustiche eseguite in loco

In questa sezione, l'impatto acustico dell'impianto è stato valutato sulla base dei livelli di **rumore residuo effettivamente misurati** nel sito durante apposita campagna fonometrica condotta in condizioni ambientali favorevoli (vento < 5 m/s). Il modello acustico ha quindi simulato:

- il **rumore residuo**, comprensivo della strada SP12 e delle sorgenti naturali (modellate come sorgenti puntuali);
- l'**emissione dell'impianto** nelle due condizioni operative considerate (vento 6 m/s e vento 11 m/s);
- il **rumore ambientale** risultante dalla somma tra residuo e impianto.

I risultati evidenziano che:

- nel periodo **diurno**, tutti i ricettori rispettano i limiti assoluti e non è mai superata la soglia per l'applicazione del criterio differenziale (50 dB(A)); anche dove calcolabile, il differenziale è sempre inferiore a 5 dB(A), risultando compatibile;
- nel periodo **notturno**, il **ricettore R3 – Cascina Menatore** supera il limite di emissione di 6,6 dB(A) (a 1,5 m) e di 10,5 dB(A) (a 4,0 m), nonché il limite di immissione di 5,6 dB(A) e 10,6 dB(A) rispettivamente.

Tuttavia:

- il **criterio differenziale** è sempre rispettato (valori tra 0,1 e 1,6 dB(A)),
- il **superamento dei limiti assoluti** è ascrivibile ai valori molto bassi imposti per la Classe I,
- la **percezione del disturbo** è fortemente attenuata dalla contemporanea presenza di vento forte (che agisce sia come mascheramento sia come sorgente del rumore residuo stesso).

Le verifiche, condotte in condizioni cautelative, dimostrano che anche nelle ipotesi peggiorative l'impatto percepito resta contenuto e non significativo.

1.14.4. Valutazione considerando il solo rumore residuo cagionato dal vento

Questa sezione affronta una valutazione alternativa, più aderente alla realtà operativa dell'impianto. Poiché le condizioni in cui l'impianto produce al massimo coincidono con venti sostenuti, è ragionevole considerare che anche il **rumore residuo naturale** aumenti proporzionalmente, essendo prodotto dalle stesse condizioni meteorologiche.

La verifica è stata quindi ripetuta assumendo come **rumore residuo** una stima dei livelli sonori generati dal **solo vento**, in funzione della sua velocità, per le due condizioni:

- 11 m/s (massima emissione),
- 6 m/s (funzionamento standard).

Le simulazioni confermano che:

- i livelli di rumore ambientale naturale crescono con l'aumentare della velocità del vento,
- le emissioni dell'impianto, pur essendo maggiori a 11 m/s, si inseriscono in un contesto già rumoroso,
- il **contributo differenziale dell'impianto risulta ancora più trascurabile** rispetto alla valutazione basata su rumore residuo misurato con vento debole.

Pertanto, questa seconda analisi, più realistica dal punto di vista operativo, conferma e rafforza le conclusioni già emerse: l'impianto eolico risulta compatibile con i limiti normativi, e l'impatto acustico risulta contenuto, sia in termini assoluti sia percettivi.

È opportuno precisare che il superamento dei limiti assoluti presso il ricettore R3 deve essere interpretato alla luce del **contesto ambientale**: si tratta di un edificio diruto, inaccessibile e non abitato, ubicato in area priva di infrastrutture e urbanizzazioni. Inoltre, i limiti previsti per la Classe I sono particolarmente stringenti (35 dB(A) notturni), tali da rendere frequenti i superamenti anche in presenza di rumori di origine naturale.

Dal punto di vista tecnico, è stato evidenziato come, in condizioni di vento sostenuto (cioè le stesse in cui l'impianto raggiunge i massimi livelli emissivi), il **rumore naturale generato dal vento stesso sulla vegetazione e sulle superfici** risulta significativamente aumentato, producendo un **effetto di mascheramento** acustico. In tal modo, le emissioni dell'aerogeneratore tendono a confondersi con il rumore ambientale di fondo, rendendo la loro percezione più difficile o del tutto assente.

Infine, si sottolinea che la modellazione è stata eseguita in maniera **prudenziale**, adottando i valori di rumore residuo più bassi rilevati in sito, registrati in condizioni di vento debole (<5 m/s), come previsto dalla normativa per le misurazioni acustiche. Tali condizioni non possono coesistere con la produzione massima dell'impianto e rappresentano, quindi, uno scenario ipotetico di massimo impatto, raramente riscontrabile nella reale operatività dell'impianto.

In conclusione, l'impianto risulta **pienamente compatibile con il contesto acustico** di riferimento. Anche nei casi in cui si registrano superamenti dei limiti assoluti, l'impatto acustico risulta **contenuto e non percepibile**, grazie al rispetto dei limiti differenziali, alla natura broadband del rumore generato dagli aerogeneratori e alla scarsa antropizzazione del territorio circostante.

1.14.5. Misure di mitigazione

Alla luce di quanto precedentemente esposto e considerato che l'apporto acustico degli aerogeneratori al clima acustico percepito presso i ricettori risulta **trascurabile rispetto ai livelli di rumore residuo**, **non si ritiene necessario predisporre alcuna misura di mitigazione**.

Ciò anche tenendo conto del fatto che i ricettori maggiormente esposti risultano tali solo potenzialmente, trattandosi di edifici abbandonati che potrebbero prevedere in futuro destinazioni con permanenza di persone, ma solo a seguito di interventi di recupero particolarmente complessi e onerosi.

Si riportano comunque, in via del tutto preliminare e cautelativa, le possibili azioni mitigative che potrebbero eventualmente rendersi necessarie a seguito delle verifiche fonometriche da effettuarsi ad impianto realizzato e in esercizio.

Sulla base dei risultati della presente analisi previsionale, che evidenzia livelli sonori compatibili con i limiti normativi vigenti, si ritiene poco probabile il ricorso a misure correttive. Qualora tuttavia dovessero emergere situazioni puntuali di superamento o criticità, si ipotizzano come interventi prioritari misure di tipo leggero e a basso impatto ambientale, preferibilmente basate su tecniche naturali. Tra queste si segnalano:

- la messa a dimora di siepi in prossimità dei ricettori sensibili;
- la realizzazione di macchie di vegetazione o l'inserimento di elementi boscati nei pressi dei ricettori.

Nel caso tali interventi non fossero sufficienti a garantire adeguati livelli di comfort acustico o risultassero di difficile attuazione per ragioni logistiche o ambientali, si potrà valutare, sempre in corrispondenza dei pochi ricettori potenzialmente più esposti, l'installazione di specifiche barriere fonoisolanti con caratteristiche adeguate al contesto.

Infine, qualora anche queste soluzioni si rivelassero non risolutive, e sempre previo accordo con i proprietari degli edifici interessati, si potranno adottare misure di mitigazione dirette sull'involucro edilizio, quali:

- la posa di serramenti e infissi con prestazioni acustiche superiori a quanto previsto dal DPCM 5/12/1997;
- l'installazione di schermature localizzate a protezione di aree particolarmente esposte;
- trattamenti fonoassorbenti su superfici esterne o interne: come pannelli per logge, balconi, verande o porticati.

Naturalmente queste azioni si affiancano a quelle inerenti alla corretta gestione e configurazione dell'impianto eolico, come:

- manutenzione ottimizzata delle pale: l'accumulo di sporcizia può aumentare l'emissione sonora; la manutenzione programmata aiuta a contenerla;
- trattamenti superficiali delle pale: ad esempio, l'applicazione di serrations (denti posteriori sul bordo d'uscita) o rivestimenti fonoassorbenti per ridurre il rumore aerodinamico.

Le ipotesi sopra indicate costituiscono un primo quadro di riferimento e saranno oggetto di verifica e approfondimento successivo, sulla base delle misurazioni fonometriche in campo e della caratterizza-zione puntuale delle eventuali immissioni. Solo a seguito di tali analisi potranno essere progettate e dimensionate in modo appropriato le misure più efficaci e sostenibili, fermo restando quanto anticipato, ossia che si ritiene improbabile che si renda necessario installare specifiche opere di mitigazione.

1.15. Report di monitoraggio avifauna e chirotterofauna

Il presente Report di monitoraggio relativo all'avifauna e alla chirotterofauna fa riferimento a una configurazione progettuale originaria che prevedeva l'installazione di tre aerogeneratori, identificati come WTG01, WTG02 e WTG03. A seguito dell'archiviazione della proposta progettuale iniziale, si procede ora alla presentazione di una nuova versione del progetto, nella quale si è scelto di non includere l'aerogeneratore WTG01. Tale scelta consente una significativa riduzione delle opere da realizzare e dell'impegno complessivo sul territorio, con ricadute favorevoli anche in termini di tutela ambientale.

Si precisa tuttavia che il presente elaborato mantiene i riferimenti all'assetto a tre aerogeneratori in quanto la campagna di monitoraggio faunistico è stata condotta sulla base della configurazione originaria, garantendo in tal modo una valutazione ampia e cautelativa degli eventuali impatti sull'avifauna e sui chirotteri presenti nell'area di progetto.

Secondo quanto riportato nel report allegato al progetto, i monitoraggi effettuati hanno fornito delle informazioni utili per la valutazione dei potenziali impatti del parco eolico in progetto sulla componente avifaunistica.

In merito all'avifauna notturna nidificante, le indagini hanno individuato la presenza di diversi territori di allocco, civetta e succiacapre, seppur con densità non elevate, soprattutto per le ultime 2.

Passando ai migratori, le rotte maggiormente utilizzate durante la fase pre-nuziale sono state quelle S=>N e O=>E mentre in autunno sono risultate le direttrici E=>O e N=>S, confermando quanto noto in bibliografia per il territorio ligure. I transiti osservati inoltre, in entrambi i periodi indagati, hanno evidenziato delle zone preferenziali di passaggio ubicate non in prossimità dei punti individuati per l'installazione dei 3 aerogeneratori. Per quanto riguarda gli indici di migrazione orario e giornaliero, calcolati per l'intero periodo di monitoraggio, i valori di 5,71 e 51,43 si sono rilevati essere influenzati prevalentemente dai non rapaci (IMorario=4,92 e IMgiornaliero=44,28), dato che gli stessi, considerati soltanto i rapaci, sono risultati, rispettivamente, pari a 0,79 e 7,15 (valori pressocché identici se esaminate soltanto le specie in All. I della Dir. Uccelli 2009/147/CE). Questi valori, come descritto nel capitolo relativo all'analisi dei potenziali impatti cumulativi, sono significativamente più bassi rispetto a quelli registrati nei siti liguri di monitoraggio del Progetto Migrans (Arenzano e Costa Fagaglia) e in linea, se non in parte inferiori, a quelli emersi durante i monitoraggi della fase ante-operam eseguiti presso i parchi eolici autorizzati e già in funzione di "Cascinassa" e "Surite del Cuculo", non facendo, di conseguenza, sussistere un effetto cumulo degli stessi impianti con quello in progetto di "Piandelmelo". Inoltre, a livello di specie, quelle maggiormente contattate durante la fase pre-nuziale sono state il rondone comune, il falco pecchiaiolo (per la quale è stato registrato un picco di passaggio durante la giornata del 12/05/2023, con l'80% dei transiti osservati in primavera) e il colombaccio, mentre nel periodo post-riproduttivo sono state il fringuello, il lucherino e il colombaccio, con un flusso migratorio di rapaci quasi nullo (N=8).

Di tutti gli esemplari avvistati, sia migratori che non migratori, che hanno sorvolato all'altezza dal suolo considerata "a rischio di collisione" (tra 10 e 200 m), la maggior parte è transitata tra i 100 m e i 300 m (N=1.422; 55,66%) mentre circa il 38% è passato entro i 100 m (N=963) e soltanto il 6,65% (N=170) a oltre 300 m di distanza. Inoltre dai risultati del Modello di Band, in generale, è emerso un basso numero di potenziali collisioni che, per diverse specie (alcune delle quali di elevato valore conservazionistico), è risultato addirittura pressocché nullo.

Per quanto riguarda le 37 specie potenzialmente nidificanti nell'area di indagine, come specie di maggiore pregio (incluse nell'All. I della Dir. Uccelli 147/2009/CE) sono risultate il picchio nero (con almeno 3 territori) il succiacapre (con almeno 1 territorio) e il biancone (con almeno 1 territorio). Per gli altri rapaci diurni, le osservazioni effettuate hanno individuato la presenza di almeno 1 territorio di gheppio e di almeno 2 territori di sparviere e poiana. Non sono risultate invece nidificanti specie di interesse regionale (incluse nell'All. C della L.R. n.28/2009) e la comunità ornitica è apparsa composta prevalentemente da specie comuni ed ecologicamente legate ad ambienti boscati.

