

PARCO EOLICO SV06 - BRIC DEI MORI

Il Committente: **Duferco**
Sviluppo

Sede Legale DUFERCO Sviluppo S.p.A. :
via Armando Diaz n. 248
25010, San Zeno Naviglio (BS)
P.IVA e C.F. 03594850178

Oggetto: **RELAZIONE GEOLOGICA E DI
PERICOLOSITA' SISMICA**

Titolo: **RELAZIONE GEOLOGICA: PIANO
PRELIMINARE TERRE E ROCCE DA SCAVO**



Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
06/2024	AC/SS	Emissione	06/2024	AC/SS	06/2024	AC/SS

SCALA: N.A.

FORMATO: A4

GIUGNO 2024

Commessa	Tip. impianto	Fase Progetto	Disciplina	Tip. Doc	Titolo	N. Elab	REV
23016	EO	DE	GE	R	09	0007	A

RICERCA, SVILUPPO E COORDINAMENTO IMPIANTI EOLICI E FOTOVOLTAICI A CURA DI:



Sede Amministrativa e Operativa
via Benessia, 14 12100 Cuneo (CU)
tel 335.6012098
e-mail: emmecsrls@gmail.com

Geom. Domenico Bresciano

ANALISI GEOLOGICA A CURA DI:

**Studio Associato
di Geologia Tecnica**



Sede Legale: Piazza Diaz n. 11/5 - 17100 SAVONA (SV)
TEL. 331.2334884/393.5172231, email geolab@studiogeolab.it
Website: geolab@studiogeolab.it

I Tecnici:

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini
Dott. Geologo Alessandro Canavero

File: testalino relazione geologo 2010.dwg

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di proprietà esclusiva del progettista ivi indicato sul quale si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dallo stesso progettista.

INDICE

0. SOMMARIO	3
1. OGGETTO DELL'INCARICO	3
2. INTERVENTO IN PROGETTO	5
4. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO	15
4.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO	15
5. QUADRO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO REGIONALE.....	16
6. MODALITÀ DI SCAVO E VOLUMETRIE PREVISTE	27
7. INTERFERENZA DELL'INTERVENTO CON I SITI CONTENUTI NELL'ANAGRAFE DEI SITI DA BONIFICARE	29
8. NUMERO E CARATTERISTICHE DEI PUNTI DI INDAGINE	30
9. PARAMETRI DA DETERMINARE	31

0. SOMMARIO

Gli Scriventi, Dott.^{SSA} Geologo Sabrina Santini e Dott. Geologo Alessandro Canavero, domiciliati presso lo Studio Associato di Geologia Tecnica GEO.LAB, con sede a Savona in Piazza Diaz 11/5, ed iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria rispettivamente con i numeri 338 e 268, hanno realizzato la presente relazione secondo il dettato del D.M. 17/01/2018 e della circolare n° 7 C.S.LL.PP. del 2019, su incarico Loro conferito dalla Duferco Sviluppo S.p.A.: questo relativamente al progetto di realizzazione di un parco eolico composto da 7 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2 MW, per una potenza globale di 43.4 MW, da collocare sotto i crinali montani che dal Bric dei Mori raggiungono Bric Bombarda passando per Bric Ciassa, Fossa Lavagnin, Pian dei Buschi e Bric Bossarina nel territorio dei comuni di Cairo Montenotte e Pontinvrea.

1. OGGETTO DELL'INCARICO

Su incarico conferito dalla Duferco Sviluppo S.p.A., è stata condotta una campagna di rilevamento allo scopo di caratterizzare dal punto di vista geologico e sismico il sedime dell'intervento di edificazione del Parco Eolico Bric dei Mori e di tutte le opere accessorie e connesse.

Lo studio è stato preceduto da una prima fase di raccolta bibliografica effettuata presso gli Uffici Regionali, Provinciali, Comunali, e tramite varie fonti ufficiali: IFFI, PdB, repertorio cartografico della Regione Liguria, ARPAL, ISPRA, ecc., al fine di reperire il maggior numero di informazioni possibili sull'areale d'interesse e programmare il piano delle attività previste.

In sintesi, nell'ambito della stesura di questo elaborato, per quanto riguarda gli aspetti geologici, sono state eseguite le attività di rilevamento geomorfologico, geologico e sismico da cui sono emerse le principali caratteristiche del sito.

La presente relazione definisce, nell'ambito del nuovo progetto di costruzione del Parco Eolico Bric dei Mori, il piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo, escluse dalla disciplina dei rifiuti, per il progetto summenzionato.

La normativa di riferimento per la redazione del presente documento è la seguente:

- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152 – norme in materia ambientale;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n.120 – Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

Dato che il "Parco Eolico Bric dei Mori" si configura come un cantiere di grandi dimensioni (>6000 mc) soggetto a VIA (Art.9 comma 7 DPR 120/2017) si predispose il presente piano di utilizzo secondo quanto previsto dall'art.24 del Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017 n.120.

Il regolamento per la gestione delle terre individua i criteri di qualificazione dei sottoprodotti di terre e rocce ed i limiti che le concentrazioni devono avere rispetto alle soglie di contaminazione. Definisce, inoltre, i metodi di campionamento necessari per la caratterizzazione ambientale da usare nella redazione dei piani di utilizzo delle terre e rocce da scavo laddove i cantieri siano di dimensioni rilevanti.

I requisiti che devono possedere le terre e rocce da scavo, affinché si possano qualificare come sottoprodotti, sono fissati dall'art. 184 bis del Decreto legislativo 3 aprile 2006 n.152 – Norme in materia ambientale (di seguito definito Testo Unico Ambiente). Mentre le procedure della loro verifica sono stabilite dal nuovo regolamento e devono essere certificati e dimostrati mediante caratterizzazione chimico-fisica da un laboratorio di analisi con le modalità stabilite nell'allegato n.4 del regolamento. Dalla caratterizzazione deve risultare che non siano superati i valori di concentrazione soglia riportati nelle colonne A e B della Tabella 1 contenuta nell'allegato 5 del Titolo V Parte IV del Testo Unico Ambiente.

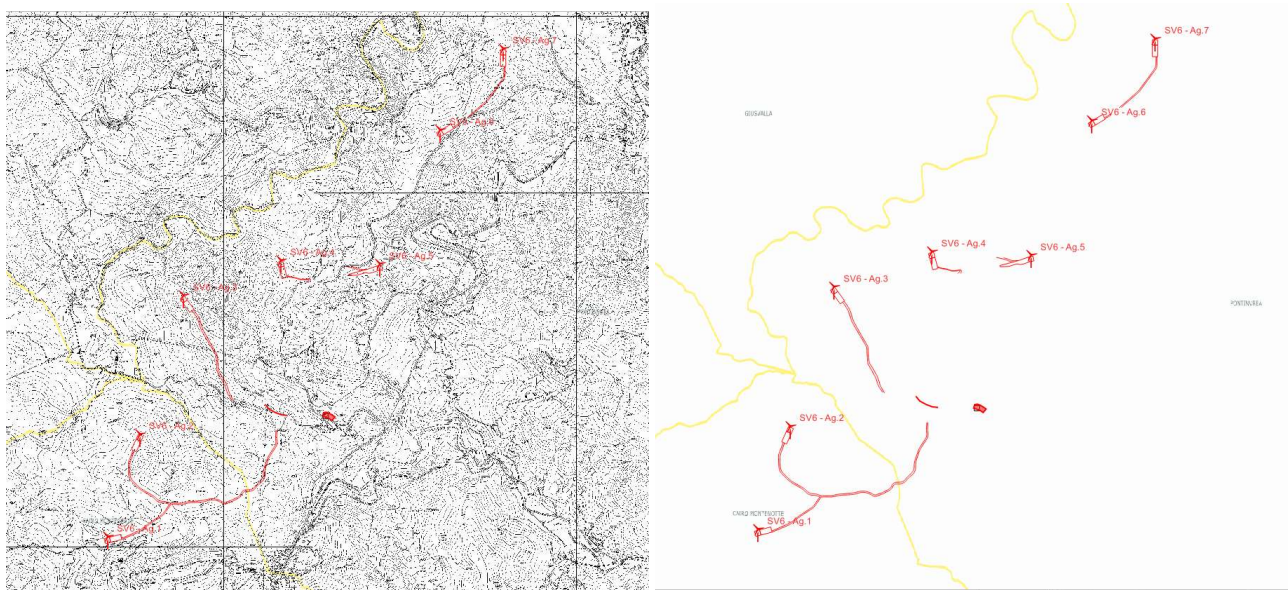


Figura 1.1: Inquadramento dell'area di intervento su base CTR Regione Liguria (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico e sottostazione elettrica, nuove parti di strada di accesso al sito) e successivo inquadramento nell'ambito amministrativo/territoriale.

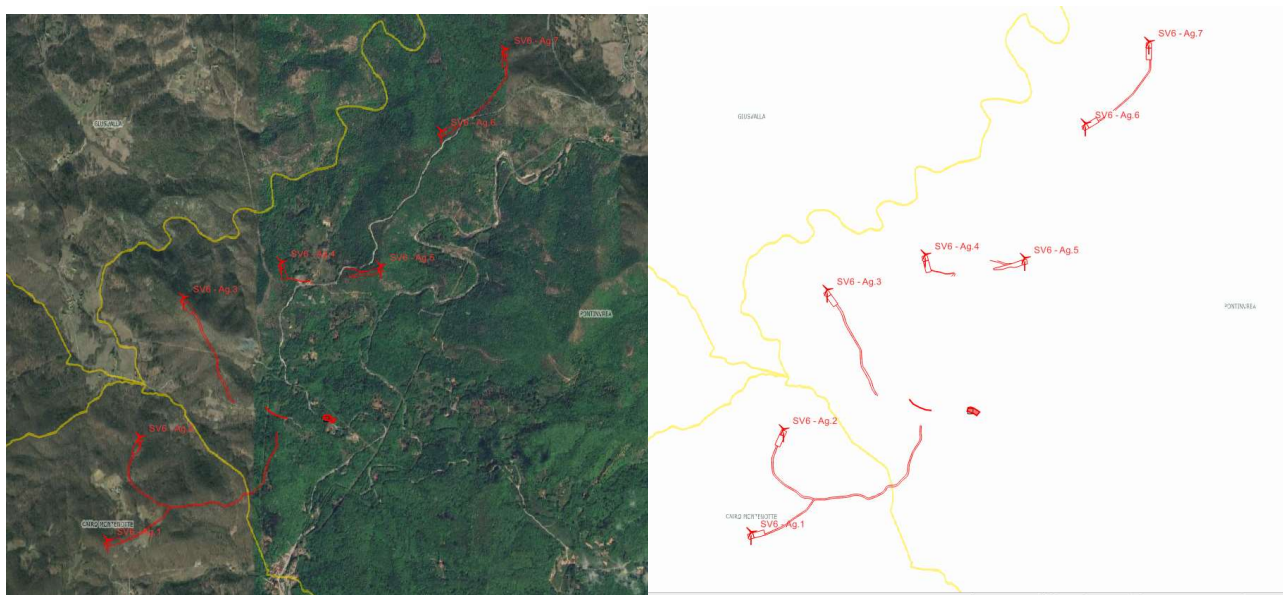


Figura 1.2: Inquadramento dell'area di intervento su base satellite Google Maps (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico e sottostazione elettrica, nuove parti di strada di accesso al sito), e successivo inquadramento nell'ambito amministrativo/territoriale.

2. INTERVENTO IN PROGETTO

PARCO EOLICO BRIC DEI MORI

Al fine di semplificarne la trattazione il sito non è stato suddiviso in diverse zone unite dalla strada di collegamento, ma è stato trattato come un unico sito ubicato nei Comuni di Cairo Montenotte e Pontinvrea che dipartendosi dal Bric dei Mori (metri 675 s.l.m.) raggiungono Bric Bombarda (metri 600 s.l.m.) passando per Bric Poggiobello (metri 650 s.l.m.) e Bric Bossarina (metri 600 s.l.m.).

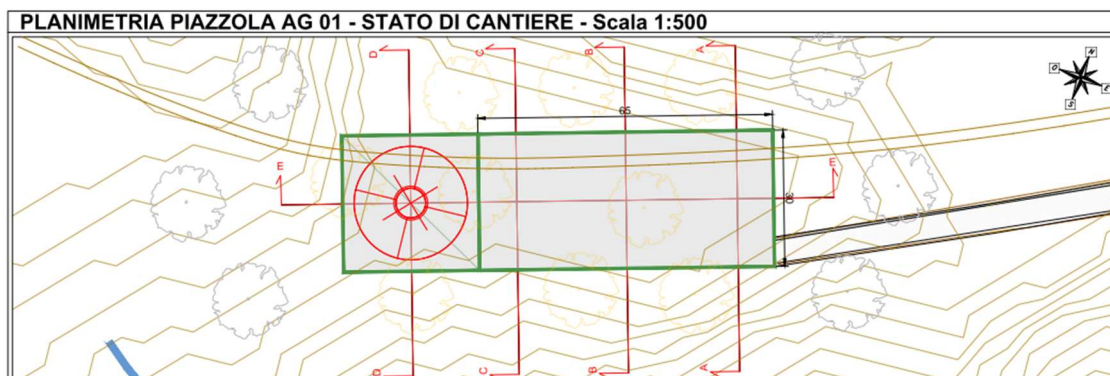
L'ubicazione di tali aerogeneratori in coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N, è di seguito riportata:

Coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N			
AEROGENERATORE	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
AG01	452320.02	4918017.98	690
AG02	452501.97	4918599.50	637
AG03	452750.39	4919382.93	665
AG04	453300.99	4919582.13	575
AG05	453859.48	4919561.27	587
AG06	454202.80.	4920321.31	575
AG07	454559.23	4920781.58	580

I principali elementi in progetto sono i seguenti.

