REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI SAVONA
COMUNE DI BARDINETO

PARCO EOLICO DA N. 2 AEROGENERATORI PER UN TOTALE DI 9 MW LOCALITA' "I GROPPI" - COMUNE DI BARDINETO (SV)



VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A V.I.A.

Committente : TERSIA GREEN POWER

Tersia srl
Società a Responsabilità Limitata
Codice Fiscale e P.IVA 01363860097
tel. 019.810580 - www.tersia.it
email: ***info@tersia.it*** **- pec:** ***tersia@legalmail.it***

Oggetto Elaborato :

Miglioramento viabilità di accesso all'impianto eolico di Bric Schenasso tra colle S. Bernardo e Ortico

Relazione geologico - tecnica preliminare

Tav./Rel. :	**BA-VV-REL15**
Rev. :	**00**
Scala :	**-**
Data :	**15/05/2023**
File :	*7_15_PIEM_REL_GEOLOG.pdf*
Data istanza :	dicembre 2024

Tecnico redattore :

Dott. Geol. Aldo Acquarone

Dott. Geol. Aldo Acquarone
Via Aleramo, 129
12075 Garessio (CN)
aldo.acquarone@gmail.com

REV./AGG.	DESCRIZIONE	DATA	DISEGNATO	CONTROLLATO	AUTORIZZATO
00	EMISSIONE PER	..../.../.....	.....	.....	.....

A norma di legge il presente elaborato non potrà essere riprodotto ne' consegnato a terzi ne' utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza l'autorizzazione scritta dell'autore, che ne detiene la proprietà.

INDICE

1 PREMESSA 2

2 INQUADRAMENTO GENERALE 3

3 - VINCOLI A FINI IDROGEOLOGICI OD AMBIENTALI E PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA DEL PRGC 5

4 LINEAMENTI GEOLOGICI 7

5 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI CON INDIVIDUAZIONE DELLE PROBLEMATICHE DI DISSESTO 12

6 - CARATTERIZZAZIONE TECNICA PRELIMINARE DEI TERRENI 15

7 RILEVAMENTI GEOMCCCANICI 16

7.1 Hoek Brown Classification 16

7.1.1 interventi 33, 35 e 37 16

7.1.1 interventi 49, 51, 52 e 54 18

8 INDAGINI SISMICHE PRELIMINARI E RICOSTRUZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO 20

8.1 Intervento 43 21

8.2 Intervento n° 51 24

8.3 Intervento n° 52 26

9 INTERVENTI RELATIVI ALLA SISTEMAZIONE DELLA VIABILITA' E RELATIVE CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE PRELIMINARI 28

9.1 Intervento punto 33 29

9.2 Intervento punto 35 31

9.3 Intervento tratto 36 - 37 34

9.4 Interventi tratto 43 - 51 36

9.5 Interventi tratto 52 – 53 40

10 CONSIDERAZIONI GEOLOGICO TECNICHE GENERALI 44

11 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 45

1 PREMESSA

A seguito dell'incarico assunto da Tersia srl - Società a Responsabilità Limitata Codice Fiscale e P.IVA 01363860097 tel. 019.810580 - www.tersia.it email: info@tersia.it - pec: tersia@legalmail.it lo scrivente si è occupato dell'espletamento di un'indagine a carattere geologico - tecnico e geomorfologico preliminare, nell'ambito della progettazione relativa al Miglioramento viabilità di accesso all'impianto eolico di Bric Schenasso tra colle S. Bernardo e Ortico in comune di Garessio,

L'indagine è rivolta ad una valutazione della fattibilità di quanto in progetto, partendo dall'analisi delle problematiche di carattere geomorfologico e geologico - tecnico che interessano i versanti su cui insiste il tracciato stradale esistente e le opere di miglioramento in progetto.

Le indicazioni emerse nel corso dell'indagine hanno consentito di fornire alla committenza ed al tecnico progettista un quadro completo sulle caratteristiche geomorfologiche del settore considerato con particolare riferimento ai processi legati alla dinamica dei versanti ed ai processi legati alla rete idrografica secondaria.

L'indagine è stata condotta sulla scorta dei dati generali disponibili sulle aree indagate (Banche dati geologiche della Regione Piemonte, Progetto IFFI, cartografie varie del Piano Assetto Idrogeologico dell'autorità di Bacino del F. Po, ecc.), sull'analisi fotointerpretativa, in base ad indagini e rilevamenti strutturali effettuati nel corso dei vari sopralluoghi effettuati dal 2022 al 2023.

Quanto contenuto nei successivi capitoli fa diretto riferimento agli elaborati progettuali redatti dallo Studio Tecnico Arch. Mauro Zoppi che illustrano compiutamente le opere in progetto.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

Gli interventi in progetto sono situati nel comune di Garessio (CN), lungo la strada che dal colle di San Bernardo raggiunge il colle dello Scavaion, nell'ambito del versante meridionale della dorsale che va dal Bricco dello Schiavo al Bric Schenasso su cui è posta la centrale eolica.

Il territorio fa parte del bacino idrografico del Torrente Neva e riguarda la zona di testata di alcuni suoi affluenti.

Il tratto di strada ha una lunghezza complessiva di circa 4.300 metri e risulta in buone condizioni generali seppur con piano viabile a tratti fortemente sconnesso.

La necessità di miglioramento riguarda molteplici interventi di cui la maggior parte risultano lavori di taglio piante, e sistemazione della banchina per consentire il transito dei mezzi operativi che effettueranno i trasporti dei generatori eolici di cui è prevista la sostituzione.

Nella presente relazione sono stati presi in considerazione quegli interventi che incidono significativamente per movimenti terra (scavi e riporto) o che necessitano di opere a sostegno delle scarpate stradali a seguito di interventi di riprofilatura.

Per un inquadramento generale e di uso del suolo si riporta:

- la cartografia tratta dal Portale OpenStreetMap,
- il fondo cartografico di riferimento della Regione Piemonte
- l'ortofotocarta tratta dal portale di Google Maps,

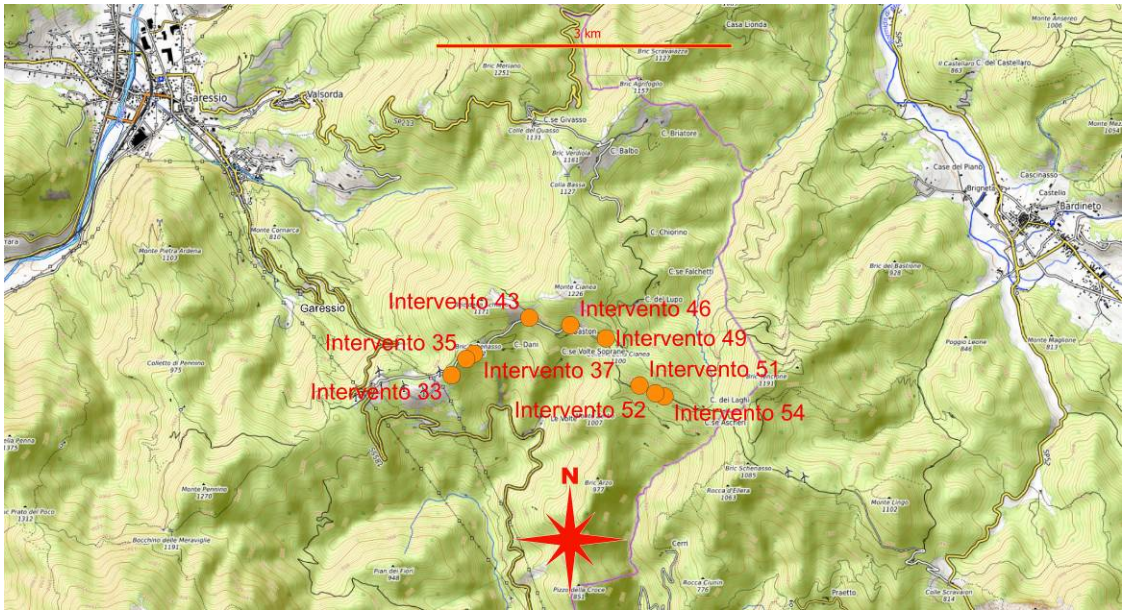


Figura n° 1: Ubicazione del sito su estratto OpenStreetMap

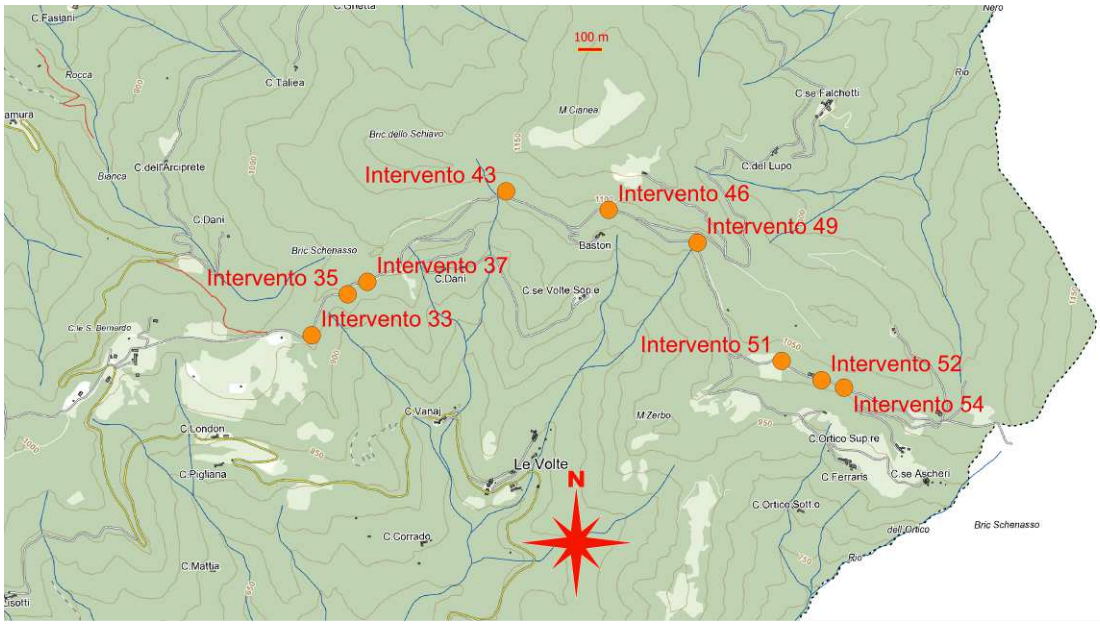


Figura n° 2: Ubicazione del sito su estratto dello sfondo cartografico di riferimento della Regione Piemonte

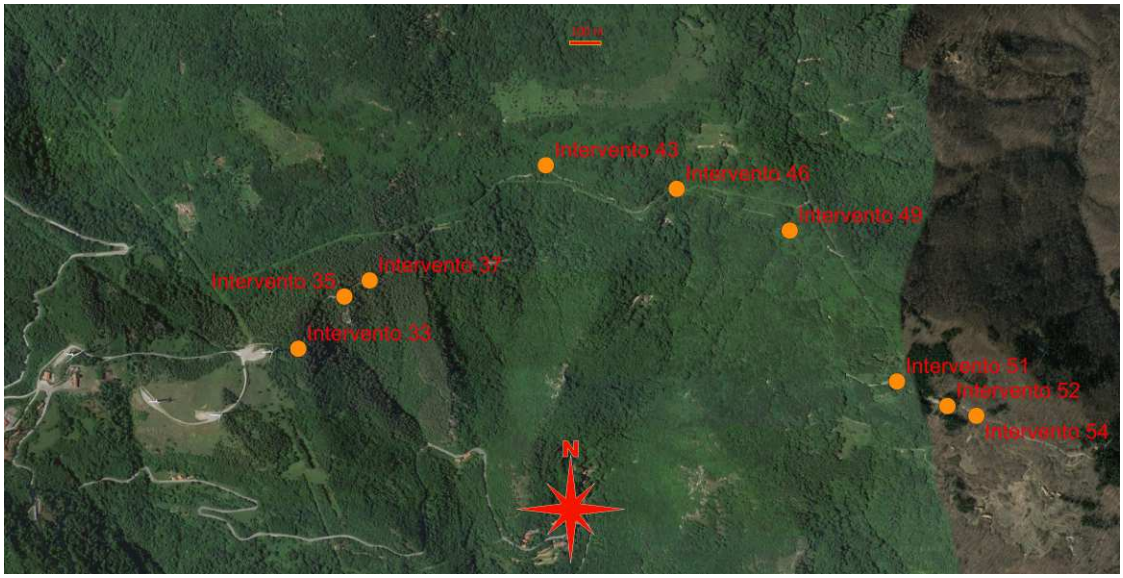


Figura n° 3: Ubicazione del sito su foto aerea (Fonte Google Maps)

Il paesaggio del settore indagato è caratterizzato dalla presenza di boschi di latifoglie e di conifere, nell'ambito di un versante mediamente acclive e frequentemente terrazzato; l'uso del suolo è quindi prevalentemente a bosco. L'esposizione del versante è complessivamente a Sud.

3 - VINCOLI A FINI IDROGEOLOGICI OD AMBIENTALI E PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA DEL PRGC

L'intero versante interessato dagli interventi previsti ricade nei settori sottoposti al vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 30/12/1923 e quindi andrà autorizzato secondo i disposti della L.R. 45/89.

L'area risulta compresa inoltre nei casi previsti dal Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" per quanto concerne la tutela delle zone di particolare interesse ambientale essendo ubicata la strada e gli interventi in progetto nell'ambito di una zona boscata.