Concludendo, per ciò che concerne gli svernanti, durante le indagini sono state contattate 20 specie, di cui 17 Passeriformi e 3 Non Passeriformi, e, sulla falsariga di quanto emerso dai rilievi per l'avifauna diurna nidificante, sono state avvistate prevalentemente famiglie tipiche di ambienti forestali (come fringillidi, paridi e turdidi). L'unica specie di elevato pregio (inserita nell'All.I della Dir. Uccelli 2009/147/CE) avvistata è risultata il picchio nero.

Per quanto riguarda la Chirotterofauna, l'area per caratteristiche ambientali e climatiche non appare di notevole rilevanza per le specie, con dominanza di ambienti forestali poco maturi e privi di aree ecotoniali ed aperte di maggiore rilevanza per l'attività trofica delle specie. L'indice di attività è in generale uniforme, confermando una generale omogeneità di distribuzione degli individui, conforme alle tipologie ambientali dominanti. In tutta l'area sono presenti pochi ambienti configurabili come rifugi: rari ruderi e manufatti in pessimo stato di conservazione e di nessun interesse come possibili rifugi; le grotte più rilevanti ed estese sono presenti a discreta distanza dal Parco, considerando un buffer di 5 km e non si ritengono significative come roost per la chirotterofauna.

1.15.1. Misure di mitigazione

Sebbene i risultati delle indagini non abbiano evidenziato una comunità ornitica di elevato pregio nell'area indagata, vengono proposte qui in seguito delle mitigazioni applicabili per minimizzare gli influssi negativi delle installazioni eoliche nei confronti dell'avifauna:

- la realizzazione, nei 3 anni successivi alla messa in opera del parco eolico in progetto, del piano di monitoraggio avifaunistico post-operam realizzato con le stesse metodologie utilizzate per la fase ante-operam. Verrà inoltre eseguita l'attività di ricerca delle carcasse, a cadenza settimanale, perlustrando a tappeto, non in un orario definito, un intorno di 100 m da ogni punto torre. Ogni eventuale ritrovamento sarà identificato, georiferito e archiviato in una banca dati che verrà illustrata all'interno della relazione tecnica annuale;
- verrà evitata, oltre alle luci rosse di segnalazione previste dalla normativa vigente, ogni altra forma di illuminazione artificiale delle torri onde evitare l'effetto attrattivo delle fonti luminose per i migratori notturni;
- le pale saranno colorate con bande trasversali, in modo da essere visibilmente più avvistabili, soprattutto dai rapaci;
- i lavori previsti per l'installazione degli aerogeneratori non verranno eseguiti tra il 01 maggio e il 31 luglio di ogni anno al fine di tutelare il periodo riproduttivo della maggior parte delle specie ornitiche.

Se i risultati dei monitoraggi post-operam evidenzieranno delle criticità significative sulla componente ornitica (ritrovamento di carcasse, numerosi sorvoli a rischio, osservazione diretta di collisioni con le pale) si potranno valutare delle specifiche azioni da intraprendere in merito (installazione di dispositivi DTBird o DTBat). Come valori soglia potranno essere utilizzati quelli ottenuti dal calcolo del Modello di Band per le specie considerate illustrati nel capitolo "Analisi del rischio di impatto".

Infine, in considerazione dei risultati delle indagini ante-operam effettuate, non si ritiene invece necessario implementare un ulteriore monitoraggio sulla chirotterofauna, oltre a quanto già previsto nella fase di operatività del parco.

1.16. Analisi vegetazionale

L'analisi vegetazionale riportata di seguito fa riferimento alla configurazione originaria del progetto, che prevedeva l'installazione di tre aerogeneratori, identificati come WTG01, WTG02 e WTG03. Sebbene nella nuova proposta progettuale si sia deciso di non realizzare la macchina WTG01, l'indagine condotta considera

l'intero assetto iniziale al fine di fornire una valutazione più completa e cautelativa degli aspetti ambientali, mantenendo quindi il riferimento a tutti e tre i punti pala.

Per quanto riguarda la componente vegetazionale, l'indagine è stata svolta all'interno di un'area buffer di ampiezza pari a 100 metri attorno ai punti individuati per il posizionamento degli aerogeneratori. La caratterizzazione della vegetazione presente è stata effettuata attraverso due fasi distinte e complementari:

- una prima fase di fotointerpretazione da immagini satellitari, finalizzata alla delimitazione e classificazione preliminare delle unità vegetazionali;
- una successiva fase di verifica in campo, volta alla conferma e alla caratterizzazione diretta di tutti i poligoni cartografati, nonché alla verifica dell'eventuale presenza di habitat di interesse comunitario, ai sensi dell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE.

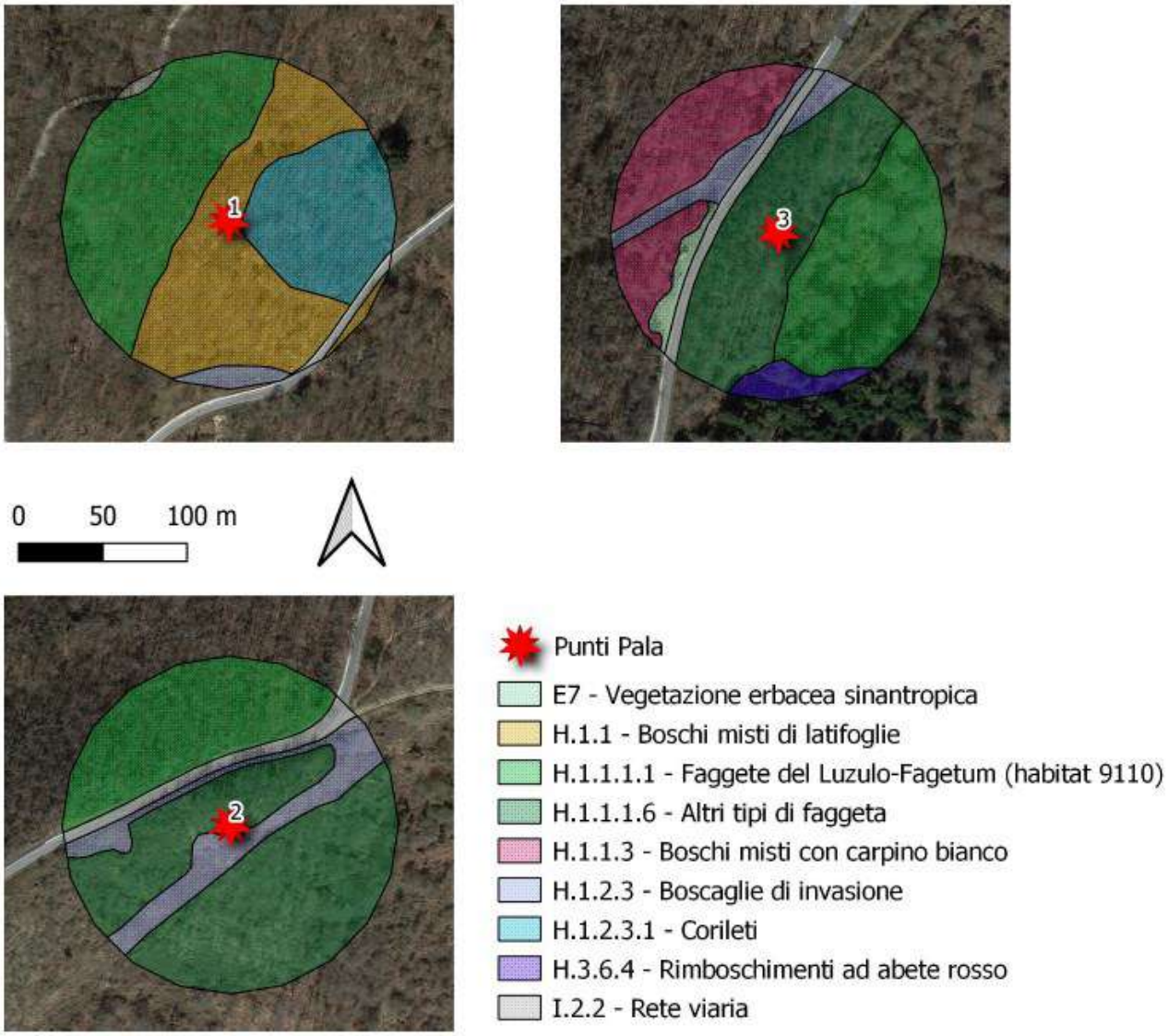


Figura 36: Distribuzione delle tipologie vegetazionali presenti nell'area buffer di 100 m attorno ai punti pala.

Dalle indagini effettuate sulla componente flora – vegetazione – habitat si conclude quanto segue:

- l'area compresa nei buffer di 100 m attorno ai punti pala è costituita quasi interamente da formazioni forestali, in cui dominano le faggete, i boschi misti montani con presenza di faggio e i boschi montani a carpino bianco.

- nell'area è riconoscibile un solo habitat in All. I Dir. 92/43/CEE, costituito da faggete del Luzulo-Fagetum (habitat 9110), presente nei buffer di tutti i punti pala, in buona parte incluse all'interno delle due Z.S.C. che interessano l'area. Tali faggete vanno da pure a miste con castagno, talvolta in aspetti tendenzialmente termofili.
- le altre tipologie forestali individuate presentano un valore naturalistico medio-elevato, per via della loro buona struttura e ricca composizione floristica. Solo localmente si osservano segni di degrado per l'eccessiva aridità del crinale o per la presenza della linea elettrica.
- le specie vegetali di interesse conservazionistico sono abbastanza diffuse nell'area di studio sebbene limitate a poche specie, tutte comuni a livello regionale.
- le specie esotiche nell'area di studio sono attualmente scarsamente diffuse, localizzate perlopiù nei siti disturbati lungo la rete viaria o la linea elettrica. Tuttavia, alcune di esse (es. Phytolacca americana) sono potenzialmente in grado di avere forti espansioni in seguito alle lavorazioni connesse ai cantieri e pertanto richiedono un attento monitoraggio e opportune strategie di mitigazione.
- l'inquadramento vegetazionale dell'area vasta di 3 km attorno ai punti pala vede una netta prevalenza di ambienti forestali, in massima parte rappresentati da faggete e castagneti e in misura minore da ostrieti, rimboschimenti di conifere e formazioni ripariali. Minoritarie le aree antropizzate o con vegetazione prativa o affioramenti rocciosi.

2. Normativa di rifermento

- **D.Lgs. 199/2021**: Attuazione della Direttiva (UE) 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, che ha abrogato la direttiva 2009/28/CE e ha aggiornato i criteri per l'autorizzazione degli impianti.
- **D.Lgs. 387/2003**: Attuazione della direttiva 2001/77/CE, ancora rilevante per alcuni aspetti normativi non sostituiti.
- **D.M. 10 settembre 2010**: "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", con aggiornamenti.
- **D.M. 04 luglio 2019**: Aggiornamento delle linee guida per il mantenimento delle autorizzazioni degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.
- **Legge n. 108/2021**: Conversione del D.L. "Semplificazioni", che introduce semplificazioni procedurali per la realizzazione di impianti di energia rinnovabile.
- **Norme CEI/IEC**: Rilevanti per la progettazione e realizzazione degli impianti elettrici, con particolare riferimento alle norme per impianti di produzione di energia.
- **CEI EN 61936-1 e CEI EN 50522**: Per impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata e per la messa a terra.
- **CEI 0-16**: Normativa tecnica per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti elettriche AT e MT.
- **Norme UNI EN ISO**: Applicabili alla parte strutturale e meccanica dell'impianto.
- **D.Lgs. 81/08**: In materia di sicurezza sul lavoro, applicabile anche alla progettazione e alla realizzazione di impianti eolici.
- **Delibera ARERA n. 540/2021/R/eel**: Regola gli aspetti tecnici e commerciali della connessione degli impianti alla rete elettrica.
- **Linee guida ARPA Liguria**: Per la valutazione dell'impatto ambientale degli impianti eolici.
- **Normativa regionale**: Considerare leggi e piani energetici della Regione Liguria, come il "Piano Energetico Ambientale Regionale".

L'elenco riportato ha una funzione esclusivamente indicativa e non esaustiva. Le opere e le installazioni saranno eseguite a regola d'arte, in stretta conformità con le Norme CEI, IEC, UNI e ISO vigenti, anche se non espressamente richiamate nel presente documento.

3. Inquadramento dell'opera

Il presente capitolo riporta i principali dati identificativi relativi al soggetto proponente, alle caratteristiche tecniche dell'impianto e alle modalità di connessione alla rete elettrica nazionale. Le informazioni fornite costituiscono la base tecnica e amministrativa del progetto, propedeutica all'analisi delle soluzioni impiantistiche adottate e degli impatti correlati.

