



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza Missione 2
Rivoluzione verde e transizione ecologica
Componente 4 Tutela del territorio e della risorsa idrica
Investimento 2.2 Interventi per la resilienza, la
valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei
Comuni

COMUNE DI VALBREVENNA



COMUNE VALBREVENNA
Città Metropolitana di Genova
Località Molino Vecchio, 13
16010 - Valbrevenna (GE)

Oggetto:

Progetto definitivo ed esecutivo
lavori di messa in sicurezza della
viabilità pubblica con cedimenti
della carreggiata e priva di
protezione a valle

Titolo elaborato:

Relazione Geologica

Data: 05/08/2022

Elaborato n.: **PE-AR-R02**

data	descrizione
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

Progetto architettonico e strutture :

architetto LUCA DIDONNA

Sal. di San Matteo 23/2 - 16123 Genova
e.mail: l_didonna@libero.it

Geologo :

geologo MATTEO DEL MASTRO

Via Antonietta Massuccone Mazzini 42A/6
16162 - Genova - GE
e.mail: matteo.delmastro@libero.it

Sommario

1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
2	PREMESSE.....	4
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	5
4	VARIANTE AL PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI GENOVA CON VALORE ED EFFETTI DEL PIANO DI BACINO PER LA PARTE DI TERRITORIO COMPRESA NEL BACINO DEL FIUME PO'.....	6
5	RETICOLO IDROGRAFICO REGIONALE – REGOLAMENTO REGIONALE 3/2011	17
6	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	25
7	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	29
7.1	Caratterizzazione della coltre di copertura (tutti gli interventi).....	29
7.2	Caratterizzazione Ammasso Roccioso	33
7.2.1	Premesse.....	33
7.2.2	Intervento 1 - Ternano	33
7.2.3	Intervento 2 - Gorra.....	37
7.2.4	Intervento 4 - Nenzo.....	41
7.2.5	Intervento 5 - Caserza.....	45
7.2.6	Intervento 7 - Cavarezza	49
7.2.7	Intervento 9 - Baio.....	53
7.2.8	Intervento 10 - Cannerosse.....	57
7.2.9	Intervento 8 - Tonno	61
8	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	65
8.1	Premesse.....	65
8.2	Vita Nominale, Classi d'Uso e Periodo di Riferimento dell'opera.....	76
8.2.1	Vita Nominale di Progetto.....	76
8.2.2	Classe d'uso	76
8.2.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica	77
8.2.4	Amplificazione Stratigrafica e topografica	78
8.3	Azione sismica	81
9	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	87
9.1	Premesse.....	87
9.2	Modellazione geologica e stratigrafia sitospecifica.....	88
9.3	Opere di contenimento	88

9.3.1	Interventi 2,5,10.....	88
9.3.2	Interventi 1,7,9,12.....	89
9.3.3	Intervento 5.....	89
9.4	Regimazione idrica.....	89

1 Riferimenti Normativi

- ✓ **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018** – Norme tecniche per le costruzioni - pubblicate sulla Serie Generale Gazzetta Ufficiale del 20 febbraio 2018
- ✓ **Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7** - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. Gazzetta Ufficiale 11/2/2019, n. 35 - Suppl. ord. n. 5.
- ✓ **Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, allegato al voto n. 36 del 27 Luglio 2007** - Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.
- ✓ **Eurocodice 8** (1998). Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- ✓ **Eurocodice 7.1** (1997). Progettazione geotecnica – Parte I: Regole generali. UNI.
- ✓ **Eurocodice 7.2** (2002). Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita di prove di laboratorio. UNI.
- ✓ **Eurocodice 7.3** (2002). Progettazione geotecnica – Parte III: Progettazione assistita con prove in sito. UNI.
- ✓ **Regio Decreto n. 3267 del 30 Dicembre 1923.** - Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.
- ✓ **Deliberazione della Giunta Regione Liguria n. 878 del 04 Agosto 2006.** - Criteri per l'utilizzo e la gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi del comma 1 dell'art. 16 della Legge Regionale. 38/98.
- ✓ **Legge Regionale n. 4 del 22 Gennaio 1999.** Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico. Bollettino Ufficiale della Regione Liguria n.3/99.
- ✓ **Legge Regionale n. 22 del 16 Aprile 1984 - Legge forestale regionale. Pubblicata** sul Bollettino Ufficiale della Regione Liguria n.19 del 9 Maggio 1984 e relativa **Circolare Regione Liguria prot. n. 57382/91.**
- ✓ **Accordo di Pianificazione ai sensi dell'art. 57 della L.R. 36/1997 tra Autorità di bacino del fiume Po Regione Liguria e Provincia di Genova.** Variante al Piano Territoriale di Coordinamento Paesaggistico della Provincia di Genova con

valore ed effetti del Piano di Bacino per la parte del Territorio provinciale compresa nel Bacino del Fiume Po.