Nella "Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" allegata al P.R.G.C., i tratti oggetto di intervento ricadono in classe IIIa e III indifferenziata.

Gli interventi di progetto, rappresentati da lavori di miglioramento della viabilità e sistemazione / consolidamento di versanti risultano compatibili con la normativa di prgc vigente.

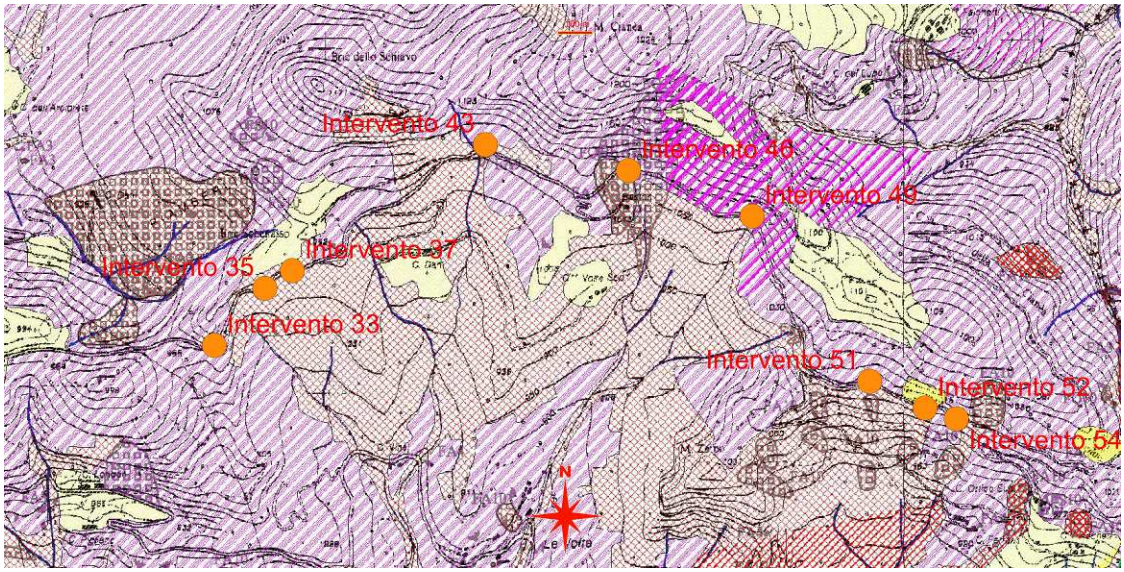


Figura n° 4: Estratto dalla carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica; è indicata l'area in esame.

III Porzioni di territorio inedificate, ma con possibile presenza di edifici sparsi, ritenute potenzialmente dissestabili (aree in frana stabilizzata, aree allagabili da acque a bassa energia, aree caratterizzate da fattori morfologici e geotecnici penalizzanti quali acclività eccessiva, scarpate, coltri terrigene particolarmente potenti disposte su versanti, depositi sciolti e cedevoli). - CLASSE III della C.P.G.R. dell' 08.05.1996, n° 7/LAP

IIIa Porzioni di territorio inedificate, ma con possibile presenza di edifici sparsi, che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (attività geomorfica recente o in atto e pericolosità molto elevata: aree in frana attiva, dissestate o potenzialmente dissestabili, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia e/o battente a pericolosità elevata o molto elevata, aree caratterizzate da fattori geomorfologici e geotecnici fortemente penalizzanti). - CLASSE IIIa della C.P.G.R. dell'08.05.1996, n° 7/LAP

4 LINEAMENTI GEOLOGICI

Per un inquadramento geologico generale del settore d'indagine è stata consultata la documentazione reperita in bibliografia, ed in particolare:

- Carta Geologica d'Italia (Foglio n° 92-93 – ALBENGA - SAVONA);
- Carta Geologica dell'Alta Valle Tanaro (VANOSSI et al., 1965);
- Guide Geologiche Regionali: Alpi Liguri, Soc. Geol. Ital. (A cura di VANOSSI M., 1994);
- Carta geologico – strutturale dell'Unità di Castelvecchio – Cerisola (Silvio Seno, 1988)
- Carta Geologico-strutturale del P.R.G.C. del Comune di Garessio.
- Carta Geologica Interattiva del Piemonte (Progetto GeoPiemonteMap)

L'area indagata è posta in corrispondenza a terreni appartenenti ad un'importante unità tettonico-strutturale delle Alpi Occidentali, nota in letteratura come "Dominio Pennidico".

In particolare le opere in progetto ricadono in corrispondenza ad unità brianzonesi e ad unità prepiemontesi:

- ✓ unità brianzonese interna di Castelvecchio-Cerisola, una falda sradicata, priva di basamento e di tegumento permo-carbonifero, caratterizzata da una successione mesozoica particolarmente ridotta, con Malm trasgressivo sull'Anisico;
- ✓ unità brianzonese molto interna, superiore di Calizzano-Savona, costituita dal solo basamento cristallino pre-namuriano (ortogneiss, paragneiss, micascisti, anfiboliti); nella zona indagata è possibile osservare che la sua porzione meridionale costituisce la base stratigrafica della serie dell'U. di C.se Tuberto.
- ✓ unità prepiemontese di Case Volte, formata da una serie di piccole scaglie tettoniche costituite essenzialmente da terreni permo-

triassici dell'U. di C.Tuberto ed interposte tra quest'ultima ed il cristallino di Calizzano;

- ✓ unità prepiemontese di Case Tuberto, ad affinità brianzonese, che a differenza delle serie brianzonesi presenta al tetto dei termini triassici delle brecce dolomitiche carniche e, localmente, calcari retici e liassici

I litotipi che costituiscono il substrato dell'area indagata sono i seguenti:

- "Indifferenziato": scisti sericitici, quarzo-sericitici, cloritici (...) prevalentemente del Permiano, in seguito a mescolanza minuta determinata tettonicamente;
- "Formazione di Rocca Prione" (Carnico?): brecce dolomitiche vacuolari a matrice pelitica e a cemento carbonatico; intercalazioni di calcari scuri, rossastri o giallastri e di argilliti rossastre, giallastre o grigioscure;
- "Dolomie di S. Pietro dei Monti" (Ladinico-Anisico): dolomie più o meno calcaree grigie in grosse bancate; alternanze di calcari e calcari dolomitici grigi; localmente calcari chiari o rosati alternati a strati dolomitici; **(interventi 33, 35 e 37)**
- "Quarziti di Ponte di Nava" (Scitico): quarziti per lo più a grana grossa, in strati e banchi, a volte scistose e cloritiche, con rare intercalazioni di peliti verdi e violacee verso la sommità;
- "Scisti di Gorra" (Perm. med.?-Carb.sup.?): quarzoscisti, scisti quarzosericitici, cloritici, micascisti, scisti gneissici, con subordinate intercalazioni di Porfiroidi del Melogno; derivanti dal metamorfismo alpino di un complesso vulcano-sedimentario;
- "Porfidi di Osiglia" (Perm. med.?-Carb. sup.?): Rioliti verdastre, compatte, livelli di tufi e cineriti, localmente più o meno laminati e passanti ai Porfiroidi del Melogno;
- "Gneiss di Albisola" (pre-Carb.med.): gneiss scuri, a grana variabile, molto ricchi di biotite, talora decolorata e cloritizzata; paragneiss

intermedi biotitico-muscovitici a grana minuta; metagrovacche; facies cataclasate delle rocce precedenti; **(interventi 43 e 46)**

- "Graniti del Torrente Letimbro" (Perm. med.): graniti gneissici fortemente cataclasati, sovente interpretabili come anatessitici: biotitico-muscovitici, a grana grossa, muscovitici-cloritici, microgranulari; granodioriti a grana grossa, cataclasate. **(interventi 49, 51, 52 e 54)**

Si evidenzia la presenza di numerose faglie di tipo normale che interessano l'ammasso roccioso, mettendo a contatto litotipi di età anche molto diverse.

Al di sopra del substrato roccioso sono presenti le coperture quaternarie, comprendenti la coltre di alterazione e disgregazione in posto della roccia affiorante e costituite da ghiaie, ciottoli e blocchi immersi in matrice da sabbiosa a limosa, nonché accumuli gravitativi (detrito di falda) più o meno grossolani situati alla base delle pareti rocciose.

Si osserva che una larga parte del territorio indagato risulta ricoperto da depositi eluvio-colluviali e depositi detritico-colluviali. Questi depositi, spesso anche grossolani, sono caratterizzati generalmente da potenza da decimetrica a metrica.

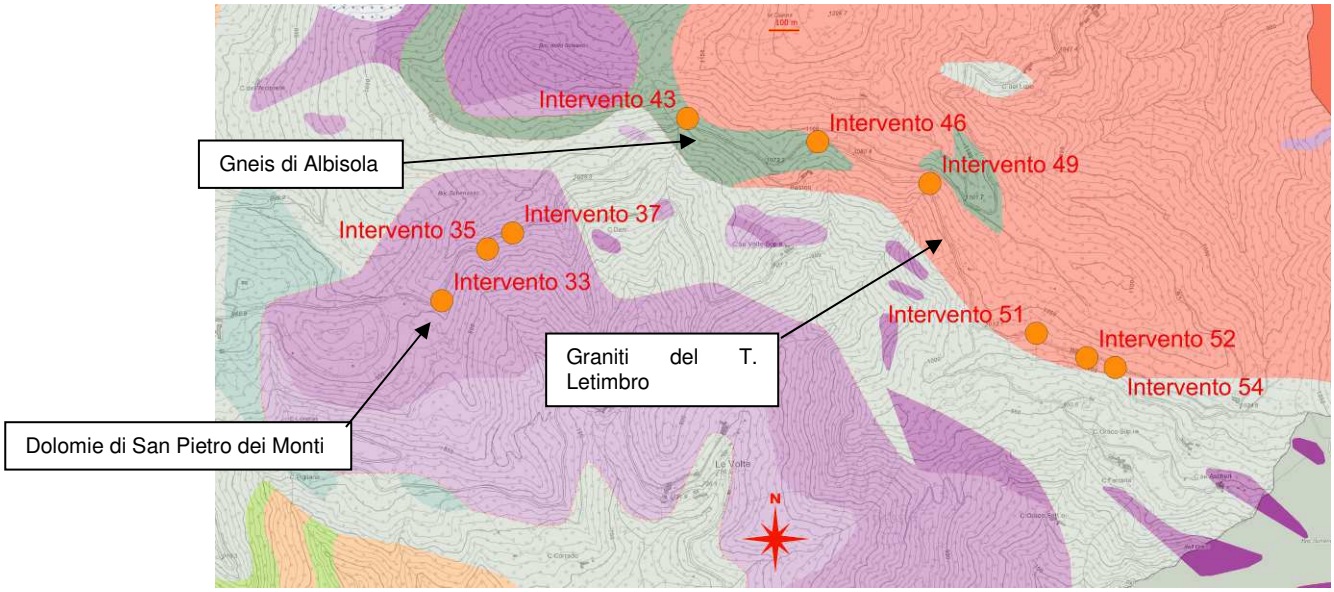
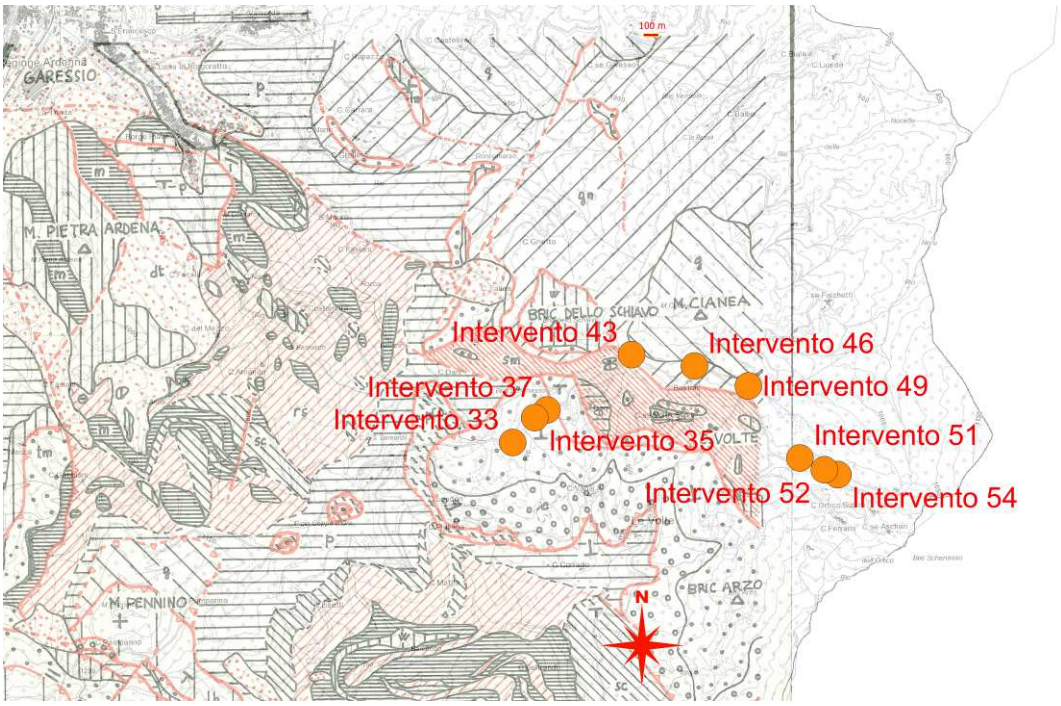


Figura n° 5: Stralcio della Carta Geologica d'Italia (servizio WMS di Ispra).