In base ai dati illustrati nei paragrafi successivi, la potenza massima in immissione autorizzata è pari a 9.000 kW, mentre la potenza complessiva installata ammonta a circa 8.000 kW. Tale scostamento è conseguenza dell'esclusione dell'unità WTG01, scelta operativa volta a contenere l'impatto paesaggistico e ambientale. Con la configurazione residua a due macchine, ciascun aerogeneratore può operare alla propria potenza nominale senza necessità di limitazioni, evitando fenomeni di sbilanciamento di carico e interventi di regolazione addizionali sulle singole macchine.

Per far coincidere la capacità di immissione autorizzata con la potenza effettivamente installata, sarà necessario richiedere una revisione del preventivo di connessione.

3.1. Proponente

Società	BH WIND S.r.l.
Sede	Via Zara, 5 – 23100 Sondrio (SO)
Telefono	0342-211159
Email	info@bissiholding.com
PEC	bhwind@pec.bissi.it

3.2. Impianto

	WTG02	**WTG03**
Comune di installazione	Savona	Savona
Provincia	Savona	Savona
Foglio	4	4
Mappale	12	13
Latitudine WGS84 [°]	44°22'39.58"N	44°22'25.92"N
Longitudine WGS84 [°]	8°22'40.37"E	8°22'21.22E
Altitudine [m s.l.m.]	639	604
Modello aerogeneratore	E-138 EP3	E-138 EP3
Potenza nominale [kW]	4.260	4.260
Altezza del mozzo [m]	111	111
Diametro del rotore [m]	138,25	138,25

Attualmente, la società prevede di installare il modello di aerogeneratore indicato nella tabella. Tuttavia, si precisa che potrebbero verificarsi delle variazioni riguardo al modello specifico scelto. Nonostante ciò, le grandezze tecniche fondamentali, quali potenza nominale, altezza del mozzo e diametro del rotore,

rimarranno sostanzialmente in linea con quelle presentate, garantendo il rispetto delle caratteristiche progettuali iniziali e la coerenza con le aspettative di produzione energetica.

3.3. Connessione

Codice rintracciabilità	333279626
Data domanda preventivo di connessione	01 ottobre 2024
Data accettazione preventivo di connessione	18 febbraio 2025
Data ultima di validità preventivo di connessione	28 gennaio 2026
Potenza massima in immissione [kW]	9.000
Tensione nominale di immissione [V]	15.000
Punto di allaccio alla rete	Cabina primaria AT/MT ALTARE
Collegamento	Antenna
Lunghezza cavidotto interrato utente WTG03 – WTG02	200 metri
Lunghezza cavidotto interrato utente WTG02 – Cabina di consegna	840 metri
Lunghezza cavidotto di consegna (come da preventivo e-Distribuzione)	7.700 metri

La società dispone dell'esito positivo del progetto definitivo**.**

In materia di procedure autorizzative, la società proponente si assume la cura di tutti gli aspetti relativi all'ottenimento delle concessioni a costruire non solo l'impianto ma anche le opere di rete. La realizzazione di queste è però in carica a e-Distribuzione S.p.A. motivo per cui si chiede, per la sola parte di opere di connessione a valle della cabina di consegna, di intestare l'autorizzazione all'ente gestore.

4. Descrizione delle scelte progettuali e dei componenti di impianto

L'area per la realizzazione del seguente progetto è stata scelta a valle di considerazioni basate sia sul rispetto dei vincoli volti a contenere gli effetti modificativi del suolo, sia sulla necessità di garantire l'esistenza dell'impianto, rispettando l'ambiente e le attività umane attualmente presenti nell'area. Il progetto è stato sviluppato studiando la disposizione dell'impianto in relazione a molteplici fattori, tra i quali i più rilevanti sono:

- **ventosità del sito**: analisi delle condizioni anemologiche per garantire la massima efficienza dell'impianto;
- **caratteristiche orografiche e geomorfologiche del sito**: con particolare riguardo ai sistemi che compongono il paesaggio come l'acqua, la vegetazione e l'uso del suolo;
- **impatto sulla fauna selvatica**: valutazione delle potenziali interferenze con gli habitat naturali e le specie presenti nell'area, con misure di mitigazione previste;
- **disposizione dell'aerogeneratore sul territorio**: studio dell'impatto visivo rispetto a punti di vista prioritari;
- **caratteri dell'aerogeneratore scelto**: indicazioni riguardanti materiali, colori, forma e particolare attenzione alla durabilità e alla manutenzione;
- **utilizzo della viabilità esistente e accessibilità dell'area**: massima valorizzazione delle infrastrutture esistenti per la disposizione della piazzola in prossimità della viabilità esistente (per quanto possibile), limitando gli interventi necessari e garantendo un facile accesso durante le fasi di costruzione e manutenzione, minimizzando i disagi per le attività locali;
- **impiego di materiali che favoriscono l'integrazione con il paesaggio**: selezione di soluzioni progettuali che minimizzino l'impatto visivo;
- **attenzione alle condizioni determinate dai cantieri**: ripristino della situazione "ante opera" con particolare riguardo alla rinaturalizzazione e rinverdimento delle aree;
- **coinvolgimento della comunità**: eventuali misure di consultazione e coinvolgimento delle comunità locali nel processo decisionale, per garantire che le loro preoccupazioni e suggerimenti siano considerati;
- **normativa ambientale**: rispetto delle normative locali, nazionali e internazionali relative alla costruzione e gestione degli impianti eolici;
- **sostenibilità economica**: considerazione degli aspetti economici legati all'implementazione del progetto, inclusa l'analisi dei costi e dei benefici a lungo termine per la comunità locale;
- **cambiamenti climatici**: valutazione della resilienza dell'impianto in relazione ai cambiamenti climatici e potenziali eventi meteorologici estremi.

4.1. Opere principali da eseguirsi

Le attività descritte di seguito rappresentano le principali lavorazioni necessarie per la realizzazione dell'impianto eolico. Ogni fase è stata pianificata con l'obiettivo di garantire una costruzione efficiente, sicura e rispettosa dell'ambiente, dalla preparazione del sito fino all'allacciamento alla rete e al ripristino delle condizioni originali del terreno.

- **Adeguamento della viabilità esistente:** miglioramento delle strade di accesso esistenti senza la necessità di realizzare nuovi tratti per il transito dei mezzi di cantiere.

- **Realizzazione della piazzola temporanea di montaggio:** allestimento di un'area temporanea per il montaggio dell'aerogeneratore.
- **Preparazione dell'area dell'impianto eolico:** pulizia e delimitazione del sito, rimozione di vegetazione e detriti per garantire un ambiente di lavoro sicuro.
- **Stoccaggio e gestione dei materiali:** gestione logistica dei materiali necessari alla costruzione, inclusa un'area di stoccaggio temporaneo per i componenti dell'aerogeneratore e i materiali edili.
- **Realizzazione delle fondazioni dell'aerogeneratore:** esecuzione di scavi e getto di calcestruzzo per creare fondazioni stabili e durature.
- **Montaggio del sistema eolico:** assemblaggio della torre, dell'aerogeneratore e delle pale, oltre ai collegamenti elettrici.
- **Posa della cabina di consegna:** installazione della cabina e cablaggio della componentistica interna.
- **Realizzazione dell'elettrodotto:** posa del cavidotto per l'immissione in rete dell'energia elettrica rinnovabile prodotta dall'impianto.
- **Test e collaudo dell'impianto:** esecuzione di test e verifiche per garantire il corretto funzionamento dell'aerogeneratore e dei sistemi elettrici.
- **Allacciamento alla rete elettrica:** esecuzione dei lavori per collegare definitivamente l'impianto alla rete di distribuzione, in conformità con le specifiche tecniche del gestore di rete.
- **Installazione di sistemi di sicurezza e controllo:** implementazione di impianti di videosorveglianza, antintrusione e sistemi di controllo per il monitoraggio dell'impianto.
- **Ripristino ambientale:** completati i lavori, ripristino delle aree temporanee e del terreno circostante, con eventuale rinverdimento per minimizzare l'impatto ambientale.

4.2. Caratteristiche dell'impianto

L'impianto eolico in esame è progettato per contribuire alla produzione di energia elettrica rinnovabile, grazie a una serie di specifiche tecniche che ne ottimizzano l'efficienza e minimizzano l'impatto ambientale. Le principali caratteristiche generali dell'impianto sono:

- n. 2 aerogeneratori con potenza unitaria di 4.260 kW, per una potenza massima di 8.520 kW;
- n. 2 piazzole di circa 3.350 m2 e 2.010 m2, ridotte a impianto ultimato per garantire l'accesso alla torre per lo svolgimento delle ordinarie operazioni di manutenzione;
- rete di collegamento tra gli aerogeneratori e la cabina di consegna;
- n. 1 cabina di consegna composta da locale utente, locale misure e locale di rete/connessione;
- n.1 minibox in sostituzione del PTP con relativi raccordi MT/BT;
- rete di media tensione (MT) di collegamento, con un cavidotto interrato tra la cabina di consegna e la cabina primaria (CP) sita in Comune di Altare;

4.3. Aerogeneratore

A valle di uno studio approfondito che tiene conto di molteplici parametri, quali la velocità media del vento e la sua direzione, le caratteristiche geografiche del sito, i costi associati all'installazione e alla manutenzione, nonché i tempi di fermo previsti per interventi di riparazione o manutenzione straordinaria, si è giunti alla conclusione di installare un aerogeneratore del modello **E138 EP3**, prodotto da **Enercon**.

Un aerogeneratore è un impianto progettato per convertire l'energia cinetica del vento in energia elettrica. La sua struttura è composta da vari elementi interconnessi, ognuno con funzioni specifiche e vitali per il suo funzionamento.

- **Rotore:** è la parte dell'aerogeneratore che cattura l'energia del vento. È costituito da tre pale che hanno una forma aerodinamica simile a un profilo alare progettate per massimizzare l'efficienza nel catturare l'energia del vento. Le pale sono collegate a un mozzo centrale, che funge da punto di ancoraggio e trasmette il movimento rotatorio al generatore elettrico. Quando il vento colpisce le pale, esse iniziano a ruotare, trasformando l'energia cinetica del vento in energia meccanica.

Numero di pale	3
Diametro del rotore [m]	138,25
Superficie del rotore [m2]	15.011
Giri nominali [Rpm]	4,4 – 10,8
Velocità cut-in [m/s]	2,5
Velocità cut-off [m/s]	28,0
Materiale	E-glass fibre reinforced epoxy

- **Navicella:** è l'elemento che ospita i principali componenti meccanici ed elettrici dell'aerogeneratore. Realizzata in materiale robusto, solitamente acciaio e fibra di vetro, contiene il generatore elettrico, il sistema di trasmissione e i dispositivi di controllo dell'orientamento. La navicella è montata su un supporto-cuscinetto che le consente di ruotare in base alla direzione del vento, garantendo così un'efficienza massima nell'estrazione dell'energia.
- **Torre:** è la struttura verticale che sostiene il rotore e la navicella. Può superare i 100 metri di altezza ed è realizzata in sezioni di acciaio, assemblate in loco. La sua elevata altezza consente di posizionare il rotore in un'area di vento più forte e costante, migliorando così la produzione di energia. La base della torre è fissata saldamente al suolo mediante fondazioni specifiche, garantendo stabilità e sicurezza all'intero impianto.