2 Premesse

Su mandato dell'amministrazione comunale del Comune di Valbrevenna, tramite il progettista Arch. Luca Di Donna, il sottoscritto Dott. Matteo Del Mastro, iscritto all'Ordine Professionale dei Geologi della Liguria con il n° 518/AP, ha eseguito in base alla normativa vigente (si veda **Cap. 1**) la relazione geologica inerente alle *“opere strutturali relative alla messa in sicurezza della viabilità pubblica che presenta situazioni di pericolo in quanto priva di protezioni a valle o con presenza di cedimenti della carreggiata - Comune di Valbrevenna”*. In particolare sono previsti n. 8 interventi, localizzati nelle seguenti frazioni:

- **Intervento 1** frazione di Ternano;
- **Intervento 2** frazione di Gorra;
- **Intervento 4** frazione di Nenno Casà;
- **Intervento 5** frazione di Caserza;
- **Intervento 7** frazione di Clavarezza;
- **Intervento 9** frazione di Baio;
- **Intervento 10** frazione di Cannerosse;
- **Intervento 12** frazione di Tonno.

Scopo del presente lavoro è la caratterizzazione delle condizioni geologiche dei comparti al fine di fornire al progettista i parametri geotecnici e geomeccanici di input per le successive fasi di progettazione. Le indagini di superficie e le prove penetrometriche eseguite sono pertanto state mirate alla caratterizzazione della stratigrafia sitospecifica e alla determinazione dei parametri geotecnici degli orizzonti litotecnici individuati.

Al fine di accertare la compatibilità dell'intervento con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geomeccaniche del sito, si è proceduto ad un'analisi di dettaglio secondo il seguente percorso:

- ricognizione preliminare al fine di prendere visione dello stato dei luoghi e raccogliere la documentazione occorrente;
- ricerca bibliografica relativa alle caratteristiche geologiche del sito;
- esame dei documenti tecnici e delle normative di attuazione contenute nella *Variante al Piano Territoriale di coordinamento della Provincia di Genova* con

valore ed effetti del piano di bacino per la parte di territorio compresa nel bacino del fiume Po’;

- rilevamento geologico-tecnico delle aree in studio al fine di accertare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geomeccaniche, stimare gli spessori delle coltri di copertura presenti e determinare la profondità del substrato roccioso.

La fase finale è consistita nella rielaborazione di quanto emerso dalle indagini svolte e nella stesura della presente relazione geologica.

3 Inquadramento Geografico e Descrizione Dell’Intervento

Le aree oggetto di intervento sono ubicate in *Val Brevenna*, valle minore della *Valle Scrivia*, in prossimità delle località precedentemente citate, che rientrano tutte a livello amministrativo nel *Comune di Valbrevenna*.

Gli interventi hanno le seguenti coordinate:

1. **Intervento 1** frazione di Ternano - **Coordinate ED50 LAT 44,541129° - LONG 9,027435° - quota = 505 m s.l.m.**
2. **Intervento 2** frazione di Gorra - **Coordinate ED50 LAT 44,537639° - LONG 9,030720° - quota = 615 m s.l.m.)**
3. **Intervento 4** frazione di Nenno - **Coordinate ED50 LAT 44,561829° - LONG 9,028918° - quota = 625 m s.l.m.)**
4. **Intervento 5** frazione di Caserza - **Coordinate ED50 LAT 44, 558129° - LONG 9,043154° - quota = 730 m s.l.m.)**
5. **Intervento 7** frazione di Clavarezza - **Coordinate ED50 LAT 44,567033° - LONG 9,064961° - quota = 805 m s.l.m.)**
6. **Intervento 9** frazione di Baio - **Coordinate ED50 LAT 44,556354 ° - LONG 9,069056° - quota = 545 m s.l.m.)**
7. **Intervento 10** frazione di Cannerosse - **Coordinate ED50 LAT 44,549752° - LONG 9,086973° - quota = 645 m s.l.m.)**
8. **Intervento 12** frazione di Tonno - **Coordinate ED50 LAT 44,573049° - LONG 9,118344° - quota = 900 m s.l.m.)**

Gli interventi previsti sono finalizzati alla riduzione della vulnerabilità dei tratti di viabilità oggetto di intervento che presentano molto frequentemente cedimenti della sede stradale principalmente imputabili alle modalità realizzative ed alla mancanza di adeguate opere per la stabilizzazione del lato di valle delle strade, impostato sempre su terreni di riporto. In particolare nelle situazioni di maggiore criticità e nei tratti

interessati da un traffico più sostenuto, in accordo con il progettista e tenuto conto degli importi a disposizione dell'amministrazione comunale, sono stati previsti interventi di maggiore impatto sia sotto il profilo tecnico che economico (messa in opera di cordoli fondati su micropali); nei tratti di viabilità ove le problematiche sono meno rilevanti e la strada interessata da traffico meno sostenuto sono previste stabilizzazioni del lato di valle della sede stradale con opere di ingegneria naturalistica (messa in opera di palificate a doppia parete).

In particolare, in sintesi, gli interventi previsti prevedono:

1) **Cordoli fondati su micropali:**

- **Intervento 1**
- **Intervento 7**
- **Intervento 9**
- **Intervento 12**

2) **Palificate a doppia parete**

- **Intervento 2**
- **Intervento 4**
- **Intervento 10**

Per il solo **Intervento 5** è previsto il placcaggio del muro a contenimento della piazza dell'abitato di Caserza, con barre dywidag.