Si riportano anche gli estratti della Carta geologica dell'Alta Valle del Tanaro (VANOSSI, 1965) e l'estratto della Carta Geologica Interattiva del Piemonte (Progetto GeoPiemonteMap 2021) con individuazione dell'area in esame (figure seguenti).



LEGENDA

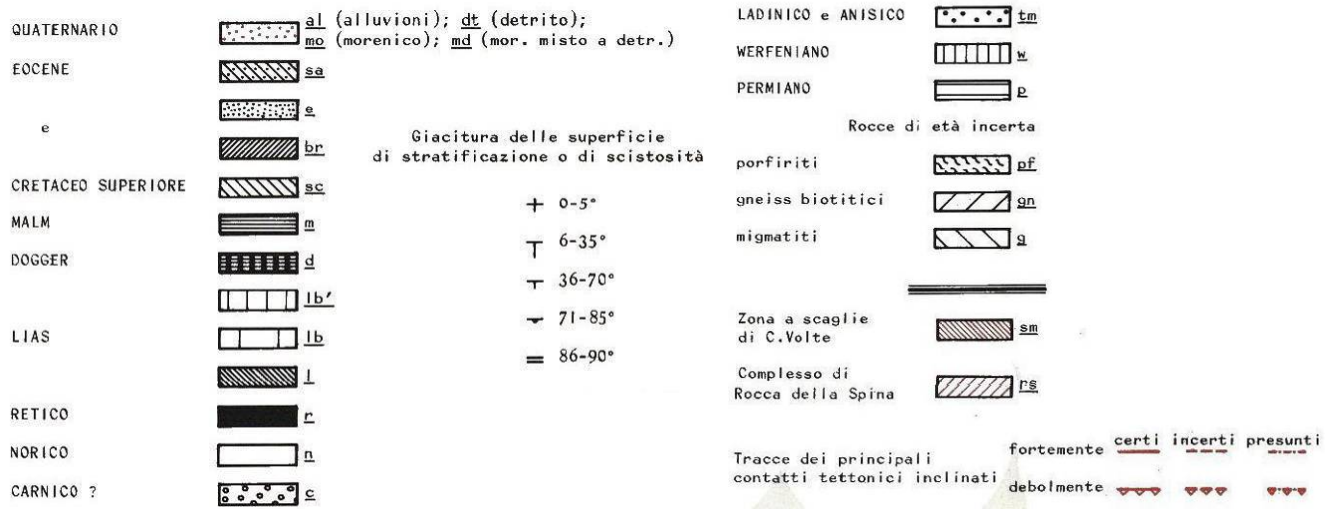


Figura n° 6: Stralcio della Carta (VANOSSI, 1965).

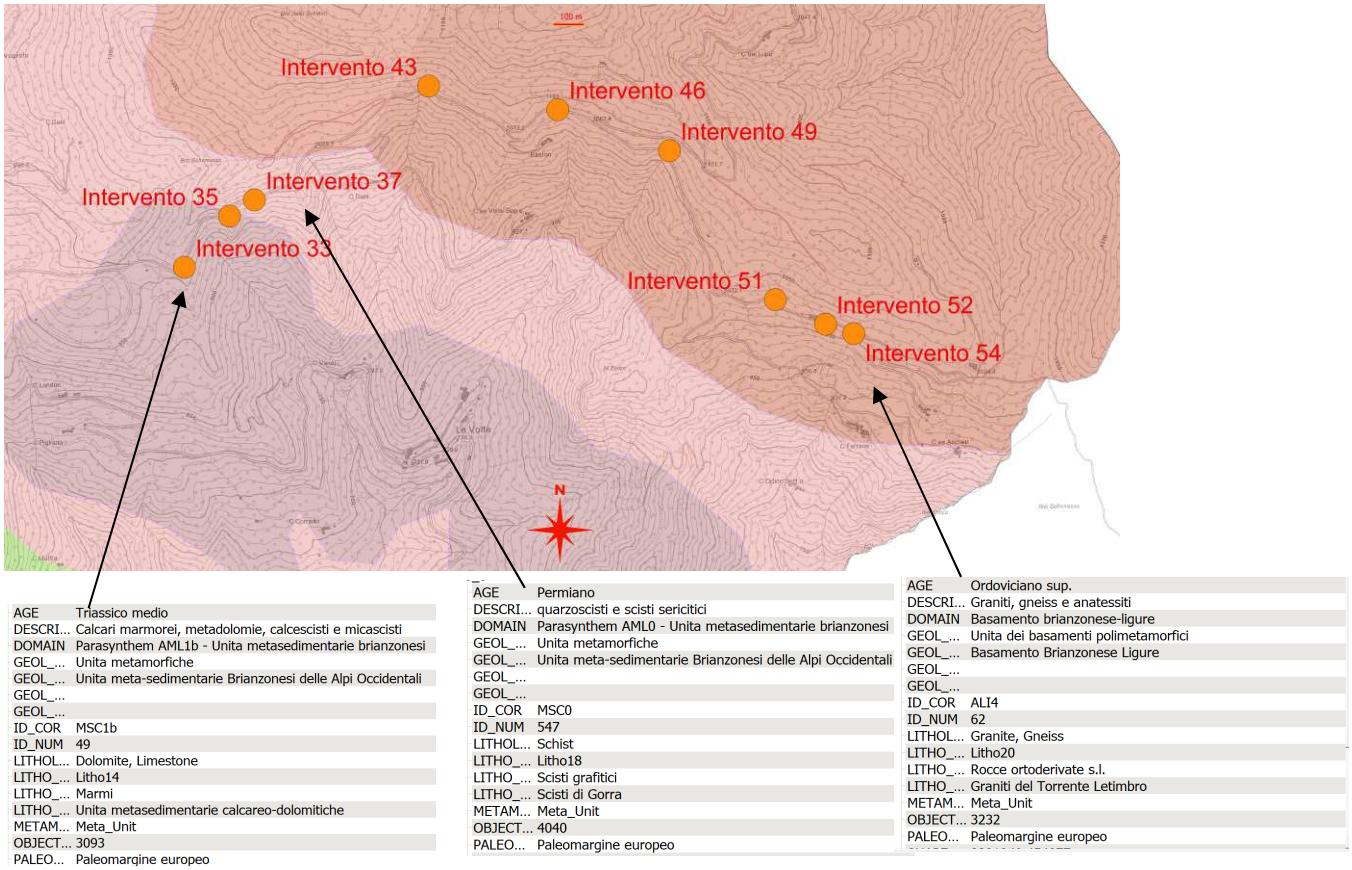


Figura n° 7: Estratto della Carta Geologica Interattiva del Piemonte (Progetto GeoPiemonteMap 2021) con individuazione dei punti d'intervento.

5 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI CON INDIVIDUAZIONE DELLE PROBLEMATICHE DI DISSESTO

È stata consultata la documentazione esistente in bibliografia ed in particolare

- GEOS - Banca Dati Geologica a cura del Settore geologico della Regione Piemonte;
- IFFI – Inventario dei fenomeni franosi in Italia (ISPRA);
- SIFRAP - Sistema Informativo Frane in Piemonte
- Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Fiume Po) con particolare riferimento all'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – Delimitazione delle aree in dissesto;
- Cartografia del PRGC – Carta geomorfologica dei dissesti e della dinamica fluviale
- Cartografia ed articoli specialistici vari relativa alla geologia del bacino;
- Fotografie aeree ed ortofotocarte

Nelle figure seguenti sono riportati gli estratti cartografici ritenuti significativi.

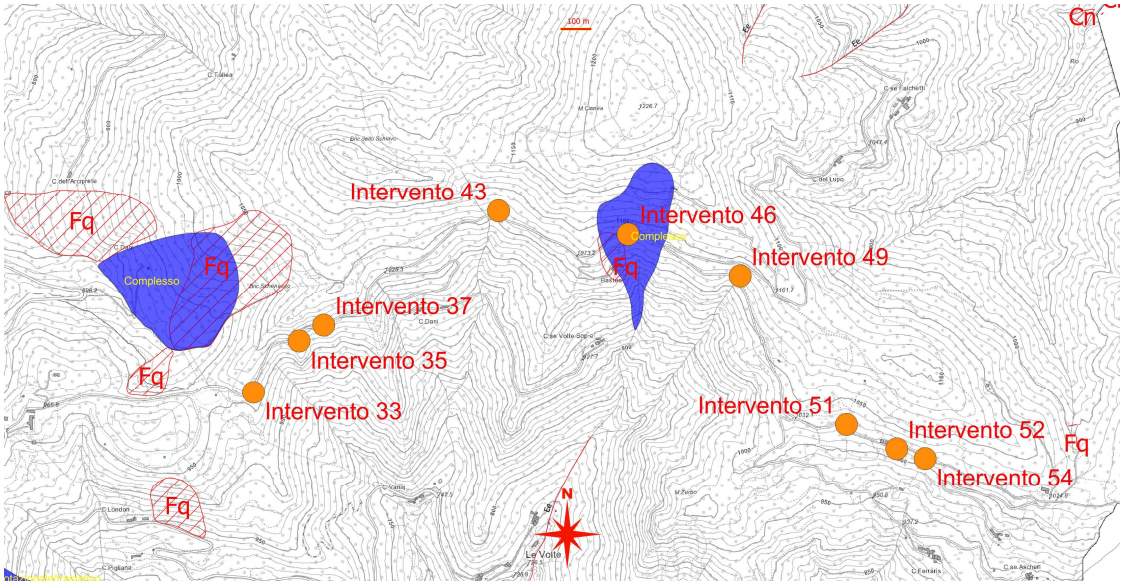
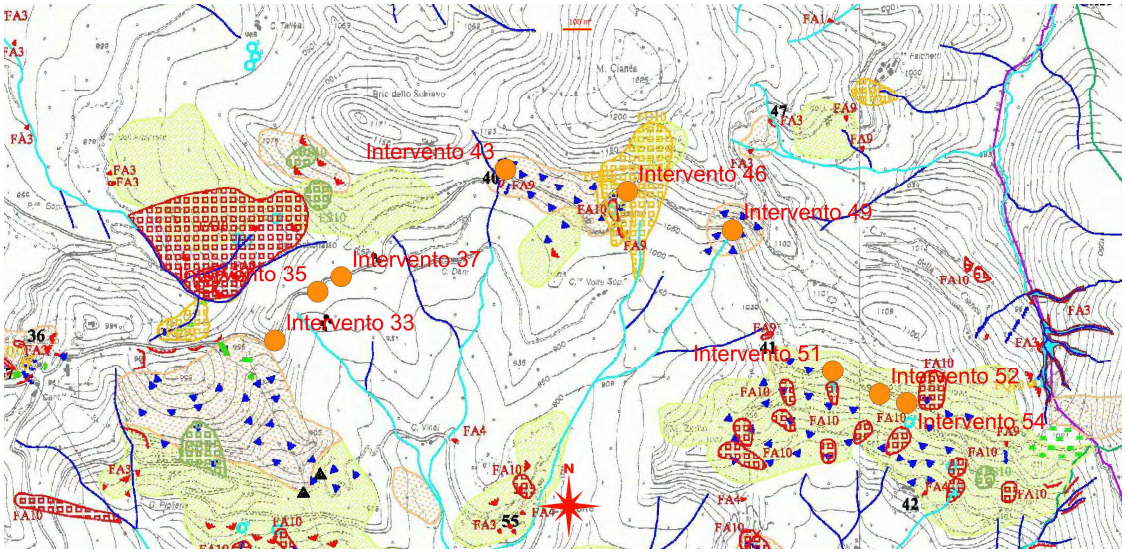


Figura n° 8: Servizi WMS PAI, IFFI e SIFRAP con individuazione dei punti d'intervento.



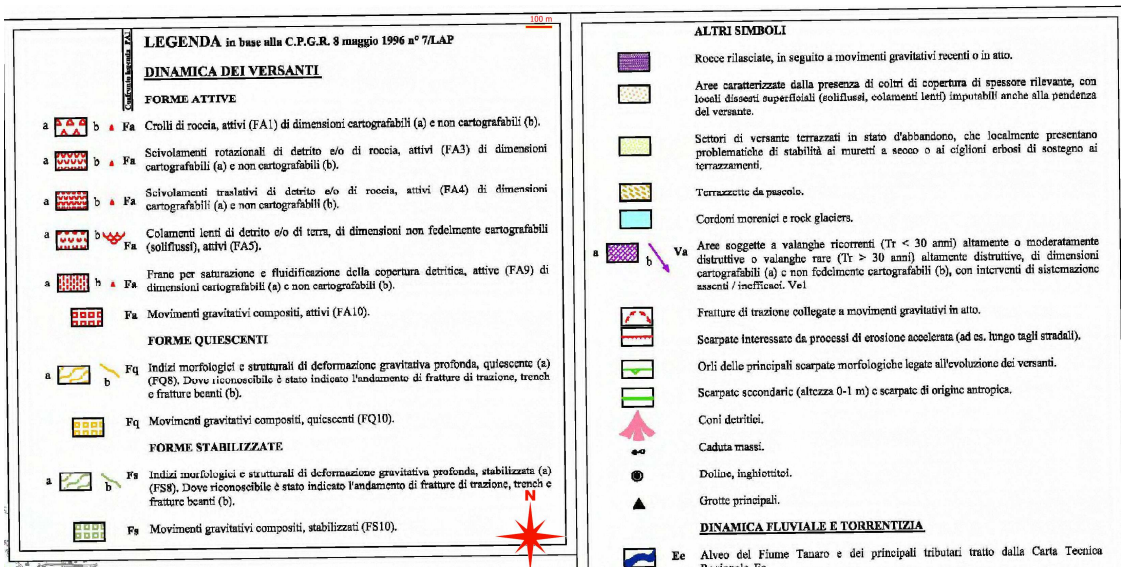


Figura n° 9: Carta geomorfologica dei dissesti e della dinamica fluviale (PRGC) con individuazione dei punti d'intervento.