PIAZZOLA DI MONTAGGIO

Al fine di consentire il montaggio, e la futura manutenzione, di ogni singola turbina eolica sarà necessario realizzare degli spazi a pendenza quasi nulla denominati piazzole di montaggio; dette aree, inoltre, in fase di cantiere, andranno a costituire lo spazio di montaggio e successivamente manovra delle gru che permetteranno l'assemblaggio dei vari componenti degli aerogeneratori. Per ogni aerogeneratore si prevede la realizzazione di una piazzola, dalla forma variabile, ma rettangoliforme, e avente una superficie totale media di circa 2000 mq.



Osservando le tavole di progetto è possibile notare come le piazzole non seguano tutte lo stesso orientamento, ma sono state posizionate affinché l'accessibilità alle stesse fosse quanto più agevole possibile, cercando di limitare le situazioni di riporto o sbancamento materiale.

Considerando la complessità orografica del territorio in esame, le piazzole sono state studiate e posizionate sul territorio cercando di contenere al massimo gli impatti sul suolo e sull'ambiente

circostante, avendo attenzione a limitare il disboscamento di grosse aree e limitando, quanto più possibile, le opere di sbancamento di terreno.

Ai fini della sicurezza pubblica, ad opera compiuta, non sarà necessario recintare le piazzole in quanto l'accesso alla turbina eolica sarà garantito da porte chiuse e i componenti elettrici, o quanto meno sensibili, saranno collocati all'interno della turbina stessa.

Le piazzole progettate non seguono tutte lo stesso orientamento, ma sono state posizionate affinché l'accessibilità alle stesse fosse quanto più agevole possibile, cercando di limitare le situazioni di movimentazione di materiale; inoltre, la loro posizione è dettata anche dalla presenza di puntuali aree franose e boschive che hanno impedito l'applicazione di soluzioni talvolta apparentemente più semplici.

Per quanto concerne, invece, le opere di scavo necessarie alla loro realizzazione, in fase di cantiere, i fronti verranno modellati affinché non si vadano a creare situazioni di pericolo per i lavoratori e verranno realizzate, dove necessario, opere di sostegno delle scarpate mediante ingegneria naturalistica.

In generale nella realizzazione di una piazzola gli interventi previsti sono i seguenti:

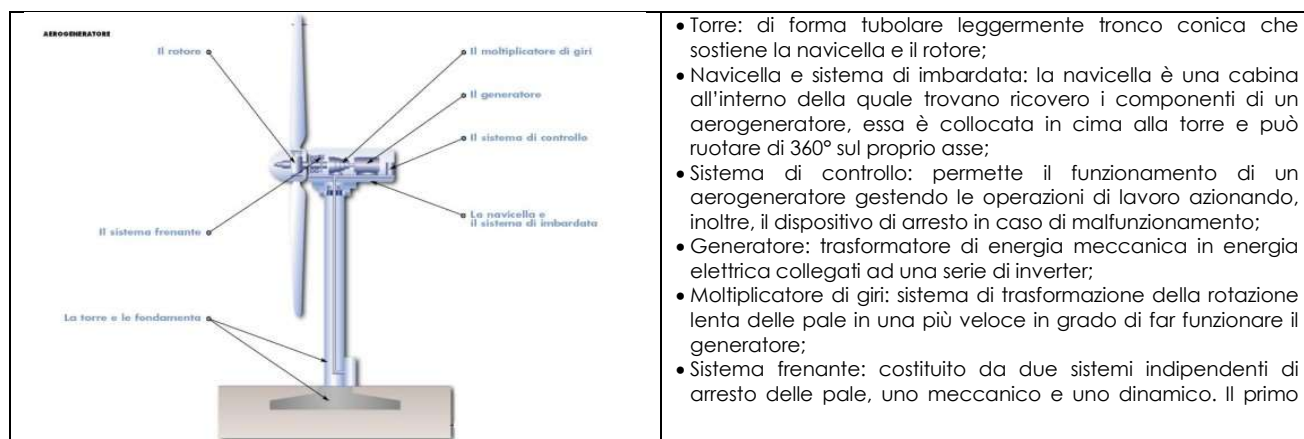
- Asportazione di terreno vegetale fino al piano di posa della massicciata stradale;
- Compattazione del piano di posa della massicciata;
- Realizzazione di uno strato di fondazione in misto granulare di circa 40 cm a costipamento avvenuto.

A montaggio ultimato ogni piazzola verrà mantenuta piana e sgombera da vegetazione arbustiva prevedendo solamente riporto di terreno vegetale per la ricreazione del manto erboso.

AEROGENERATORI

Gli aerogeneratori, tipo Vestas V162 che verranno utilizzati saranno di potenza nominale di 6,20 MW, altezza al mozzo del rotore pari a 162 m per una altezza complessiva di 206 metri. Il montaggio di dette strutture avverrà secondo schemi prestabiliti e collaudati da imprese specializzate. I mezzi principali utilizzati saranno gru collocate nella piazzola riservata all'assemblaggio; nello specifico due saranno le gru necessarie, la prima, di dimensioni contenute, utilizzata principalmente per la fase di scarico dei componenti dai mezzi di trasporto, mentre la seconda verrà utilizzata per il loro sollevamento e montaggio. Questa seconda gru ha come vincolo operativo la necessità di essere collocata alla minore distanza possibile rispetto al centro del posizionamento del pilone principale.

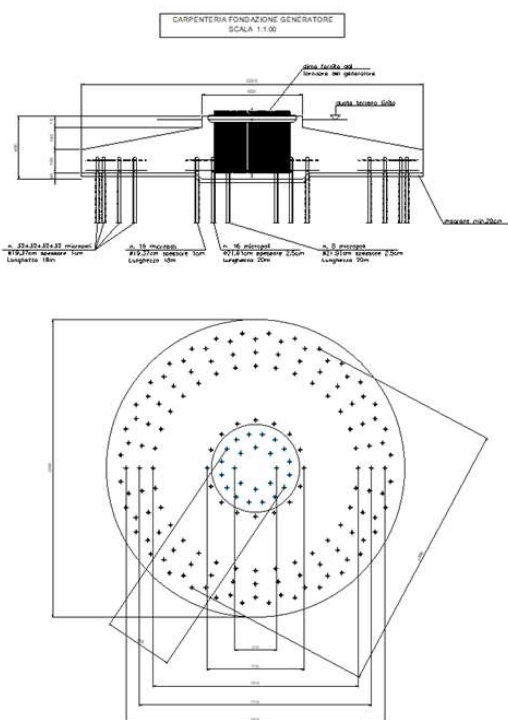
La struttura degli aerogeneratori e i loro componenti principali sono di seguito descritti.



contribuisce a terminare l'arresto della frenata data, il secondo, invece, frena in caso di sovravelocità;
 • Rotore: costituito dal mozzo e dalle pale ad esse ancorate.

STRUTTURE DI FONDAZIONE

Le torri degli aerogeneratori verranno fissate al terreno attraverso un sistema fondale costituito da un plinto di fondazione le cui dimensioni saranno pari a 31 metri di diametro per una altezza variabile di circa 3.00 metri a cui verranno collegati dei micropali di fondazione con diametro 22 cm e lunghezza di almeno 24 metri l'uno. In ogni caso la profondità di immorsamento sarà verificata puntualmente a valle di sondaggi a carotaggio continuo e prove geotecniche, prima della fase esecutiva del cantiere, ma a valle dei permessi di realizzazione del parco eolico, in modo tale da avere l'esatta lunghezza dei pali di fondazione turbina per turbina in modo tale che siano opportunamente immorsati nelle porzioni più sane ed inalterate del substrato roccioso.



Sebbene per tutti gli aerogeneratori sia stata effettuata una campagna geofisica preliminare e/o rilevii geomeccanici in sito, la necessità d'uso e l'esatta lunghezza di tali fondazioni indirette dovrà essere calcolata turbina per turbina a seguito di indagini a carotaggio con recupero di campione, indagini geotecniche e geomeccaniche di laboratorio ed indagini geofisiche specifiche quali downhole e crosshole. Tali strutture di fondazione saranno opportunamente strumentate al fine di monitorarle in corso di edificazione e di funzionamento. La parte superiore delle fondazioni sarà di circa 20 cm sopra al piano campagna, mentre il resto della fondazione verrà interrata ed il terreno sovrastante la stessa, rinverdito per una

migliore mitigazione. Al pari dell'interramento della fondazione anche le scarpate generate dai fronti scavo per la loro realizzazione verranno adeguatamente stabilizzate per mezzo di opere di ingegneria naturalistica e inerbite allo scopo di ridurre l'effetto erosivo delle acque meteoriche che verranno comunque raccolte in canalette posate a terra e convogliate in impluvi naturali.

STRADA DI ACCESSO

Con il termine "strada di accesso" all'impianto si intendono tutte quelle vie che collegano il parco eolico (in quota) con la, semplificando il termine, valle.

Come si evince dagli elaborati redatti dall'Ing. Silvio Bauducco, il progetto prevede n. 4 diramazioni dalla strada SP41 che raggiungono direttamente le turbine n. 7,6,5 e 4, mentre la turbina n. 3 viene raggiunta da una diramazione sulla strada comunale. Le turbine n. 1 e 2 si prevede, invece, di raggiungerle tramite una carrareccia bianca che si dirama su terreni boscati.

A seguito di una analisi del contesto viario esistente e non esistente, effettuata mediante rilievi con scansione lidar e sopralluoghi specifici, si è ritenuto necessario provvedere alla progettazione ex

novo degli stacchi dalla provinciale alle turbine, anche se in 2 casi si utilizzano strade esistenti che necessitano di opportuni allargamenti.

Il raggiungimento della posizione delle altre turbine è garantito sempre da sentieri esistenti che si prevede di allargare opportunamente.

Gli interventi di realizzazione della strada si rendono necessari in quanto, con le caratteristiche geometriche dei tratti viari visionati, non corrispondono assolutamente agli standard necessari al transito dei mezzi previsti in quanto sono sentieri pedonali o per biker o mezzi agricoli.

NUOVO TRACCIATO STRADALE

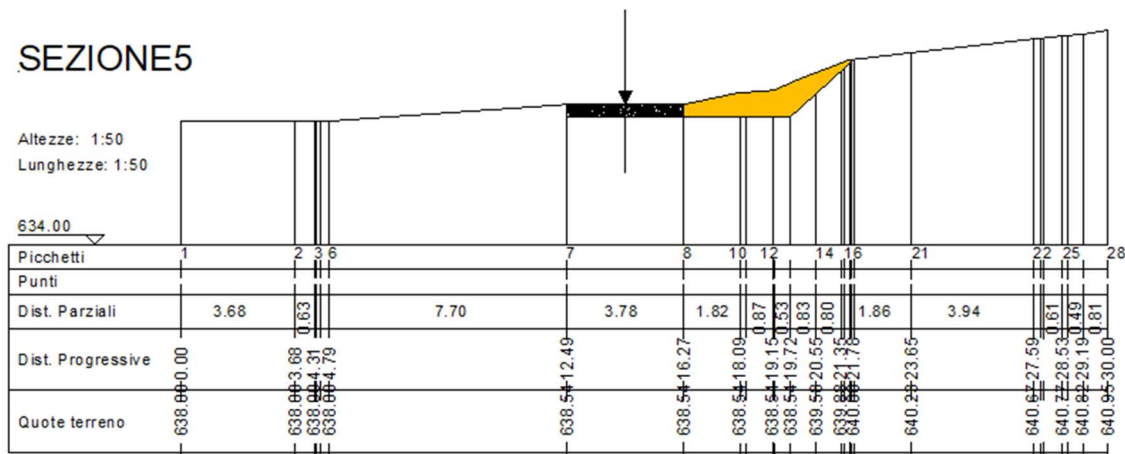
La realizzazione del nuovo tracciato stradale, che dalla Strada Provinciale 41 dirama nella strada che conduce alla località Pratipoia e da cui si stacca la diramazione per la strada che porta alla turbina 3 e, tramite una strada bianca esistente alle turbine 1 e 2, avrà caratteristiche geometriche tali da garantire il normale transito dei mezzi speciali che saranno impiegati nel cantiere e nel futuro mantenimento dell'impianto, mantenendosi comunque coerente con l'orografia del contesto in cui va a ricadere e dunque ottimizzando le situazioni di alterazione dei versanti, comunque necessarie per permettere opere di sbancamento e realizzazione del sedime stradale.