4 Variante al Piano Territoriale di coordinamento della provincia di Genova con valore ed effetti del piano di bacino per la parte di territorio compresa nel bacino del fiume Po'.

All' **Art. 2** "Obiettivo della Variante" (Pai Po' art. 1c3) il testo della variante riporta: "La VBP persegue l'obiettivo di integrare la pianificazione generale del territorio attribuita al livello provinciale con la pianificazione territoriale di settore propria del piano di bacino, conformando le funzioni insediative, infrastrutturali e di fruizione, come definite dalla pianificazione territoriale per l'ambito territoriale di riferimento, con le caratteristiche idrauliche e idrogeologiche, intese come fattori strutturali del territorio, secondo livelli di sicurezza adeguati, rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e

idrogeologico, attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali, il riassetto degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni, il recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate.”

All’ **Art. 6** ”Limitazioni alle attività di trasformazione e d’uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico” [PAI Po art. 9], comma 1 la variante inoltre riporta:

Le aree interessate da fenomeni di dissesto sono classificate come segue, in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici:

franosità:

- Fa, aree interessate da frane attive (pericolosità molto elevata),
 - Acr, aree o settori di versante soggetti a fenomeni di crollo (pericolosità molto elevata),
 - Fq, aree interessate da frane quiescenti - (pericolosità elevata),
 - Fs, aree interessate da frane stabilizzate - (pericolosità media o moderata),
 - DGPV, aree soggette a deformazioni gravitative profonde di versante - (pericolosità moderata),
 - Fd, aree soggette a franosità superficiale diffusa - (pericolosità moderata);
- esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d’acqua:
- Ee, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata,
 - Eb, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata,
 - Em, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata;

trasporto di massa sui conoidi:

- Ca, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità molto elevata),
- Cp, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità elevata),
- Cn, aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa (pericolosità media o moderata);

Le limitazioni all’attività edificatoria conseguenti a tale classificazione sono indicate nelle Norme di Attuazione e specificate per ogni categoria. **Nessuno degli interventi ricade all’interno di aree in frana perimetrate e non sono pertanto presenti limitazioni all’attività edificatoria e/o altre limitazioni.** Si ricorda inoltre che la zona

è soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi dell'art. 36 comma 1 L.R. 4/99. Si farà quindi riferimento a quanto disposto dalla L.R. 22/84 e relativa Circolare R.L. n° 57382/91.

