

PARCO EOLICO IMPERIA MONTI MORO, GUARDIABELLA

Il Committente:



Sede Legale:

via Aldo Moro n. 28
25043, Breno (BS)
P.IVA e C.F. 04324160987

Oggetto:

**RELAZIONE GEOLOGICA E DI
PERICOLOSITA' SISMICA**

Titolo:

PIANO PRELIMINARE TERRE E ROCCE DA SCAVO



Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
06/2023	AC SS	Emissione	06/2023	AC SS	06/2023	AC SS

Formato A4

GIUGNO 2023

Commessa

Tip. impianto

Fase Progetto

Disciplina

Tip. Doc

Titolo

N. Elab

REV

22109

EO

DE

GE

R

01

0009

A

CONSULENZA GEOLOGICA A CURA DI:

I Tecnici:

Dott. Geol. Alessandro Canavero
Dott.ssa Geol. Sabrina Santini

**Studio Associato
di Geologia Tecnica**



Sede: Piazza Armando Diaz 11/5, 17100 Savona (SV)
tel 019.813843 - 019.2051420 e-mail: geolab@studiogeolab.it
www.StudioGEO.LAB.it

File: Imperia_Monti Moro Guardiabella_IM01_2022_Geologica_finale_Sottostazione Elettrica.doc

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
3. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI	11
4. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO	13
4.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO	13
4.2 INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE CON INTERPRETAZIONE TOMOGRAFICA, MASW E HVSR.	
.....	14
5. QUADRO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE	15
6. MODALITÀ DI SCAVO E VOLUMETRIE PREVISTE	24
7. NUMERO E CARATTERISTICHE DEI PUNTI DI INDAGINE	27
7. PARAMETRI DA DETERMINARE	28

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 geologica 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 3R Energia S.r.l.: questo relativamente al progetto di realizzazione di un parco eolico del proponente 18 più Energia S.r.l. composto da 32 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2MW, per una potenza globale di 198.4 MW, da collocare sotto i crinali montani che da Colle San Bartolomeo raggiungono San Bernardo di Conio passando per Monte Guardiabella e proseguono fino a Cipressa passando per il Colle d'Oggia e il Monte Faudo, nei territori comunali di Pieve di Teco, Caravonica, Borgomaro, Aurigo, Rezzo, Montalto Carpasio, Prelà, Dolcedo, Castellaro, Pietrabruna e Cipressa.

1. OGGETTO DELL'INCARICO

Su incarico conferito dalla 3R Energia S.R.L., 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 Imperia Monti Moro, Guardiabella 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, PAI, 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.

La presente relazione definisce 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 Monti Moro, Guardiabella" si configura come un cantiere di grandi dimensioni (>6000 mc) soggetto a VIA (Art.9 comma 7 DPR 120/2017) si predispone 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.

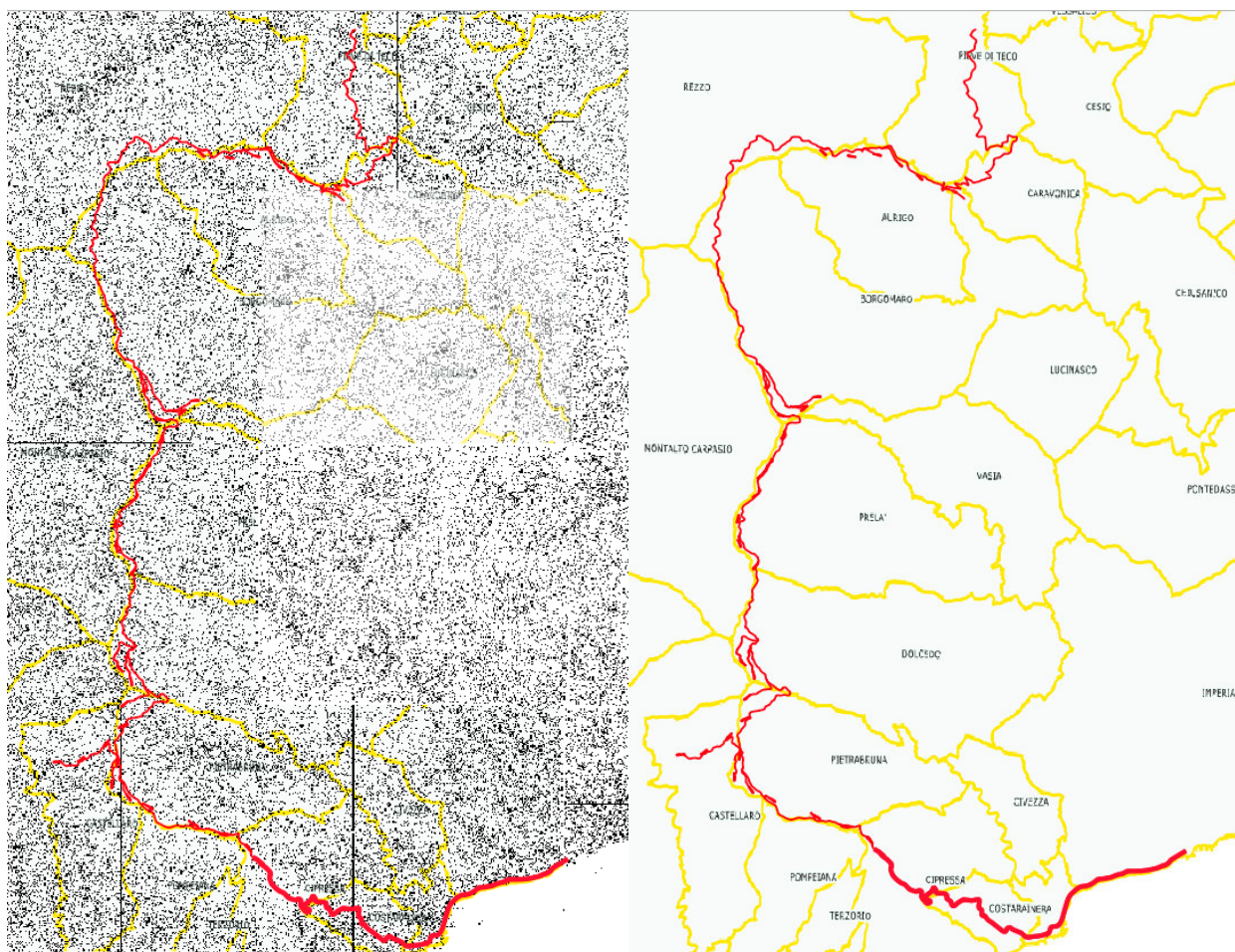


Figura 1.1: Inquadramento dell'area di intervento su base CTR regione Liguria (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione fra parco eolico e sottostazione elettrica, strada di accesso al sito) e successivo inquadramento nell'abito amministrativo/territoriale.



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, strada di accesso al sito), e successivo inquadramento nell'abito amministrativo/territoriale.

2. INTERVENTO IN PROGETTO

PARCO EOLICO IMPERIA, MONTI MORO, GUARDIABELLA

Al fine di semplificarne la trattazione è stato suddiviso in una Zona Settentrionale, una Zona Centrale ed in una Zona Meridionale collegate tra loro dalla strada di collegamento.

Presso la Zona Settentrionale del Parco Eolico Monti Moro, Guardiabella, in prossimità del Monte Guardiabella è prevista l'edificazione di 6 aerogeneratori dei 32 previsti a progetto e rispettivamente quelli denominati da AG01 ad AG06, su una dorsale montuosa ad andamento WNW/ESE che dal Monte Aurigo (metri 1115 s.l.m.) si sviluppa fino al Picco Ritto (metri 930 s.l.m.) passando per il Monte Guardiabella (metri 1120). Presso la Zona Centrale è prevista l'edificazione di 21 aerogeneratori in due blocchi, rispettivamente di 11 aerogeneratori da AG07 ad AG17 e di 10 aerogeneratori da AG18 ad AG27 su una dorsale montuosa ad andamento N/S che dal Monte Arbozzaro (metri 1130 m.l.m) si sviluppa fino al Monte Sette Fontane (metri 793 s.l.m.) passando per il Monte Follia (metri 1130 s.l.m.) e Monte Faudò (metri 1150 s.l.m.). Presso la Zona Meridionale è prevista l'edificazione dei restanti 5 aerogeneratori, da AG28 ad AG32, su una dorsale montuosa a sviluppo NW/SE individuata dai monti Monte Sette Fontane (metri 793 s.l.m.) e Pian delle Vigne (metri 541 s.l.m.).

I principali elementi in progetto sono i seguenti.