Il tratto in allargamento, di seguito rappresentato prevede, essendo la strada già asfaltata, che anche l'allargamento venga asfaltato.



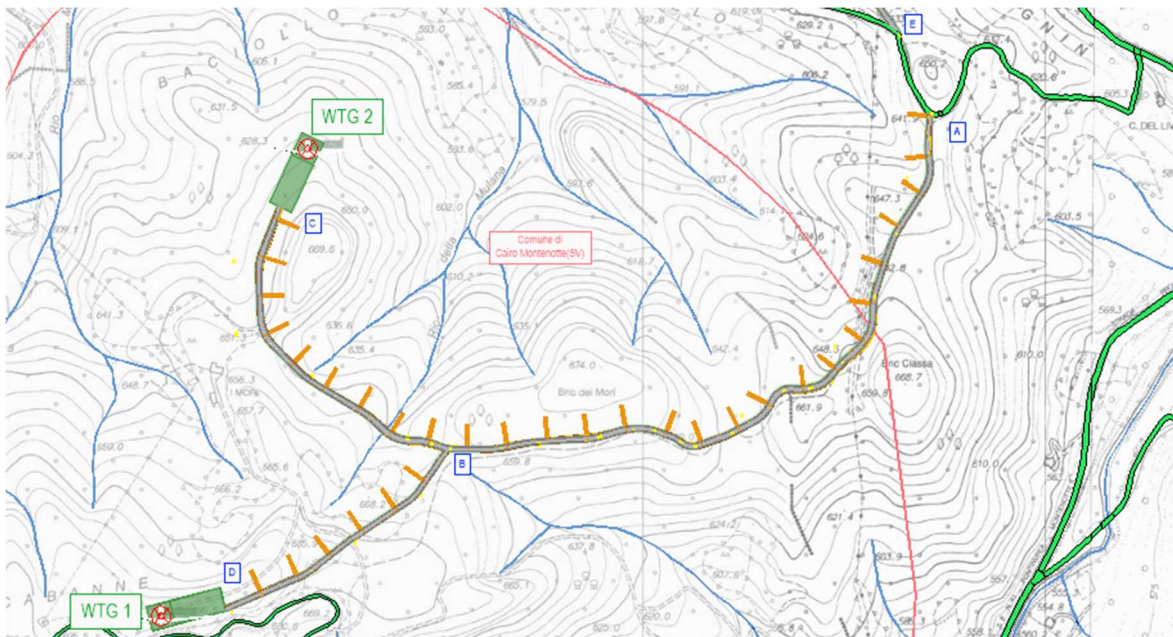
SEZIONE 5

Altezze: 1:50
Lunghezze: 1:50

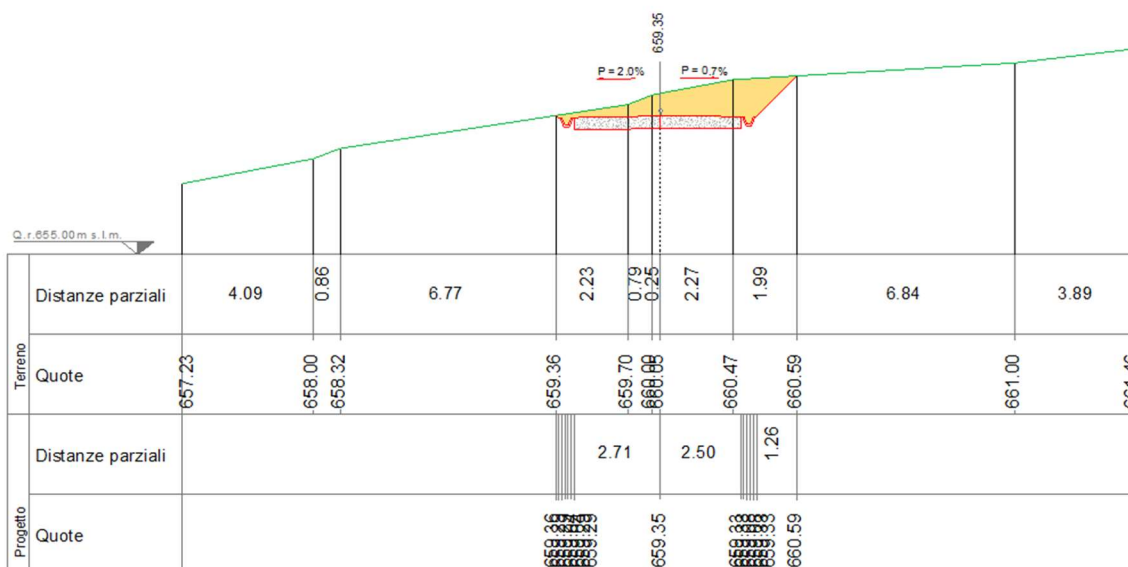


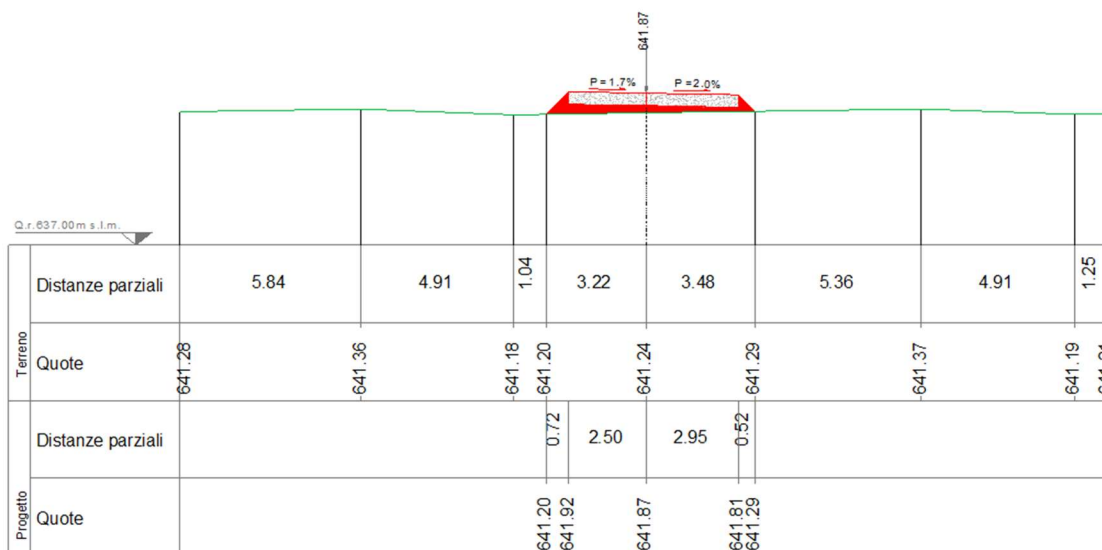
dell'impianto Bric dei Mori, per 5 turbine si ha solo lo stacco dalla strada asfaltata, mentre per 2 turbine è necessario allargare una carrareccia forestale che si innesta su una strada comunale che deve essere opportunamente allargata come già evidenziato in precedenza. Si evidenzia che non è possibile utilizzare la strada asfaltata esistente per raggiungere la turbina n. 1 perché in prossimità del cimitero di Montenotte Inferiore la sezione stradale è insufficiente e non si riesce ad allargare causa la presenza del rio immediatamente attaccato alla strada stessa, inoltre, vi è una oggettiva impossibilità ad imboccare tale strada in corrispondenza della frazione.

Al fine di risolvere la criticità sarà, pertanto, sviluppata una strada di collegamento tra le turbine 1 e 2 con la via per la località Pratipoia la cui larghezza media è prevista pari a circa 5 metri, salvo alcuni tratti dove potrà arrivare anche a 10 metri per permettere di ottenere idonei raggi di curvatura.



SEZIONE
progr. km 0+800.00





Così come per le piazzole, anche la viabilità di collegamento tra piazzole e strada principale verrà realizzata con sottofondo in misto naturale ed ulteriore strato di misto stabilizzato nei tratti di maggiore pendenza, mentre la formazione dei rilevati avverrà anche mediante l'impiego di materiale proveniente dagli scavi (se a seguito di analisi verrà classificato come idoneo).

Durante la fase di cantiere verranno utilizzate macchine operatrici a norma, che contengano dunque sia le emissioni in atmosfera che i livelli di rumorosità; periodicamente sarà previsto il carico, il trasporto e lo smaltimento in appositi centri autorizzati, dei materiali e delle attrezzature di rifiuto così da garantire al termine dei lavori un adeguato ripristino dei luoghi.

Per quanto concerne l'approvvigionamento della materia prima e le aree di deposito, si prevede l'utilizzo di cave di inerti autorizzate e presenti in zona di cui verranno predisposte opportune convenzioni qualora l'esito della pratica andasse a buon fine.

SOVRASTRUTTURA VIARIA

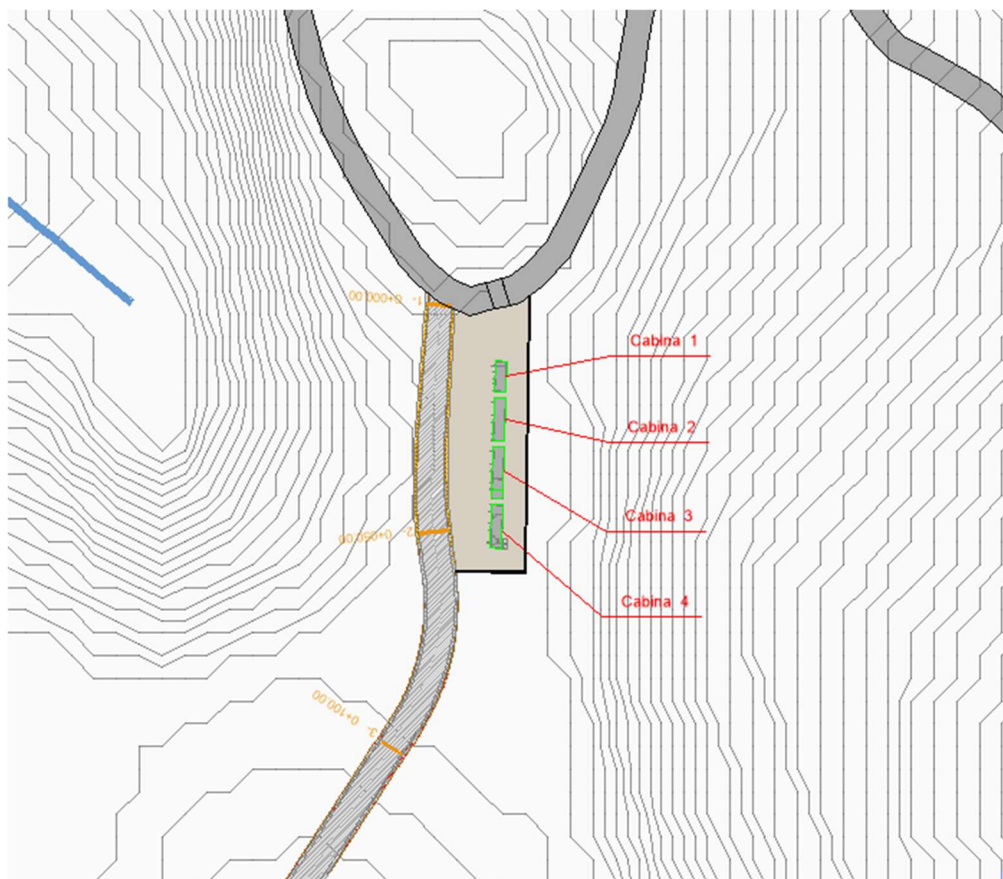
Il corpo stradale, definito come l'insieme delle operazioni necessarie a realizzare la strada in rilevato e quelle complementari necessarie a garantire nel tempo la stabilità e la sicurezza dell'opera costruita, è stato dimensionato sulla base del numero di veicoli in transito e dei carichi agenti sullo stesso. Oltre alle caratteristiche geometriche le nuove viabilità andranno a soddisfare anche i requisiti di capacità meccanica e di drenaggio superficiale; infatti, durante la realizzazione delle nuove piste tutti gli strati verranno adeguatamente compattati con appositi macchinari e dove necessario verranno previste opere di rinforzo dei terreni mediante posa di micropali. Inoltre, laddove in fase esecutiva venga evidenziata la presenza di falde acquifere verrà prevista la posa di materiale in geotessuto per evitarne la risalita e, come per la realizzazione delle piazzole, ove gli esiti di laboratorio siano positivi, si prevedere il riuso del materiale proveniente dagli scavi adeguatamente miscelato con misto stabilizzato granulometrico.

I materiali impiegati nella realizzazione del pacchetto stradale saranno appartenenti ai gruppi A1, A2 e A3 secondo la classificazione CNR-UNI 10006 in quanto dotati di buone capacità portanti in grado di limitare possibili cedimenti della pavimentazione stradale.