Altezza torre [m]	111
Forma	Conica
Materiale	Steel tower, hybrid tower or hybrid steel tower

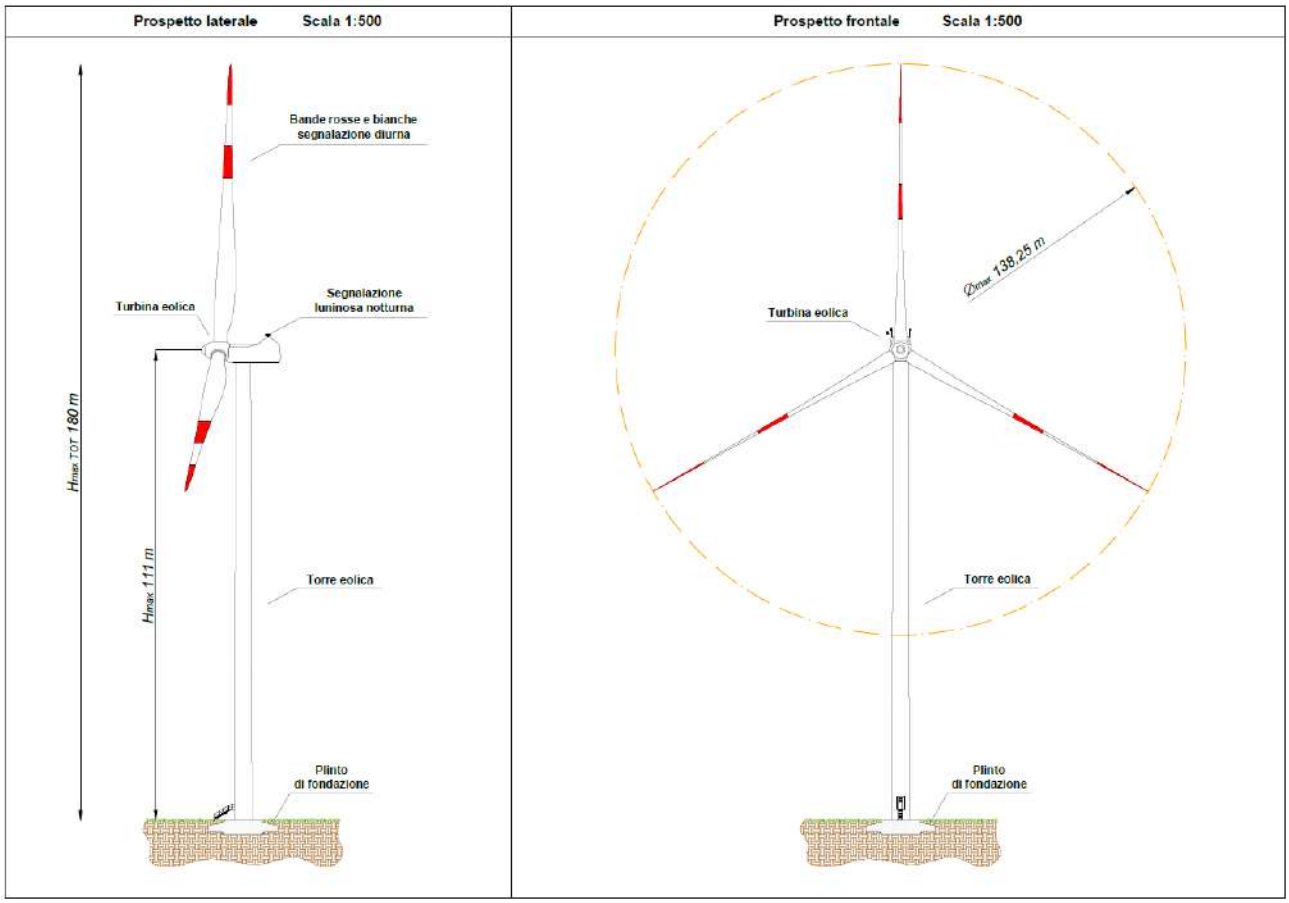


Figura 37: Prospetto tipo aerogeneratore.

- **Sistema Elettrico:** è composto da un generatore che trasforma l'energia meccanica del rotore in energia elettrica. Questa energia è inizialmente in bassa tensione e viene trasferita tramite cavi alla base della torre, dove si trovano i quadri elettrici e il trasformatore. Qui, viene convertita in media o alta tensione per la connessione alla rete elettrica.

Design della turbina	Direct Drive
Tipo di generatore	Separately excited annular generator
Sistema di raffreddamento	Air cooling system

- **Sistema di Controllo:** è fondamentale per ottimizzare le prestazioni dell'aerogeneratore. Esso include una serie di sensori che monitorano costantemente la velocità e la direzione del vento, nonché lo stato operativo dei vari componenti. Basandosi su questi dati, il sistema di controllo regola l'orientamento della navicella e l'angolo delle pale, massimizzando così l'efficienza della produzione di energia e garantendo la sicurezza dell'impianto in caso di condizioni meteorologiche avverse.

Sistema di orientamento al vento	Active pitch control

Gli aerogeneratori, considerando la quota a cui saranno installati, saranno dotati di sistemi anti-ghiaccio. Questi sistemi, progettati per prevenire la formazione di ghiaccio sulle pale e sugli altri componenti degli impianti, possono includere riscaldatori elettrici, materiali isolanti e sistemi di monitoraggio della temperatura. L'implementazione di tali tecnologie è fondamentale per garantire un funzionamento efficiente

e sicuro degli aerogeneratori, riducendo i rischi associati all'accumulo di ghiaccio, che potrebbe compromettere le prestazioni e la stabilità dell'intero sistema durante i mesi invernali.

Nel caso si decidesse in futuro di adottare un modello diverso di aerogeneratore, si prevede che tale scelta possa avvenire senza portare modifiche sostanziali alle dimensioni e alle caratteristiche strutturali dell'impianto, garantendo così un impatto ambientale analogo a quello già valutato e approvato. Questa possibilità di aggiornamento consente di mantenere i requisiti di sicurezza stabiliti, assicurando una continuità operativa senza compromettere le condizioni ambientali del sito.

4.4. Fondazione aerogeneratore

La torre dell'aerogeneratore è fissata al terreno mediante una fondazione in calcestruzzo armato di forma circolare e dimensioni prestabilite, progettata per sostenere il carico dell'intero impianto, inclusi i carichi statici e dinamici derivanti dall'operatività dell'aerogeneratore e dalle condizioni meteorologiche.

Prima della progettazione della fondazione, vengono effettuate indagini geologiche per valutare le caratteristiche del terreno e garantire la scelta della tipologia di fondazione più idonea. La quota di imposta è realizzata a una profondità non inferiore ai due metri e viene eseguita con l'ausilio di mezzi meccanici, al fine di evitare il franamento dei terreni circostanti.

Una volta effettuato lo scavo per la fondazione, il fondo viene compattato e successivamente ricoperto con uno strato di magrone. Questo basamento ha la funzione di distribuire i carichi verticali su una superficie più ampia, consentendo inoltre il corretto posizionamento dei ferri di armatura in acciaio, i quali servono a garantire la resistenza strutturale contrastando le sollecitazioni di trazione e contribuendo a mantenere l'integrità e la stabilità dell'intera struttura.

Dopo aver completato il posizionamento delle armature, si procede con l'installazione della dima costituita da tirafondi alla quale viene fissata, attraverso un collegamento flangiato, la torre tubolare dell'aerogeneratore.

Nella fondazione, oltre al castello di tirafondi previsto per l'ancoraggio della torre, sono installate le tubazioni passacavo in PVC corrugato e gli opportuni collegamenti all'impianto di terra. La parte superiore della fondazione sarà posizionata circa 15 cm sopra il piano campagna, risultando quindi parzialmente visibile. In seguito, verrà integrata nella sovrastruttura della piazzola di servizio, che sarà ricoperta e inerbita.

Saranno previste ispezioni regolari per monitorare la stabilità della fondazione e della torre nel tempo, assicurando la sicurezza e l'efficienza dell'impianto.

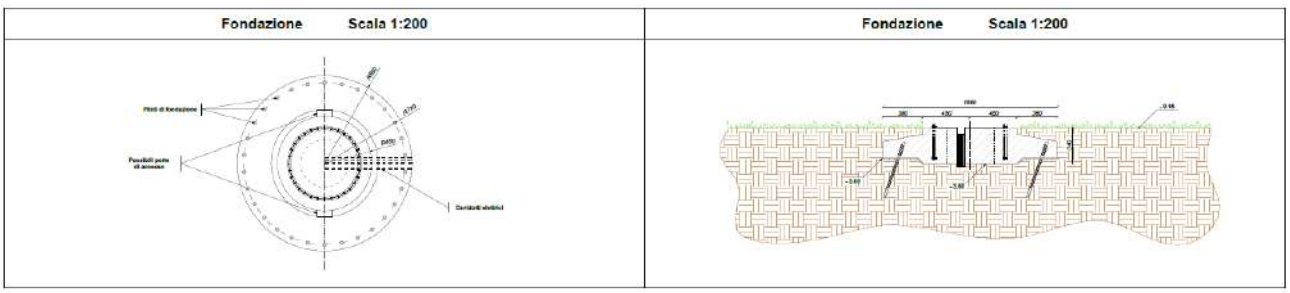


Figura 38: Fondazioni aerogeneratore.

4.5. Dispositivi di segnalazione diurna e notturna

Per garantire la sicurezza aerea e la visibilità degli aerogeneratori, è fondamentale dotare le macchine di adeguati dispositivi di segnalazione diurna e notturna. Durante il giorno, la visibilità delle turbine può essere migliorata utilizzando bande di colore rosso e bianco, che rendono gli aerogeneratori più facilmente identificabili.

Per renderle visibili di notte o in condizioni di scarsa visibilità, gli aerogeneratori devono essere equipaggiati con luci di segnalazione, che possono essere fisse o lampeggianti. Molti impianti moderni adottano sistemi di illuminazione a LED, che offrono un'efficienza energetica e una visibilità ottimizzata. Inoltre, i sistemi di segnalazione automatici possono regolare l'intensità e il ritmo delle luci in base alle condizioni ambientali.

È essenziale che tutti questi dispositivi siano conformi alle normative e regolamenti locali o internazionali e siano sottoposti a regolare manutenzione per garantire un funzionamento efficace e continuo. Questi accorgimenti sono cruciali per prevenire incidenti e garantire una navigazione sicura in prossimità degli aerogeneratori.

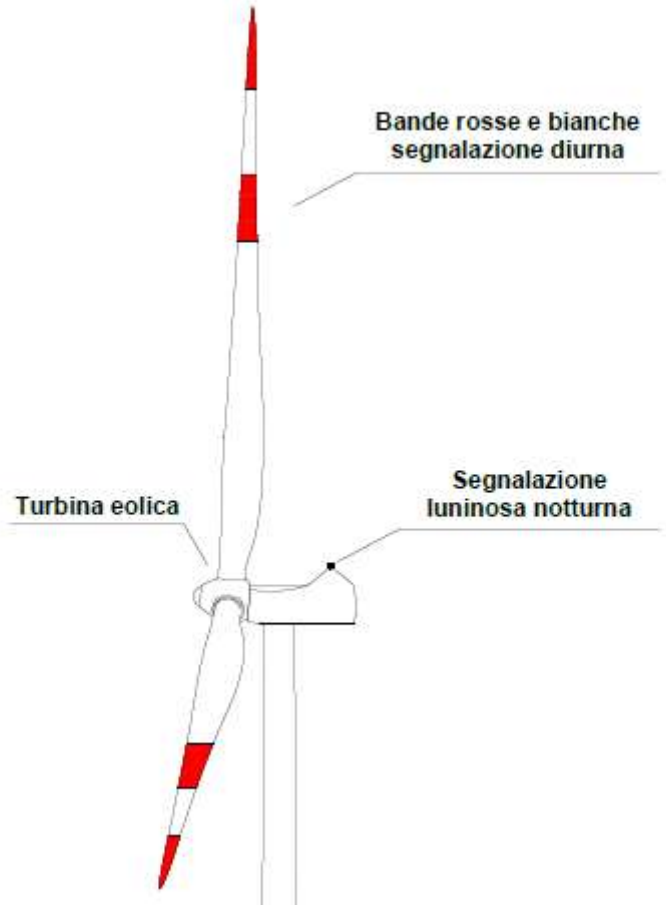


Figura 39: Particolare su illuminazione diurna e notturna.

4.6. Dispositivi di segnalazione ai fini della salvaguardia di avifauna e chirotterofauna

Le misure di mitigazione per ridurre il rischio di collisioni tra avifauna, chirotteri e aerogeneratori in fase di esercizio comprendono vari approcci. Questi spaziano dall'intervento sugli habitat presenti nell'area di progetto all'adozione di sistemi di dissuasione e controllo degli aerogeneratori, che sono analizzati di seguito.

4.6.1. Gestione dell'Habitat

Le misure di gestione degli habitat mirano a creare o valorizzare un ecosistema con l'obiettivo di ridurre la disponibilità di prede nelle aree circostanti gli aerogeneratori. Alcuni studi, come quello condotto da Gartman, indicano che alterare le condizioni dell'habitat entro 50 metri dalla turbina può ridurre la disponibilità di prede per i rapaci. Le misure adottabili nell'area circostante l'aerogeneratore per raggiungere questo obiettivo includono:

- **mantenimento del terreno a maggese**: evitare la coltivazione e le attività agricole per ridurre la disponibilità di risorse alimentari per le prede;
- **rimozione di rocce e muretti**: eliminare strutture che possono servire da rifugio per piccoli mammiferi;
- **allontanamento del bestiame**: rimuovere gli animali da pascolo per scoraggiare la presenza di piccoli mammiferi.

Tali misure e interventi devono essere valutati specificamente per ogni sito e per ciascuna specie coinvolta. Di conseguenza, a causa della specificità delle specie e dei siti, l'efficacia di queste mitigazioni risulta difficilmente comparabile tra i diversi impianti. Secondo lo Scottish Natural Heritage (2016), nella maggior parte dei casi, è sconsigliabile fare affidamento esclusivamente sulla gestione degli habitat per allontanare gli uccelli dalle turbine a causa dell'incertezza riguardo la reale efficacia di tali interventi. Inoltre, questo approccio si dimostra inefficace per i chirotteri e, pertanto, non è adeguato per un'analisi volta alla protezione simultanea di diverse specie.