PIAZZOLA DI MONTAGGIO

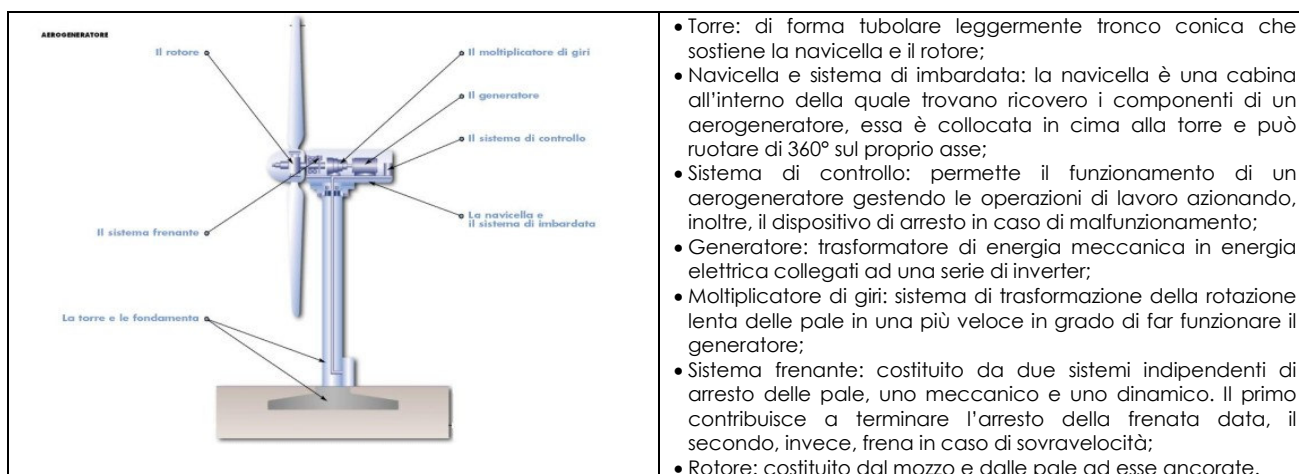
Per ogni aerogeneratore si prevede la realizzazione di una piazzola dalla forma variabile, e avente una superficie totale di circa 3700 - 4000 mq, tuttavia, terminata la fase di cantiere, l'area

effettiva permanente sarà pari a circa 1500 mq. I restanti mq verranno in parte ripristinati e in parte trasformati in strada di accesso al sito. Com'è possibile vedere nelle tavole specifiche la posizione delle piazzole sul territorio seguente a grandi linee l'orografia del terreno andandosi a incastrare all'interno delle forti pendenze che caratterizzano l'area. La piazzola di montaggio dell'aerogeneratore costituisce lo spazio di montaggio e successivamente manovra delle gru che permetteranno il montaggio dei vari componenti degli aerogeneratori

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 le 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.



STRUTTURE DI FONDAZIONE

Le torri degli aerogeneratori verranno fissate al terreno attraverso un sistema fondale di tipo diretto costituito da un plinto di fondazione di 25 metri di diametro per una altezza di circa 3.00 metri al quale, se le condizioni dell'ammasso roccioso lo rendessero necessario e sicuramente per gli aerogeneratori da 1 a 6, ubicati in area carsica, saranno collegati 32 pali di fondazione di tipo trivellati con diametro 1.2 metri e lunghezza 20 metri l'uno, 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 rilevamenti 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 interrato 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 COLLEGAMENTO

Con il termine di "strada di collegamento" si intendono invece tutte le vie che collegano le singole turbine eoliche tra di loro fino al collegamento con la sottostazione elettrica.

Per questa categoria le strade definite esistenti sono in realtà delle strade sterrate in parte classificate come "strade Provinciali" e in parte come "strade interpoderali", tuttavia vista l'esistenza di questi tracciati si è optato di mantenerne inalterato il sedime originario provvedendo alla realizzazione di piste di cantiere rinforzate e in grado di sopportare il carico del transito dei mezzi.

La larghezza media della strada di collegamento sarà pari a circa 7 metri, salvo alcuni tratti stradali dove potrà arrivare anche a 10 metri per permettere di ottenere idonei raggi di curvatura. Nel complesso la strada di collegamento avrà una lunghezza complessiva di circa 29,50 km, di cui 25,70 km di collegamento tra le tre aree di installazione e i restanti chilometri di piste necessarie al raggiungimento delle singole piazzole. La pendenza massima progettata per queste strade è del 20% oltre al quale i mezzi di trasporto e lavoro non riuscirebbero a transitare.

Così come per le piazzole, anche la viabilità di collegamento verrà realizzata con sottofondo in misto naturale ed ulteriore strato di misto stabilizzato, mentre la formazione dei rilevati avverrà anche mediante l'impiego di materiale proveniente dagli scavi (se a seguito di analisi verrà classificato come idoneo) per la realizzazione delle sezioni in trincea.

Per quanto concerne l'approvvigionamento della materia prima, si prevede l'utilizzo di cave di inerti autorizzate presenti in zona.

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; durante la realizzazione delle nuove piste tutti gli strati verranno adeguatamente compattati con appositi macchinari e dove necessario verranno previste delle 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.

Come per la realizzazione delle piazzole, laddove gli esiti di laboratorio siano positivi, si prevede 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.

STAZIONE DI CONSEGNA IN COMUNE DI BORGOMARO

La sottostazione elettrica è un'area di 126x56 metri ove vi è un edificio tecnico di 34.40 x 8.55 m ed un'area con le apparecchiature elettriche necessarie alla trasformazione a 132KV della corrente proveniente dalle turbine che è a 36KV. Tale trasformazione permette di realizzare, senza eccessive perdite, la strada che collega il punto ove è realizzata la sottostazione al punto di consegna presente ad Albenga (SV).

Poiché il terreno ove si è prevista la sottostazione presenta una minima pendenza, si sono comunque previsti degli scavi e la realizzazione di un muro in calcestruzzo al fine di contenere il terreno ove si scava e parimenti il riempimento per la parte ove è necessario alzare la quota del terreno esistente. Al fine di mitigare la visibilità della sottostazione, si prevede una piantumazione perimetrale di alberi a medio fusto al fine di mitigare la visibilità del muro controterra, inoltre al fine di limitare eccessive movimentazioni di terreno e di creare altresì situazioni di pericolo per la formazione di dissesti del terreno circostante, si è optato di realizzare la struttura su due distinti livelli a quote differenti. Tale soluzione, a livello architettonico, andrà a contribuire anche al suo inserimento nel paesaggio rendendolo meglio integrato nel versante che la ospita; inoltre, i materiali impiegati nella sua realizzazione rispecchieranno le seguenti caratteristiche:

- I muri di contenimento saranno rivestiti in pannelli di pietra locale;
- La copertura della sottostazione è prevista in tegole in laterizio;
- I materiali di finitura dei vari elementi edilizi presenteranno cromie idonee al contesto paesaggistico;

Infine per mitigare la visibilità della sottostazione, si prevede una piantumazione perimetrale di alberi a medio fusto.

La nuova sottostazione elettrica sarà raggiungibile da un nuovo tratto di strada che dalla viabilità di collegamento interna, devierà per permettere ai mezzi pesanti il suo raggiungimento durante tutto l'arco della sua vita utile. L'ingresso alla struttura sarà garantito sia da un cancello carraio che da uno pedonale garantendo quindi l'accesso diretto ai mezzi; inoltre all'interno dell'area sarà previsto un percorso carrabile di servizio all'intero impianto per il trasporto di eventuali componenti di ricambio.

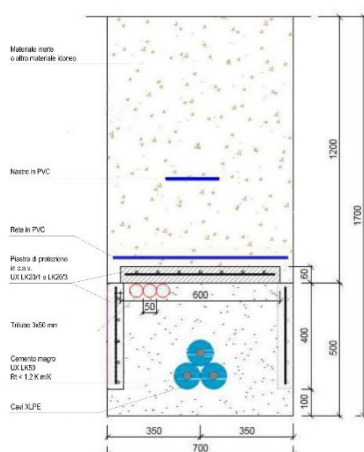
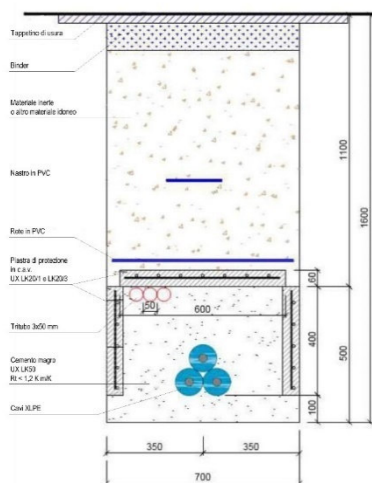
L'area verrà inoltre recintata con elementi prefabbricati in calcestruzzo come da linee guida per la progettazione di questi sistemi sensibili.

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 la sottostazione ubicata nei pressi dell'aerogeneratore 01;

- Realizzazione sottostazione elettrica;
- Posa cavidotto interrato AT di collegamento tra la sottostazione ed il punto di consegna



Il percorso del cavidotto interno al campo sarà posto in corrispondenza della nuova strada di collegamento tra le turbine eoliche mentre il cavidotto di collegamento tra la sottostazione e la cabina primaria verrà collocato lungo la viabilità esistente avendo cura di posarlo in corrispondenza della banchina, rispettando le disposizioni previste per legge e secondo le autorizzazioni dei proprietari delle strade.

I collegamenti su strada esistente asfaltata avranno una profondità massima di 1,70 m al cui interno verranno posati n. 3 cavi XLPE e un tritubo da 50 mm, gli stessi verranno prima ricoperti da uno strato di cemento magro e successivamente protetti da specifiche piastre di protezione in cav UX LK20/1 e LK20/3 come da immagine di seguito riportata.

Le tubazioni saranno, inoltre, segnalate nello scavo con un nastro monitor in PVC.