CABINE ELETTRICHE

Come si evince dalla relazione Progettuale dell'Ing. Bauducco le cabine elettriche sono previste dalla diramazione che porta verso le turbine 1 e 2, a lato della strada entro un'area ove si prevede l'abbattimento degli alberi presenti.

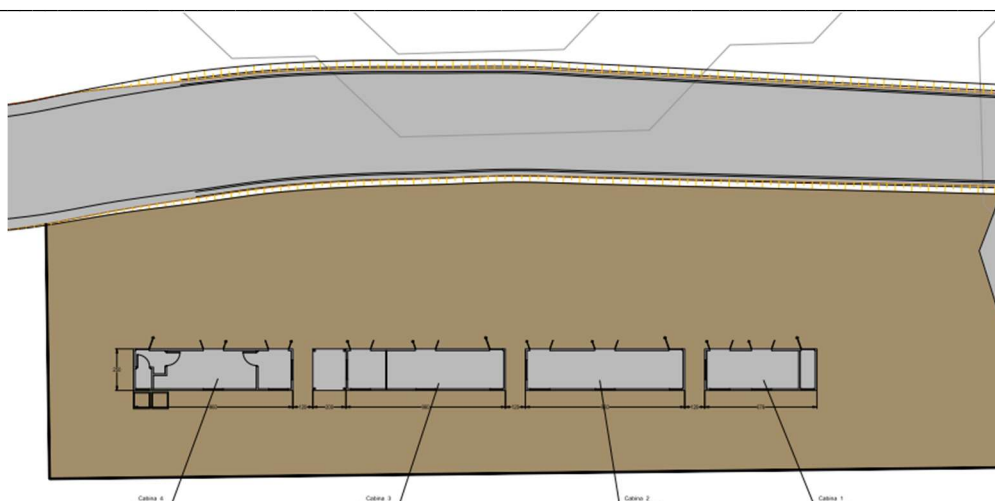
All'interno di questa area sono previsti quattro cabinati di tipo prefabbricato e ad uso tecnico delle dimensioni di 9,60x2,50 m e 6,76x2,50 m.



Ognuno dei locali tecnici è predisposto affinché possa ospitare specifiche apparecchiature necessarie al funzionamento dell'impianto ed al successivo trasporto presso lo stallo Terna. I locali saranno così divisi:

- Cabina 01: locale del distributore
- Cabina 02: locale utente MT atto ad ospitare gli apparati
- Cabina 03: locale utente servizi ausiliari con gruppo elettrogeno integrato
- Cabina 04: locale utente per monitoraggio e controllo.

All'interno di questa ultima cabina sarà, inoltre, previsto il servizio igienico di tipo chimico e la raccolta delle acque piovane, con opportuna clorazione, per l'uso sanitario.



Le cabine sono state arretrate dal filo strada per garantire il transito e l'imbocco della strada fronte cabina del motopropulso con i conchi delle torri 1 e 2.

A livello morfologico il terreno sul quale è prevista la realizzazione delle nuove cabine elettriche si presenta limitatamente acclive, comportando di conseguenza un importante contenimento delle sezioni di scavo.

A livello architettonico, per migliorarne l'inserimento nel paesaggio, è prevista una mitigazione dei locali nel seguente modo:

- Le pareti perimetrali saranno rivestite in pannelli di finta pietra;
- I materiali di finitura dei vari elementi edilizi presenteranno cromie idonee al contesto paesaggistico;
- Saranno poste a ridosso del versante così da non stagliarsi all'orizzonte ed in ogni caso circondate da alberi ad alto fusto;
- Sono previste in un'area non visibile dalla strada provinciale.

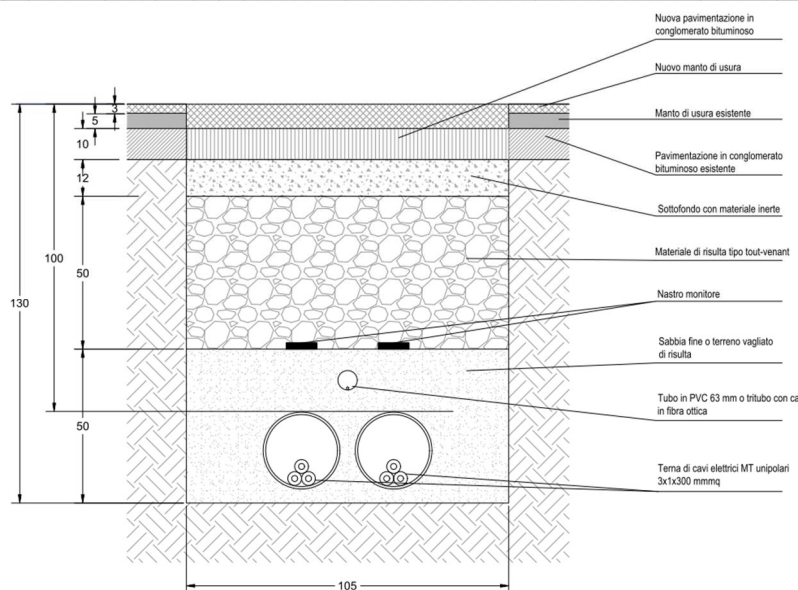
La nuova area contenente le cabine elettriche sarà raggiungibile dal medesimo nuovo tratto di strada in allargamento che dalla viabilità principale collega la località Pratipoia.

Si rimanda alla relazione tecnica elettrica per maggiori approfondimenti circa gli interventi elettrici previsti a progetto e necessari al funzionamento e messa in esercizio dell'intero parco eolico.

OPERE ELETTRICHE

Le opere elettriche necessarie a convogliare l'energia prodotta alla rete Nazionale sono:

- Posa cavidotto interrato MT di collegamento tra il parco eolico e le nuove cabine elettriche presenti nei pressi dell'aerogeneratore 01;
- Realizzazione delle cabine elettriche;
- Posa cavidotto interrato MT di collegamento tra le cabine ed il punto di consegna sito in Mallare.



Il percorso del cavidotto interno al campo sarà posto in corrispondenza della nuova strada di collegamento tra le turbine eoliche tra le turbine 1, 2 e 3, mentre passerà sulla provinciale per la connessione alla cabina di raccolta tra le turbine 4-5-6-7. Il cavidotto di collegamento tra la cabina elettrica di raggruppamento e la cabina primaria verrà collocato lungo le strade comunali e provinciali esistenti che raggiungono il punto di consegna previsto nel comune di Mallare.

I collegamenti su strada avranno una profondità massima di 1,20 m al cui interno verranno posati i cavi XLPE e un tritubo da 50 mm per la fibra ottica; lo scavo avrà, inoltre, una larghezza di circa 50-80 cm per tutta la tratta di connessione e le tubazioni saranno segnalate nello scavo con un nastro monitore in PVC.

La connessione alla RTN sarà costituita da una sezione di celle a 36 kV che raccolgono le 4 dorsali di collegamento dei gruppi di generatori (aerogeneratori eolici suddivisi per gruppo 7-6, 5-4, 3, 2-1) con montanti di collegamento e risalite cavi, dalle protezioni generali (DG) avente anche funzione di ricalzo, di interfaccia (DDI) e servizi ausiliari (SA), nonché dai necessari alloggiamenti misure e sezionamento. Dalla cabina elettrica con un cavidotto interrato si giungerà fino alla sottostazione Terna.

Da ogni gruppo di turbine è prevista la partenza di un circuito tripolare che giunge fino alle cabine elettriche mediante posa di un apposito e dedicato cavidotto interrato. Nel sistema a 36 kV posto all'interno dei fabbricati dell'area cabine di raggruppamento si utilizzeranno cavi isolati e celle prefabbricate certificate dal fabbricante, avendo superato le prove di tipo corrispondenti ed essendo sottoposti a prove specifiche ad ogni fornitura per assicurare che il livello di isolamento sia assicurato.

OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Scopo del progetto è stato anche quello di limitare quanto più possibile la realizzazione di opere civili che potessero creare forti impatti ambientali sul contesto in cui vengono inserite, pertanto, laddove non sia possibile limitare gli scavi ed i riporti si provvederà, attraverso opere di ingegneria naturalistica, al ripristino delle scarpate mediante i seguenti accorgimenti:

- Applicazione di idrosemina su tutte le superficie libere e sulle scarpate a monte delle piste di servizio;

- Rivestimenti di terreni acclivi mediante utilizzo di geocomposito al fine di preservare il terreno da agenti atmosferici che potrebbero compromettere la stabilità delle scarpate;
- Realizzazione di terre rinforzate per la stabilizzazione dei versanti aventi pendenze fino al 70%;
- Stabilizzazione delle scarpate mediante realizzazione di viminate e/o palizzate

4. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO

Il sedime dei diversi aereogeneratori nonché delle opere ad esso collegate ed accessorie è stato soggetto a studi geologici, geomorfologici e geomeccanici di dettaglio, avente lo scopo di individuare le peculiarità dei siti d'indagine.

4.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO

Il lavoro è consistito in un accurato rilievo geolitologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area, il supporto cartografico utilizzato è quello del rilievo fornito dall'Ing. Bauducco, professionista incaricato dalla Committenza della progettazione globale dell'intervento.

Nella fase preliminare si è proceduto alla ricerca, raccolta ed analisi attenta e critica dei dati bibliografici esistenti che è stato possibile reperire e/o consultare presso i siti istituzionali dei diversi Enti territoriali interessati, analizzando, anche con lo studio delle foto aeree, i fenomeni morfologici e l'evoluzione degli stessi sui versanti in studio. Da questa base di partenza si è proceduto, successivamente, ad una verifica diretta dei dati bibliografici esistenti mediante l'esecuzione di un rilevamento di campagna che ha permesso un'ulteriore acquisizione di dati necessari alla loro successiva elaborazione e alla stesura degli elaborati tematici di base (cartografia contenente informazioni relative alla geologia, geomorfologia ed idrogeologia). Localmente sono stati effettuati puntuali rilievi geomeccanici degli ammassi rocciosi che sono sempre risultati a comportamento estremamente variabile, da buono a debole e complesso, dove per rocce deboli possono essere considerate quelle costituite da materiali a bassa resistenza oppure perché, indipendentemente dalla resistenza del materiale del continuum, si presentano fortemente interessate da piani di discontinuità dovuti a fratturazione, stratificazione, scistosità ecc.. Nel primo gruppo ricadono le rocce a comportamento lapideo buono con importanti bancate, mentre, nel secondo quelle definite deboli in quanto costituite prevalentemente da materiali meno competenti o che, indipendentemente dalla resistenza dei minerali costituenti, risultano scistose unitamente ad altri materiali diventati deboli a seguito di processi d'alterazione chimica, degradazione fisica o di metamorfismo retrogrado. In tale categoria ricadono anche le rocce sottilmente stratificate, intensamente scistose e/o tutte quelle che, indipendentemente dalla genesi, hanno subito intensi processi di fratturazione. Inoltre, nella classe delle rocce deboli possono essere inseriti gli ammassi rocciosi costituiti da alternanze di litotipi a differente comportamento meccanico di cui quello debole è nettamente prevalente. Alla classe delle rocce complesse vengono anche riferiti tutti gli ammassi rocciosi costituiti da alternanze di litotipi a differente comportamento meccanico di cui nessuno nettamente prevalente. In ogni caso le rocce deboli presentano un comportamento in qualche modo intermedio tra i terreni e le rocce propriamente dette e questo fa sì che le weak rock (terminologia anglosassone) siano generalmente difficili da descrivere, campionare e sottoporre a test.

La valutazione critica di tutti i dati presenti nella cartografia sopra citata, unitamente all'acquisizione della vincolistica vigente nei diversi territori comunali ha permesso di verificare la fattibilità geologica dell'intervento previsto.

5. QUADRO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO REGIONALE

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da una configurazione morfologica collinare, dove si riscontrano i rilievi anche mediamente elevati, con vette aventi altitudine comprese tra i 600 e i 675 metri s.l.m.. L'aspetto morfologico risulta collegato alle caratteristiche litologiche delle formazioni geologiche affioranti e all'evoluzione strutturale da queste subita durante la storia geologica dell'intera regione, in particolare la presenza di vasti affioramenti sia di litotipi appartenenti al Bacino Terziario Piemontese sia del Gruppo di Voltri nonché dell'Unità di Montenotte, garantisce la locale presenza di versanti molto diversi tra loro, da acclivi e quasi dirupati coperti da bosco, ad esclusione di limitati coltivi nelle vicinanze dei nuclei abitativi e di aree prative e a pascolo in prossimità delle zone più pianeggianti. Il reticolato idrografico secondario appare localmente embrionale per poi incidersi profondamente nel substrato dando luogo a vallecole caratterizzate da aspri e ripidi versanti fino all'immissione, a valle, nei corpi idrici principali.