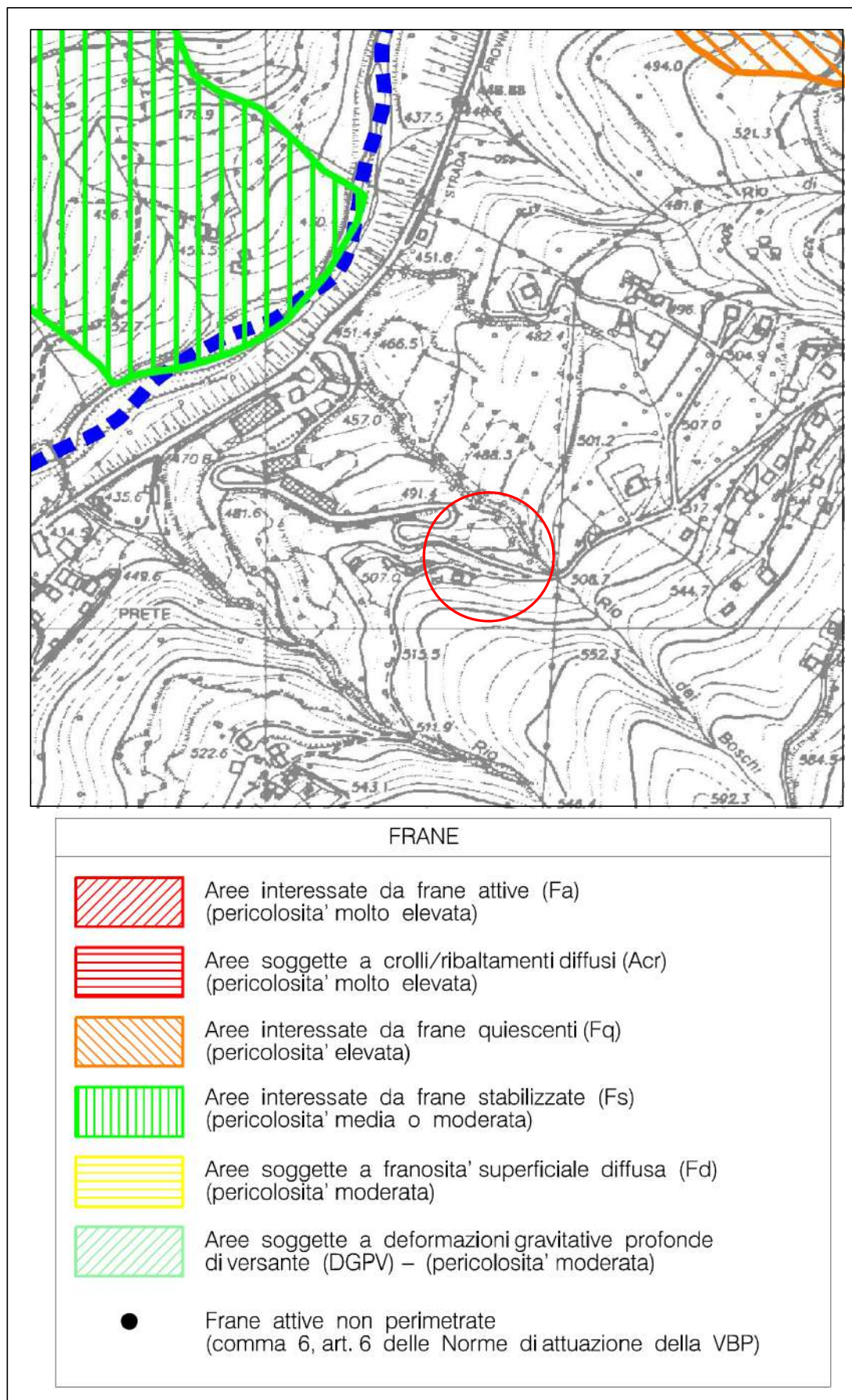


Fig. 4.1 Stralcio tavola T2 Carta dei Dissesti allegata alla variante PTC denominata VBP Bacini Padani. Intervento 1 Ternano

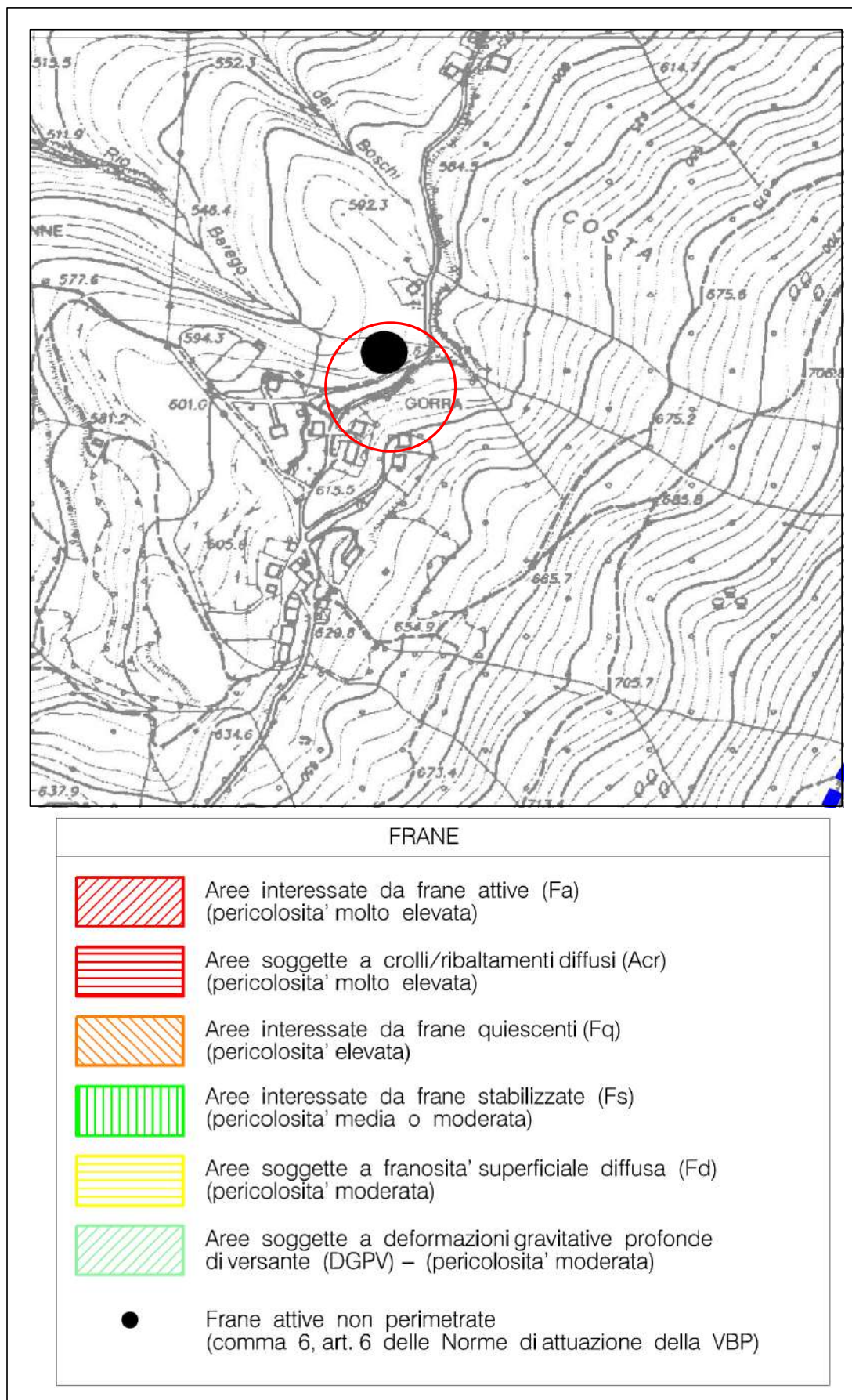


Fig. 4.2 Stralcio tavola T2 Carta dei Dissesti allegata alla variante PTC denominata VBP Bacini Padani. Intervento 2 Gorra