La cartografia precedente mostra le forme di dissesto a grande scala evidenziate dall'esame della documentazione disponibile e dalla fotointerpretazione.

Le banche dati regionali (SIFRAP) ed il progetto IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia) segnalano una problematica di dissesto complesso in corrispondenza del punto di intervento n° 46. La tipologia di intervento, consistente in una modesta modifica della banchina stradale non comporta interferenze col dissesto in questione.

La cartografia di PRGC riporta con maggior dettaglio le problematiche dei versanti esaminati. Sono evidenziate le principali frane ed in particolare quelle avvenute in occasione dell'evento alluvionale del novembre 1994, e le problematiche derivanti dalle antiche sistemazioni a terrazzi, la presenza di settori con coltri di copertura localmente soggette a soliflussi e le zone con erosioni dovute a ruscellamento diffuso o concentrato.

Gli interventi in progetto non interferiscono negativamente con le forme di dissesto evidenziate.

Laddove sono state evidenziate problematiche, gli accorgimenti previsti sono finalizzati alla sistemazione delle stesse ed alla regimazione delle acque con sostanziale miglioramento delle condizioni attuali.

6 - CARATTERIZZAZIONE TECNICA PRELIMINARE DEI TERRENI

L'assetto stratigrafico locale è stato evidenziato tramite il rilievo di superficie degli affioramenti naturalmente presenti lungo le scarpate stradali o di terrazzo.

La successione stratigrafica dei terreni che costituiscono i settori in corrispondenza delle opere in progetto può essere sintetizzata come segue:

da m a m dal p.c.	Litotipo
Da 0 a -1,00 / 4 m circa	Riporti stradali o copertura detritica naturale (detrito di versante o deposito alluvionale) a tessitura sabbioso – ghiaiosa, con presenza di ciottoli decimetrici prevalentemente tabulari. I ciottoli sono spesso alterati e con natura che rispecchia quella del substrato litoide (arenarie, calcari e peliti) affiorante sui versanti o nella testata del bacino
> -1,00 / 4,00	Substrato roccioso costituito da litotipi più o meno intensamente stratificati e fratturati con giacitura della scistosità principale a traverpoggio rispetto al versante (affioramenti lungo le scarpate stradali o nelle erosioni di sponda). I primi metri del substrato sono maggiormente alterati e rilasciati, in profondità le caratteristiche geomeccaniche vanno via via a migliorare.

La situazione, pur con variazioni di spessore della copertura e natura petrografica del substrato è praticamente uniforme sui vari interventi.

La definizione dei valori dei parametri geotecnici fondamentali relativi ai terreni di copertura, in questa fase preliminare, è avvenuta per raffronto con quelli relativi a contesti strettamente analoghi, in località limitrofe ed in base ai sondaggi effettuati in passato nell'ambito del parco eolico esistente. In particolare, si possono assumere:

Parametri geotecnici	GHIAIE E SABBIE limose con CIOTTOLI
γ [kN m^{-3}]	18 - 19
ø' [°]	32 - 34
cu [kPa]	0

La caratterizzazione geotecnica dei materiali dovrà essere ulteriormente verificata nelle successive fasi progettuali con adeguate indagini geognostiche e prove di laboratorio.

7 RILEVAMENTI GEOMCCCANICI

La descrizione del comportamento meccanico delle litologie prequaternarie descritte rientra nel campo della meccanica delle rocce, pertanto la caratterizzazione dei litotipi affioranti nell'area è stata realizzata a seguito di un rilievo geostrutturale eseguito in loco sulla roccia in affioramento nell'ambito dele scarpate stradali in corrispondenza dei vari interventi.

Sono stati presi in esame diversi affioramenti delle varie litologie in prossimità / corrispondenza degli interventi più significativi.
Sono state effettuate stazioni strutturali sugli affioramenti presenti lungo la scarpata stradale o lungo le scarpate d'erosione in zona d'intervento.

7.1 Hoek Brown Classification

7.1.1 interventi 33, 35 e 37

- dolomie più o meno calcaree grigie in grosse bancate; alternanze di calcari e calcari dolomitici grigi; localmente calcari chiari o rosati alternati a strati dolomitici
- Dolomie di S. Pietro dei Monti
- Giacitura superfici di stratificazione
- Presenza di vari sistemi di discontinuità che localmente riducono l'ammasso roccioso a struttura breccioide od intensamente laminata.

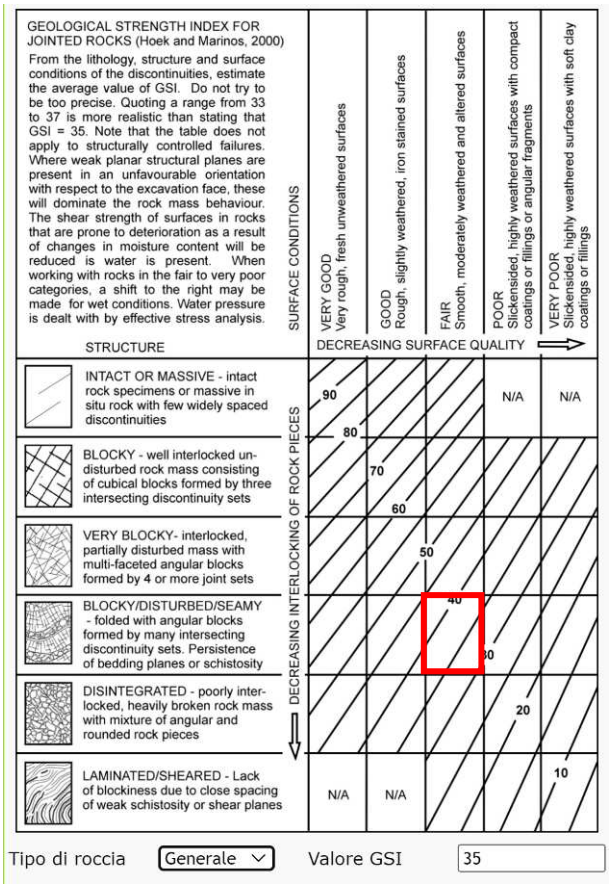
Per la classificazione geomeccanica di seguito riportata è stato utilizzato il software RocLab di RocScience, considerando anche quanto riportato in Geoingegneria di Luis. I. Gonzalez de Vallejo – Pearson Prentice Hall (in collaborazione con il Consiglio Nazionale dei Geologi).

I parametri di calcolo impiegati sono i seguenti:

Hoek Brown Classification

sigci 70 MPa (resistenza a compressione uniassiale considerando i livelli calcarei o dolomitici)

GSI 35



mi 9

D 1 (scavo meccanico con disturbo)

Hoek Brown Criterion

mb	0.0866713
s	1.97307e-005
a	0.51595

Failure Envelope Range

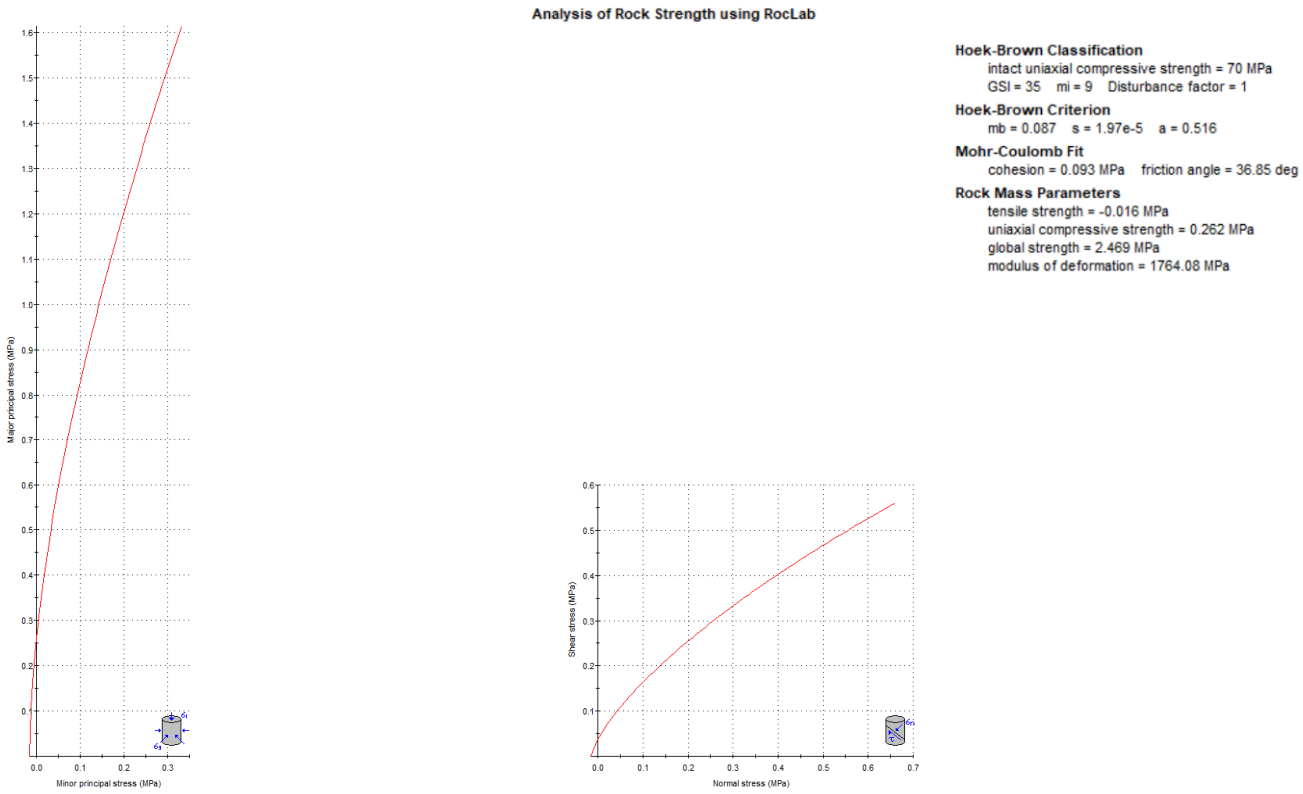
Application	Slopes
sig3max	0.33153 MPa
Unit Weight	0.026 MN/m3
Slope Height	15m

Mohr-Coulomb Fit

c	0.0933921 MPa
phi	36.8536 degrees

Rock Mass Parameters

sigt	-0.0159355	MPa
sigc	0.261594	MPa
sigcm	2.46866	MPa
Em	1764.08	MPa



7.1.1 <u>interventi 49, 51, 52 e 54</u>

- graniti gneissici fortemente cataclasati, sovente interpretabili come anatessitici: biotitico-muscovitici, a grana grossa, muscovitici-cloritici, microgranulari; granodioriti a grana grossa, cataclasate
- Graniti del Torrente Letimbro
- Presenza di vari sistemi di discontinuità che localmente riducono l'ammasso roccioso a struttura breccioide od intensamente laminata.

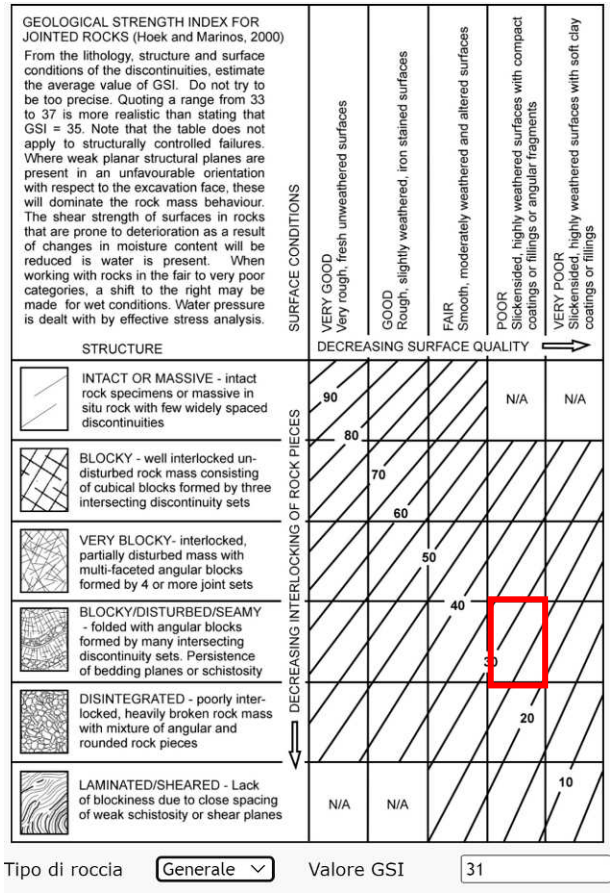
Per la classificazione geomeccanica di seguito riportata è stato utilizzato il software RocLab di RocScience, considerando anche quanto riportato in Geoingegneria di Luis. I. Gonzalez de Vallejo – Pearson Prentice Hall (in collaborazione con il Consiglio Nazionale dei Geologi).