Il progetto prevede l'edificazione di sette aerogeneratori, da AG01 a AG07, su una zona collinare/montuosa con un reticolo idrografico ancora in fase di sviluppo.

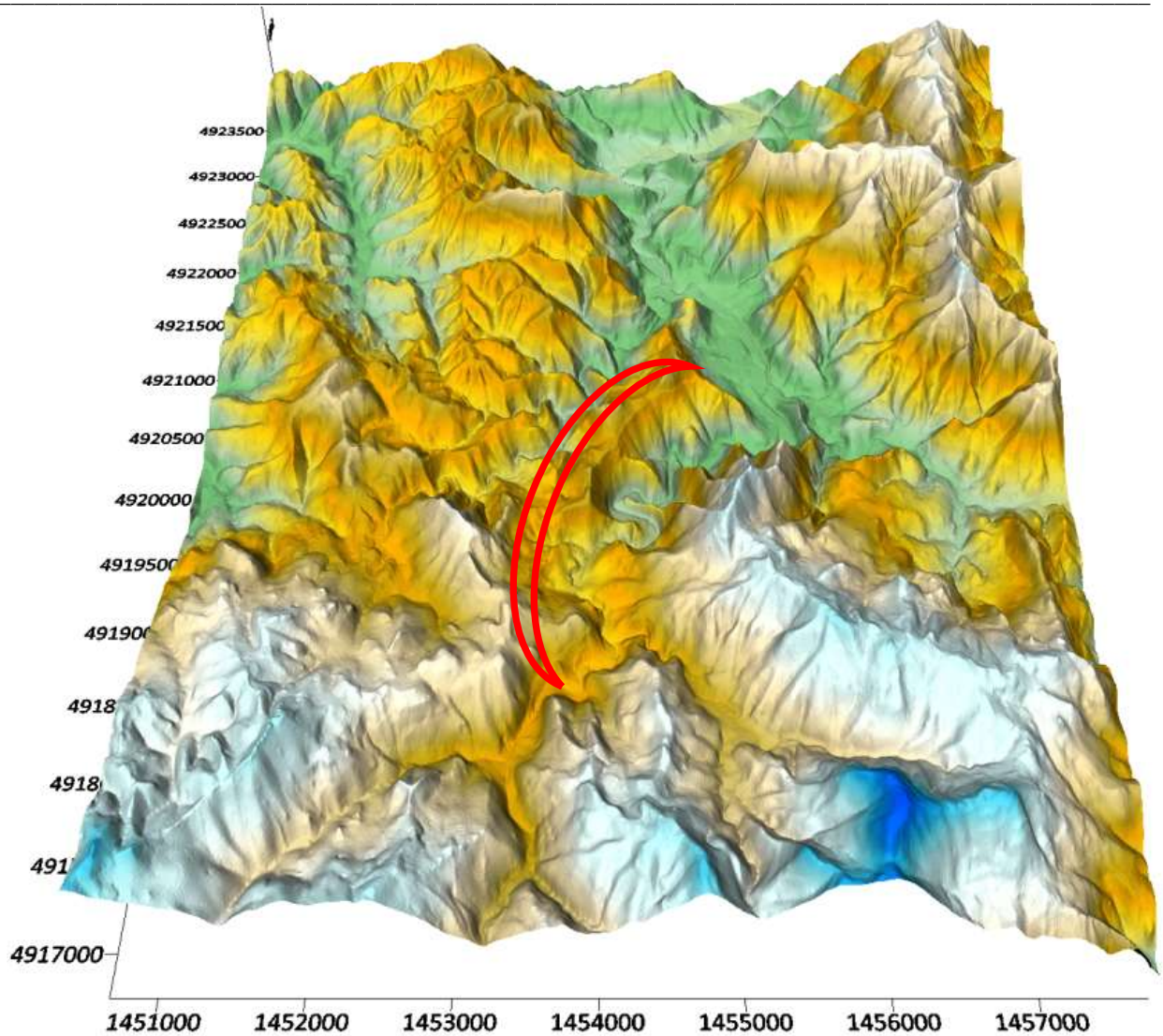


Figura 5.1: Modello 3D da DTM 10 m – presenza di esagerazione verticale.

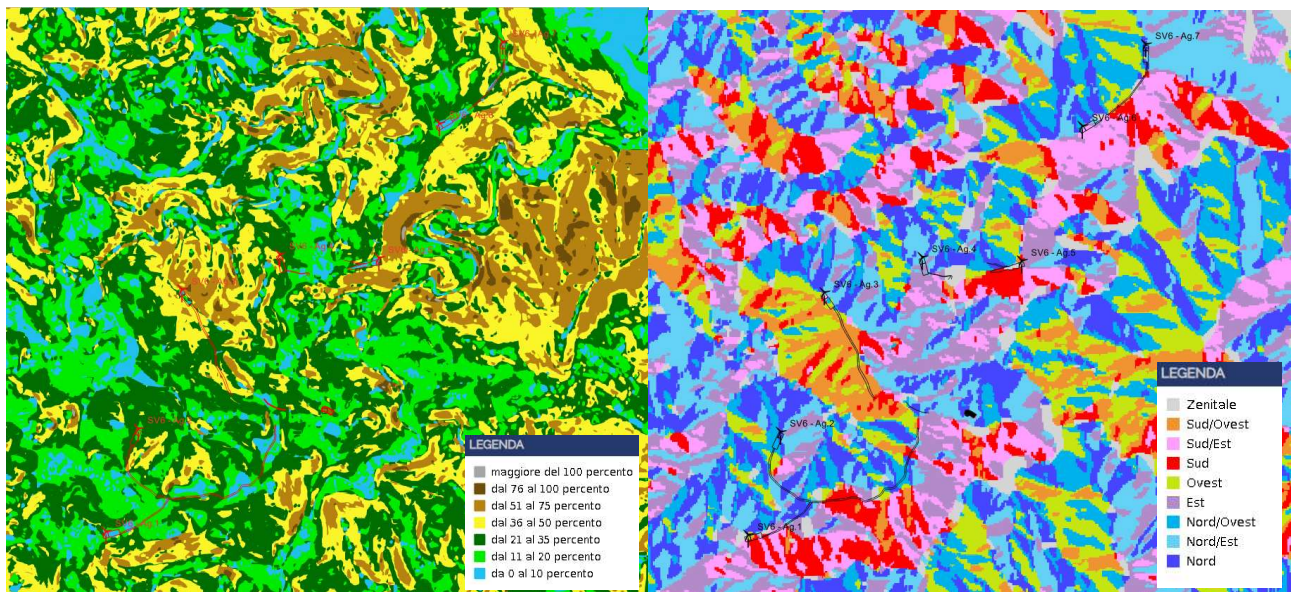


Figura 5.2: Carta dell'acclività 7 classi e Carta dell'esposizione dei versanti 9 classi – Regione Liguria/Elaborazione originale.

Gli studi geologici sono stati redatti mediante controlli diretti sul terreno e usando come base le Carte Geologiche d'Italia F.o 70 Ceva e 82 Genova 1:100.000 e F.o CGR Spigno Monferrato 1:25.000,

riportando con sufficiente approssimazione, la distribuzione areale delle successioni litologiche affioranti nell'areale di intervento che sono risultate ascrivibili sia al complesso sedimentario afferente al Bacino Terziario Piemontese (BTP) sia alle litologie appartenenti al Gruppo di Voltri nonché all'Unità di Montenotte.

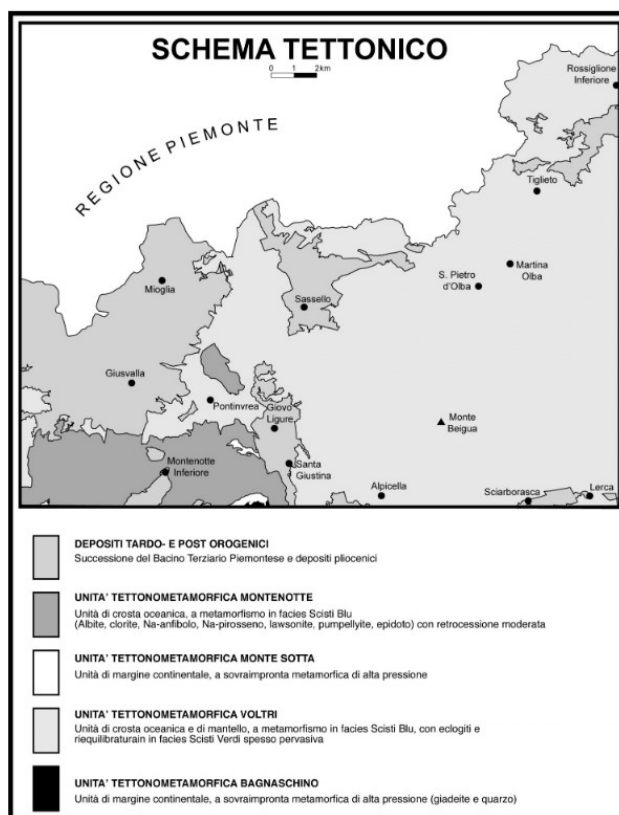


Fig. 5.3 - Schema tettonico dell'area in esame tratta da Note alla carta Geologica Foglio 212 Spigno Monferrato

In particolare, le unità tettoniche presenti in zona sono state esumate e accavallate le une sulle altre sull'avampaese europeo; questo complesso edificio orogenico è ricoperto in discordanza dai depositi del Bacino Terziario Piemontese, una successione sedimentaria tardo eocenica-oligocenica.

L'Unità tettonometamorfica del Gruppo di Voltri occupa gran parte della porzione centro-orientale del Foglio 212, di cui costituisce l'unità più estesa: nella sua parte sud-occidentale confina con l'Unità Montenotte, mentre a nord è ricoperta dalle formazioni del Bacino Terziario Piemontese. Comprende un basamento gabbro-peridotitico con coperture vulcano-sedimentarie e peridotiti con caratteri di mantello sottocontinentale. Queste rocce risultano coinvolte nell'evoluzione polifasica alpina, che va dalla riequilibratura eclogitica in ambiente subduittivo, fino alla successiva fase di esumazione.

Le ultramafiti di mantello sottocontinentale mostrano eventi di serpentizzazione precedenti all'evoluzione tettonometamorfica alpina e suggeriscono pertanto una precoce esposizione di queste rocce sul fondo oceanico. Peridotiti sottocontinentali e crosta oceanica sono associate in una unità strutturale dalla analoga evoluzione tettono - metamorfica.

L'Unità Voltri è prevalentemente caratterizzata da condizioni metamorfiche in facies Scisti Blu con eclogiti e da retrocessione in facies Scisti Verdi.

La seguente formazione è presente entro l'area di intervento:

- **Serpentinoscisti antigoritici del Bric del Dente (SNV)** di età presunta è compresa tra il Giurassico medio e superiore, rappresentano il litotipo volumetricamente più abbondante dell'Unità Voltri e affiorano sia in masse estese e potenti sia in lenti più sottili associate a metabasiti e calcescisti e ad esse sono associate numerose lenti di metagabbri eclogitici. I litotipi scistosi sono prevalenti, ma localmente sono presenti corpi più massivi, in cui le tessiture delle originarie peridotiti (prevalentemente lherzoliti) e strutture di serpentizzazione a maglie sono parzialmente conservate. In carta, i corpi con relitti di tessiture lherzolitiche ben conservate sono segnalati da un sovrassegno (**SNVt**). L'associazione mineralogica comprende antigorite, magnetite, olivina di neoformazione, clorite, Ti-clinohumite, diopside e carbonato ankeritico. Ti-clinohumite associata a diopside, ossidi e talvolta clorite compaiono anche come prodotti di sostituzione di filoncelli basici. Il crisotilo in fibre è diffuso come riempimento di vene e come fase di crescita tardiva lungo zone di taglio. Al contatto con metasedimenti e metabasiti è frequente la formazione di cloritoscisti, scisti actinolitici, scisti a clorite + actinolite ± talco, in livelli da centimetrici a metrici, a tessitura milonitica, saponosi al tatto (**SAC**); quando il contatto avviene con i metasedimenti questi scisti sono ricchi anche di calcite, con lo sviluppo di vene a calcite rimobilizzata, che documenta la circolazione di fluidi carbonatici associata ad eventi deformativi fragili.

L'Unità tettonometamorfica di Montenotte affiora in una fascia allungata in direzione E-W, nella parte sud-occidentale del foglio 212. Risulta generalmente sovrapposta all'Unità Voltri ed è associata all'Unità di Monte Sotta. L'Unità Montenotte è costituita da un basamento gabbro-peridotitico con relativa copertura metasedimentaria, riequilibrata in condizioni metamorfiche di AP-BT, legate ai processi di subduzione. In alcuni casi è possibile osservare la transizione tra metabasalti, metasedimenti silicei, calcari e scisti filladici, che testimonia la locale conservazione della successione originaria tra basalti, chert, calcari e argilloscisti. Dal basso verso l'alto della successione è possibile distinguere: - serpentiniti di Bric Autzè; - metagabbri del Bric Sportiole; - metagabbri di Rocca Ghingherina; - metabasalti del Bric del Tamburo; - metasedimenti silicei di Isola; - calcari di Poggio Castellaro; - scisti filladici di Pian del Pino secondo i rapporti stratigrafici di seguito rappresentati.