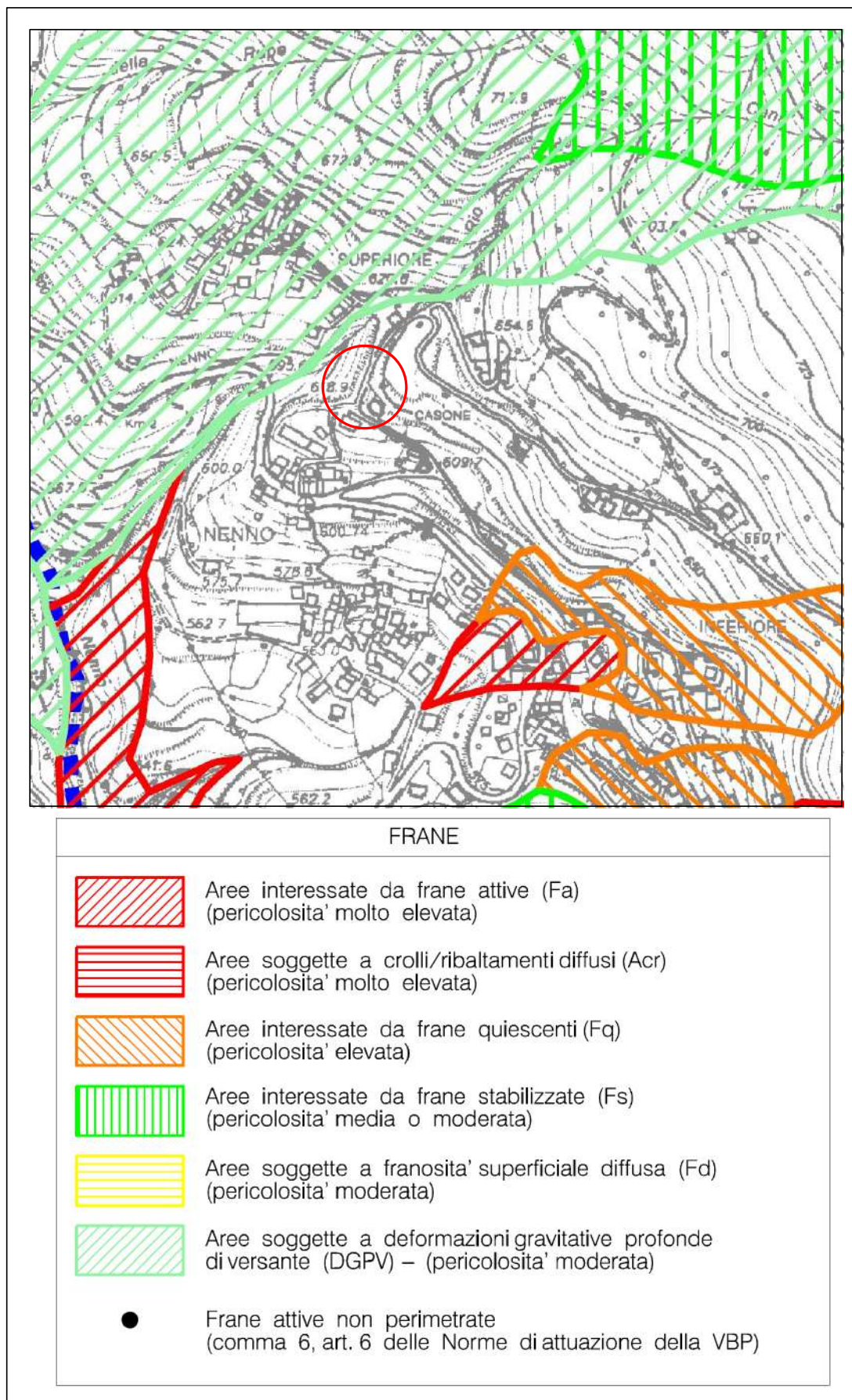


Fig. 4.3 Stralcio tavola T2 Carta dei Dissesti allegata alla variante PTC denominata VBP Bacini Padani. Intervento 4 - NENNO