4.6.2. Dissuasori acustici e visivi

I dissuasori sono progettati per ridurre il rischio di collisioni tra avifauna, chirotteri e aerogeneratori e si dividono principalmente in due categorie: passivi e attivi.

I dissuasori passivi comprendono tecniche come la verniciatura di parti della torre o delle pale delle turbine. Ad esempio, uno studio condotto in Norvegia (Erickson et al., 2014) ha testato la verniciatura di una pala del rotore di una turbina di nero per valutare se migliorare la visibilità delle pale potesse ridurre la mortalità degli uccelli. Inoltre, in un altro parco eolico, sono state verniciate di nero le basi di dieci turbine fino a un'altezza di 10 metri dal suolo. I risultati dello studio, pubblicati da May et al. (2020), hanno mostrato una significativa riduzione della mortalità degli uccelli, pari al 70%, per la pala verniciata di nero. Tuttavia, i ricercatori suggeriscono di estendere lo studio a ulteriori siti, variare il numero di turbine verniciate e confrontare i risultati con altre misure di mitigazione per ottenere una comprensione più accurata dell'efficacia di questa misura nel ridurre il rischio di collisione.

I dissuasori attivi includono dispositivi che emettono stimoli acustici o visivi, sia in modo continuo che intermittente, oppure quando attivati da un sistema di rilevamento. Per scoraggiare i pipistrelli dall'avvicinarsi alle turbine, sono stati utilizzati ultrasuoni. Uno studio condotto da Arnett e Baerwald nel 2013 ha dimostrato che la trasmissione di ultrasuoni a banda larga può ridurre gli incidenti mortali dei pipistrelli dissuadendoli dall'avvicinarsi alle fonti sonore.

Nonostante i risultati promettenti, l'approccio basato esclusivamente sulla visibilità solleva dubbi riguardo alla sua efficacia per una varietà di specie, in particolare quelle con capacità visive limitate o per i migratori notturni. I dissuasori acustici, sebbene in fase di sviluppo, possono essere uno strumento utile per limitare l'avvicinamento degli animali agli aerogeneratori. Tuttavia, esistono preoccupazioni riguardo a una possibile attrazione iniziale che potrebbe ridurre la loro efficacia e alla necessità di manutenzione regolare per garantire un'adeguata protezione dell'area spazzata dal rotore. Infine, non tutte le specie rispondono ai dissuasori acustici.

4.6.3. Shutdown on demand system -SOD system

Tra le misure più efficaci per mitigare il rischio di collisione ci sono i sistemi chiamati "shutdown on demand" o sistemi automatici di riduzione della velocità. Questi sistemi consentono di spegnere quasi istantaneamente l'aerogeneratore nei periodi di particolare rischio di mortalità di uccelli e chirotteri.

I sistemi SOD rilevano la presenza di uccelli e chirotteri utilizzando telecamere e sensori avanzati, come termocamere e radiotelemetria, e regolano l'operatività degli impianti eolici. Questi sistemi sono stati testati in diversi impianti eolici e la loro efficacia è ampiamente dimostrata (BirdLife International, 2015).

Gli approcci che possono essere utilizzati con i sistemi SOD possono essere racchiusi in due categorie:

- **predittivi**: basati su conoscenze pregresse, teoriche sul comportamento delle specie in relazione a fattori temporali e ambientali;
- **reattivi**: basati sulla risposta alla presenza di uno o più individui in prossimità delle turbine. Il rilevamento può essere fatto da un operatore posto in campo oppure da sensori automatici come telecamere e radar.

Spesso, i sistemi SOD combinano entrambi gli approcci. Anche con la supervisione umana, le turbine vengono fermate nei periodi ad alto rischio.

Per applicare efficacemente questi sistemi, è essenziale definire criteri di attivazione basati su dati raccolti tramite monitoraggi standardizzati, come la presenza di specie a rischio e il numero di individui nella zona.

L'efficacia dei sistemi dipende dalle specifiche condizioni di ciascun impianto; la soluzione ottimale cerca di ridurre al minimo il rischio per gli animali e limitare al contempo la perdita di produzione di energia.

4.7. Piazzola di montaggio aerogeneratore

La piazzola dell'aerogeneratore è un'area fondamentale per l'installazione e il funzionamento dell'impianto eolico. Essa serve come base di appoggio per la torre e consente un accesso agevole per le operazioni di manutenzione e ispezione, garantendo così l'efficienza e la sicurezza dell'impianto nel tempo.

Nel progetto in esame, la piazzola di montaggio è dimensionata a 3.600 m2 circa, in conformità con le specifiche tecniche fornite dal costruttore della turbina e dalle esigenze legate alle attrezzature necessarie. La realizzazione prevede operazioni di scavo, livellamento e compattazione del terreno, eseguite mediante l'applicazione di strati successivi di materiali granulari, come ghiaia e inerti, per assicurare un'adeguata distribuzione dei carichi e la stabilità del suolo, evitando cedimenti durante le operazioni di montaggio.

L'area della piazzola è progettata per ospitare macchinari pesanti, come gru e carrelli elevatori, necessari per l'assemblaggio e il sollevamento dei componenti principali della turbina. Durante questa fase, è essenziale garantire l'implementazione di misure di sicurezza specifiche, tra cui segnaletica, sistemi di illuminazione e barriere di protezione per assicurare la sicurezza del personale e delle attrezzature in movimento. Inoltre, l'area deve essere progettata per consentire l'accesso ai mezzi di emergenza in caso di necessità.

A seguito dell'installazione dell'aerogeneratore, la superficie della piazzola viene ridotta ad una grandezza tale da garantire l'accesso per le operazioni di manutenzione ordinaria. Le porzioni di terreno non più necessarie vengono ripristinate, riportando il suolo alle condizioni naturali preesistenti attraverso interventi di lavorazione e riqualificazione ambientale. Questo include la rimozione di eventuali materiali di risulta e l'impiego di tecniche di rinverdimento, come la piantumazione di specie vegetali autoctone, per favorire il recupero dell'ecosistema locale.

Infine, per la gestione delle acque meteoriche, vengono predisposti sistemi di drenaggio con pendenze adeguate, progettati per garantire un corretto deflusso e prevenire fenomeni di erosione superficiale. Eventuali eccedenze di materiale verranno conferite presso discariche autorizzate o riutilizzate per la modellazione morfologica dei terreni limitrofi.

4.8. Strade di accesso e adeguamento della viabilità esistente

La realizzazione di un impianto eolico comporta sfide logistiche rilevanti, in particolare per quanto riguarda il trasporto delle componenti principali, quali conci di torre, navicelle e pale. Le dimensioni considerevoli di questi elementi impongono l'impiego di mezzi eccezionali, progettati per affrontare condizioni complesse sia in termini di ingombro sia di manovrabilità.

Le pale vengono trasportate tramite veicoli dotati di carrello posteriore allungabile con telaio apposito e ruote autosterzanti, mentre le restanti componenti, di minori dimensioni, vengono movimentate con mezzi pesanti convenzionali. La complessità del trasporto delle pale ha spinto diversi costruttori a condurre studi specifici sui raggi di curvatura minimi e sulle larghezze stradali necessarie per consentire il passaggio in sicurezza dei convogli.

La definizione del tracciato è stata oggetto di un'accurata analisi, finalizzata a individuare un percorso tecnicamente compatibile con il transito dei mezzi e a ridurre al minimo gli interventi di adeguamento sulle infrastrutture stradali e sul territorio. In tale contesto, l'accessibilità al sito riveste un ruolo centrale, richiedendo una valutazione puntuale delle condizioni delle strade e delle strategie di trasporto, con l'obiettivo di garantire l'efficacia delle operazioni e la sicurezza degli operatori.

A causa delle caratteristiche delle componenti, il transito nel centro urbano di Savona è stato differenziato tra pale e altri elementi, con ricongiungimento del convoglio sulla SP29 nel territorio di Carcare. Le pale saranno trasportate mediante blade lifter, mentre le restanti componenti saranno movimentate con mezzi standard, direttamente dal porto.

Tratti stradali interessati dal trasporto delle sezioni di torre e parti principali della turbina	Porto di Savona – SS 1 – Via Vittime di Brescia – Via Risorgimento – Via Baracca – SP 29 – SP 36 – SP 12
Tratti stradali interessati dal trasporto delle pale	Porto di Savona – SS 1 – Corso Svizzera – Autostrada A6 – SP29 – SP 36 – SP 12

Nel corso delle verifiche sono stati individuati alcuni interventi necessari lungo il tracciato:

- taglio della vegetazione per consentire il passaggio dei mezzi;
- rimozione temporanea di ostacoli fisici lungo la carreggiata;
- rimozione provvisoria della segnaletica interferente;
- eventuale rimozione definitiva di cavi che costituiscano impedimento.

Per l'elenco dettagliato dei tratti critici e degli interventi previsti, si rimanda al report specifico allegato.

4.9. Opere per la regimazione idraulica

La **fondazione dell'aerogeneratore** è costituita da un plinto di forma tronco-conica in calcestruzzo armato, su cui viene depositata la terra di risulta proveniente dallo scavo effettuato per la posa della fondazione stessa. Questa disposizione può portare a situazioni di saturazione del sottosuolo, alterazione dei flussi delle acque sotterranee e fenomeni di ristagno e dilavamento del terreno. Per mitigare tali problematiche, viene realizzato un sistema di drenaggio ai piedi della fondazione, progettato come segue.

Il sistema di drenaggio comprende uno strato di materiale inerte e la posa di un tubo microforato in PVC, avvolto in tessuto geotessile, che corre lungo tutto il perimetro del plinto. Questo tubo consente la raccolta delle acque in eccesso, convogliandole verso il punto di evacuazione situato nella zona di valle della fondazione, in modo da favorirne l'allontanamento in direzione del pendio.

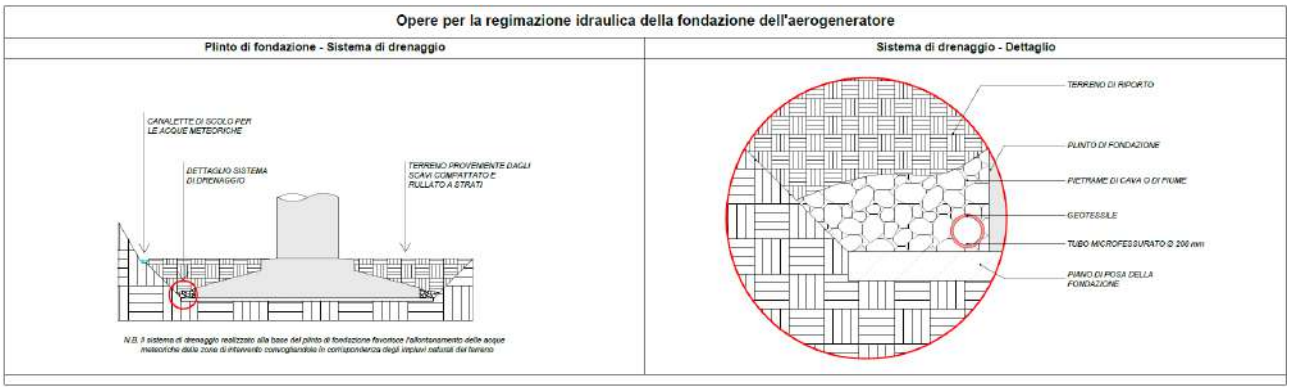


Figura 40: Sistema di drenaggio della fondazione dell'aerogeneratore.

La **piazzola di montaggio** rappresenta una discontinuità rispetto al naturale ruscellamento delle acque meteoriche. Pertanto, si prevede una pendenza minima del 2% verso monte per garantire il deflusso delle acque piovane verso l'esterno, evitando ristagni idrici superficiali. Inoltre, si realizzeranno opere di regimazione, tra cui canaline di scolo installate lungo il perimetro della piazzola. Queste canaline avranno una sezione trapezoidale, con dimensioni approssimative di 0,5 m di larghezza in superficie, 0,4 m alla base e 0,3 m di profondità.

Il terreno nell'area non è impermeabile e consente quindi uno smaltimento naturale delle acque per infiltrazione, senza la necessità di convogliarle in un punto specifico. Per ridurre il rischio di fenomeni di dilavamento, è fondamentale inerbire le scarpate create durante la realizzazione della piazzola. Questo intervento contribuisce a minimizzare l'erosione e favorire l'infiltrazione dell'acqua.