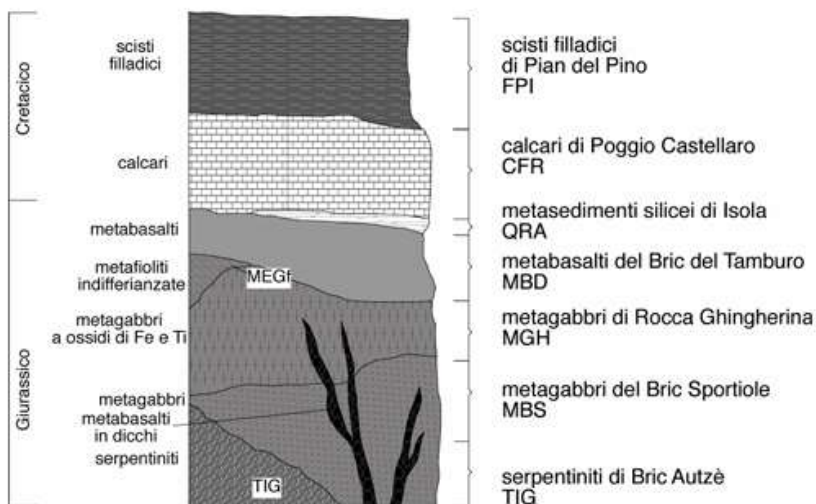


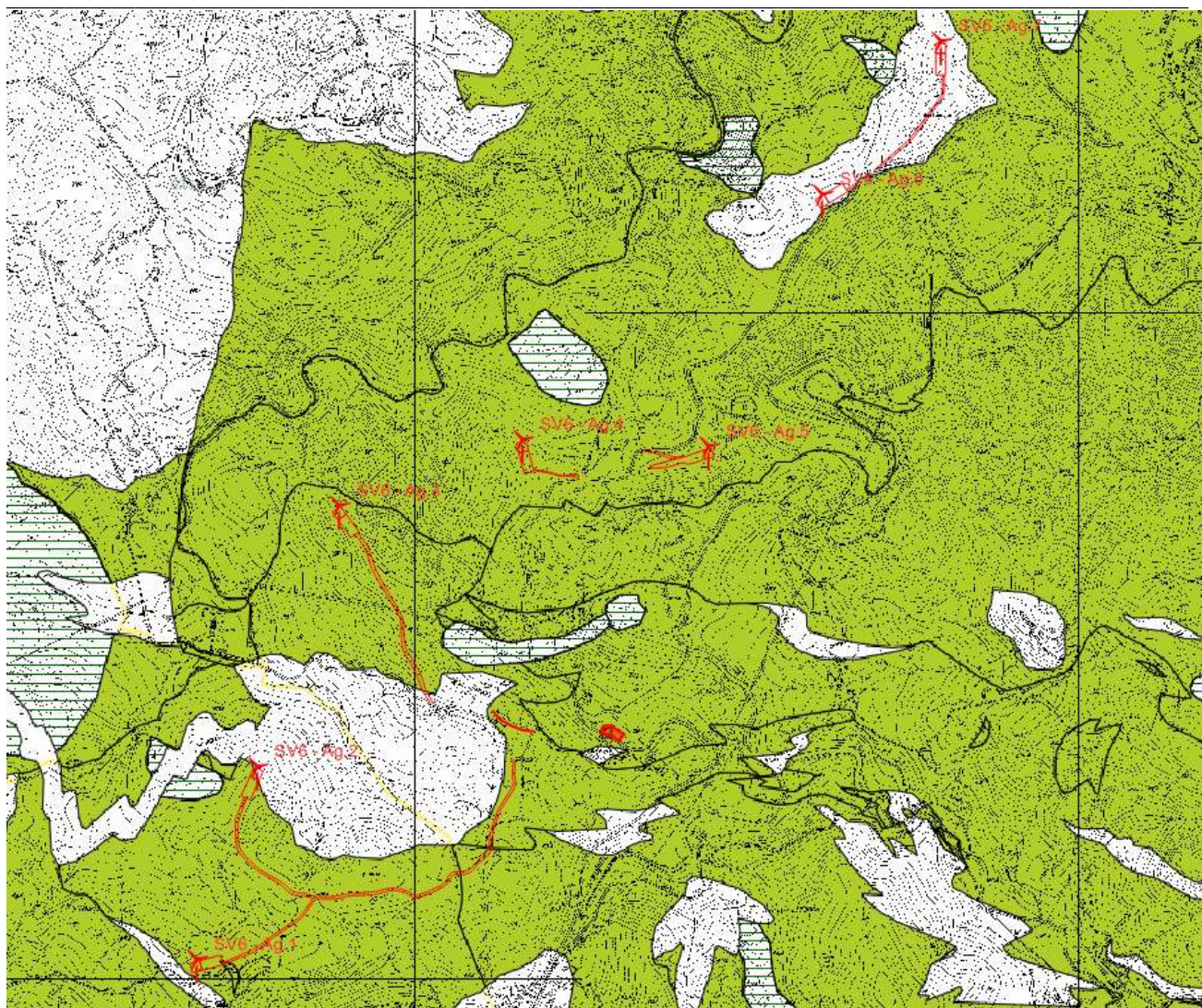
Fig. 5.4 - Schema stratigrafico tratto da Note alla Carta Geologica Foglio 212 Spigno Monferrato

Le seguenti formazioni sono presenti entro l'area di intervento:

- **Serpentiniti del Monte Autzè (TIG)** consistono in serpentiniti a crisotilo \pm lizardite \pm antigorite, frequentemente a relitti mineralogici e tessiture di lherzolite, spesso cataclastiche. Il crisotilo è presente anche in vene. Affiorano in grossi corpi allungati in direzione Est - Ovest, al limite settentrionale dell'unità e in lenti sottili interdigitate con i metagabbri. L'età presunta è compresa tra il Giurassico medio e superiore.
- **Metagabbri del Bric Sportiole (MBS)** affiorano in corpi estesi, grossolanamente allungati in direzione Est - Ovest e in corpi e lenti meno estese associati alle serpentiniti e ai metagabbri di Rocca Ghingherina. Sono prevalenti metagabbri chiari a grana da media e medio-grande, e tessiture primarie da isotrope a milonitiche, generalmente ben conservate, localmente attraversati da dicchi basaltici. Sono riconoscibili varie generazioni di paragenesi metamorfiche, che vanno da Scisti Blu (Na-anfibolo, albite, epidoto, talco) a Scisti Verdi (actinolite, albite, clorite, epidoto). L'età presunta è compresa tra il Giurassico medio e superiore.
- **Metagabbri di Rocca Ghingherina (MGH)** affiorano in corpi estesi, grossolanamente allungati in direzione Est - Ovest, e sono costituiti da metagabbri ad ossidi di Fe e Ti, meta-quarzodioriti e plagiograniti in giacitura filoniana. La grana è variabile da centimetrica a millimetrica e le tessiture variano da isotrope, a occhiadine, a listate. Queste ultime tessiture (talora a relitti di diopside e orneblenda bruna) sono localmente ben sviluppate e attraversate da filoni basaltici associati a vene ad orneblenda bruna, ciò che indica una genesi probabilmente legata a deformazioni e metamorfismo di fondo oceanico. L'età presunta è il Giurassico sup.

Le summenzionate rocce affioranti appartenenti all'Unità di Voltri e di Montenotte possono contenere amianto naturale talvolta in concentrazioni superiori ai limiti di legge (1000 mg/kg ; D.L.152 del 03/04/2006).

La presenza, la distribuzione e la concentrazione di minerali classificabili come amianto (crisotilo e in misura nettamente subordinata tremolite) in questi litotipi non è ubiquitaria e risulta estremamente variabile, essendo principalmente controllata dalle strutture legate alle deformazioni fragili locali e regionali. In queste rocce, infatti, il minerale del gruppo del serpentino nettamente più diffuso è rappresentato dall'antigorite; il crisotilo è presente in concentrazioni generalmente inferiori ai limiti di legge ed è intrinsecamente connesso alla tessitura della roccia, risultando difficilmente liberabile a meno di una comminazione meccanica fine. Al contrario, nelle zone deformate, il crisotilo tende a concentrarsi entro sistemi di fratture e microfratture sia estensionali che di taglio, fino a rappresentare il serpentino prevalente e talvolta esclusivo. In questo caso, queste superfici di debolezza meccanica possono determinare il rilascio di fibre e una loro dispersione nell'ambiente, sia durante eventuali attività di scavo sia a seguito di processi erosivi naturali.



Pietre verdi WMS

- A3-Aree caratterizzate da substrato riconducibile a basalti, metabasalti, breccie basaltiche ed affini, segnalate per eventuale presenza di minerali amiantiferi
- A2-Principali depositi e coperture detritiche, corpi di frana interne alle A1
- A1-substrato riconducibile alle pietre verdi, segnalate per la probabile presenza di minerali amiantiferi

Figura 5.5 Regione Liguria- Cartografia Pietre Verdi – Ubicazione totalità aerogeneratori

La successione del Bacino Terziario Piemontese o (BTP) si sviluppa prevalentemente lungo il confine Piemonte-Liguria e subordinatamente come lembi isolati nella porzione mediana e sul versante meridionale dell'insieme di catena Alpi Liguri - Appennino Ligure-Emiliano. Il BTP può essere interpretato come un bacino da tardo- a post-orogeno, poichè coinvolto nelle fasi deformative tardo-orogeniche e successivamente alimentato dall'erosione dell'orogene stesso; è altresì un bacino episuturale, in quanto viene a svilupparsi al di sopra della giunzione tra la catena alpina e quella appenninica, mascherandola almeno in parte ed è, infine, un bacino epi-mesoalpino dato che si imposta sui vari domini alpini strutturati dalla fase Mesalpina. La storia deposizionale del BTP è strettamente controllata dalle fasi tettoniche cenozoiche dell'orogenesi alpino-appenninica, ma anche da variazioni eustatiche, che determinano una successione sedimentaria di ambiente da continentale a marino, che copre l'intervallo di tempo compreso fra l'Eocene superiore ed il Miocene superiore e che riposa in discordanza sulle Alpi Liguri e sul settore nord-occidentale dell'Appennino settentrionale. Nell'area in esame il Bacino Terziario Piemontese è rappresentato dalla sua sezione basale pre-trasgressiva e trasgressiva e consiste di formazioni prevalentemente clastico-terrigene,

alimentate dall'erosione della catena alpina conseguente al suo sollevamento, con subordinati episodi carbonatici di biocostruzione, il cui sviluppo è determinato da condizioni paleoambientali complessivamente favorevoli all'insediamento di faune a coralli costruttori e di flore ad alghe rosse calcaree

La seguente formazione è presente entro l'area di intervento:

- **Formazione di Molare (MOR, MORt, MORm)** affiora diffusamente entro l'area di intervento. La formazione di Molare è una unità litostratigrafica prevalentemente clastico-terrigena e subordinatamente carbonatica, attribuita all'Oligocene. I litotipi più frequenti sono rappresentati da conglomerati poligenici, eterometrici, a tessitura grano-sostenuta, con clasti arrotondati di dimensioni variabili da qualche millimetro a diversi metri, localmente fino alla decina di metri. La stratificazione è spesso poco distinta o assente; ove sia osservabile, la potenza degli strati varia da metrica a plurimetrica, con frequenti fenomeni di clinostratificazione. Nel complesso le caratteristiche suggeriscono un apparato deposizionale di fan-delta contigui e coalescenti, con associazioni di facies da prossimali a intermedie. Procedendo verso l'alto stratigrafico, la successione comprende livelli arenacei e marnoso-siltosi, il cui contenuto paleontologico ne permette l'attribuzione all'Oligocene. Nell'area di interesse i tipi litologici rappresentati nei clasti sono principalmente quelli dell'Unità Voltri e dell'Unità Montenotte, anche se localmente ricorrono termini alimentati dalle unità di margine continentale. Soprattutto per gli orizzonti basali, la deposizione avveniva su di un substrato dalla morfologia irregolare, con riempimenti di depressioni preesistenti; la superficie di appoggio sul substrato pre-oligocenico è quindi geometricamente irregolare e spesso non è congruente con le giaciture della stratificazione. Nell'ambito di questa formazione sono state riconosciute litofacies di ambiente continentale o transizionale (**MOR**), litorale e sublitorale molto superficiale (**MORt**) e marino sublitorale relativamente profondo (**MORm**), che verranno descritte qui di seguito dalla più bassa alla più alta stratigraficamente.
- **MOR**: la facies **MOR** è rappresentata da conglomerati da fini a grossolani, poligenici, mal classati, con matrici arenaceo-sabbiose, organizzati in corpi a geometria lenticolare di potenza ed estensione laterale molto variabile, da arenarie da fini a grossolane, poligeniche, da moderatamente a mal classate, con matrice pelitica e subordinato cemento carbonatico, in strati lenticolari di potenza ed estensione laterale molto variabile e subordinatamente da peliti (essenzialmente siltiti a cemento carbonatico) e da brecce analoghe alle brecce della Costa di Cravara. Questa facies rappresenta condizioni pre- trasgressive con sedimentazione in ambiente di conoide e piana alluvionale, di palude e lacustre, lagunare e paralico, in un quadro climatico di tipo tropicale. Localmente (ad es. Santa Giustina) nella parte sommitale della successione si intercalano depositi di ambiente di spiaggia sommersa e sublitorale molto superficiale, costituiti da siltiti, arenarie e conglomerati, nei quali occasionalmente si incontrano livelli di biocostruzione a coralli ramosi. Il contenuto fossilifero delle facies continentali, in alcuni casi estremamente abbondante e ben conservato, in altri del tutto assente, comprende abbondanti resti di vegetali superiori carbonificati (foglie, rami e tronchi di felci, conifere e angiosperme) e malacofaune

dulcicole o salmastre (Polymesoda sp., Ampullinopsis sp. e Potamididae) e più raramente girogoniti di Characeae, resti di tartarughe (Trionyx sp.) e piccoli coccodrilli