I parametri di calcolo impiegati sono i seguenti:

Hoek Brown Classification

sigci 75 MPa

GSI 31



mi 9

D 1 (scavo meccanico con disturbo)

mi 15

D 1 (scavo meccanico con disturbo)

Hoek Brown Criterion

mb 0.108553

s 1.01301e-005

a 0.520889

Failure Envelope Range

Application Slopes

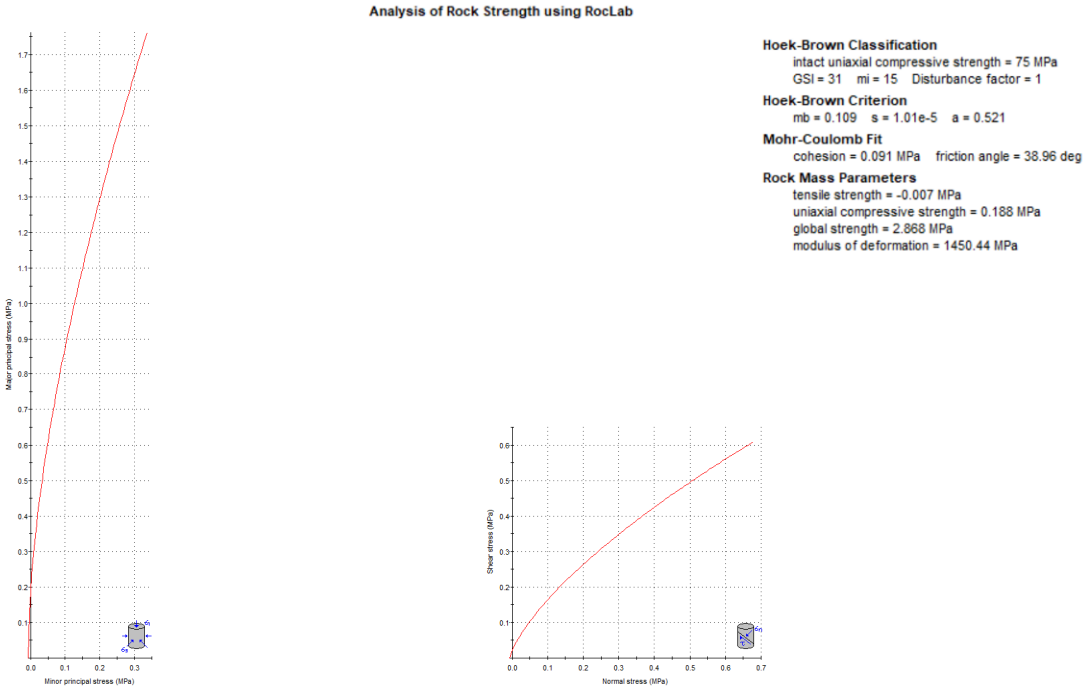
sig3max 0.336033 MPa

Unit Weight 0.026 MN/m3

Slope Height 15 m

Mohr-Coulomb Fit

c 0.0907075 MPa
phi 38.9606 degrees
Rock Mass Parameters
sigt -0.00699898 MPa
sigc 0.187733 MPa
sigcm 2.86786 MPa
Em 1450.44 MPa



8 INDAGINI SISMICHE PRELIMINARI E RICOSTRUZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

L'assetto stratigrafico locale è stato evidenziato tramite:

- ✓ il rilievo di superficie
- ✓ l'esame degli scavi effettuati in occasione dei precedenti lavori;
- ✓ n° 3 acquisizioni con metodo HVSR e tromografo digitale "Tromino" (intervento n° 43, 51 e 52).

Le misure di microtremore sono state effettuate in corrispondenza dei tre interventi più significativi dove la tipologia di opere previste e la situazione geologica locale necessiteranno comunque di ulteriori indagini nelle successive fasi progettuali.

In base alle risultanze delle indagini effettuate la categoria di sottosuolo (Decreto del 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni) risulta

Categoria B

Categorie di sottosuolo

Decreto del 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni

Categoria A
Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da **valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s**, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

Categoria B
Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da **valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s**.

Categoria C
Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da **valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s**.

Categoria D
Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da **valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s**.

Categoria E
Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.

Nelle pagine seguenti si allega il report di dettaglio delle HVSR realizzate in corrispondenza di ciascun intervento.

8.1 Intervento 43

Strumento: TE3-0011/01-13

Formato dati: 16 bit

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 21/04/2023 18:47:02 Fine registrazione: 21/04/2023 19:03:02

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.

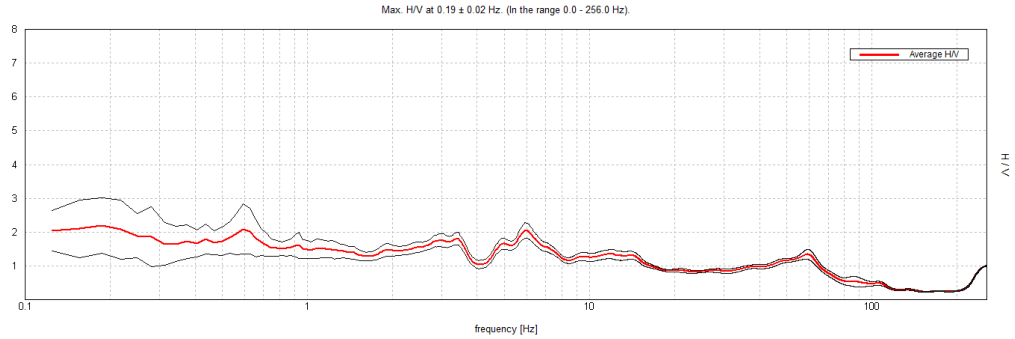
Freq. campionamento: 512 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

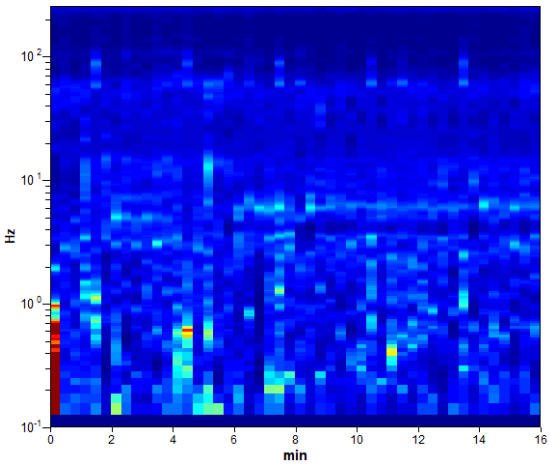
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

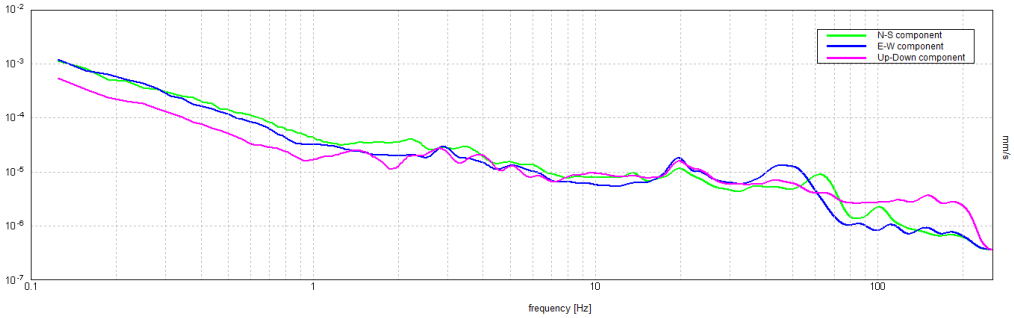
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



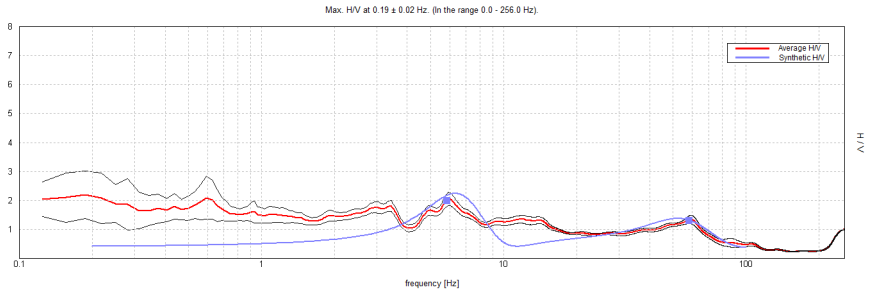
SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.00	1.00	232	0.42
15.00	14.00	394	0.42
inf.	inf.	739	0.45

Vs_eq(0.0-30.0) = 499 m/s

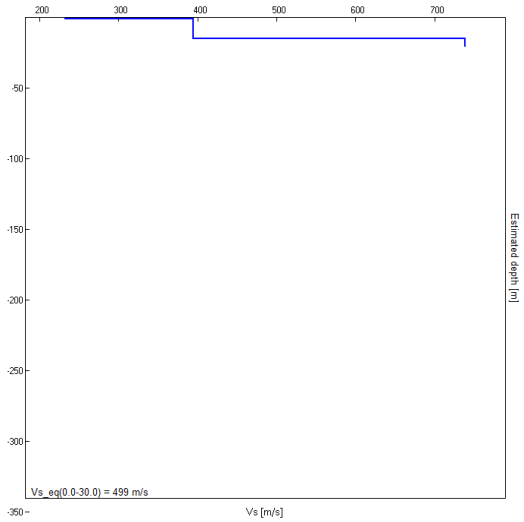




Foto n° 1: intervento n° 43, posizione dell'acquisizione HVSR.

8.2 Intervento n° 51

Strumento: TE3-0011/01-13

Formato dati: 16 bit

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 21/04/2023 19:37:24 Fine registrazione: 21/04/2023 19:53:24

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.

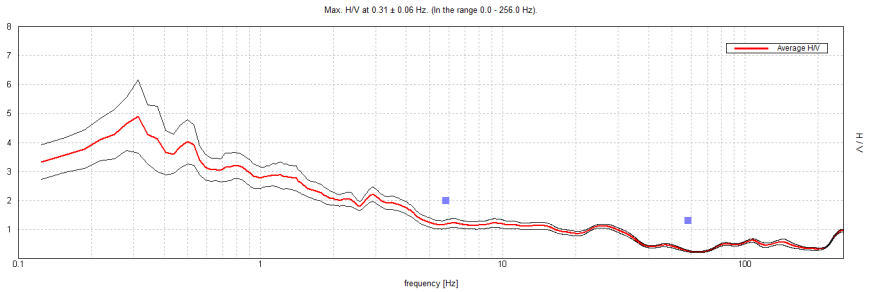
Freq. campionamento: 512 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

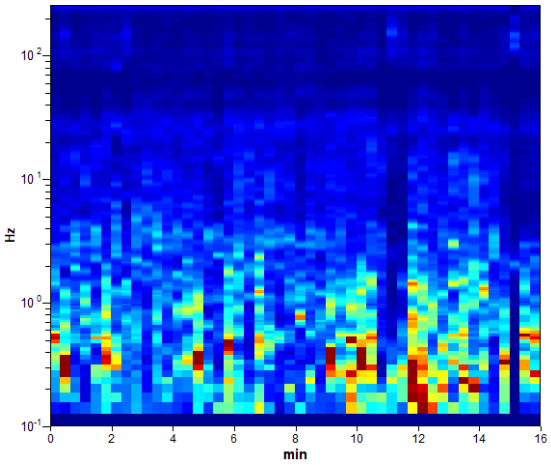
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

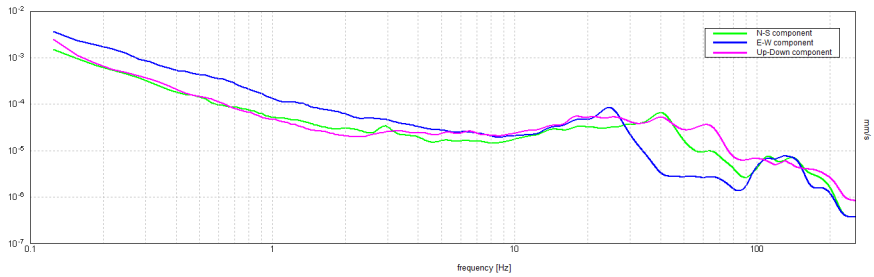
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



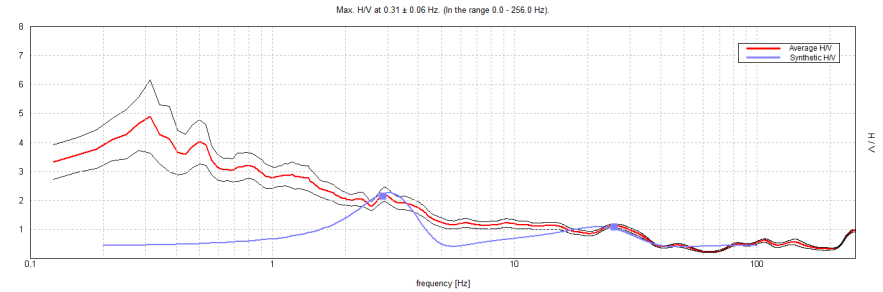
SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.20	2.20	226	0.45
27.20	25.00	344	0.45
inf.	inf.	620	0.45

Vs_eq(0.0-30.0) = 345 m/s

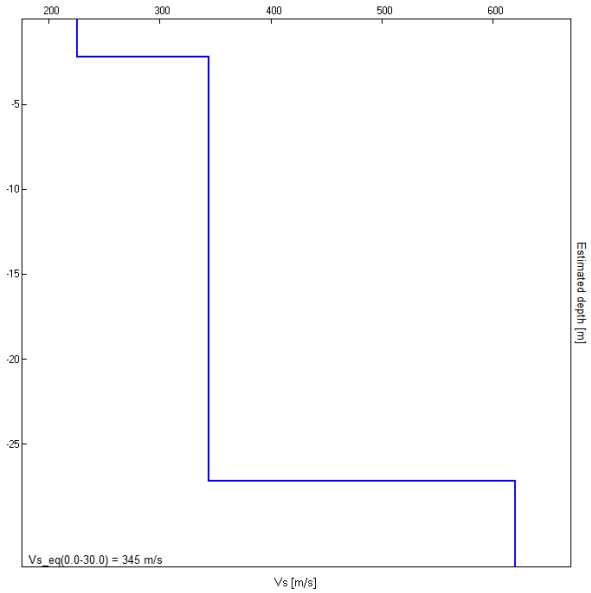




Foto n° 2: intervento n° 51, posizione dell'acquisizione HVSR.