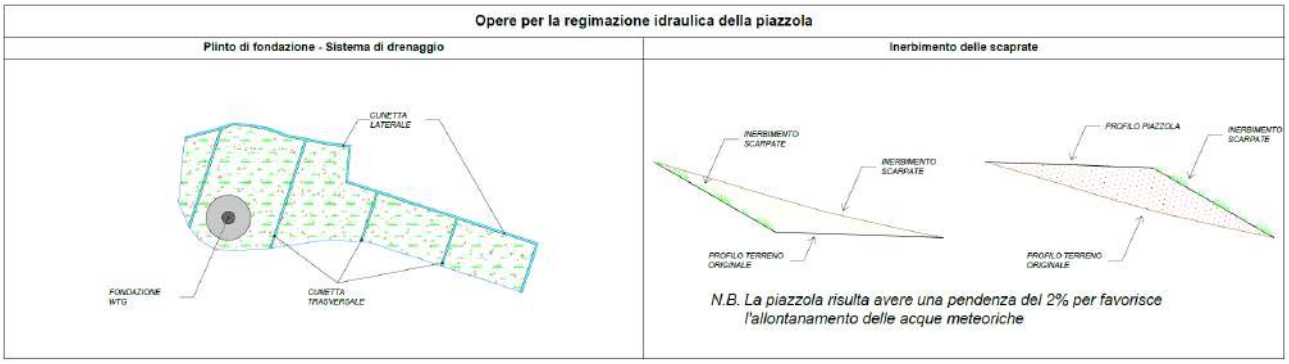


Figura 41: Sistema di drenaggio della piazzola.

4.10. Connessione alla rete elettrica nazionale

Ai fini del collegamento dell'impianto alla rete elettrica nazionale, in data 08/06/2022 la società ha presentato una richiesta di connessione a e-Distribuzione. Dopo l'accettazione del preventivo iniziale, in data 01/10/2024 è stata inoltrata una richiesta di modifica post-accettazione. In base a quanto previsto dalla Delibera ARERA n. 99/08 (allegato A), e-Distribuzione ha trasmesso un nuovo preventivo di connessione, identificato dal codice 333279626, formalmente accettato dalla società in data 18/02/2025.

Ai sensi dell'art. 33.2 del TICA, la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) associata al preventivo rimane valida per 210 giorni lavorativi dalla data di accettazione, a cui si sommano i giorni eventualmente richiesti dal gestore per la validazione del progetto. Con comunicazione del 06/06/2025, e-Distribuzione ha indicato che la STMG sarà valida fino al 28/01/2026. Tale periodo di validità garantisce la prenotazione temporanea della capacità di rete corrispondente alla potenza di immissione prevista.

Qualora il procedimento per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio dell'impianto non si concluda entro la scadenza stabilita, oppure se il procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), se previsto, non venga completato con esito positivo, la STMG indicata nel preventivo assumerà valore meramente indicativo. In caso contrario, se entro la tempistica prevista il procedimento per l'autorizzazione si concluderà positivamente, la STMG e la prenotazione della capacità di rete relative alla potenza di immissione indicata diverranno definitive.

L'impianto di produzione in progetto ha una potenza elettrica massima in immissione di 9.000 kW. La connessione a media tensione (15.000 V), secondo il preventivo e-Distribuzione S.p.A. è stata prevista per mezzo di allacciato alla rete di Distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna, riallestimenti elettrici cabina intermedia esistente e allaccio alla rete di Distribuzione da cabina primaria AT/MT ALTARE.

Tale soluzione prevede la realizzazione di un nuovo impianto di rete per la connessione per il quale si riporta di seguito il dettaglio dei lavori:

- CAVO INTERRATO CU 240 MM2 (TERRENO) m 1000;
- CAVO INTERRATO CU 240 MM2 (ASFALTO) m 6700;
- MONT. ELET. SCOMP. DI SEZIONAMENTO LINEA MT IN CABINA NUOVA 1;
- FORNITURA E POSA 2 SCOMPARTI DI LINEA + CONSEGNA 1;
- MANUFATTO CABINA DI SEZ. TIPO BOX (INCLUSO AREA DI SEDIME) 1;
- FORNITURA E POSA 2 SCOMPARTI DI LINEA + CONSEGNA 1;
- ULTERIORE CAVO INTERRATO AL 240 MM2 STESSO SCAVO SU TERRENO m 50;

- APPARECCHIATURE PER TELECONTROLLO UP E MODULO GSM 1;
- APPARECCHIATURE PER TELECONTROLLO UP E MODULO GSM 1;
- APPARECCHIATURE PER TELECONTROLLO UP E MODULO GSM 1;
- TRATTO CON TOC ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADA m 150;
- MONT. ELET. SCOMP. PROTEZIONE TR MT/BT IN CABINA ESISTENTE 1;
- FORNITURA E POSA 2 SCOMPARTI DI LINEA + CONSEGNA 1;
- DEMOLIZIONE PARTE ELETTROMECCANICA PTP (ESCLUSO SOSTEGNO) 1;
- TRASFORMATORE MT/BT 250 KVA 1;
- TRASFORMATORE MT/BT 250 KVA 1;

4.11. Cabina di consegna

La cabina di consegna, dalla planimetria allegata al preventivo di e-Distribuzione si trova su Foglio 60 Mappale 22 del Comune di Cairo Montenotte (SV) e si compone dei seguenti locali:

- locale utente;
- locale misure;
- locale e-Distribuzione.

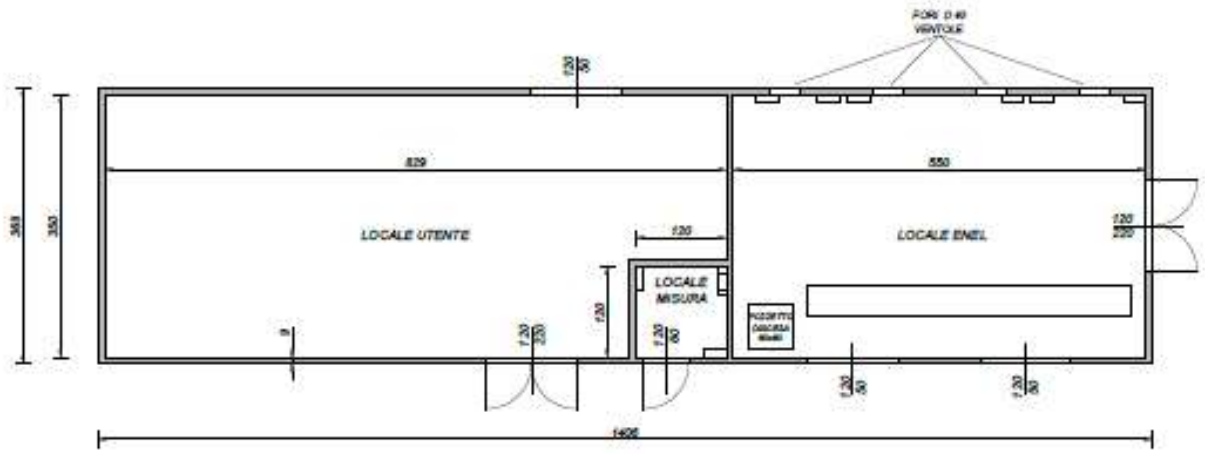


Figura 42: Pianta cabina di consegna.

4.11.1. Cabina di consegna lato utente

La cabina di consegna lato utente è progettata per gestire in modo sicuro ed efficiente l'energia elettrica generata dagli aerogeneratori permettendo il collegamento con la rete elettrica. Realizzata come struttura prefabbricata, essa rispetta rigorosi standard di isolamento e sicurezza elettrica. All'interno sono installate tutte le apparecchiature necessarie per la gestione dell'energia, sia di media che di bassa tensione, garantendo un adeguato controllo e protezione dell'impianto. Sono quindi presenti i quadri di media tensione (MT), che includono le apparecchiature essenziali per la gestione dell'energia in ingresso e in uscita. È presente anche un quadro di bassa tensione (BT) che consente il controllo locale dell'impianto e alimenta i servizi ausiliari. Un trasformatore di potenza, selezionato in base alle caratteristiche dell'aerogeneratore e della rete, svolge un ruolo cruciale nell'adattare la tensione generata per un invio sicuro al lato consegna. Per

garantire la sicurezza operativa, i relè di protezione sono configurati per rilevare tempestivamente anomalie e per attivare uno sganciamento automatico in caso di cortocircuiti o sovraccarichi.

Per assicurare un controllo continuo dell'impianto, la cabina è equipaggiata con sistemi di telecontrollo e supervisione integrati nel sistema SCADA dell'impianto eolico. Tali dispositivi consentono il monitoraggio da remoto di parametri come la tensione, la corrente e la potenza attiva e reattiva, oltre a fornire un sistema di allarme in grado di segnalare anomalie in tempo reale. Questo sistema di supervisione rappresenta un elemento chiave per la gestione proattiva e la manutenzione tempestiva dell'impianto.

Tutte le apparecchiature e i componenti installati rispettano le normative CEI e IEC vigenti, garantendo il rispetto degli standard di sicurezza e delle migliori pratiche di progettazione e costruzione.

4.11.2. Cabina di consegna lato misure e Società Distributrice

Il locale della Società Distributrice e il Locale Misure saranno realizzati come da elaborati grafici allegati e rispetteranno le specifiche tecniche di e-Distribuzione. Le stesse saranno regolarizzate con servitù d'uso e di elettrodotto di tipo inamovibile e rimarranno di proprietà del Produttore anche una volta dismesso l'impianto. Il locale e-Distribuzione ha dimensioni minime interne 5,00 x 3,50 m, h. 2,60 m, con cunicoli di media tensione e bassa tensione e predisposizioni per il transito dei cavi MT / BT. La cabina sarà provvista di vasca di fondazione su basamento. In dotazione alla cabina verranno forniti coperture dei cunicoli in lamiera striata e zincata a caldo oppure in fibrocemento o vetroresina, quadretto ausiliari e impianto luce.

La misura è prevista a carico e-Distribuzione S.p.A. entro il locale misure di dimensioni interne minime 1,20 x 1,20 m. L'accesso verrà permessa sia a e-Distribuzione S.p.a. che al Produttore.

Per le caratteristiche architettoniche della cabina fare riferimento agli elaborati grafici, prospetti, sezioni e relazioni tecniche del progettista edile.

L'impianto di illuminazione è eseguito seguendo la specifica tecnica e-Distribuzione la cui consistenza viene desunta dalle tavole allegate. L'impianto comprende la fornitura e posa di n°2 armature illuminanti installate a plafone, aventi grado di protezione minimo IP55 ed equipaggiate con sorgente luminosa LED o Fluorescente (n°1 armatura Locale e-Distribuzione S.p.a., n°1 armatura Locale misura).

L'impianto di terra della cabina di ricezione sarà realizzato come evidenziato all'interno degli allegati tecnici. Sarà realizzato con le seguenti caratteristiche:

- anello direttamente interrato in terra vegetale ad una distanza di almeno 1 metro dal bordo dell'edificio;
- la sezione minima del conduttore di terra sarà di 35 mm2;
- n°4 picchetti in FeZn di lunghezza minima di 1,5 m;
- tutte le masse metalliche dovranno essere collegate all'impianto di dispersione.

La consistenza dello schema dell'impianto di terra della cabina può essere desunta dagli elaborati grafici allegati.

Tutte le certificazioni dei materiali utilizzati saranno consegnate con la documentazione as built propedeutica al collaudo dell'impianto.

4.12. Impianto di terra della cabina di consegna

L'impianto di terra della cabina rappresenta un elemento fondamentale per garantire la sicurezza elettrica e la protezione dell'impianto stesso. Esso svolge un ruolo cruciale nel dissipare eventuali correnti di guasto, minimizzando il rischio di incidenti e garantendo la continuità del servizio.

La progettazione dell'impianto di terra è stata effettuata tenendo conto delle normative vigenti e delle specifiche esigenze del sito. Di seguito vengono riportate le caratteristiche principali del sistema di messa a terra, suddiviso tra impianto di terra esterno e impianto di terra interno.

Impianto di terra esterno di cabina

- anello singolo realizzato con corda nuda in rame (Cu) da 35 mm2, posata a una profondità di circa 0,5 m; tipologia terreno: ghiaia;
- n°4 dispersori verticali a fittone di h 1,6 m collegati all'anello di terra;
- collegamento tra l'anello di terra esterno e la rete elettrosaldata facente parte della pavimentazione della cabina.

Impianto di terra interno di cabina

- collettore equipotenziale supplementare realizzato in rame;
- collegamento alle celle di media tensione (MT) mediante corda nuda in rame (Cu) con sezione minima di 35 mm2;
- collegamento tra l'anello di terra esterno e il collettore equipotenziale mediante corda nuda in rame (Cu) con sezione minima di 35 mm2.