- o **MORm**: la facies **MORm** è rappresentata da litareniti e areniti ibride da grossolane a fini, poco o mal classate, con matrice siltosa e cemento calcareo, più o meno intensamente bioturbate, organizzate in strati mal distinguibili e con laminazione pian parallela poco riconoscibile; localmente sono interessate da diffusi fenomeni di riprecipitazione del CaCO₃ che portano alla formazione di blocchi fortemente cementati, che simulano una stratificazione. Seguono e localmente si intercalano nelle areniti sopra descritte, siltiti grossolane e siltiti marnose con prevalente cemento calcareo, più o meno intensamente bioturbate, in strati mal distinguibili e con frequente laminazione pian parallela, spesso, ondulata e discontinua. Il contenuto paleontologico comprende malacofaune (frequenti pettinidi ed ostriche), anellidi, rari foraminiferi planctonici e più frequenti bentonici (tra cui Operculina spp., Amphistegina sp., e rara Nephrolepidina sp.), Alghe calcaree rosse. L'ambiente deposizionale che si deduce dalle caratteristiche di questa litofacies è marino di piattaforma interna distale. L'età indicata dal contenuto paleontologico è l'Oligocene superiore.

Su tali litologie appaiono localmente sovrapposti depositi quaternari che comprendono gran parte dei sedimenti attuali e quelli che li hanno preceduti in tempi relativamente recenti. Essi comprendono: frane, detriti di versante, detriti di versante a grossi blocchi, detriti di falda, coltri eluvio colluviali.

Nel dettaglio nell'area di intervento sono presenti:

- **Coltri eluvio-colluviali (b2)**, qui costituite da coperture detritiche di spessore da medio ad elevato, dovute ad alterazione in situ e, in seguito, mobilizzate da processi di versante ad opera di gravità e acque correnti e superficiali, costituite da clasti eterometrici di varia litologia in matrice pelitica e/o sabbiosa. Talvolta tali accumuli risultano pedogenizzati e frammisti a materiali di diversa origine (detritica o fluviale), in particolare nell'ambito della frangia pedemontana lungo i principali corsi d'acqua. Tali materiali presentano caratteristiche composizionali, geotecniche e idrogeologiche assai variabili. Sotto il profilo dell'equilibrio di versante, mostrano condizioni in molti casi al limite di stabilità: sono, quindi, soggette a lenti fenomeni di reptazione o improvvisi e repentini fenomeni di scoscendimento per azione di gravità e acque meteoriche e ruscellanti.

crionivali, ecc.) che hanno condizionato e condizionano tutt'oggi l'evoluzione morfologica sia del versante tirrenico sia del versante padano e della zona di crinale.

Il settore analizzato è caratterizzato dalla prossimità dello spartiacque tirrenico-padano, con una marcata asimmetria tra i due versanti della dorsale: il versante tirrenico, ad elevata acclività, e il versante padano con la zona del crinale spartiacque, caratterizzati da morfologie poco acclivi.

La fascia assiale della dorsale spartiacque è caratterizzata da una morfologia poco acclive, il cui modellamento è riconducibile in gran parte alle variazioni climatiche che si sono succedute nel corso del Quaternario dove ripetuti cicli di gelo e disgelo, processi di scioglimento delle nevi e circolazione delle acque di fusione sono stati i principali agenti morfogenetici di questo settore, la cui genesi è pertanto riconducibile a processi crionivali tipici di un ambiente a clima freddo, all'estremo limite delle nevi perenni. Nel corso dell'ultima glaciazione, intensi processi crioclastici hanno causato la progressiva disgregazione dell'originario substrato roccioso: gli accumuli di materiale detritico prodotti sono stati in seguito mobilizzati dalla notevole quantità di acqua e masse limose derivanti dallo scioglimento delle nevi, con la messa in posto dei clasti all'interno d'impluvi o al di sopra di superfici spianate. L'azione erosiva legata all'evoluzione recente ha poi progressivamente smantellato queste forme.

Il versante padano è caratterizzato da morfologie blande e molto articolate con un reticolo molto sviluppato e fortemente controllato dalla tettonica. I principali agenti morfogenetici sono la gravità e le acque correnti e superficiali, unitamente alle caratteristiche litologiche e tettonico-strutturali. La morfologia di questi settori risulta piuttosto differenziata con versanti mediamente acclivi, caratterizzati localmente da scarpate rocciose verticali o subverticali lungo i principali corsi d'acqua laddove affiorano i litotipi più tenaci delle unità metamorfiche del Gruppo di Voltri mentre blande morfologie collinari dove affiorano le rocce sedimentarie del Bacino Terziario Piemontese.

Dissesti.

L'area interessata dal progetto non risulta direttamente interessata da fenomeni di dissesto "cartografabili", seppur non si possa escludere né la presenza di limitati scoscendimenti delle coltri né localizzati eventi di crollo, entrambi dovuti all'elevata acclività. L'esame della cartografia IFFI (Inventario Fenomeni Franosi Italiani) avvalorata tale considerazione evidenziando la totale assenza di dissesti con dimensioni tali da essere cartografabili che possano interessare direttamente gli aerogeneratori o la viabilità accessoria. Solo a valle dell'aerogeneratore Ag7 è presente una area cartografata come soggetta a frana per colamento lento quiescente.

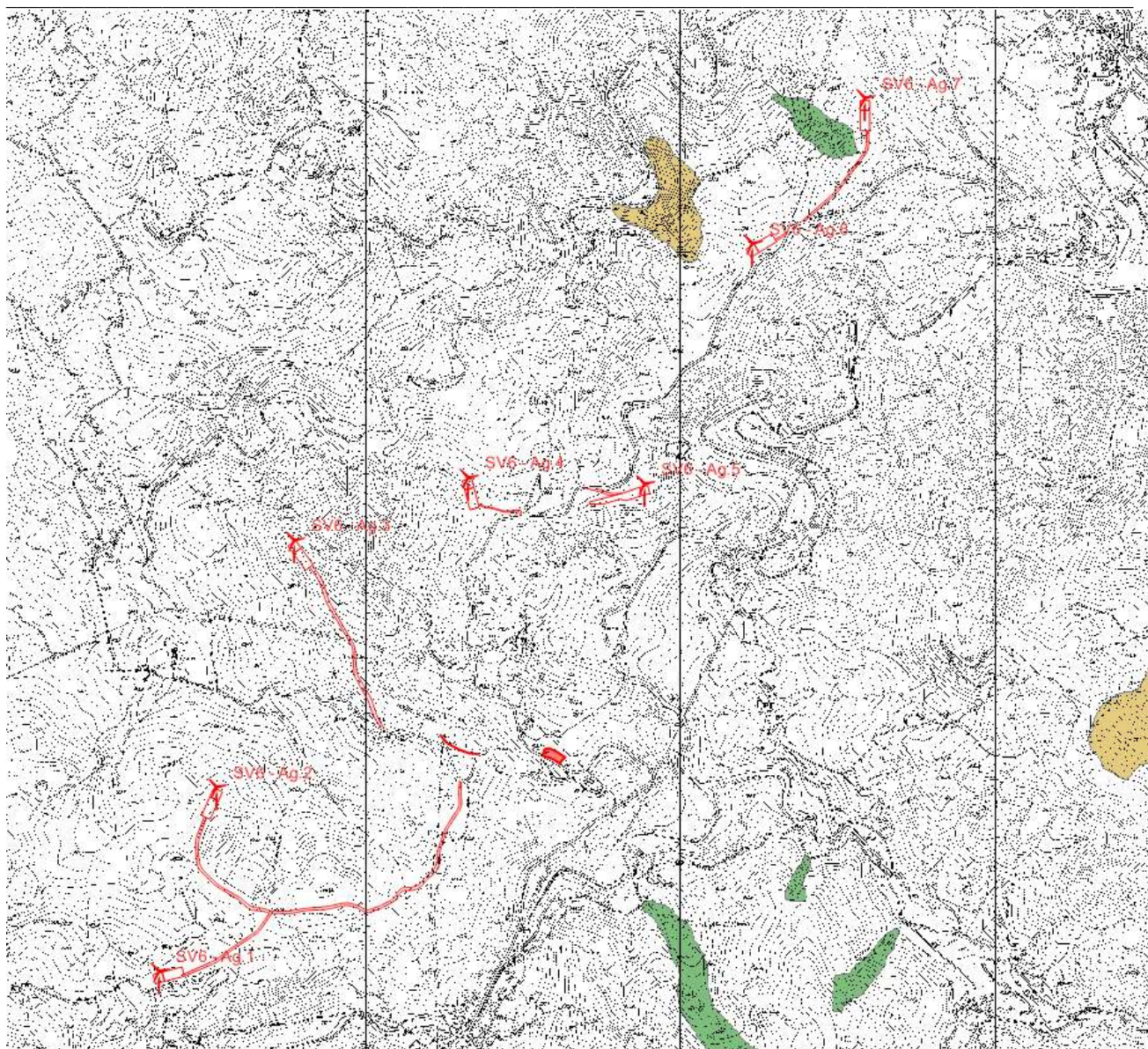


Figura 5.7: Estratto cartografia IFFI

IDROGEOLOGIA

L'idrogeologia della zona risulta abbastanza semplificata; per quanto riguarda le acque superficiali:

- In prossimità del crinale il drenaggio delle acque è riconducibile essenzialmente alle precipitazioni ed avviene per ruscellamento superficiale diffuso e/o concentrato e, in base alle caratteristiche dei terreni e del substrato, per infiltrazione nel sottosuolo;
- le acque di pioggia che migrano a valle per ruscellamento diffuso, convergono in un reticolo idrografico di tipo immaturo con portate modeste; il reticolo idrografico vero e proprio con portate di maggiore importanza si sviluppa a quote inferiori rispetto a quelle di crinale;
- il reticolo idrografico è rappresentato da numerose piccole incisioni che si sviluppano lungo i versanti, contraddistinte da profilo di fondo generalmente ripido e percorse da deflussi a carattere non perenne/occasionale. Si tratta di corsi d'acqua caratterizzati da regimi dei deflussi tipicamente torrentizi con riattivazioni improvvise, talora accompagnate da violenta

attività erosiva, a causa delle pendenze mediamente elevate dei pendii e delle dimensioni relativamente piccole dei bacini imbriferi.

In prossimità dei siti di installazione è possibile ipotizzare l'assenza di falde acquifere sotterranee dotate di potenza, continuità ed estensione areali significative in quanto sebbene il substrato roccioso possa risultare fratturato e pertanto dotato di permeabilità secondaria e le coperture sciolte possano essere anche dotate di una elevata permeabilità primaria per porosità che consenta l'infiltrazione delle acque meteoriche in profondità, queste vengono limitate sia dalla posizione morfologica sul crinale sia dal modesto areale sotteso.

A livello di ammasso roccioso la circolazione delle acque si può pertanto ipotizzare come limitata di fatto a fenomeni di modesti stillicidi dovuti a particolari condizioni strutturali che possono comunque aumentare, risultando comunque contenuti come conseguenza di marcati e consistenti fenomeni meteorici e/o come conseguenza della potenziale fusione di possibili manti nevosi con lentissima permeazione dei fluidi all'interno delle masse rocciose.

In nessuna parte dei siti di installazione degli aerogeneratori si sono osservate zone di impregnazione e/o ristagno.

6. MODALITÀ DI SCAVO E VOLUMETRIE PREVISTE

Per la realizzazione del "Parco Eolico Bric dei Mori" è prevista la sistemazione del terreno per la regolarizzazione dei piani di posa dei singoli aerogeneratori, delle piazzole di montaggio, della sottostazione elettrica, nonché delle strade di accesso e di cantiere. Tale sistemazione prevede la movimentazione di circa 65.300 mc che verranno solo parzialmente riutilizzati all'interno dell'area di cantiere per un volume totale di circa 18.700 mc con un esubero di circa 46.600 mc di materiale che dovrà trovare diversa collocazione o essere conferito a centro di smaltimento e/o recupero (tutti i quantitativi derivano dei computi redatti dal progettista Ing. Silvio Bauducco).