Il collegamento tra le turbine e la sottostazione avviene in un apposito cavidotto di nuova realizzazione ove si prevede di posare un tubo dn200 per ogni gruppo di turbine che vengono collegate in serie, così da avere un cavidotto nel tratto terminale di n. 4 tubi dn200 che raggiungono la sottostazione di elevazione. Anche in

questo caso si prevede la posa nella banchina della strada secondo le profondità dettate dal Gestore della rete per i cavi di alta tensione.

ADEGUAMENTI ALLE STRADE PROVINCIALI E COMUNALI

A seguito di una analisi della rete viaria esistente, effettuata mediante rilievi con scansione lidar e sopralluoghi specifici, si è ritenuto necessario provvedere all'adeguamento di alcuni tratti viari a partire dall'abitato di Calderara, fino ad arrivare alla nuova sottostazione elettrica posa sotto il crinale che giunge al Guardiabella.

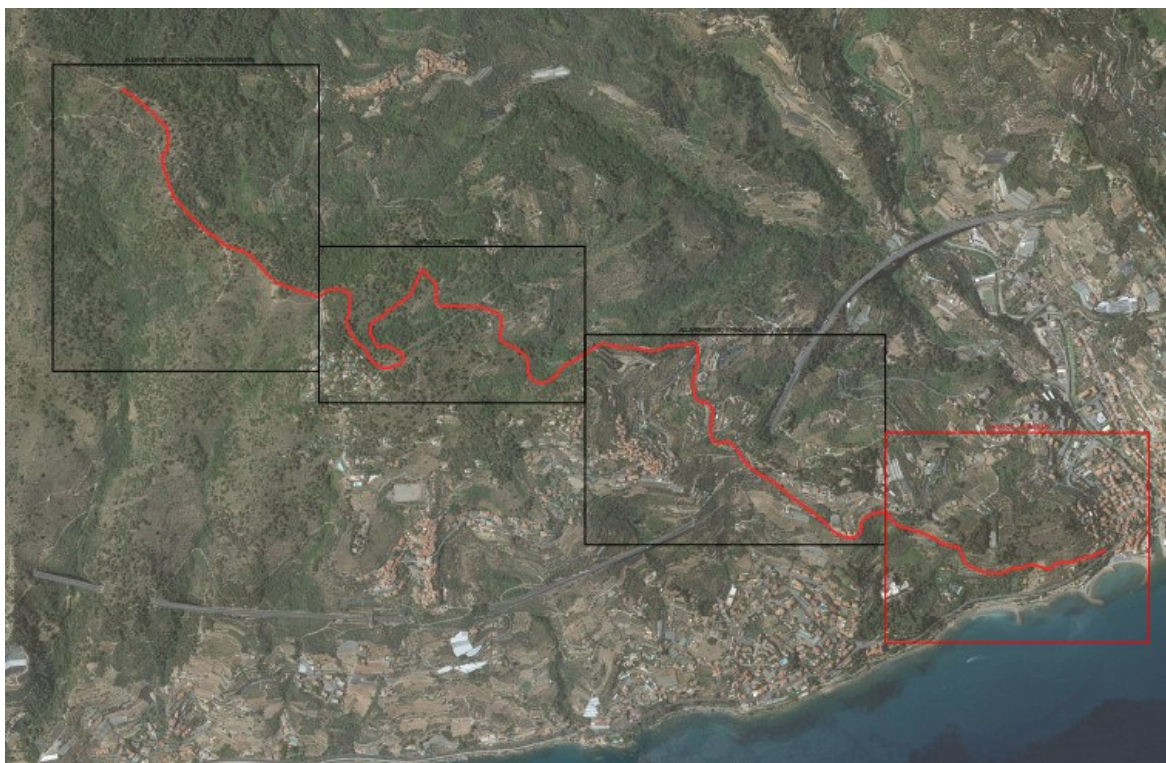
Tali interventi si rendono necessari in quanto le caratteristiche geometriche dei tratti viari di seguito indicati non rispondevano in maniera adeguata al transito dei mezzi previsti.

Tra gli interventi necessari per garantire il passaggio di mezzi da cantiere pesanti troviamo:

- Interventi di ripristino della SP 95 mediante realizzazione di tratti stradali su micropali;
- Realizzazione di una variante stradale nel comune di San Bernardo di Conio necessaria per bypassare il centro abitato;

Tra gli interventi necessari per il trasporto dei singoli elementi costituenti le turbine eoliche invece troviamo:

- Realizzazione di una variante stradale da SS1, nei pressi del comune di San Lorenzo al Mare;
- Adeguamento stradale di via Cipressa sul territorio comunale di Costarainera;
- Realizzazione di una seconda variante stradale dal cimitero di Costarainera a strada antica Torre nel comune di Cipressa;
- Adeguamento viario fino all'aerogeneratore n. 32



Estratto tavola trasporto elementi con inquadramento viabilità prevista

Gli allargamenti stradali saranno di carattere permanente in modo da migliorare la qualità viaria della zona che ad oggi risulta essere, in alcuni tratti, fortemente sensibile allo smottamento del terreno, e in altri con caratteristiche geometriche minime al paggio di due autoveicoli.

Anche le varianti stradali saranno di carattere permanente, e verranno realizzate con l'obiettivo di bypassare i centri abitati.

In generale gli adeguamenti stradali prevedono un ampliamento del sedime stradale che può arrivare anche al raddoppio dello stesso; l'entità dell'intervento deriva dal risultato dell'analisi svolta per singoli tratti stradali mediante studio della traiettoria del mezzo impiegato con l'ingombro di un concio tipo. Dove il mezzo semovente richiede delle traiettorie che vanno oltre la geometria stradale esistente sono stati studiati appositi ampliamenti stradali mirati al superamento dell'impedimento.

Per quanto concerne il passaggio dei singoli elementi verranno inoltre previste delle aree di pulizia a ciglio strada per evitare che la vegetazione esistente possa interferire con il loro regolare transito.

Le due varianti stradali di Cipressa e Costarainera prevedono invece la realizzazione di un nuovo tracciato stradale necessario al superamento dei centri abitati e costituenti una scorciatoia rispetto alle strade esistenti che comunque non avrebbero caratteristiche idonee per supportare il passaggio di mezzi speciali. Tali strade inoltre favorirebbero la limitazione di eventuali richieste di ordinanza per la chiusura di specifici tratti stradali nelle fasi di trasporto garantendo ai residenti delle aree limitrofe meno disagi.

Nel complesso la realizzazione di nuovi tratti stradali comporterà una piccola variazione del profilo trasversale del versante interessato dai lavori per permettere opere di sbancamento e realizzazione del sedime stradale.

Come per tutte le opere riguardanti il progetto del parco eolico, si è tenuto conto di soluzioni meno invasive possibili sul territorio e sul contesto in cui ricadono, limitando le opere di scavo e riporto al minimo necessario, che comunque dovranno essere puntualmente verificate in fase prodromica all'esecutiva.

Inoltre, detta nuova viabilità, a fronte dei passati incendi boschivi che hanno caratterizzato i territori, è volta a costituire nuovi viali taglia fuoco. L'accesso diretto al crinale e la pulizia dei territori limitrofi andranno a contribuire ad un maggior controllo di questi fenomeni sempre più frequenti.

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 e i riporti si provvederà, attraverso opere di ingegneria naturalistica, al ripristino delle scarpate mediante i seguenti accorgimenti:

- Applicazione di idrosemina su tutte le superfici 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%. La fondazione di tali opere verrà opportunamente calcolata e dimensionata a seguito di specifici accertamenti geognostici da eseguirsi in fase prodromica all'esecutiva.
- Stabilizzazione delle scarpate mediante realizzazione di viminate e/o palizzate.

3. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI

Il programma di realizzazione dei lavori sarà articolato in una serie di fasi lavorative che si svilupperanno nella sequenza di seguito descritta:

Le macro attività che si prevedono sono le seguenti:

- Tracciamento nuove opere;
- Allestimento cantiere;
- Sistemazione delle strade Provinciali fino all'inizio del cantiere;
- Realizzazione delle varianti stradali;
- Realizzazione centrale di betonaggio;
- Spostamento dei sovraservizi esistenti e presenti tra il porto di Imperia e il cantiere;
- Realizzazione strada tra turbina 1 turbina 32 con cavidotto elettrico;
- Realizzazione connessione tra sottostazione e punto di consegna;
- Realizzazione sottostazione di elevazione;
- Realizzazione strada di accesso, scavo, fondazione indiretta (dove necessaria), plinto, piazzole;
- Realizzazione plinto per traliccio anemometrico;
- Trasporto aerogeneratori fino all'area di cantiere;
- Trasporto e montaggio aerogeneratori;
- Trasporto e montaggio traliccio anemometrico;
- Sistemazione piazzole aerogeneratori;
- Sistemazione strada di accesso agli aerogeneratori e riduzione sezioni dove necessario;
- Eliminazione varianti stradali;
- Eliminazione centrale di betonaggio;
- Completamenti vari.

L'area di cantiere necessaria per il deposito delle attrezzature e lo stoccaggio del materiale verrà realizzata, in via temporanea, su terreni identificati nel comune di Pieve di Teco così come pure la centrale di betonaggio necessaria alla realizzazione delle opere. L'area verrà recintata e sarà accessibile solamente da personale qualificato.