8.3 Intervento n° 52

Strumento: TE3-0011/01-13

Formato dati: 16 bit

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 21/04/2023 20:00:35 Fine registrazione: 21/04/2023 20:16:35

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.

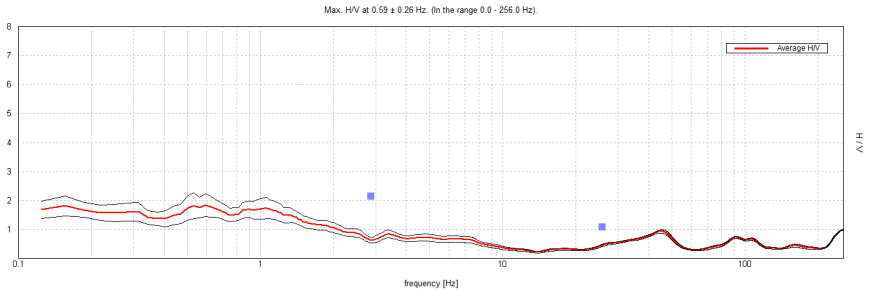
Freq. campionamento: 512 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

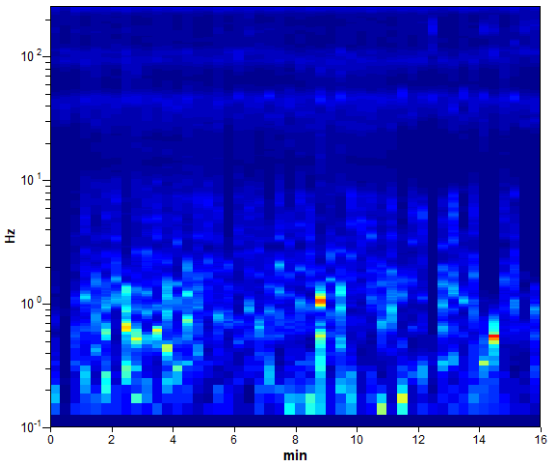
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

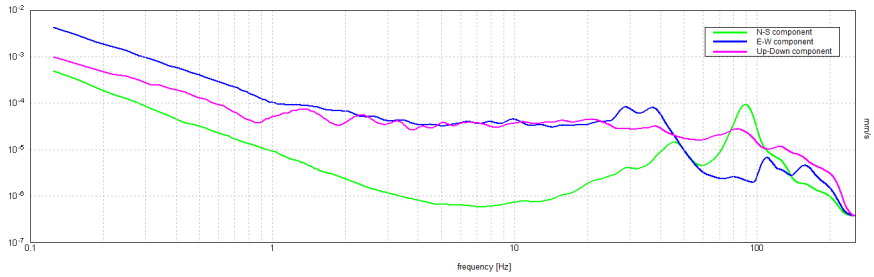
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



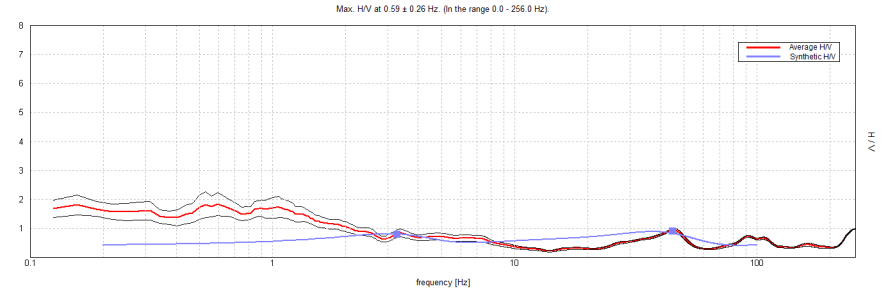
SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.00	2.00	357	0.45
35.00	33.00	506	0.45
inf.	inf.	673	0.45

Vs_eq(0.0-30.0) = 492 m/s

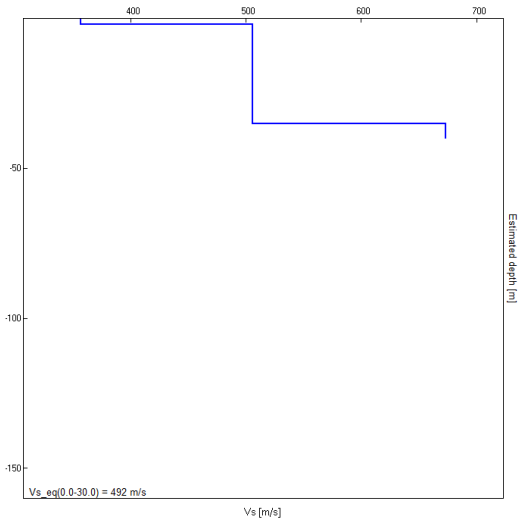




Foto n° 3: intervento n° 52, posizione dell'acquisizione HVSR.

9 INTERVENTI RELATIVI ALLA SISTEMAZIONE DELLA VIABILITA' E RELATIVE CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE PRELIMINARI

Nel tratto compreso tra il Colle di S. Bernardo ed il confine amministrativo della Regione Piemonte, in località Laghi, la strada comunale sarà interessata da interventi finalizzati a permettere il trasporto delle torri eoliche di cui è prevista la sostituzione.

La necessità di miglioramento riguarda molteplici interventi di cui la maggior parte risultano lavori di taglio piante, e sistemazione della banchina per consentire il transito dei mezzi operativi che effettueranno i trasporti dei generatori eolici di cui è prevista la sostituzione.

Nella presente relazione sono stati presi in considerazione quegli interventi che incidono significativamente per movimenti terra (scavi e riporto) o che necessitano di opere a sostegno delle scarpate stradali a seguito di interventi di riprofilatura.

Si tratta sostanzialmente di interventi volti ad allargare la sede viaria in corrispondenza delle curve più strette, che consistono nello sbancamento di porzioni della scarpata di monte della strada e/o riporto a valle della stessa. Tali interventi saranno descritti dettagliatamente nel seguito, indicando con numerazione progressiva ogni settore d'intervento ritenuto significativo, a partire dal Colle di S. Bernardo (figura seguente).

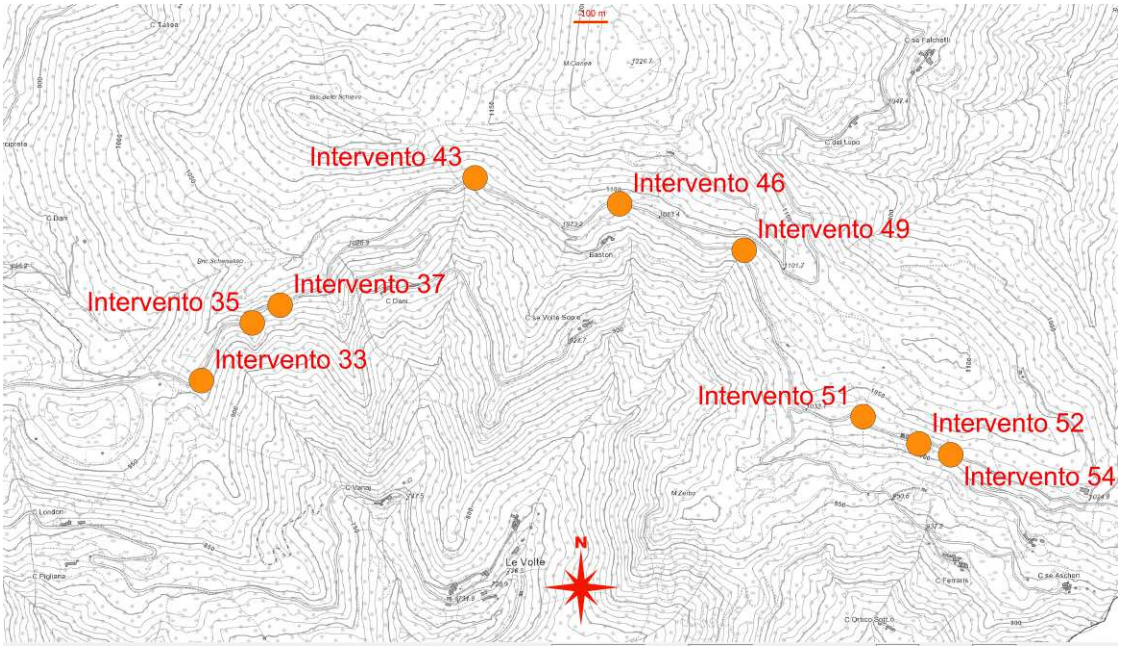


Figura n° 10: Ubicazione degli interventi principali su sfondo cartografico di riferimento della Regione Piemonte

Nel seguito verranno brevemente descritti gli interventi in progetto rimandando comunque, per maggior chiarezza e per i dettagli tecnici agli elaborati progettuali a cura dello Studio Tecnico Arch. Mauro Zoppi.

9.1 Intervento punto 33

In corrispondenza della prima curva a partire dal parco eolico del Colle del S. Bernardo è previsto lo sbancamento in corrispondenza all'interno curva per un'ampiezza variabile tra 0 e 4 m, finalizzato ad ottenere una curvatura più dolce. La nuova sede stradale è prevista con allargamento a monte rispetto all'attuale. Dal punto di vista geologico-tecnico si sottolinea che la scarpata, interamente in roccia, non presenta problemi di stabilità e dunque è accettabile una soluzione del tipo previsto, con un profilo finale che presenta un'inclinazione elevata, ma analoga a quella attuale. In ogni caso sarà necessario, durante l'intervento, il disgaggio di tutte le porzioni rocciose potenzialmente instabili; a riprofilatura ultimata si provvederà

inoltre alla posa di reti paramassi in corrispondenza della scarpata, per mettere in sicurezza la strada comunale.

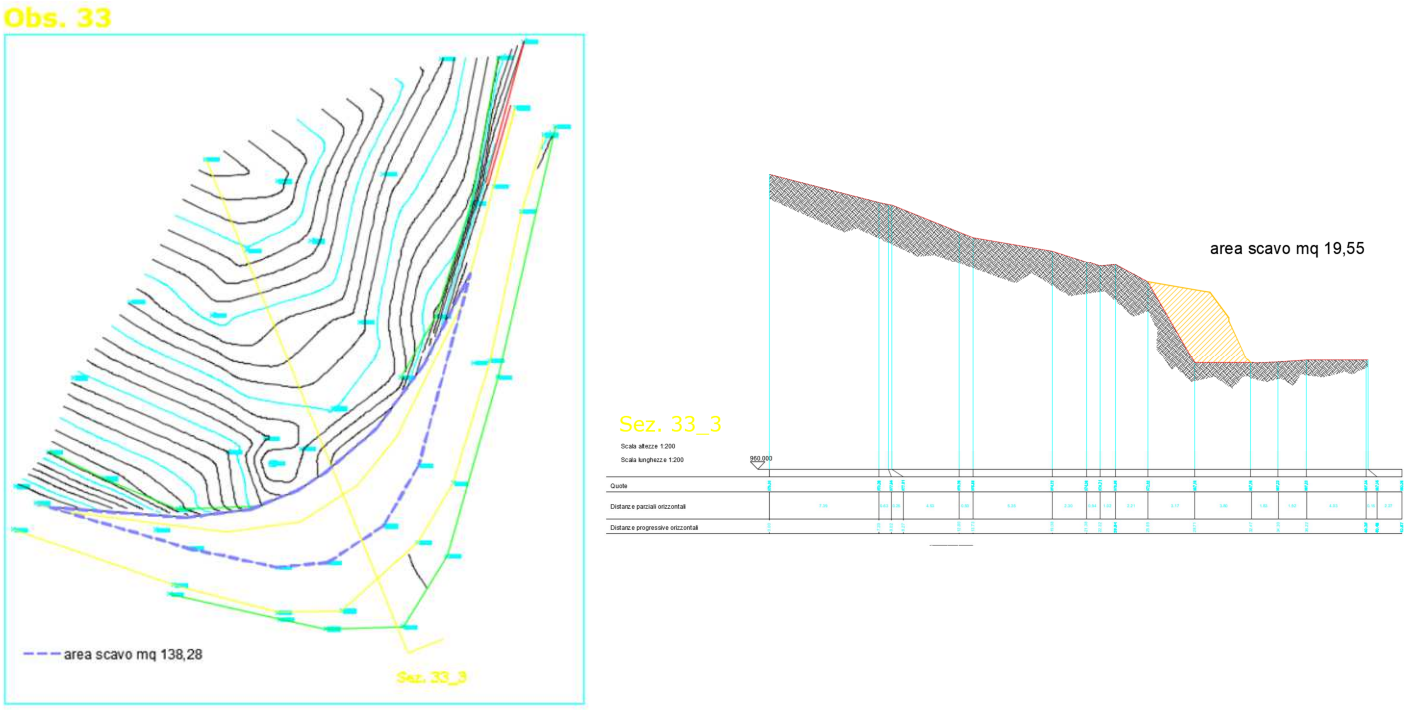


Figura n° 11: intervento n° 33, estratti planimetria e sezione di progetto.