Il dettaglio del calcolo dei quantitativi sopra riportati, al netto delle volumetrie relative alla connessione elettrica tra le cabine elettriche e il punto di consegna, viene di seguito esplicitato.

Aerogeneratori				
Lavorazione	Quantità (mc)	Destinazione di riutilizzo	Riutilizzo (mc)	Rimanenza (mc)
Piazzola AG 01	39,76	Riutilizzo in sito	4343,51	-4303,75
Piazzola AG 02	1829,48	Riutilizzo in sito	4010,84	-2181,36
Piazzola AG 03	8033,29	Riutilizzo in sito	131,75	7901,54
Piazzola AG 04	20513,9	Riutilizzo in sito	108,3	20405,6
Piazzola AG 05	4374,24	Riutilizzo in sito	5957,77	-1583,53
Piazzola AG 06	739,39	Riutilizzo in sito	37,65	701,74
Piazzola AG 07	2766,25	Riutilizzo in sito	3838,71	-1072,46
TOTALE	38296,31		18428,53	19867,8

A carico delle piazzole afferenti ai diversi aerogeneratori, circa 38.300 mc di materiale verranno escavati dei quali saranno riutilizzati circa 18.400 mc con un surplus di circa 20.000 mc di materiale che verranno destinati ad altre parti del cantiere oppure avviati a recupero/smaltimento.

Aerogeneratori				
Lavorazione	Quantità (mc)	Destinazione di riutilizzo	Riutilizzo (mc)	Rimanenza (mc)
Fondazione AG 01	1716,795	---	---	1716,795
Fondazione AG 02	1716,795	---	---	1716,795
Fondazione AG 03	1716,795	---	---	1716,795
Fondazione AG 04	1716,795	---	---	1716,795
Fondazione AG 05	1716,795	---	---	1716,795
Fondazione AG 06	1716,795	---	---	1716,795
Fondazione AG 07	1716,795	---	---	1716,795
TOTALE	12017,565			12017,565

A carico delle fondazioni afferenti ai diversi aerogeneratori la totalità degli scavi, circa 12.000 mc di materiale dovranno trovare diversa collocazione o essere conferito a centro di smaltimento e/o recupero.

Strada di collegamento ed adeguamenti stradali				
Lavorazione	Quantità (mc)	Destinazione di riutilizzo	Riutilizzo (mc)	Rimanenza (mc)
Pista 1-2	7605,63	Riutilizzo in sito	181,65	7423,98
Pista 3	5195,79	Riutilizzo in sito	17,28	5178,51
Pista 4	218,95	Riutilizzo in sito	43,63	175,32
Pista 5	377,43	Riutilizzo in sito	20,382	357,048
Pista 6	102,9	Riutilizzo in sito	0	102,9
Pista 7	1481,51	Riutilizzo in sito	1,65	1479,86
TOTALE	14982,21		264,592	14717,62

A carico dei nuovi tratti di strada di collegamento e degli adeguamenti stradali, verranno escavati circa 15.000 mc di materiale dei quali saranno riutilizzati circa 265 mc con un esubero di circa 14.750 mc di materiale che dovrà trovare diversa collocazione o essere conferito a centro di smaltimento e/o recupero

Gli scavi ed i movimenti terra verranno effettuati per mezzo delle seguenti tipologie di macchine operatrici (esclusi i mezzi di trasporto):

- escavatori cingolati ragionevolmente aventi stazza non inferiore a 200 q;
- mini escavatori cingolati, ragionevolmente aventi stazza non inferiore a 40-50 q;
- mini pale cingolate, ragionevolmente aventi stazza non inferiore a 40-50 q. e possibile sistema a trazione a ruote invece che a cingoli
- dozer apripista;
- grader;
- terne rigide;
- perforatrici per micropali;
- trencher per l'edificazione della connessione elettrica.

7. INTERFERENZA DELL'INTERVENTO CON I SITI CONTENUTI NELL'ANAGRAFE DEI SITI DA BONIFICARE

Le opere in progetto risultano non interferire con i siti inseriti entro l'Anagrafe dei Siti da Bonificare.

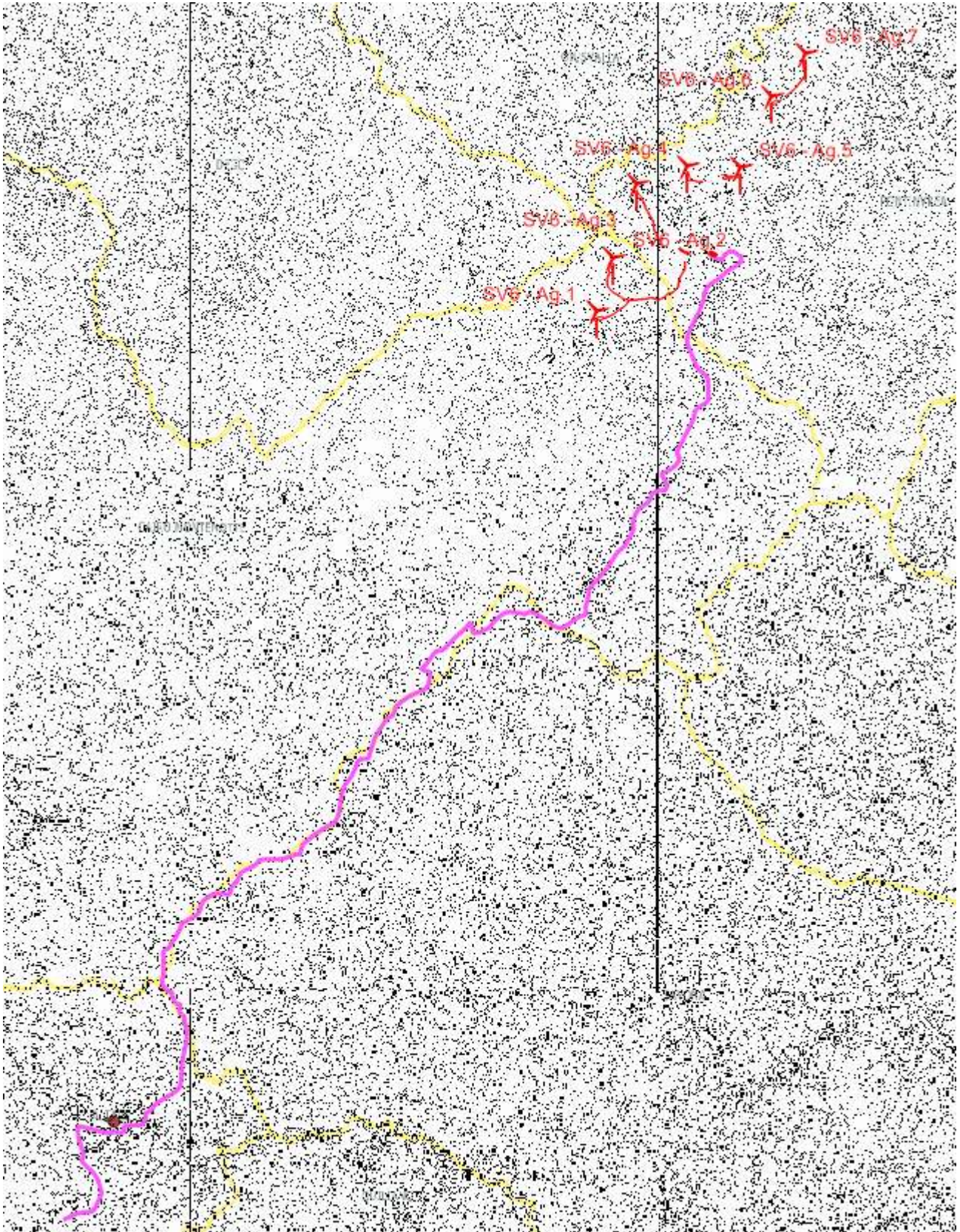


Figura 7.1: Sovrapposizione tra perimetrazioni Anagrafe siti da Bonificare e Intervento in progetto

8. NUMERO E CARATTERISTICHE DEI PUNTI DI INDAGINE

La caratterizzazione ambientale sarà eseguita mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee).

Per quanto riguarda i singoli punti di installazione la densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione è basata su considerazioni di tipo statistico: campionamento sistematico su griglia. I punti d'indagine saranno ubicati all'interno di ogni maglia in posizione opportuna (ubicazione sistematica casuale). Il numero di punti d'indagine non può essere inferiore a tre e, in base alle dimensioni delle singole aree d'intervento, è aumentato secondo i criteri minimi riportati nella tabella seguente.

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3 + 1 ogni 2.500 metri quadri
Oltre i 10.000 metri quadri	7 + 1 ogni 5.000 metri quadri

Nel caso specifico per piazzole con un'estensione areale dell'area di intervento di circa 2500 mq si ottengono 3 punti di indagine a Fondazione che possono crescere fino a 4 per piazzole sotto i 5000 mq. Il lato di ogni maglia può variare da 10 a 100 m a seconda del tipo e delle dimensioni del sito oggetto dello scavo. Nel caso specifico si ritiene che possa essere rappresentativa una maglia quadrata di lato 10 m che consente l'individuazione di almeno 25 aree di indagine dalle quali saranno presi campioni singoli a blocchi di 8 che a seguito di miscelazione e quartatura daranno forniranno i 4 campioni da sottoporre ad indagine analitica.

Per quanto riguarda invece la linea elettrica e la strada di collegamento, trattandosi di opere infrastrutturali lineari, il campionamento è effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato. Nel caso specifico la linea ha uno sviluppo di circa 24 Km lineari e pertanto si prevedono n° 48 punti di indagine. Insistendo, per la sua quasi totalità, su viabilità esistente la caratterizzazione ambientale del materiale da scavo prodotto per la posa della linea elettrica sarà eseguita in corso d'opera secondo le modalità previste nell'Allegato 9 del regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri come nel caso in analisi, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno due: uno per ciascun metro di profondità. Il prelievo dei campioni potrà essere effettuato con l'ausilio di mezzo meccanico poiché le profondità da investigare risultano compatibili con l'uso normale dell'escavatore meccanico (ove risulti impossibile effettuare il prelievo a mezzo di escavatore potrà essere svolto con tecniche di carotaggio). Di seguito si riporta il riepilogo del numero di punti di indagine previsti e di campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisica.

Intervento	Punti di indagine	Campionamenti da effettuare
Piazzole aerogeneratori	28	56
Strada di collegamento e di accesso	7	14
Connessione	48	96

9. PARAMETRI DA DETERMINARE

I parametri analitici da ricercare sono definiti in base alle sostanze che si ritiene possano essere presenti a causa delle attività antropiche avvenute nelle aree di interesse o nelle immediate vicinanze. Nel caso specifico, sulla base di quanto riportato in precedenza, si ritiene esaustivo il set analitico minimale riportato in Tabella 4.1 del DPR 120/2017 è il seguente:

Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi C>12
Cromo totale
Cromo VI
Amianto
BTEX*
IPA*
(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, oppure, ove possibile, i limiti vigenti al momento dell'esecuzione dei campionamenti per le aree agricole.

In funzione della tipologia di uso del suolo interessato dall'intervento, le destinazioni d'uso da considerare ai fini dell'identificazione delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 sono le seguenti:

- **Per le aree a destinazione d'uso industriale/viabilità** le CSC (Concentrazioni Soglie di Contaminazione) di riferimento relativamente ai materiali di scavo sono quindi quelle indicate nella **colonna B**, relative a Siti ad uso commerciale-industriale.
- **Per le aree boscate/incolte** le CSC (Concentrazioni Soglie di Contaminazione) di riferimento relativamente ai materiali di scavo sono quindi quelle indicate nella **colonna A**, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06, relative a Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.
- **Per le aree a destinazione d'uso agricolo (prati/pascoli)** le CSC (Concentrazioni Soglie di Contaminazione) di riferimento sono assimilabili a quelle indicate nella **Tabella presente all'Allegato 2 del D.Lgs. 46/19** "Regolamento relativo agli interventi di bonifica, di ripristino

ambientale e di messa in sicurezza, d'emergenza, operativa e permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento, ai sensi dell'articolo 241 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152".

In ottemperanza dell'art. 11 del DPR 120/17, verrà verificata la disponibilità di eventuali dati riportanti possibili valori di fondo naturale per l'area in oggetto al fine di evidenziare eventuali superi dovuti a questi ultimi.

Savona, li giugno 2024

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini (O.R.G.L. n° 338)

Documento firmato digitalmente da Sabrina Santini

Dott. Geologo Alessandro Canavero (O.R.G.L. n° 268)

Documento firmato digitalmente da Alessandro Canavero