Per quanto riguarda invece le aree di cantiere previste nei pressi degli allargamenti stradali queste interesseranno anche i terreni limitrofi al fine di permettere ai mezzi lo stoccaggio del materiale necessario per la fase lavorativa in atto e per permettere lo stazionamento dei mezzi di lavoro.

Per quanto concerne, invece, le fasi lavorative necessarie per la posa degli elettrodotti sono:

- Allestimento cantiere temporaneo;
- Scavo in trincea;
- Posa tubazioni e cavi;
- Esecuzione di opere di protezione e rinterro;
- Giuntatura cavi e terminali;
- Rinterro buche di giunzione

In questo caso l'area di cantiere, se eseguita fuori dall'area già cantierizzata, sarà di tipo mobile e seguirà i metri di scavo giornalieri necessari alla posa totale.

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 e geomorfologici di dettaglio ed a una campagna di indagine geofisica 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 Lidar sviluppato a mezzo di drone dedicato da parte del 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 etc.

Nel primo gruppo ricadono le rocce a comportamento lapideo buono con importanti bancate calcaree mentre nel secondo quelle definite deboli in quanto costituite prevalentemente da materiali deboli (ad es. marne a comportamento ardesiaco). Le rocce deboli che, indipendentemente dalla resistenza dei minerali costituenti, risultano poco cementate (ad es. arenarie) 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 tutte quelle che, indipendentemente dalla genesi, hanno subito intensi processi di fratturazione.

Inoltre, nella classe delle rocce deboli possono essere inoltre 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.

4.2 INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE CON INTERPRETAZIONE TOMOGRAFICA, MASW E HVSR.

Al fine di approfondire le conoscenze sui singoli siti di installazione, ove possibile, sono state condotte delle prospezioni sismiche a rifrazione in grado di indagare i terreni in maniera non distruttiva al fine di caratterizzare il sottosuolo sulla base della velocità di propagazione delle onde sismiche negli orizzonti di terreno attraversati ed utilizzando l'energia sismica che torna in superficie dopo aver percorso il sottosuolo lungo le traiettorie dei raggi rifratti.

Questo metodo è normalmente usato per localizzare superficie che separano strati caratterizzati da una diversa velocità di propagazione delle onde sismiche e si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12, 24 o 48 geofoni allineati a distanza nota che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di diversi punti di energizzazione dislocati in posizione nota: generalmente con due o più punti all'esterno dell'allineamento dei geofoni, in offset rispetto al primo e all'ultimo geofono ed intermedi all'interno dello stendimento.

Ogni singolo geofono è collegato mediante un cavo bipolare che trasmette il segnale al sismografo; il segnale sismico viene così registrato, opportunamente amplificato, visualizzato sullo strumento e memorizzato per le successive elaborazioni ed interpretazioni.

- Per le energizzazioni è stata utilizzata la massa battente di 8÷10 Kg.

La profondità massima alla quale è possibile individuare un orizzonte sismico è proporzionale allo sviluppo dello stendimento sismico e corrisponde indicativamente a 1/3, massimo 1/2 in casi molto particolari, della lunghezza dello stendimento (distanza fra il primo e l'ultimo geofono).

Nel caso di uno stendimento di sismica a rifrazione l'obiettivo della registrazione è l'individuazione dei primi arrivi delle onde P (onde longitudinali) oppure SH (onde trasversali) che si registrano in corrispondenza di geofoni via via più distanti dalla sorgente (punto di energizzazione): note la distanza ed il tempo di percorrenza dell'onda si possono individuare le superfici di discontinuità che separano orizzonti caratterizzati da una diversa velocità di propagazione delle onde P e/o SH ottenendo delle sezioni sismiche (distanza/profondità) in cui si individuano gli orizzonti caratterizzati da velocità costanti.

L'indagine sismica è consistita nell'esecuzione di profili sismici a rifrazione, utilizzando un sismografo PASI 16S24U predisposto con 12 geofoni verticali da 4.5 Hz, mentre l'elaborazione dei sismogrammi acquisiti è stata effettuata mediante software regolarmente licenziato Rayfract® 3.35.

I profili MASW sono stati eseguiti in sovrapposizione alle stese sismiche a rifrazione con 24 geofoni verticali a 4.5 Hz, le acquisizioni sono state eseguite con un tempo di campionamento di 125 μ s e una durata di acquisizione su singola battuta di 2048 ms. L'elaborazione delle registrazioni ha portato all'individuazione nei primi 30 metri di profondità di diverse discontinuità sismiche rappresentate graficamente nei report di elaborazione.

Le acquisizioni HVSR sono state eseguite tramite un geofono 3D avente frequenza di 2 Hz .

5. QUADRO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da una configurazione morfologica montuosa, dove si riscontrano i rilievi anche elevati, con vette aventi altitudine comprese tra i 1150 e i 540 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 l'ubiquitaria presenza, anche con presenza di vasti affioramenti, di litotipi calcareo-marnoso-arenacei ben stratificati (Flysh di San Remo) garantisce la presenza di versanti molto acclivi, spesso 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 sommitali. 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.

Per semplificarne l'inquadramento il progetto è suddivisibile in tre parti, una parte settentrionale, una centrale ed una meridionale ubicate rispettivamente:

- per la Zona Settentrionale del Parco Eolico Monti Moro, Guardiabella, in prossimità del Monte Guardiabella è prevista l'edificazione di 6 aerogeneratori dei 32 previsti a progetto e rispettivamente quelli denominati da AG01 ad AG06, su una dorsale montuosa ad andamento WNW/ESE che dal Monte Aurigo (metri 1115 s.l.m.) si sviluppa fino al Picco Ritto (metri 930 s.l.m.) passando per il Monte Guardiabella (metri 1120);
- per la Zona Centrale è prevista l'edificazione di 21 aerogeneratori in due blocchi, rispettivamente di 11 aerogeneratori da AG07 ad AG17 e di 10 aerogeneratori da AG18 ad AG27 su una dorsale montuosa ad andamento N/S che dal Monte Arbozzaro (metri 1130 m.l.m) si sviluppa fino al Monte Sette Fontane (metri 793 s.l.m.) passando per il Monte Follia (metri 1130 s.l.m.) e Monte Faudò (metri 1150 s.l.m.);
- per la Zona Meridionale è prevista l'edificazione dei restanti 5 aerogeneratori, da AG28 ad AG32, su una dorsale montuosa a sviluppo NW/SE individuata dai monti Monte Sette Fontane (metri 793 s.l.m.) e Pian delle Vigne (metri 541 s.l.m.).

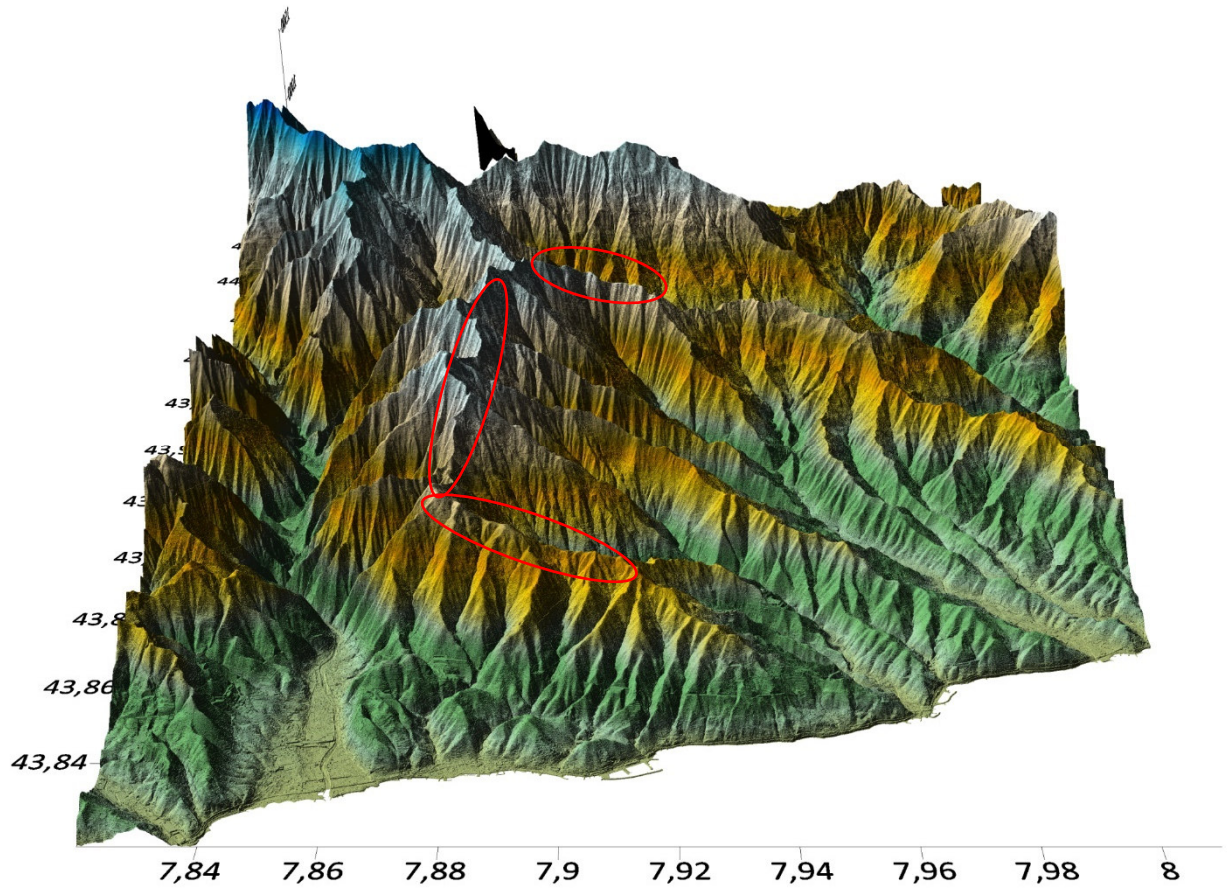


Figura 5.1: Modello 3D da DTM 1 m – assenza di esagerazione verticale, sono evidenziate la zona settentrionale (AG da 01 a 06), centrale (AG da 07 a 27) e meridionale (AG da 28 a 32)