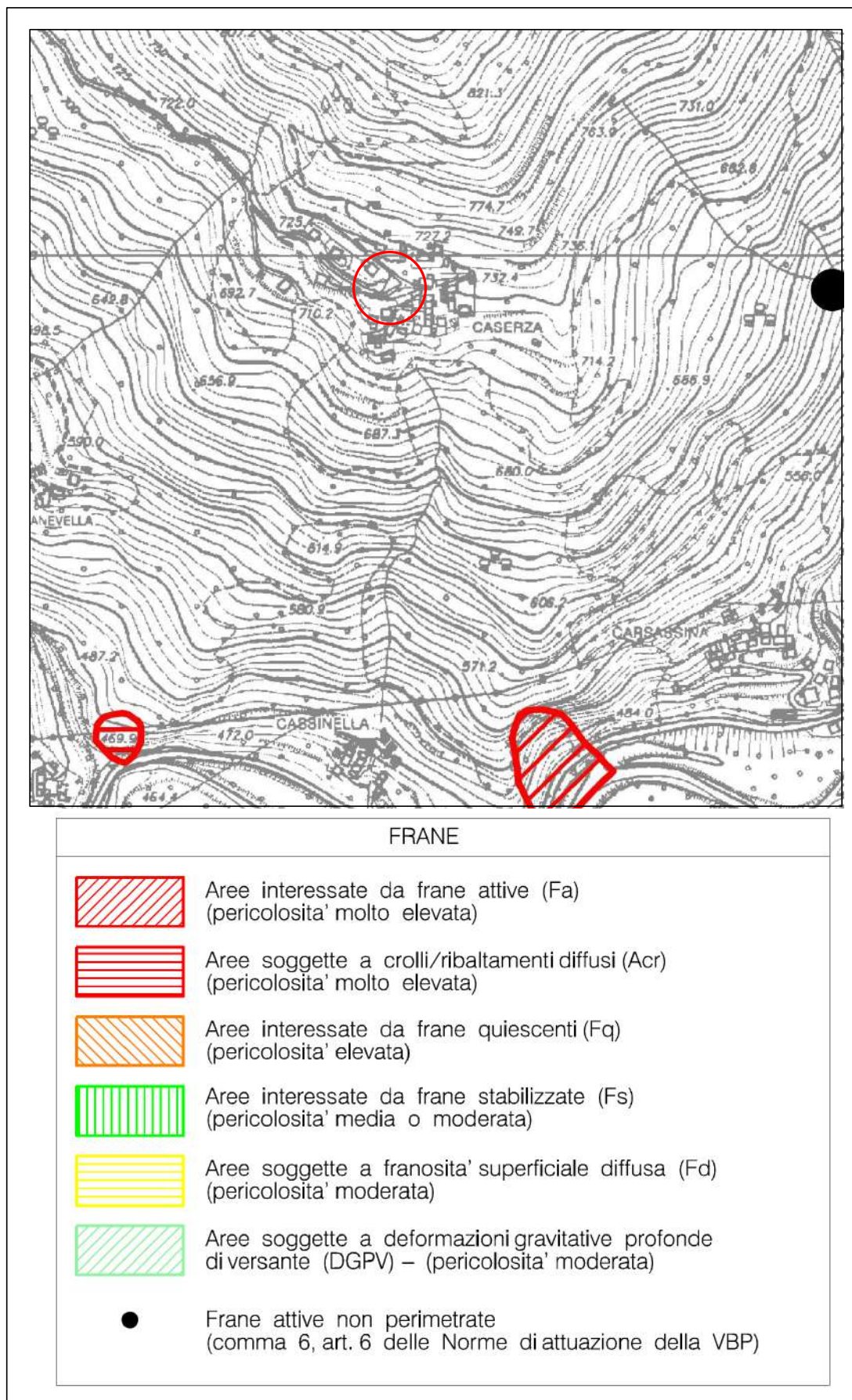


Fig. 4.4 Stralcio tavola T2 Carta dei Dissesti allegata alla variante PTC denominata VBP Bacini Padani. Intervento 5 - Caserza