4.13. Cavidotti

Il cavidotto utente, che permette il collegamento tra le torri e la cabina di consegna e l'elettrodotto di consegna, di proprietà del gestore di rete, interessano sia aree private che la viabilità pubblica esistente.

Il **cavidotto lato utente** può essere suddiviso in:

- **cavidotto di collegamento WTG03 – WTG02**: si tratta di un cavidotto interrato posato su strada asfaltata di lunghezza pari a 200 metri;
- **cavidotto di collegamento tra la WTG02 e la cabina di consegna**: si tratta di un cavidotto interrato posato su strada asfaltata di lunghezza pari a 840 metri;

Il **cavidotto di consegna**, realizzato e di competenza del gestore di rete, ha una lunghezza di 7.700 metri (preventivo di connessione) e rispetta le caratteristiche dettate dagli Standard di e-Distribuzione.

4.13.1. Cavidotto interrato utente

I cavi utilizzati sono a norma CEI 20-13 e del tipo ARG7H1R ed interrati ad una profondità non inferiore a 1,1 m. Le condizioni di posa saranno conformi alla modalità di posa M prevista dalla norma CEI 11-17 per i sistemi di II categoria.

La protezione da sovracorrenti (cortocircuito e sovraccarico) è garantita con interruttori di taglia opportuna installati immediatamente a valle dei trasformatori.

La protezione dai contatti diretti e indiretti avviene grazie alla guaina protettiva di ciascun cavo e dal collegamento a terra dei rivestimenti metallici dei cavi alle estremità di ciascuna linea.

La stessa trincea utilizzata per la posa dei cavi elettrici è utilizzata per l'interramento (in tubazione) di cavi di controllo e comunicazione utilizzati per la trasmissione di dati fra le torri.

La caduta di tensione operativa risulta inferiore al 4% come imposto dalle vigenti norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo e modalità di posa".

4.13.2. Cavidotto interrato e-Distribuzione

L'elettrodotto MT che collega la cabina di consegna alla rete elettrica è costituito da un cavo interrato 3 x 240 mm2 in alluminio avente codice ARE4H5EX-12/20 kV e matricola e-Distribuzione 332285.

La tipologia di posa scelta per la messa in opera della linea elettrica è interrata con protezione meccanica supplementare, costituita da tubo corrugato di diametro adeguato, come indicato dal documento di e-Distribuzione S.p.A. per la realizzazione delle linee in cavo sotterraneo MT, ed. 1 del giugno 2003, e dell'art.4.3.11, lettera b) della norma CEI 11-17.

Il cavo ARE4H5EX-12/20 kV è un cavo di media tensione con conduttore in alluminio rigido a filo unico e isolamento in polietilene reticolato (XLPE), progettato per il trasporto di energia fino a 20 kV; è rivestito con una guaina in materiale poliolefinico resistente agli agenti atmosferici e ha una protezione anti-fiamma e ritardante di fiamma per una maggiore sicurezza in ambienti critici o soggetti a normative antincendio.

Come previsto dalla norma CEI 11-17, la minima profondità di posa è non inferiore a 1,0 m. In seguito alla posa delle tubazioni in polietilene di diametro esterno pari a 160 mm, lo scavo è riempito per uno spessore pari a 20 cm di materiale inerte a granulometria fine (sabbia o terreno vagliato) così da ridurre le sollecitazioni gravanti sulle tubazioni. Successivamente è ripristinata la quota di campagna utilizzando materiale di riporto.

Tutti i cavidotti interrati sono posati in apposita tubazione (tubo corrugato), consentendo in questo modo di proteggere i cavi e di poter effettuare manutenzioni senza scavi. Le distanze di rispetto dei cavi da eventuali altri sottoservizi sono congrue con quanto previsto dalla norma CEI 11-17.

Il tracciato dei cavi è segnalato da nastro monitore in modo tale da rendere evidente la loro presenza in caso di scavi successivi alla posa degli stessi. Esso è posto ad una distanza di 20 cm al di sopra dei cavi interrati ed è conforme agli standard di e-Distribuzione S.p.A.

4.14. Campi elettromagnetici

La progettazione e la realizzazione del sistema elettrico dell'impianto eolico, comprendente sia la cabina di consegna sia i cavidotti (aerei e interrati), rispetta rigorosamente i limiti normativi in materia di campi elettromagnetici. Questi limiti, stabiliti per garantire la sicurezza delle persone e la tutela dell'ambiente, assicurano che l'esposizione a campi elettromagnetici generati dall'impianto rimanga entro soglie sicure per la salute pubblica.

Nella cabina di consegna, gli apparati di trasformazione e distribuzione sono stati progettati e disposti in modo da minimizzare l'emissione di campi elettromagnetici. Sono state adottate schermature specifiche e strutture di confinamento per ridurre l'intensità dei campi nelle vicinanze delle apparecchiature, con particolare attenzione alle aree accessibili al personale.

Per quanto riguarda i cavidotti interrati, la progettazione è stata effettuata con lo scopo di limitare l'intensità del campo elettromagnetico nelle aree circostanti.

L'intero impianto è conforme alle normative nazionali e regionali applicabili, garantendo che l'esposizione ai campi elettromagnetici sia ridotta al minimo possibile, in linea con le più recenti direttive in ambito di sicurezza elettromagnetica.

4.15. Impianto di videosorveglianza

L'impianto di videosorveglianza è progettato per garantire un monitoraggio efficace dell'ingresso della torre. Le telecamere sono strategicamente posizionate per rilevare diverse situazioni critiche, tra cui:

- sottrazione di oggetti e persone;
- intrusione in aree riservate;
- segnalazione di anomalie, come perdita di segnale video, oscuramento, sfocatura e fuori inquadratura.

Il sistema include un dispositivo di controllo e monitoraggio che consente la visualizzazione delle immagini registrate in tempo reale, anche da remoto.

Inoltre, l'impianto di videosorveglianza è integrato con un sistema di illuminazione, caratterizzato da un proiettore posizionato all'ingresso della torre dotato di un sistema di accensione automatica attivabile in caso di allarme per intrusione, contribuendo così a ridurre l'inquinamento luminoso

4.16. Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione è progettato per garantire una visibilità adeguata all'accesso della torre eolica, assicurando la sicurezza durante le operazioni notturne. Per minimizzare l'impatto visivo sull'ambiente circostante, sono utilizzati corpi illuminanti a bassa intensità, posizionati in modo da proiettare la luce verso il basso. Questo approccio riduce l'inquinamento luminoso e previene la creazione di strutture visive invasive.

I dispositivi di illuminazione sono collocati all'ingresso della torre, contribuendo a una chiara e sicura segnalazione del percorso d'accesso, senza compromettere l'estetica dell'area.

5. Fasi di progetto: costruzione, esercizio e dismissione

La realizzazione dell'opera prevede l'esecuzione di fasi di lavoro sequenziali, che consentono di limitare le operazioni nell'area di progetto e di farle avanzare progressivamente. L'intero processo di progettazione e costruzione è concepito nel pieno rispetto del contesto naturale in cui l'impianto è inserito. I principi di reversibilità degli interventi e di salvaguardia del territorio sono alla base del progetto, finalizzato ad evitare e/o ridurre al minimo le interferenze con le componenti paesaggistiche presenti nei territori circostanti. Tutti gli interventi proposti si fondano sul principio di ripristino dello stato originario dei luoghi, sia dal punto di vista geomorfologico che vegetazionale.

5.1. Fase di costruzione

La fase di costruzione dell'impianto prevede lavori sequenziali, progettati per limitare l'impatto ambientale. Durante questa fase, il materiale risultante dagli scavi per la realizzazione delle fondazioni e della viabilità di servizio sarà gestito in modo da favorirne il riutilizzo. In particolare, i materiali provenienti dagli scavi, che possono includere terreni di varia natura, saranno opportunamente stoccati e, se possibile, riutilizzati per interventi di bonifica e ripristino nelle aree circostanti l'impianto. Questo approccio contribuirà a minimizzare la necessità di conferimento in discarica, garantendo un utilizzo efficiente delle risorse disponibili. Tutte le operazioni saranno pianificate per rispettare il contesto geomorfologico e vegetazionale, ponendo particolare attenzione al ripristino dello stato originario delle aree interessate. Il progetto mira quindi a ridurre al minimo l'impatto sul territorio, promuovendo il riutilizzo dei materiali per interventi di rinaturalizzazione.

5.2. Fase di esercizio

Nella fase di esercizio, l'impianto eolico è progettato per operare in modo sostenibile, senza produrre significativi materiali di scarto. Il personale dedicato è ridotto e si occupa principalmente della manutenzione delle attrezzature, come la cabina di consegna e l'aerogeneratore. Gli impatti ambientali derivanti dall'operatività dell'impianto possono essere classificati in tre categorie principali:

- **intrusioni visive**: l'installazione dell'aerogeneratore può modificare la percezione del paesaggio circostante, creando un cambiamento nel contesto visivo;
- **occupazione del territorio**: limitata agli spazi occupati dalla torre e dalla cabina, senza un notevole consumo di suolo;
- **emissioni elettromagnetiche**: originate dalle apparecchiature elettriche, le cui implicazioni sono analizzate nelle relazioni specialistiche.

È fondamentale sottolineare che l'occupazione del territorio durante il funzionamento dell'impianto è contenuta e non comporta un significativo consumo di superficie, grazie a una programmazione mirata e all'utilizzo della viabilità esistente. Questi accorgimenti consentono di mantenere un impatto ambientale ridotto, assicurando al contempo un equilibrio tra produzione energetica e salvaguardia del territorio.

5.3. Fase di dismissione

Al termine della vita operativa dell'impianto, è prevista la dismissione delle strutture, accompagnata da un attento ripristino dello stato dei luoghi. La comunicazione di avvio delle operazioni di dismissione sarà inviata a tutti gli enti competenti per informarli riguardo alle operazioni programmate e al successivo recupero delle aree interessate. Le fasi operative sono delineate come segue:

- **rimozione dell'aerogeneratore**: il sistema eolico, comprendente la torre, il rotore e i componenti associati, sarà smontato da ditte specializzate, garantendo un adeguato recupero dei materiali e favorendo il loro ricondizionamento e riutilizzo;
- **rimozione della cabina lato utente e delle opere civili**: queste operazioni saranno eseguite da operatori esperti, prestando particolare attenzione alla gestione delle apparecchiature coinvolte;
- **demolizione della viabilità di accesso**: le strade temporanee create per la costruzione saranno eliminate, riportando l'area al suo stato naturale
- **riqualificazione e ripristino delle aree interessate**: sarà effettuato un intervento integrato per restituire le aree all'uso originale, attraverso tecniche di ingegneria naturalistica e interventi di riforestazione con essenze autoctone, al fine di favorire il recupero della biodiversità e promuovere la resilienza dell'ecosistema.

È garantita la rimozione delle linee elettriche associate all'impianto, con il conferimento dei materiali recuperati a impianti autorizzati secondo le normative di settore. Le opere di connessione, inclusa la cabina lato distributore, continueranno a rimanere operative per e-Distribuzione S.p.A., in quanto essenziali per il servizio pubblico di distribuzione dell'energia.

6. Valutazione energetica

Il processo di valutazione della producibilità dell'impianto eolico è stato eseguito attraverso un'analisi dettagliata delle condizioni di vento del sito e delle caratteristiche tecniche del layout di progetto. Lo studio è stato articolato in una serie di fasi, ciascuna fondamentale per ottenere un risultato attendibile e in linea con le condizioni reali.

La procedura ha inizialmente previsto la preparazione dei dati sul vento, che sono stati inseriti nei software di calcolo della ventosità per ottenere una rappresentazione accurata delle condizioni atmosferiche della zona. Parallelamente, è stato predisposto un modello digitale del terreno adattato per essere compatibile con il software WindSim, utilizzato per le simulazioni fluidodinamiche.

Il passo successivo ha coinvolto la definizione del layout di progetto, con il posizionamento degli aerogeneratori in base alle caratteristiche del sito e dei macchinari seguito dal calcolo della produttività stimata e delle perdite dovute a fenomeni di scia.

Grazie a questa metodologia, è stato possibile stimare con precisione la produzione energetica del sito, ottenendo così una valutazione affidabile della producibilità dell'impianto in condizioni operative realistiche.

6.1. Metodologia di analisi

Lo studio anemologico è stato condotto elaborando i dati raccolti con l'ausilio delle tecniche di analisi e di calcolo più innovative attualmente presenti sul mercato, nel settore dell'energia eolica; in particolare sono stati utilizzati i seguenti software:

- **Windographer**, per l'elaborazione della serie di dati vento LES;
- **Global Mapper 13.0**, per l'elaborazione del materiale cartografico acquistato presso il SITAR della Regione Liguria, al fine di generare il file di mappa richiesto da WindSim per il calcolo del campo fluidodinamico;
- **Terrain Editor**, della Vector, per la redazione della mappa di rugosità da accoppiare all'orografia del terreno;
- **WindSim 8.1**, della Vector, per l'analisi e l'elaborazione delle condizioni di vento e per la stima di producibilità degli aerogeneratori. Questo prodotto è particolarmente indicato per terreni dall'orografia complessa come il sito in oggetto, in quanto il metodo di calcolo che applica è del tipo non-lineare e permette di simulare fenomeni aerodinamici del secondo ordine;
- **Excel**, della Microsoft, per l'elaborazione finale dei risultati.