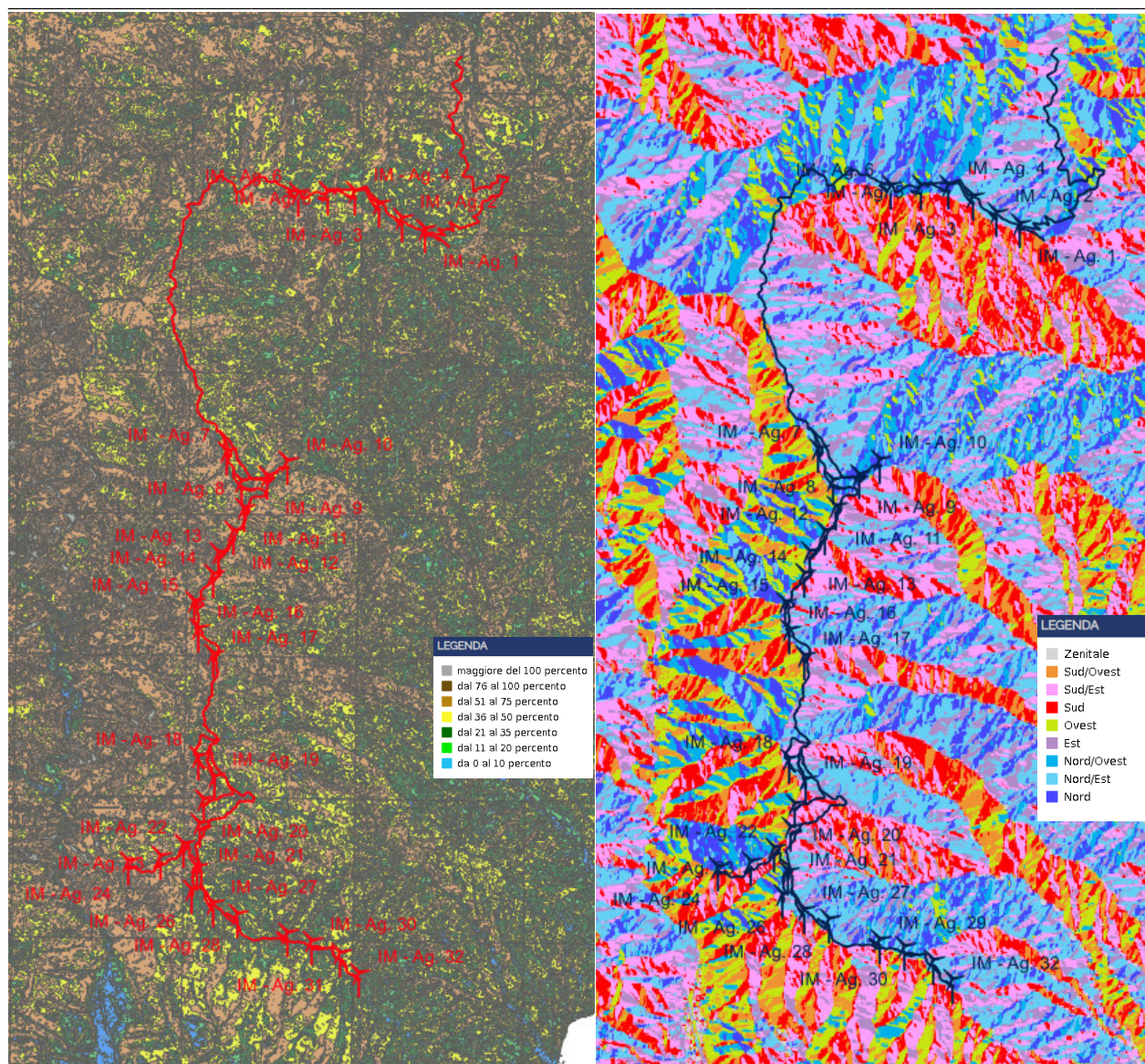


Figura 5.2: Carta dell'acclività 7 classi e Carta dell'esposizione dei versanti 9 classi – Regione Liguria.

Gli studi geologici sono stati redatti mediante controlli diretti sul terreno e usando come base le Carte Geologiche d'Italia F.o 91 Boves 1:100.000 e F.o CARG 196 Sanremo 1:50.000, riportando con sufficiente approssimazione, la distribuzione areale delle successioni litologiche affioranti nell'areale di intervento che sono sempre risultate ascrivibili al complesso sedimentario denominato come "Flysch ad Elmintoidi della Liguria occidentale". Si tratta di sedimenti attribuiti ad una fossa bacinale e datati al Cretaceo che, in seguito a chiusura dell'originale oceano di deposizione, oceano esistente fra il Continente Paleoeuropeo e la Zolla Insubrica, sono state scollate dall'originale substrato ed hanno subito un trasporto tettonico verso l'esterno, fino a raggiungere l'attuale posizione alloctona (zona dei flysch) intermedia fra il dominio Prepiemontese e Brianzonese a levante e quello Delfinese Provenzale a ponente (Fig. 6.3).



Fig. 5.3 - Schema strutturale dell'area in esame tratta da Guida Geologica delle Alpi Liguri (1991)

L'unità tettonica dominante l'intero ambito di intervento è quella conosciuta come Flysch di San Remo che, nella porzione centro settentrionale dell'area di studio è caratterizzata da anticlinali rovesciate verso SW con superficie assiale immergente verso NE con inclinazione compresa tra i 30 e i 40 gradi. Queste strutture presentano fianchi dritti anche chilometrici poco inclinati e fianchi rovesci da molto inclinati a subverticali di limitata estensione. In generale gran parte delle strutture presenti sono riconducibili a drag folds. Queste strutture, nei settori sud-orientali, sono interessate in varia misura da numerose faglie dirette ad alto angolo, immerse verso SE e con direzione NNE-SSW, che vengono a ribassare i settori orientali verso la costa. Il settore meridionale è caratterizzato da più blandi piegamenti con superfici assiali subverticali ad andamento N-S e fianchi poco inclinati. Verso la costa sono presenti faglie dirette troncate da sistemi trascorrenti ad andamento NW-SE. In prossimità della valle del torrente Argentina i lembi pliocenici sono interessati, e a volte confinati, da faglie dirette ad andamento subverticale.

Oltre a depositi fluviali recenti ed attuali, lungo il tracciato della connessione affiorano le seguenti litologie evidenti nello stralcio cartografico allegato:

- **Flysch di Sanremo** (in ambito CARG Membro di Capo Mele rappresentato con la sigla **FSM₁** e in ambito della Carta Geologica d'Italia – Foglio Ormea - Scisti ed arenarie con banchi di alberese ad Helminthoidea Labirintica rappresentato con la sigla **H1**), qui rappresentato da marne ed arenarie calcaree costituenti spessi strati torbiditici, organizzati in sequenze positive con banchi spessi 10-30 metri, con la porzione terminale costituita da calcilutiti. Sono inoltre presenti scarsi strati arenaceo-argillitici.
- **Formazione di Testico** (in ambito della Carta Geologica d'Italia – Foglio Albenga Savona – alternanza di strati di arenarie e pelite rappresentata con la sigla **E-PC**, in ambito della Carta Geologica d'Italia – Foglio Ormea – Arenoscisti con arenarie in prevalenza, scisti argillosi e zone marnose rappresentato con la sigla **Pr**), qui rappresentata da alternanze

ritmiche, in strati per lo più sottili di arenarie quarzoso micacee gradate bruno giallastre di peliti di colore ocraceo; intercalazioni di strati di calcare marnoso e marne grigio chiare.