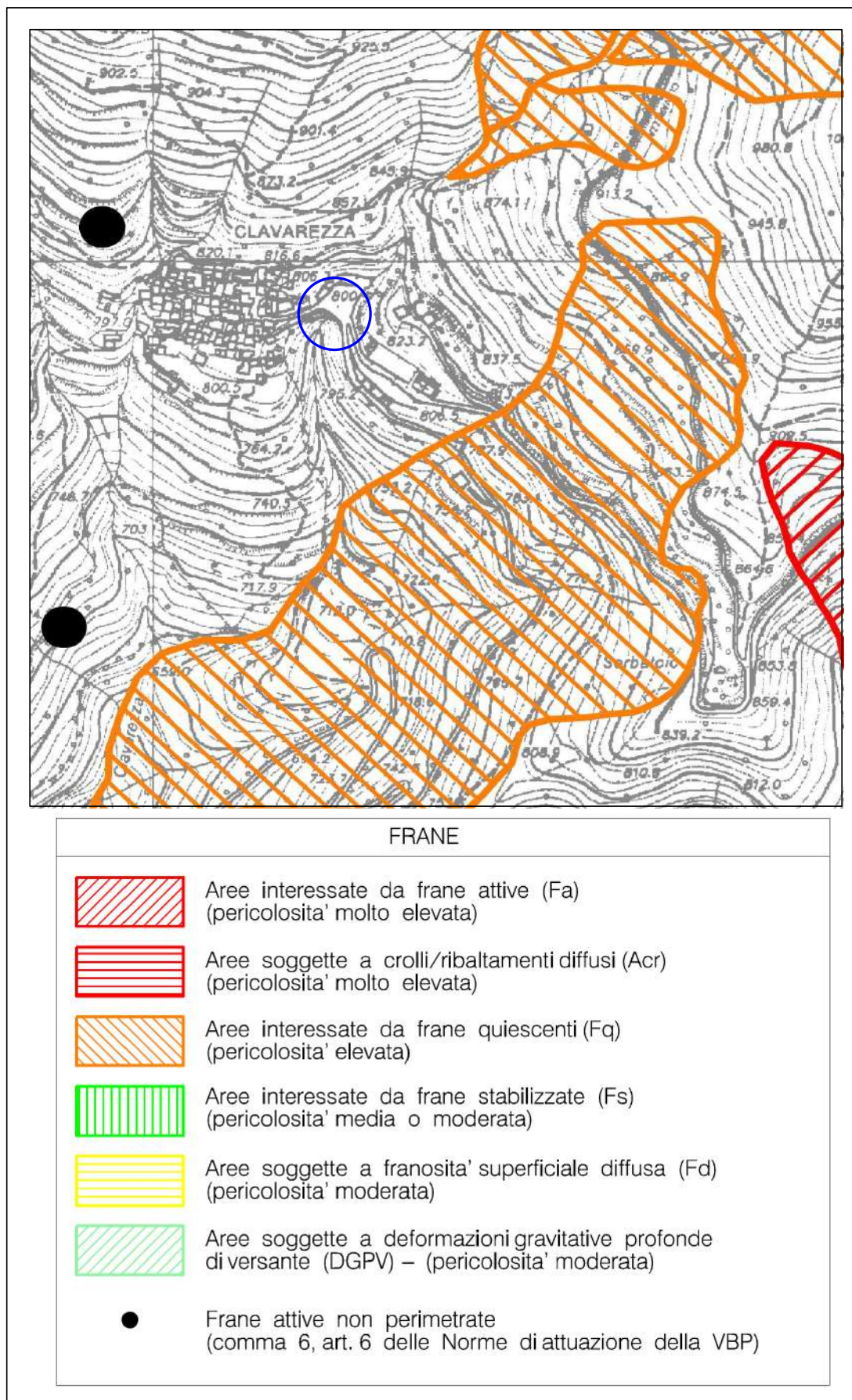


Fig. 4.5 Stralcio tavola T2 Carta dei Dissesti allegata alla variante PTC denominata VBP Bacini Padani. Intervento 7 - Clavarezza