Foto n° 4: aspetto della curva oggetto dell'intervento



Foto n° 5: particolare dell'ammasso roccioso (dolomie più o meno calcaree grigie in grosse bancate). Si possono notare i principali sistemi di discontinuità a traverpoggio rispetto al pendio.

9.2 Intervento punto 35

In questo tratto per evitare un consistente sbancamento della scarpata di monte verrà allargata la sede stradale sulla scarpata di valle nel tratto precedente la curva mediante la realizzazione di un riporto sostenuto da una scogliera in massi.

L'eventuale sbancamento in corrispondenza all'interno curva (vedi documentazione fotografica) sarà minimale, finalizzato ad ottenere una curvatura leggermente più dolce. La nuova sede stradale è prevista con allargamento prevalentemente a valle. Dal punto di vista geologico-tecnico si sottolinea che la scogliera dovrà essere appoggiata sulla roccia previa gradonatura del piano di posa. Per quanto riguarda la scarpata di monte sarà necessario, durante l'intervento, il disgaggio di tutte le porzioni rocciose potenzialmente instabili.

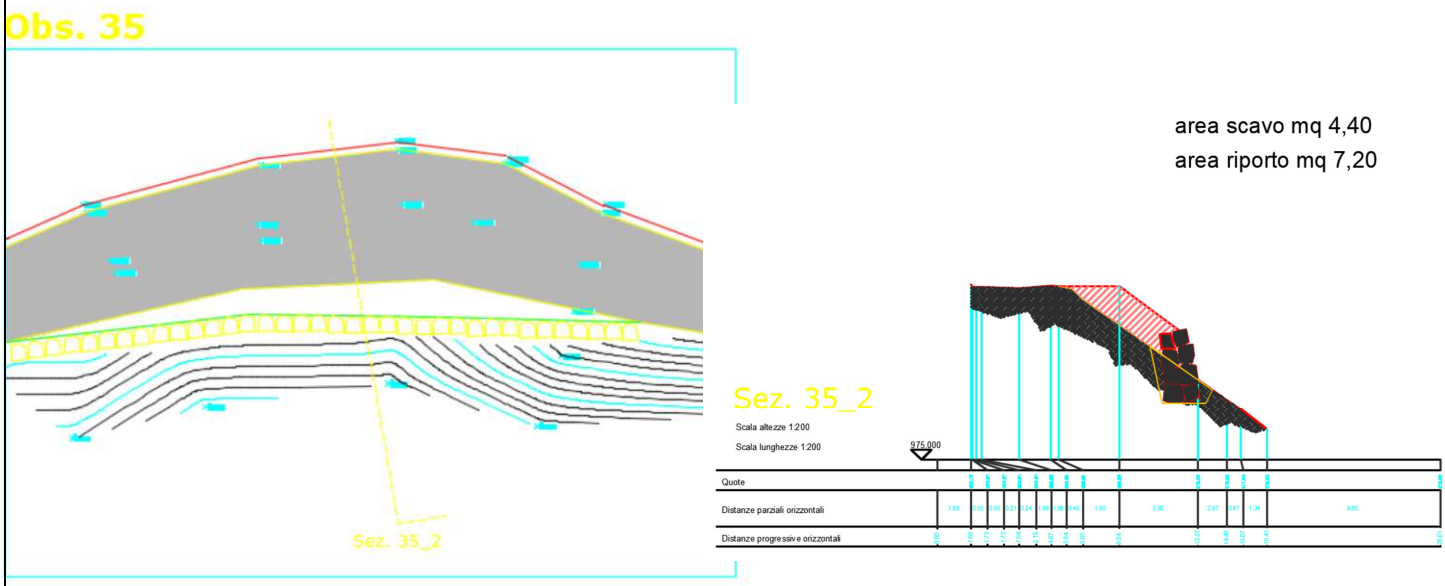


Figura n° 12: intervento n° 33, estratti planimetria e sezione di progetto.

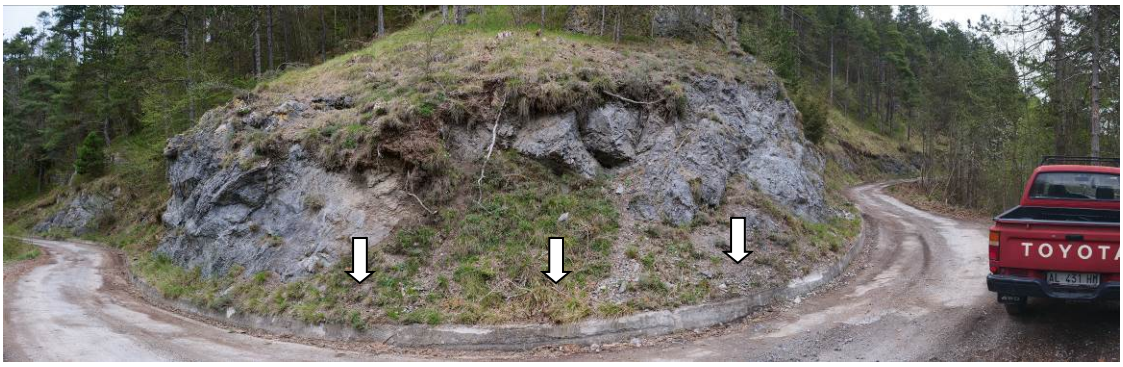


Foto n° 6: aspetto della curva oggetto dell'intervento. Le frecce mostrano l'eventuale modesto allargamento sulla scarpata di monte



Foto n° 7: particolare dell'ammasso roccioso (dolomie più o meno calcaree grigie in grosse bancate).

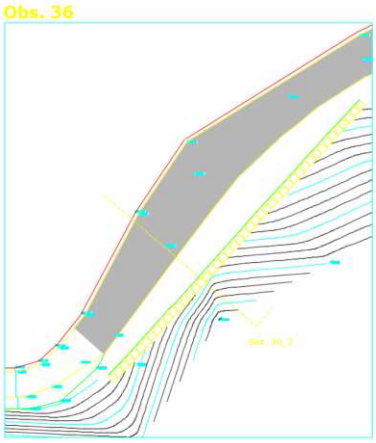


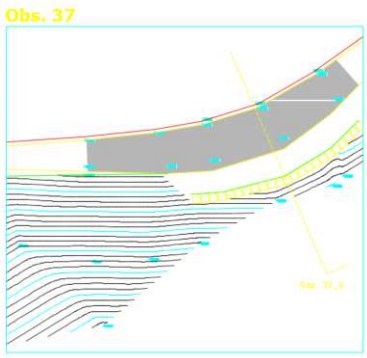
Foto n° 8: la freccia rossa evidenzia la curva che verrà allargata verso valle.

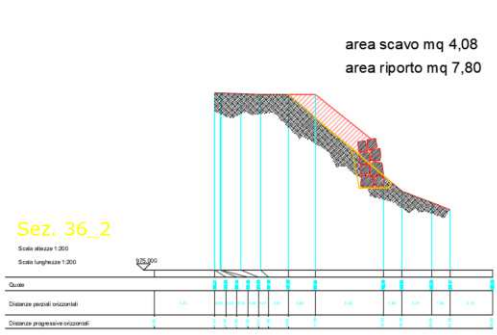
9.3 Intervento tratto 36 - 37

L'intervento è simile al precedente. Per evitare un consistente sbancamento della scarpata di monte (altezza di oltre 8 m) verrà allargata la sede stradale sulla scarpata di valle nel tratto precedente e successivo alla curva mediante la realizzazione di un riporto sostenuto da scogliere in massi.

Lo sbancamento in corrispondenza all'interno curva sarebbe da evitare, ed eventualmente esclusivamente finalizzato ed ottenere la stabilità della scarpata (porzioni rocciose in equilibrio precario). La nuova sede stradale è prevista con allargamento a valle. Dal punto di vista geologico-tecnico si sottolinea che la scogliera in progetto dovrà essere appoggiata sulla roccia preventivamente gradonata. Per quanto riguarda la scarpata di monte sarebbe opportuno, il disgaggio delle porzioni rocciose potenzialmente instabili e la sistemazione con reti in aderenza.







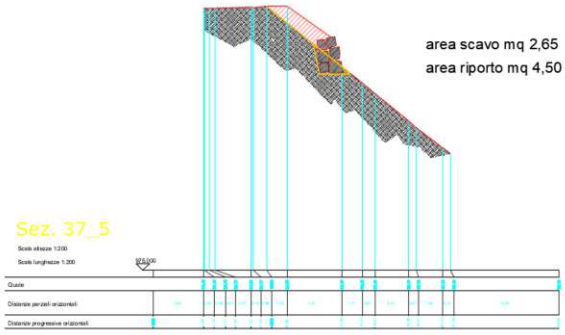


Figura n° 13: intervento n° 36 e 37, estratti planimetria e sezione di progetto.



Foto n° 9: aspetto della curva oggetto dell'intervento. Le frecce mostrano l'allargamento verso valle

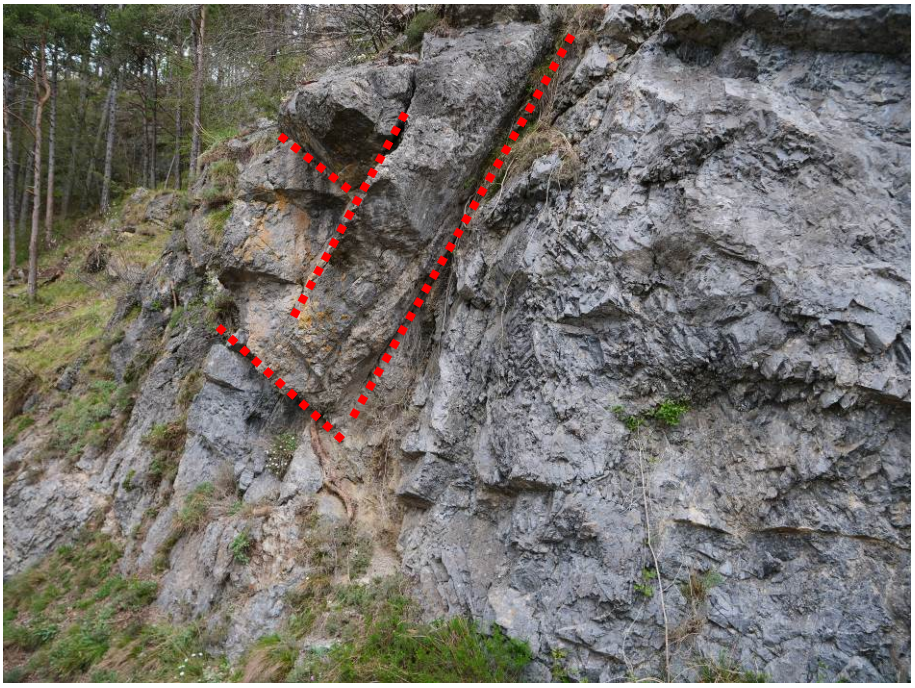
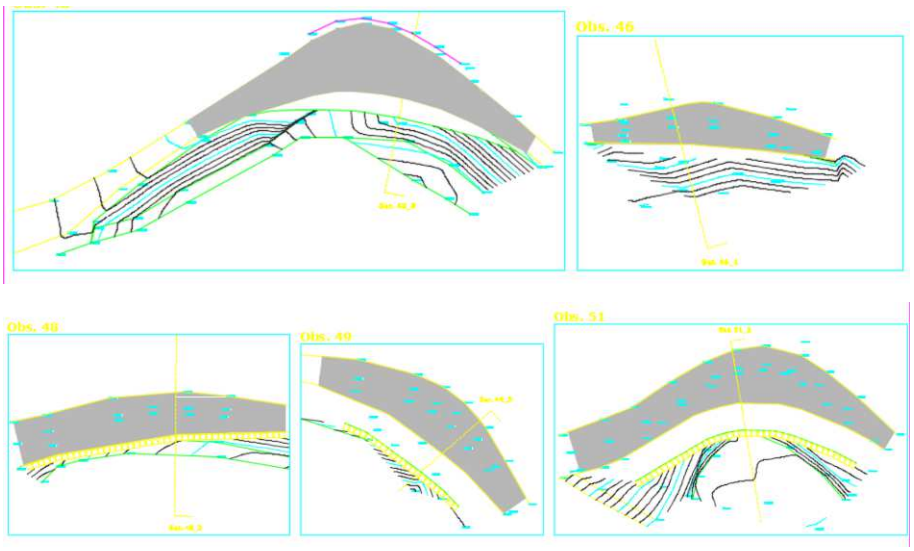


Foto n° 10: particolare dell'ammasso roccioso (dolomie più o meno calcaree grigie in grosse bancate). Sulla scarpata di monte sono presenti più sistemi di discontinuità che isolano prismi rocciosi potenzialmente instabili).

9.4 Interventi tratto 43 - 51

I vari interventi previsti ed indicati nelle planimetrie e sezioni seguenti riguardano essenzialmente allargamenti stradali sul lato di valle con realizzazione di scogliere di sostegno dei riporti.