- **Membro di Capo Mele (FSM₁)**, di spessore variabile tra 100 e 300 metri, è rappresentato da marne ed arenarie calcaree costituenti spessi strati torbiditici, organizzati in sequenze positive con banchi spessi 10-30 metri, con la porzione terminale costituita da calcilutiti. Sono inoltre presenti scarsi strati arenaceo-argillitici. L'ambiente deposizionale di tali litologie è di piana bacinale ristretta ubicata sotto il limite di compensazione dei carbonati ed interessata da spesse torbiditi marnose ed arenaceo calcaree di zona prossimale. L'attribuzione cronologica è riconducibile al Campaniano superiore p.p.-Maastrichtiano medio p.p.
- **Membro Villa Faraldi (FSM₂)**, rappresentato da marne ed arenarie calcaree costituenti strati torbiditici, con spessori inferiori, 1-5 metri, rispetto al membro di Capo Mele. Abbastanza rappresentate sono anche le calcilutiti e le torbiditi arenaceo-argillitiche. Sono presenti sequenze negative, spesse 5-10 metri, costituite da strati calcilutitici alla base che passano verso l'alto a strati e banchi marnoso-arenacei. L'ambiente deposizionale di tali litologie è di piana bacinale ristretta ubicata sotto il limite di compensazione dei carbonati ed interessata da torbiditi marnose ed arenaceo-calcaree di zona distale rispetto all'ambiente deposizionale del "membro di Capo Mele". L'attribuzione cronologica è riconducibile al Campaniano superiore p.p.-Maastrichtiano superiore p.p.
- **Membro San Michele (FSM₃)**, di spessore da 100 a 200 metri è costituito da strati arenaceo-argillitici e calcilutitici nei quali si intercalano a intervalli regolari, ogni 10-15 metri, megatorbiditi marnoso-arenacee spesse 5-7 metri che vengono a costituire megaritmi. L'ambiente deposizionale di tali litologie è di piana bacinale ristretta ubicata sotto il limite di compensazione dei carbonati ed interessata da megatorbiditi marnoso-arenacee che si alternano a strati arenaceo-argillitici e calcilutitici, che può indicare un'intensa attività tettonica legata all'evoluzione del bacino ubicato probabilmente in corrispondenza di una zona di convergenza. L'attribuzione cronologica è riconducibile al Maastrichtiano superiore p.p.
- **Membro San Lorenzo (FSM₄)**, di spessore variabile con un massimo di 300 metri, è rappresentato da strati arenaceo-argillitici con intercalazioni di calcilutiti e rari strati marnoso-arenacei spessi al massimo 1-2 metri. L'ambiente deposizionale di tali litologie è di piana bacinale ristretta ubicata sotto il limite di compensazione dei carbonati ed interessata in prevalenza da torbiditi arenaceo-siltitico-argillitiche che vengono a costituire la parte sommitale del "flysch di San Remo".
- **Calcari di Ubaga** (in ambito della Carta Geologica d'Italia – Foglio Albenga Savona – identificati con la sigla **E¹-C¹⁰**), qui rappresentati da alternanze, spesso ritmiche, di calcari marnosi grigio-azzurri con fucoidi ed elmintoidi e di marne da calcaree ad argillose, di colore grigio-cenere; nella parte superiore prevalgono le marne, a stratificazione per lo più indistinta, con intercalazioni di straterelli di conglomerati fini poligenici, contenenti nummuliti, discocicline, briozoi globorotalie di tipo paleocenico-eocenico inferiore; nella parte inferiore

prevalgono i calcari, contenenti anche intercalazioni di calcari arenacei con caratteristica struttura «a lente», e, subordinatamente, di strati e lenti di conglomerati poligenici e di ortoquarziti.

- **Quarziti di Monte Bignone** (in ambito della Carta Geologica d'Italia – Foglio Albenga Savona – identificate con la sigla **Cq¹¹⁻⁶** costituite da Ortoguarziti di colore grigio-chiaro, con patine verdastre o rossastre, con sottili interstrati pelitici ed intercalazioni di strati e lenti di conglomerati poligenici, particolarmente abbondanti nella parte superiore della formazione, con rari microfossili, dalle quali si distinguono le litologie del **Membro di Pogli** rappresentate con la sigla **C¹¹⁻⁶**) localmente, verso il basso si hanno peliti siltose, a luoghi manganesifere, varicolori, spesso rosse o verdi, a stratificazione mal evidente, scagliose, talora alternanti con quarziti in strati sottili.
- **Conglomerati del Monte Villa** (in ambito della Carta Geologica d'Italia – Foglio Albenga Savona – identificati con la sigla **p³⁻²**) costituiti da Conglomerati a ciottoli prevalentemente calcarei, più o meno cementati; localmente sabbie debolmente cementate.

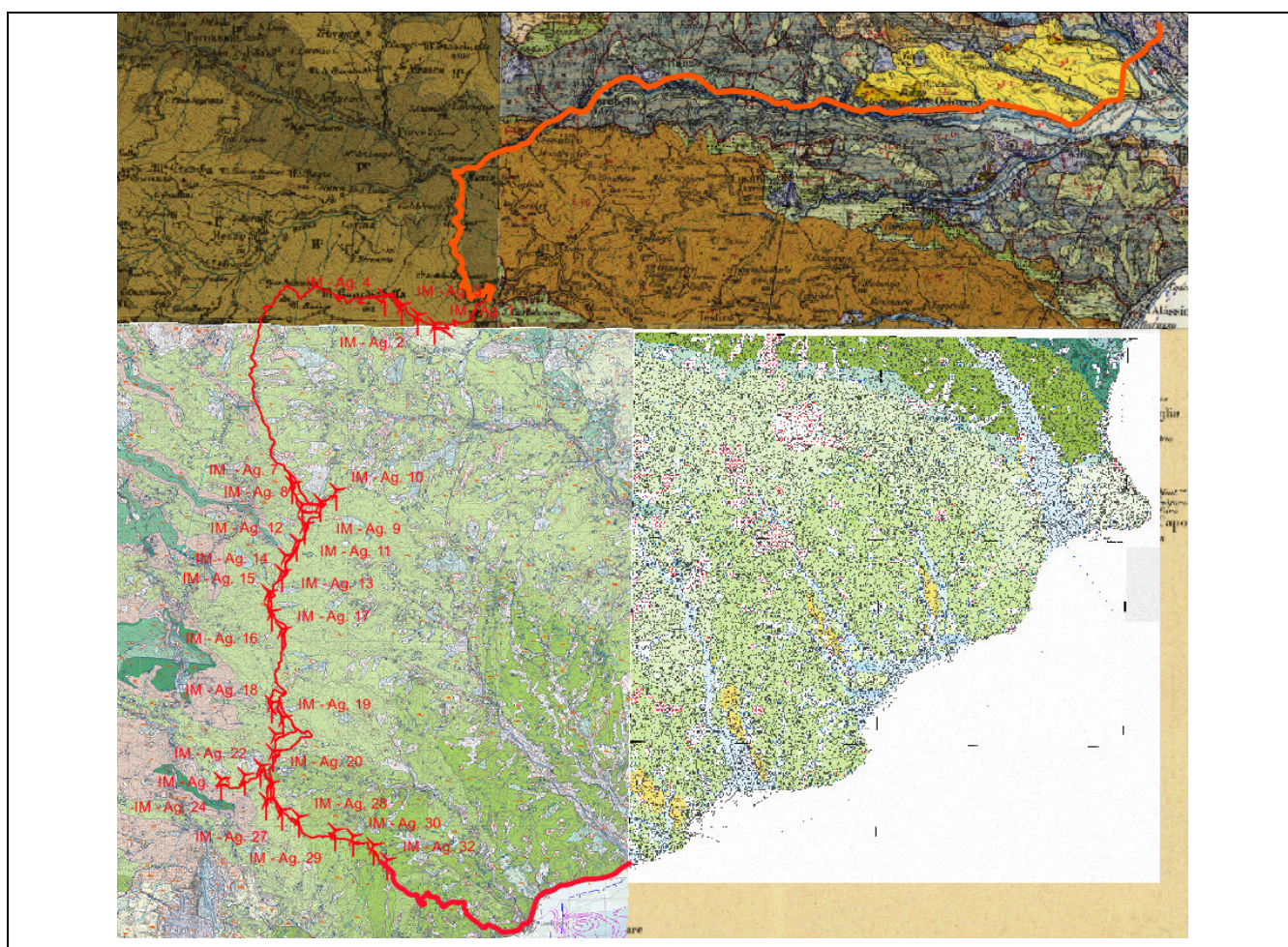
Su tali litologie appaiono localmente sovrapposti depositi quaternari che comprendono gran parte dei sedimenti attuali e quelli che li hanno preceduti in tempi relativamente recenti. Essi comprendono: frane; detriti di versante, detriti di versante a grossi blocchi; detriti di falda; coltri eluvio colluviali.