6.2. Elaborazione dei dati del vento

I dati del vento utilizzati per lo studio e la progettazione dell'impianto in oggetto sono quelli acquisiti dalla stazione anemonetrica installata nel territorio del Comune di Altare in località Chiappe. I dati vento sono riferiti al periodo compreso tra il 10 giugno 2015 e il 10 giugno 2016, per un totale di 12 mesi, pertanto un'intera annualità.

La distribuzione di frequenza relativa a tutti i settori di direzione presenta frequenze mediamente elevate tra i 4 e i 6 m/s. Le direzioni prevalenti sono trai i 300° e i 310° (Nord-Ovest) etra i 120° e i 130° (Sud-Est).

Analizzando la distribuzione di frequenza in queste due direzioni, che rappresentano le direzioni principali dal punto di vista energetico, la distribuzione di frequenza delle velocità presenta il valore di picco praticamente invariato ma di modulo decisamente superiore.

6.3. Modellazione digitale del terreno

Il sito eolico, senza considerare il percorso del cavidotto, si estende su un crinale orientato perpendicolarmente alle direzioni principali del vento in direzione Sud-Ovest/Nord-Est.

L'orografia dell'area oggetto di studio è complessa; per questo motivo, nel calcolo della ventosità con il software WindSim, al fine di ottenere delle soluzioni alle equazioni di Navier-Stokes convergenti, il modello del terreno realizzato ha necessitato di un'operazione di ottimizzazione.

Il calcolo iterativo delle equazioni, atto a definire la soluzione fluidodinamica del flusso del vento sul terreno, ha portato a soluzioni convergenti su tutti e 12 i settori di direzione con valori residui nulli, a riprova della correttezza della soluzione aerodinamica ottenuta. Questo riduce quindi, anche l'incertezza legata al calcolo finale della producibilità.

La rugosità del terreno, nell'area presa in considerazione, è un aspetto importante ed influente sul profilo dei venti di bassa quota quali quelli considerati nello studio anemologico di un impianto eolico. Proprio per tale motivo e per ottenere valori ancor più realistici, a valle dei sopralluoghi effettuati in loco, e dall'esame delle immagini in ortofoto dell'area, si è realizzata una mappa di rugosità variabile da zona a zona.

6.4. Risorsa eolica dell'area

La risorsa eolica disponibile nel sito di Pian del Melo è buona; gli aerogeneratori risultano posizionati nelle aree maggiormente ventose, e tutti insistono su un'area in cui la velocità media bidimensionale del vento, a 111 m di quota, è superiore ai 7 m/s.

Dal modello testato, con generatori Enercon E138, si ricava la seguente tabella di produzione.

Aerogeneratore	**AEP lorda [MWh/anno]**	**AEP scia [MWh/anno]**	**Scia**	**AEP P50 [MWh/anno]**	**Ore equivalenti P50 [h]**
WTG02	14.917	14.916,7	0,0%	13.275,9	3.161
WTG03	15.971,5	15.914,7	0,02%	14.164,1	3.372
				27.440	**3266,5**

In conclusione, i risultati indicano che il modello Enercon E138 offre ottime performance in termini di producibilità, in linea con le più recenti installazioni nella regione. La producibilità stimata, pari a circa 3.266ore equivalenti, conferma il potenziale del sito.

Considerando gli spazi disponibili, nonché i limiti e i vincoli esistenti, il sito risulta quindi idoneo a sostenere un impianto eolico di capacità soddisfacente.

7. Valutazione dei costi e dei proventi

La valutazione economica del progetto è fondamentale per comprendere la sostenibilità finanziaria e i potenziali ritorni dell'investimento. Questo paragrafo analizza i principali costi di realizzazione e gestione dell'impianto eolico e confronta tali spese con i ricavi previsti dalla produzione energetica. La stima dei costi comprende sia le spese iniziali di costruzione e installazione sia i costi operativi periodici, mentre i ricavi derivano principalmente dalla vendita di energia elettrica prodotta.

Attraverso questa analisi, è possibile valutare la redditività dell'impianto e stimare il periodo necessario per raggiungere il punto di pareggio e generare profitti.

7.1. Stima dei costi di realizzazione

In questa sezione vengono riportati i costi stimati per la realizzazione dell'impianto eolico, includendo tutte le spese previste nella fase di progettazione, costruzione e messa in opera. I costi di investimento iniziale comprendono le opere civili, la fornitura e l'installazione degli aerogeneratori, la realizzazione delle infrastrutture di accesso e connessione, e gli oneri tecnici e amministrativi. Questi valori rappresentano una stima di massima, destinata a fornire un quadro generale dell'impegno economico necessario per avviare l'impianto.

Segue quindi una tabella riassuntiva del quadro economico complessivo, in cui sono dettagliate le principali voci di spesa e i relativi importi stimati.

DESCRIZIONE	IMPORTI €	IVA%	IVA €	TOTALE IVA COMPRESA €
A) COSTO DEI LAVORI				
A1.1 - Preparazione cantiere e rimozione vegetazione	31.342,08 €	10,00%	3.134,21 €	34.476,29 €
A1.2 - Opere di scavo, viabilità di cantiere e formazione piazzole	225.262,80 €	10,00%	22.526,28 €	247.789,08 €
A1.3 - Opere di scavo e posa cavidotti su terreno e su asfalto e ripristini	115.504,01 €	10,00%	11.550,40 €	127.054,41 €
A1.4 - Opere di fondazione delle turbine e impianto di terra	566.221,06 €	10,00%	56.622,11 €	622.843,17 €
A1.5 - Fornitura e montaggio turbine	9.000.000,00 €	10,00%	900.000,00 €	9.900.000,00 €
A1.6 - Cabina utente e di consegna	100.000,00 €	10,00%	10.000,00 €	110.000,00 €
A1.7 - Impianti utente	10.000,00 €	10,00%	1.000,00 €	11.000,00 €
A2.1 - Oneri per la sicurezza	50.000,00 €	22,00%	11.000,00 €	61.000,00 €
A3.1 - Opere di mitigazione	257.156,75 €	22,00%	56.574,49 €	313.731,24 €
A4.1 - Spese previste dallo Studio Preliminare Ambientale	5.685,19 €	22,00%	1.250,74 €	6.935,93 €
A5.1 - Opere connesse - Preventivo di connessione	839.850,00 €	22,00%	184.767,00 €	1.024.617,00 €
TOTALE A	**11.201.021,89 €**		**1.258.425,22 €**	**12.459.447,12 €**
B) SPESE GENERALI				
B.1 Progettazione*	261.000,00 €	22,00%	57.420,00 €	318.420,00 €
B.2 Direzione lavori e coordinamento della sicurezza	200.000,00 €	22,00%	44.000,00 €	244.000,00 €
B.3 Collaudo**	50.000,00 €	22,00%	11.000,00 €	61.000,00 €
B.4 Rilievi accertamenti prove di laboratorio	50.000,00 €	22,00%	11.000,00 €	61.000,00 €
B.5 Imprevisti	75.000,00 €	22,00%	16.500,00 €	91.500,00 €
TOTALE B	**636.000,00 €**		**139.920,00 €**	**775.920,00 €**
VALORE COMPLESSIVO DELL'OPERA TOTALE A+B	**11.837.021,89 €**		**1.398.345,22 €**	**13.235.367,12 €**

NOTA
*Nelle spese di progettazione sono comprensive di: spese e oneri relative alla redazione degli elaborati incluso lo Studio Preliminare Ambientale, spese e oneri di consulenza e supporto tecnico
**Collaudo tecnico, amministrativo, collaudi specialistici e relativi oneri

7.2. Costi di esercizio

Un impianto eolico comporta costi di esercizio relativamente ridotti, grazie all'automazione e alla possibilità di monitorare e gestire l'impianto a distanza attraverso un sistema di controllo telematico. Questo consente di ridurre al minimo la presenza di personale sul sito, limitando i costi operativi ai soli interventi necessari per il corretto funzionamento e la sicurezza dell'impianto.

I principali costi di gestione possono essere riassunti nelle seguenti categorie:

- **manutenzione**: include sia la manutenzione programmata, concordata con il produttore della turbina eolica nell'ambito di contratti di global service, sia interventi straordinari. Questi servizi sono svolti da personale qualificato del produttore, garantendo la piena efficienza dell'impianto;
- **assicurazioni**: coprono la responsabilità civile, i danni derivanti da incendi, guasti alle turbine o ad altre parti dell'impianto, offrendo una protezione completa;
- **varie ed eventuali**: comprendono i compensi per l'usufrutto di servitù di passaggio, affitti dei terreni, e altre spese accessorie legate alla gestione operativa.

	Unità	**Prezzo [€/anno]**
Costi di manutenzione	A corpo	105.000
Assicurazioni	A corpo	75.000
Varie ed eventuali	A corpo	100.000
		280.000

Inoltre, si prevede di destinare una quota percentuale dei ricavi derivanti dalla produzione energetica ai Comuni coinvolti nel progetto, in accordo con le parti prima dell'avvio dei lavori.

7.3. Ricavi per la vendita dell'energia

Per il calcolo dei ricavi annui, si è considerato un prezzo medio dell'energia prodotta pari a 100 €/MWh, una stima che riflette il valore di mercato attuale dell'energia elettrica. Con questa tariffa di vendita e conoscendo la produzione annua stimata dell'impianto, è possibile determinare il ricavo annuo per ciascuna delle due turbine eoliche in esame.

Aerogeneratore	**Energia elettrica prodotta**	**Ricavo annuo**
WTG01	13.275,9 MWh/anno	1.327.590 €/anno
WTG02	14.164,1 MWh/anno	1.416.410 €/anno
		2.744.000 €/anno

8. Datasheet dell'aerogeneratore



TECHNICAL DATA

E-138 EP3 E3

Last updated: 09/2021. Technical information subject to change.

GENERAL

Nominal power	4,260 kW (E2)
Wind class (IEC)	IEC IIA / IEC S
Wind zone (DIBt)	WZ 2 S
Turbine concept	gearless, variable speed, full power converter
Design service life	25 years
Cut in wind speed	2.5 m/s
Cut out wind speed	28 m/s
Extreme wind speed at hub height (3-second gust)	52.5 m/s
Ambient temperature for normal operation	-10 °C to +40 °C
Extreme temperature range	-20 °C to +50 °C
Grid feed / control system	ENERCON inverter
Grid frequency	50 Hz / 60 Hz
Sound power level	99.0 - 106.0 dB(A)* Yield and noise-optimised operation. Further modes on request.

ROTOR

Rotor diameter	138.25 m
Swept area	15,011 m²
Type	upwind rotor with active pitch control

TOWER

Hub height	**IEC SA**	**IEC IA**	**IEC IIA**	**IEC IIIA**
	81 m			160 m
	99 m			
	111 m			
	131 m			

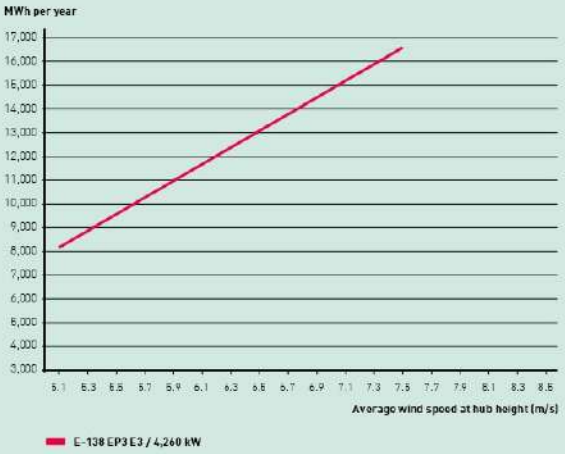
GENERATOR

Type	directly driven, separately excited annular generator
Cooling system	air cooling system

FEATURES

	STANDARD	OPTIONAL
FACTS and transmission	X	
ENERCON SCADA	X	
ENERCON storm control	X	
Ice detection system Power curve method	X	
Additional ice detection system		X
Blade heating system		X
Hot-Climate		X
Shadow shutdown		X
ENERCON SCADA bat protection		X
STATCOM		X
Inertia Emulation		X
Sector management for wind farms		X
Beacon management for wind farms		X

ANNUAL ENERGY YIELD



* 4,260 kW nominal power / HH 160 m HT