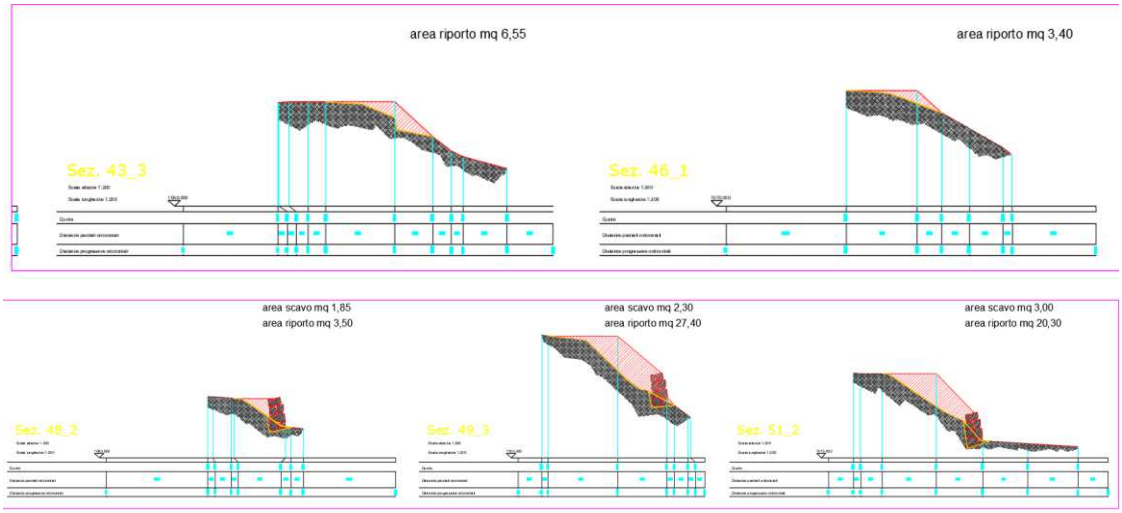


Figura n° 14: intervento n° 43 - 51, estratti planimetria e sezione di progetto.



Foto n° 11: intervento n° 43, presenza a monte ed a valle di muri in c.a. preesistenti- Allargamento verso valle mediante riporti.

L'intervento n° 43 riguarda la curva di cui alla foto precedente in cui sono presenti muri di sostegno in c.a. realizzati successivamente all'evento alluvionale del novembre 1994 a causa di un dissesto che aveva interessato la scarpata di monte ed eroso la banchina stradale. Il progetto prevede l'allargamento a valle mantenendo l'opera di sostegno esistente. Sarà necessario verificare la funzionalità e garantire la continuità degli attraversamenti stradali e delle cunette esistenti che dovranno scaricare le acque delle cunette oltre al limite di valle del riporto.



Foto n° 12: intervento n° 46, Allargamento verso valle mediante riporti e taglio piante.

L'intervento n° 46 riguarda la curva di cui alla foto precedente in cui il progetto prevede l'allargamento a valle con solo riporto. Sarà necessario verificare la funzionalità e garantire la continuità delle cunette e degli attraversamenti stradali esistenti che dovranno scaricare le acque delle cunette oltre al limite di valle del riporto.



Foto n° 13: intervento n° 49, Allargamento verso valle mediante riporti e taglio piante; La presenza di un ripido impluvio in asse curva, verso valle implica la necessità di realizzare un'opera di sostegno (scogliera in massi di cava).

L'intervento n° 49 riguarda la curva di cui alla foto precedente in cui il progetto prevede l'allargamento a valle con opera di sostegno in massi di cava e riporto. Essendo l'opera in corrispondenza di un impluvio pronunciato dovrà avere funzionalità anche di briglia di consolidamento ed in funzione del potenziale deflusso idrico dovrà essere protetta dall'erosione da alcuni massi sistemati a soglia antiscalzamento.

Sarà necessario verificare la funzionalità e garantire la continuità delle cunette e degli attraversamenti stradali esistenti che dovranno scaricare le acque delle cunette oltre al limite di valle del riporto / scogliera.



Foto n° 14: intervento n° 51, Allargamento verso valle mediante riporti e taglio piante; La presenza di un grande ripiano sottostante costituisce un buon piano d'appoggio delle opere di sostegno.

L'intervento n° 51 riguarda la curva di cui alla foto precedente in cui il progetto prevede l'allargamento a valle con opera di sostegno in massi di cava e riporto. L'opera di sostegno sarà realizzata al limite di monte del piazzale esistente.

Il versante a monte della sede stradale ha presenza di venute d'acqua diffuse che dovranno essere convogliate nelle cunette stradali.

Sarà necessario verificare la funzionalità e garantire la continuità delle cunette e degli attraversamenti stradali esistenti che dovranno scaricare le acque delle cunette oltre al limite di valle del riporto / scogliera.

9.5 Interventi tratto 52 – 53

In questo tratto le lavorazioni previste sono necessarie per garantire una larghezza adeguata alla strada ed un andamento rettilineo per oltrepassare il punto critico rappresentato dall'abitato di Ortico dove la strada attualmente compie una curva pronunciata e la presenza di un'abitazione con terrazzo a sbalzo limita considerevolmente lo spazio di manovra.

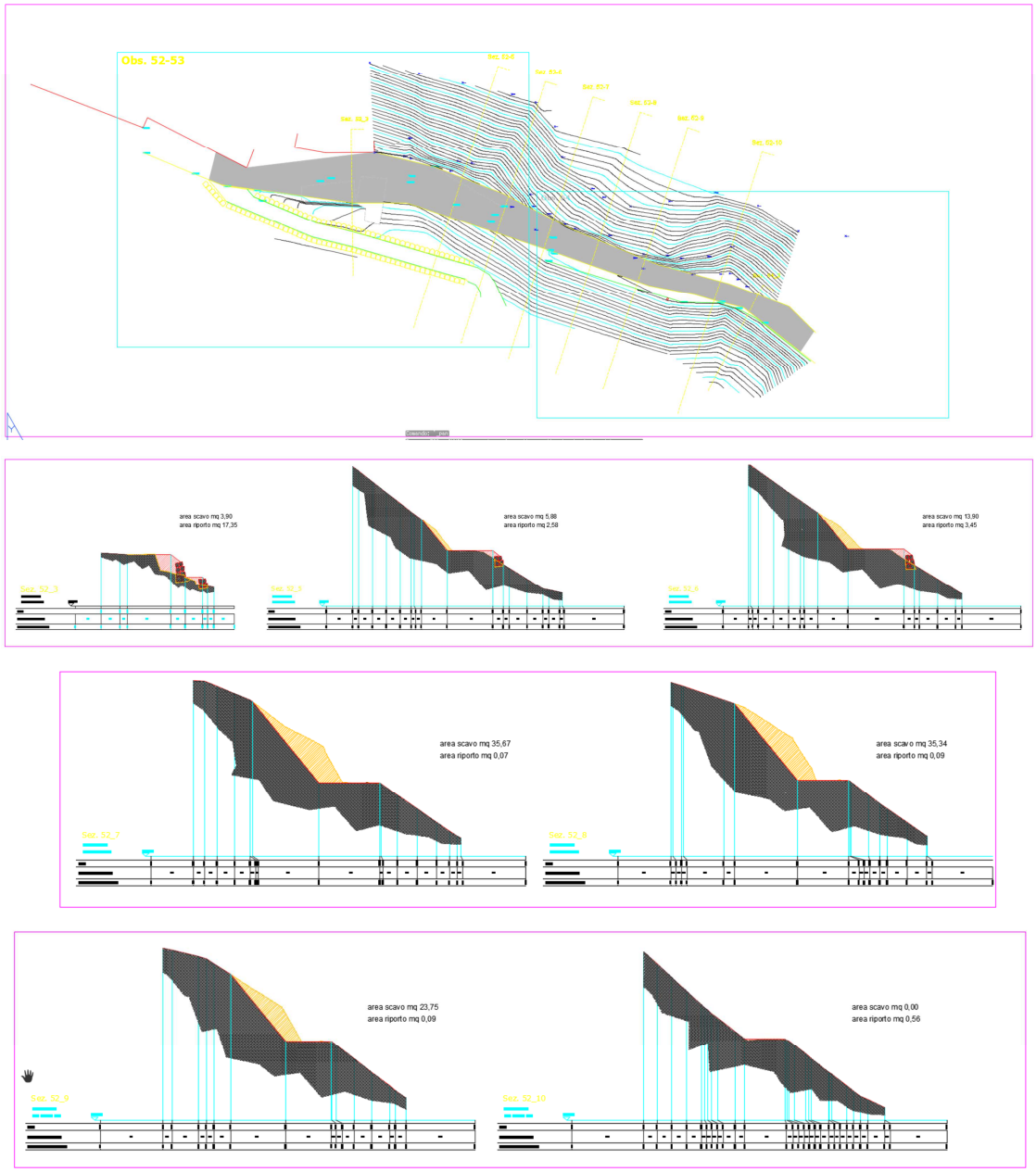


Figura n° 15: intervento n° 52 - 53, estratti planimetria e sezione di progetto.

L'allargamento in corrispondenza dell'edificio è necessariamente verso valle dove la presenza di una pista d'accesso ai terreni agricoli obbliga la realizzazione di due ordini di opera di sostegno del riporto.

L'allargamento verso valle della strada consente inoltre l'allontanamento del carico veicolare dalla fondazione dell'edificio.



Foto n° 15: intervento n° 52, particolare dell'edificio.

Il lato retrostante del fabbricato risulta direttamente fondato in roccia. Indagini geognostiche nella successiva fase progettuale dovranno verificare il piano d'appoggio della muratura anche sul lato frontale definendo nel dettaglio l'eventuale necessità di sottomurazione o consolidamento.



Foto n° 16: intervento n° 52, zona retrostante l'edificio con evidenziata la posizione della roccia in affioramento.

Dal punto di vista geologico-tecnico si sottolinea che la scogliera in progetto dovrà essere appoggiata sulla roccia previa gradonatura.

Nel tratto successivo (intervento 53), vista la forte acclività della scarpata di valle e la presenza di roccia in affioramento sul lato di monte l'allargamento verrà effettuato mediante riprofilatura della scarpata di monte.

Per quanto riguarda la scarpata di monte sarà necessario, durante l'intervento, il disgaggio di tutte le porzioni rocciose potenzialmente instabili e la posa di reti in aderenza per prevenire distacco e rotolamento massi sulla sede stradale.



Foto n° 17: intervento n° 53, roccia in affioramento nella scarpata di monte.

10 CONSIDERAZIONI GEOLOGICO TECNICHE GENERALI

In base alle risultanze delle indagini preliminari e rilievi in sito, le fondazioni / sottofondazioni delle opere di sostegno previsti in progetto, raggiungeranno in tutte le situazioni il substrato roccioso presente alle profondità di scavo.

In generale si può considerare che i terreni di copertura, siano dotati di caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti. Tali materiali possiedono la prerogativa di essere particolarmente sensibili all'incremento del contenuto di acqua, con relativo peggioramento delle caratteristiche meccaniche e quindi dovrà essere posta particolare cura in corrispondenza di ciascun intervento nella predisposizione delle opere di drenaggio / regimazione delle acque superficiali e profonde.

Tutte le opere di sostegno dovranno essere dotate di drenaggi tipo barbacani o tipo sub orizzontali, disposti su più file.

Le planimetrie e sezioni di progetto mostrano la posizione delle varie opere previste.

Alcune tratti delle scarpate stradali, a seguito della riprofilatura in progetto necessitano di interventi di consolidamento con reti in aderenza per scongiurare futuri crolli di materiale lapideo sulla sede stradale.

Sono previsti rispettivamente:

- la realizzazione di disgaggi di eventuali blocchi o porzioni in roccia a stabilità critica da realizzare con personale specializzato e con l'ausilio di leve e, dove necessario, di attrezzature idrauliche ad alta pressione quali martinetti ed allargatori
- la chiodatura di alcuni blocchi la cui rimozione comprometterebbe la stabilità di settori di versante prossimi alla sede stradale.
- il rivestimento delle scarpate in roccia affiorante ove presente ed in condizione di elevata scistosità / fratturazione; la lavorazione prevede la

posa di rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale, da sistemare in aderenza sulla scarpata a monte della sede stradale.

- Si prevede inoltre in corrispondenza dei principali riporti la risagomatura con l'adozione di opere di ingegneria naturalistica quali palizzate singole e posa di geosintetici di consolidamento e antierosivi, con inerbimento per la protezione da fenomeni erosivi.
- In corrispondenza della rete idrografica secondaria (linee d'impluvio) dove sono presenti manufatti d'attaversamento (tubazioni) si dovrà prevedere la loro pulizia, la sistemazione dell'imbocco e l'eventuale allungamento a valle fino ad oltrepassare i riporti in progetto di sistemazione delle banchine.
- L'appoggio delle fondazioni delle scogliere in progetto dovrebbe essere realizzato in roccia con gradonatura sub pianeggiante.

11 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'indagine preliminare eseguita ha permesso la valutazione della fattibilità di quanto in progetto, partendo dall'analisi delle tematiche di carattere geomorfologico e geologico - tecnico che interessano il tratto stradale su cui insisteranno le opere.

- Sono state fornite indicazioni al tecnico progettista per una corretta esecuzione dei lavori in modo tale da tener in conto delle problematiche emerse nell'indagine.
- non si segnalano problematiche correlate agli aspetti geologico – tecnici che precludano la fattibilità dei lavori in progetto;
- le opere in progetto non andranno a modificare in senso peggiorativo le situazioni di rischio geologico nell'ambito dei settori considerati ed anzi la situazione finale sarà sempre decisamente migliorativa;

- in generale i lavori di scavo e sbancamento dovranno essere contenuti allo stretto necessario adottando mezzi idonei allo scopo;
- dovranno essere evitati riporti in settori non idonei e rispettare le sezioni di deflusso della rete idrografica esistente, senza quindi creare restringimenti di sezione
- nelle successive fasi progettuali saranno da prevedersi adeguate indagini geognostiche in sito (sondaggi a carotaggio, pozzetti esplorativi e/o geofisica) per consentire un affinamento delle conoscenze necessarie al dimensionamento strutturale degli interventi

In base a quanto fin qui esposto si ritiene fattibile l'intervento a progetto sotto l'aspetto geomorfologico e geologico - tecnico.