Nel dettaglio:

- I **depositi di frana recente** sono rappresentati da accumuli gravitativi di materiale eterogeneo ed eterometrico con e senza segni di riattivazione recente. In questa classe sono state cartografate le frane in atto, quelle i cui corpi sono risultati interessati da indizi di attività anche solo a carico di alcune loro parti significative e quelle prive di segni di riattivazione. I corpi di frana attiva più rilevanti possono essere ricondotti alle seguenti tipologie principali: - frane complesse di dimensioni significative, talvolta molto rilevanti, sia interamente costituite da materiale detritico caotico, sia coinvolgenti anche porzioni di substrato roccioso, in questo secondo caso hanno dimensioni molto varie soprattutto in senso verticale, con non infrequente componente di tipo scivolamento rotazionale; - frane di crollo e ribaltamento in roccia, non sempre di facile individuazione all'interno di aree affette da detrizione attiva, da e su pareti rocciose acclivi e a carico di prominente morfologiche, in quest'ultimo caso soprattutto su substrato in depositi pliocenici; - frane di dimensioni cartografabili, ma quasi mai particolarmente rilevanti, prevalentemente di forma allungata, a carico di porzioni superficiali delle coperture incoerenti e semicoerenti di versante, con frequenti caratteri di colamento.
- I **depositi di frana antica** sono rappresentati da accumuli gravitativi antichi di materiale eterogeneo ed eterometrico talvolta coinvolgenti porzioni di substrato; essi possono distinguersi in frane relitte con caratteristiche di frane di materiali incoerenti semicoerenti, di origine spesso complessa, e in frane relitte con caratteri di frane in roccia, prevalentemente

"frane di scivolamento gravitativo in massa", sia rotazionale sia planare di scaglie di substrato.

- Le **coltri eluvio colluviali** sono le coperture quaternarie più largamente diffuse e più importanti sotto il profilo paesaggistico, fito-ecologico e produttivo. Sono uniformemente diffuse su tutta l'area rilevata. Hanno spessore medio ed elevato dovute ad alterazione in situ ed in seguito mobilizzate da processi di versante, costituite da clasti eterometrici di varia litologia in matrice pelitica e sabbioso-ghiaiosa con estesa copertura pedogenetica, assai spesso rimaneggiata. Nella loro variabilissima forma, estensione e origine, propongono aspetti variabili anche dal punto di vista compositivo, geotecnico e idrogeologico. Sotto il profilo dell'equilibrio geomorfologico di versante esse mostrano, talvolta, condizioni al limite di stabilità e sono quindi soggette a lentissimi fenomeni di reptazione o al rischio di improvvisi e localizzati fenomeni di scoscendimento. La loro attribuzione è all'Olocene recente.
- I **destriti di falda e di versante** sono rispettivamente depositi di versante di origine gravitativa, costituiti da materiali eterometrici con prevalenza di granulometrie grossolane e ciclopiche, spigolosi, in gran parte non cementati e privi di matrice, senza coperture pedogenetiche, disposti lungo fasce al piede di pareti rocciose e depositi di versante di spessori variabilissimi, di origine gravitativa, costituiti da materiali eterometrici con prevalenza di granulometrie grossolane talvolta a grossi blocchi, spigolosi, non cementati, con scarsa matrice e litologia in prevalenza arenacea e/o calcarea.



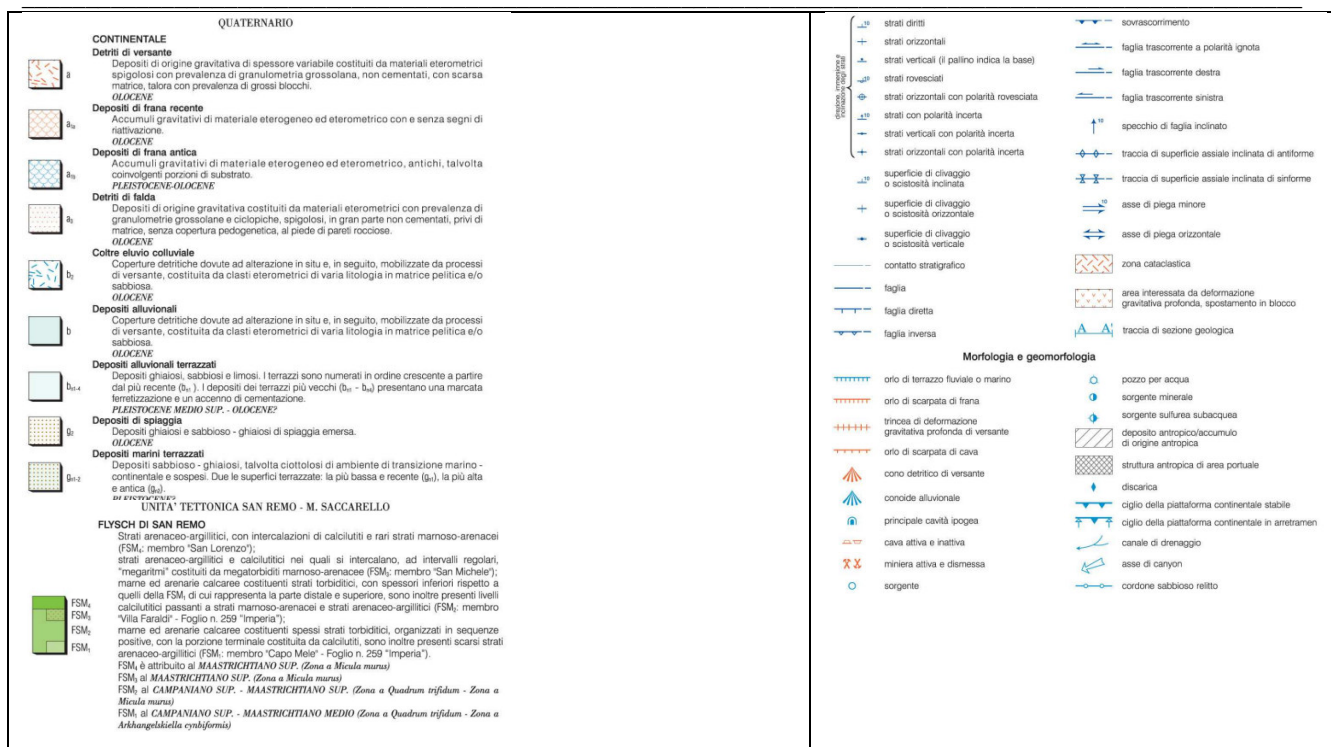


Figura 5.4: Carta geologica estratto CGR San Remo, CGI Boves e Albenga-Savona- Ubicazione totalità aerogeneratori

Le valli al piede della zona di intervento si presentano morfologicamente in una fase evolutiva giovanile.

Tutto il territorio è in prevalenza montano e in particolare, per la forte pendenza media dei versanti a pareti scoscese e per la presenza di valloni profondamente incisi, si ha una morfologia alpestre. Un fattore da non sottovalutare nei processi di evoluzione morfologica in questa zona di territorio è la notevole trasformazione che hanno subito i versanti ben esposti per scopi agricoli. Su interi versanti sono stati realizzati nel passato i tipici terrazzamenti "a fasce", fino a quote elevate che raggiungono e talvolta superano anche i 1000 m s.l.m. Questa notevole antropizzazione ha notevolmente modificato l'assetto geomorfologico originario.

La morfologia della zona è caratterizzata da una erosione differenziata esercitata sui litotipi presenti, descritti ampiamente nei paragrafi precedenti, tutti con grado di erodibilità più o meno accentuato.

L'assetto geomorfologico attuale è quindi condizionato prevalentemente dalla presenza di:

- argilliti e peliti scistose, caratterizzate da:
 - morfologia a debole e media acclività;
 - erodibilità molto alta, soprattutto nelle aree poco o nulla vegetate;
 - fossi di ruscellamento concentrato;
 - litotipi argillitici, quasi sempre scistosi, con alterazione anche in profondità;
 - pronunciata Impermeabilità che determina un reticolo idrografico ad elevata densità di drenaggio e conseguentemente la circolazione idrica sotterranea risulta inesistente
- Calcari marnosi, marne e arenarie poco scistose, caratterizzati da:
 - morfologia a media e alta acclività;

- grado di erodibilità medio-alto (media nel caso di prevalenza dei termini arenacei e calcarenitici);
- reticolo idrografico con bassa densità di drenaggio, all'aumento della frazione argilloso-marnosa corrisponde un incremento nel valore di tale fattore;
- discreto grado di carsificazione nelle successioni prevalentemente carbonatiche.
- Depositi del quaternario, si tratta di depositi eluvio colluviali, depositi di frana, coltri detritico-colluviali e depositi alluvionali:
 - presentano morfologia con acclività da media a nulla;
 - sui depositi eluvio colluviali maggiormente acclivi si possono impostare delle rotture della cotica erbosa sia lineari che arcuate, che talora evolvono in lenti colamenti o frane per scivolamento;
 - le coltri detritico-colluviali sono depositi che generalmente si trovano in alta quota, presentano anche spessori plurimetri e sono essenzialmente dovute a fenomeni crioclastici e termoclastici con accumuli ai piedi degli stessi versanti che li generano;
 - i depositi alluvionali sono talvolta caratterizzati per lo più da piccole aree subpianeggianti fiancheggianti l'alveo e raramente si presentano terrazzati. Tali terrazzi sono situati a quote superiori al letto del torrente, da cui sono generalmente separati da una scarpata rocciosa.

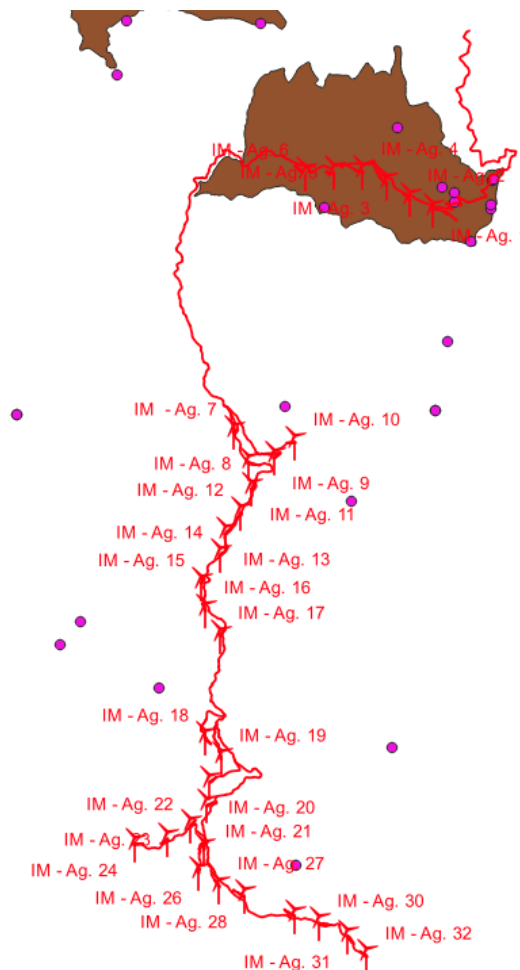


Figura 5.5: Regione Liguria- Cartografia Aree carsiche e grotte – Ubicazione totalità aerogeneratori

6. MODALITÀ DI SCAVO E VOLUMETRIE PREVISTE

Per la realizzazione del "Parco Eolico Monti Moro, Guardiabella 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 1.075.625 mc che verranno solo parzialmente riutilizzati all'interno dell'area di cantiere per un volume totale di circa 342.365 mc con un esubero di circa 733.260 mc di materiale che dovrà trovare diversa collocazione o essere conferito a centro di smaltimento e/o recupero.

Il dettaglio del calcolo dei quantitativi sopra riportati viene di seguito esplicitato.

Aerogeneratori				
Lavorazione	Quantità (mc)	Destinazione di riutilizzo	Riutilizzo (mc)	Rimanenza (mc)
Piazzola AG 01	13761,32	Riutilizzo in sito	751,554	13009,766
Piazzola AG 02	10348,4	Riutilizzo in sito	1644,62	8703,78
Piazzola AG 03	12865,87	Riutilizzo in sito	445,97	12419,9
Piazzola AG 04	12257,61	Riutilizzo in sito	2107,56	10150,05
Piazzola AG 05	5168,73	Riutilizzo in sito	8477,35	-3308,62
Piazzola AG 06	5331,35	Riutilizzo in sito	2951,22	2380,13
Piazzola AG 07	24368,17	Riutilizzo in sito	5344,42	19023,75
Piazzola AG 08	10433,46	Riutilizzo in sito	4104,62	6328,84
Piazzola AG 09	17991,56	Riutilizzo in sito	8229,27	9762,29
Piazzola AG 10	11708,63	Riutilizzo in sito	4856,83	6851,8
Piazzola AG 11	18543,16	Riutilizzo in sito	6910,52	11632,64
Piazzola AG 12 e 13	24242,04	Riutilizzo in sito	7447,1	16794,94
Piazzola AG 14	20494,4	Riutilizzo in sito	5402,64	15091,76
Piazzola AG 15	55685,53	Riutilizzo in sito	4674,05	51011,48
Piazzola AG 16	7794,78	Riutilizzo in sito	7220,06	574,72
Piazzola AG 17	3889,86	Riutilizzo in sito	16059,45	-12169,59
Piazzola AG 18	3395,34	Riutilizzo in sito	16829,19	-13433,85
Piazzola AG 19	1597,55	Riutilizzo in sito	5083,73	-3486,18
Piazzola AG 20	12772,89	Riutilizzo in sito	1673,58	11099,31
Piazzola AG 21	2162,77	Riutilizzo in sito	1402,33	760,44
Piazzola AG 22	24529,5	Riutilizzo in sito	1370,1	23159,4
Piazzola AG 23	11040,33	Riutilizzo in sito	12585,98	-1545,65
Piazzola AG 24	17273,86	Riutilizzo in sito	19015,68	-1741,82
Piazzola AG 25	6310,47	Riutilizzo in sito	8369,68	-2059,21

Piazzola AG 26	2595,81	Riutilizzo in sito	9599,51	-7003,7
Piazzola AG 27	5108,77	Riutilizzo in sito	9589,03	-4480,26
Piazzola AG 28	8005,72	Riutilizzo in sito	3172,66	4833,06
Piazzola AG 29	6354,4	Riutilizzo in sito	3094,07	3260,33
Piazzola AG 30	11202,43	Riutilizzo in sito	4106,04	7096,39
Piazzola AG 31	21339,42	Riutilizzo in sito	941,07	20398,35
Piazzola AG 32	4931,69	Riutilizzo in sito	8740,46	-3808,77
TOTALE	393505,82		192200,344	201305,476

A carico delle piazzole afferenti ai diversi aerogeneratori, circa 393.500 mc di materiale verranno escavati dei quali saranno riutilizzati circa 192200 mc con un esubero di circa 301300 mc di materiale che dovrà trovare diversa collocazione o essere conferito a centro di smaltimento e/o recupero.

Aerogeneratori				
Lavorazione	Quantità (mc)	Destinazione di riutilizzo	Riutilizzo (mc)	Rimanenza (mc)
Fondazione AG 01	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 02	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 03	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 04	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 05	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 06	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 07	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 08	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 09	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 10	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 11	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 12	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 13	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 14	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 15	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 16	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 17	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 18	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 19	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 20	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 21	6867,18	---	---	6867,18

Fondazione AG 22	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 23	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 24	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 25	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 26	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 27	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 28	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 29	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 30	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 31	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 32	6867,18	---	---	6867,18
TOTALE	219749,76			219749,76

A carico delle fondazioni afferenti ai diversi aerogeneratori la totalità degli scavi, circa 219.750 mc di materiale dovranno trovare diversa collocazione o essere conferito a centro di smaltimento e/o recupero.

Connessione elettrica				
Lavorazione	Quantità (mc)	Destinazione di riutilizzo	Riutilizzo (mc)	Rimanenza (mc)
Scavo per passaggio cavi	21160.00	Riutilizzo in sito	130040.00	8120.00
TOTALE			130040.00	8120.00

Per quanto riguarda la linea elettrica AT interrata verranno movimentati circa 21160 mc di materiale dei quali 8120 verranno convogliati a discarica autorizzata

Sottostazione elettrica				
Lavorazione	Quantità (mc)	Destinazione di riutilizzo	Riutilizzo (mc)	Rimanenza (mc)
Fondazioni	20654.00	Riutilizzo in sito	1999.24	18654,76
TOTALE	20654.00		1999.24	18654,76

A carico della sottostazione elettrica, verranno escavati circa 20.654 mc di materiale dei quali saranno riutilizzati circa 2.000 mc con un esubero di circa 18.655 mc di materiale che dovrà 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)
Variante colle San Bartolomeo	8112,73	Riutilizzo in sito	203,619	7909,111

da Colle San Bartolomeo a Turbina 1		Riutilizzo in sito		
	26193,45		8423,117	17770,33
Turbine 1-6 Parte 1	14671,02	Riutilizzo in sito	8515,143	6155,877
Turbine 1-6 Parte 2	13998,92	Riutilizzo in sito	10020,53	3978,393
Collegamento 6-7 Parte 1	54222,24	Riutilizzo in sito	3,387	54218,85
Collegamento 6-7 Parte 2	20737	Riutilizzo in sito	0	20737
Collegamento 6-7 Parte 3	25933,57	Riutilizzo in sito	0	25933,57
Turbine 7-17 Parte 1	20599,73	Riutilizzo in sito	13229,36	7370,37
Turbine 7-17 Parte 2	9636,99	Riutilizzo in sito	3851,529	5785,461
Turbine 7-17 Parte 3	26543,46	Riutilizzo in sito	9922,46	16621
Turbine 7-17 Parte 4	21363,86	Riutilizzo in sito	19315	2048,86
Turbine 7-17 Parte 5	10721,11	Riutilizzo in sito	6392,84	4328,269
Collegamento 17-18	26717,67	Riutilizzo in sito	12149,55	14568,12
Turbine 18-21 Parte 1	15123,37	Riutilizzo in sito	16044,539	-921,17
Turbine 18-21 Parte 2	25019,97	Riutilizzo in sito	25612,84	-592,87
Turbine 22-24	68794,5	Riutilizzo in sito	0	68794,5
Turbine 25-32 Parte 1	31987,96	Riutilizzo in sito	6489,98	25497,98
Turbine 25-32 Parte 2	21335,65	Riutilizzo in sito	7991,32	13344,33
TOTALE	441713,2		148165,214	293548

A carico della strada di collegamento e degli adeguamenti stradali, verranno escavati circa 441.715 mc di materiale dei quali saranno riutilizzati circa 148.165 mc con un esubero di circa 293.550 mc di materiale che dovrà trovare diversa collocazione o essere conferito a centro di smaltimento e/o recupero

7. 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 32 Km lineari e pertanto si prevedono n°64 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	128	256
Sottostazione elettrica	6	12
Strada di collegamento	59	118
Linea elettrica	64	128

8. 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

Savona, li giugno 2023

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