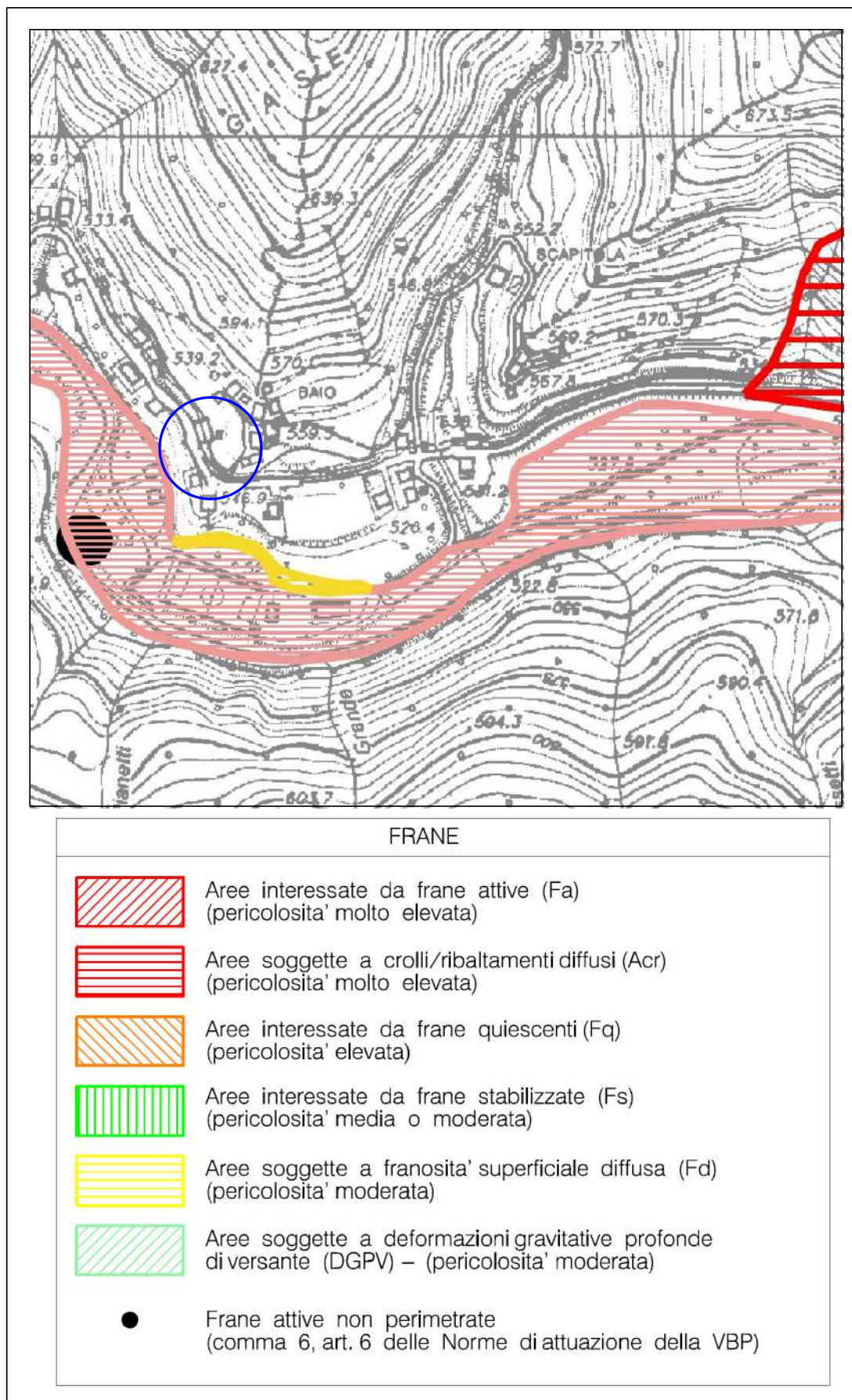


Fig. 4.6 Stralcio tavola T2 Carta dei Dissesti allegata alla variante PTC denominata VBP Bacini Padani. Intervento 9 Baio

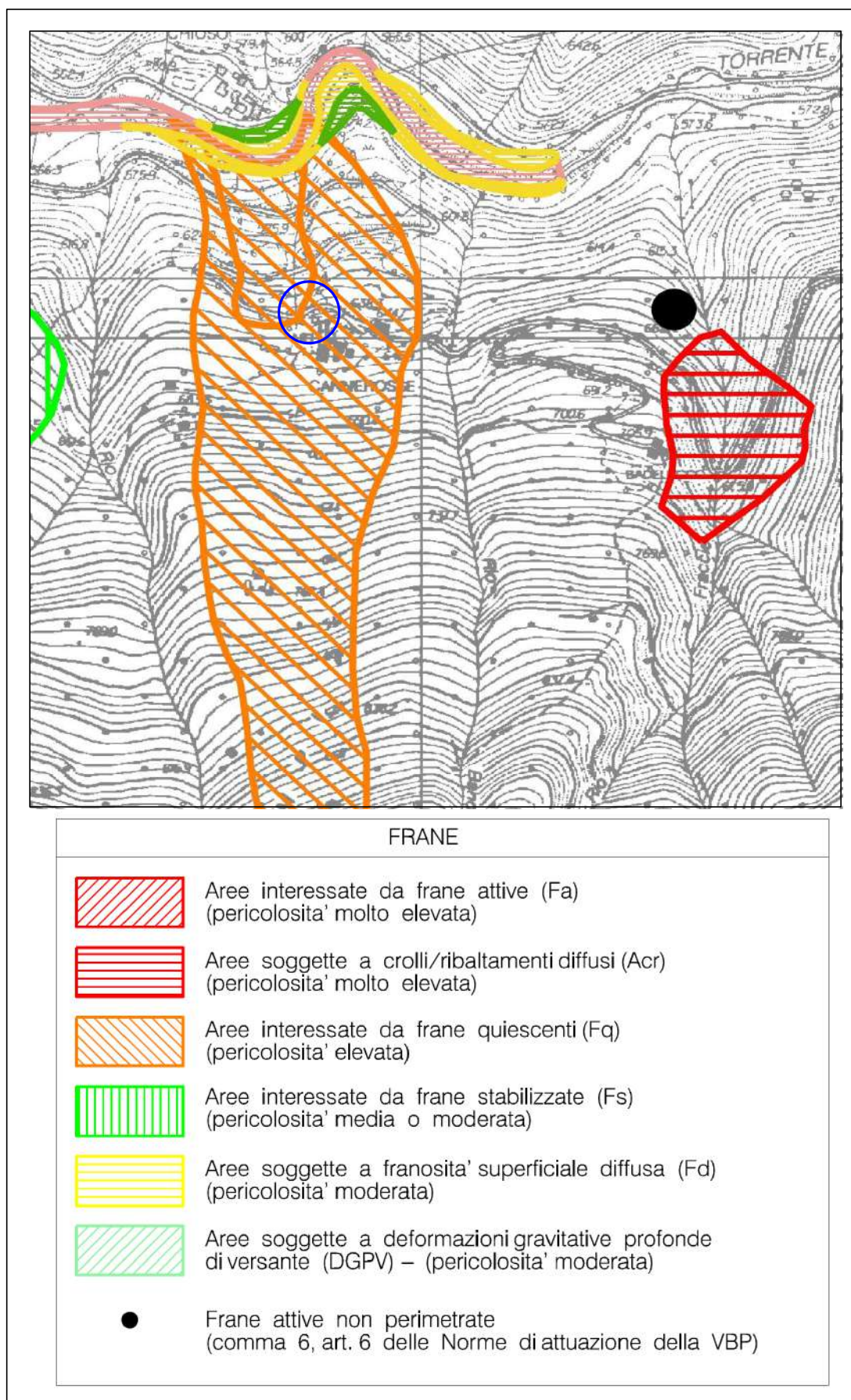


Fig. 4.7 Stralcio tavola T2 Carta dei Dissesti allegata alla variante PTC denominata VBP Bacini Padani. Intervento 10 Cannerosse

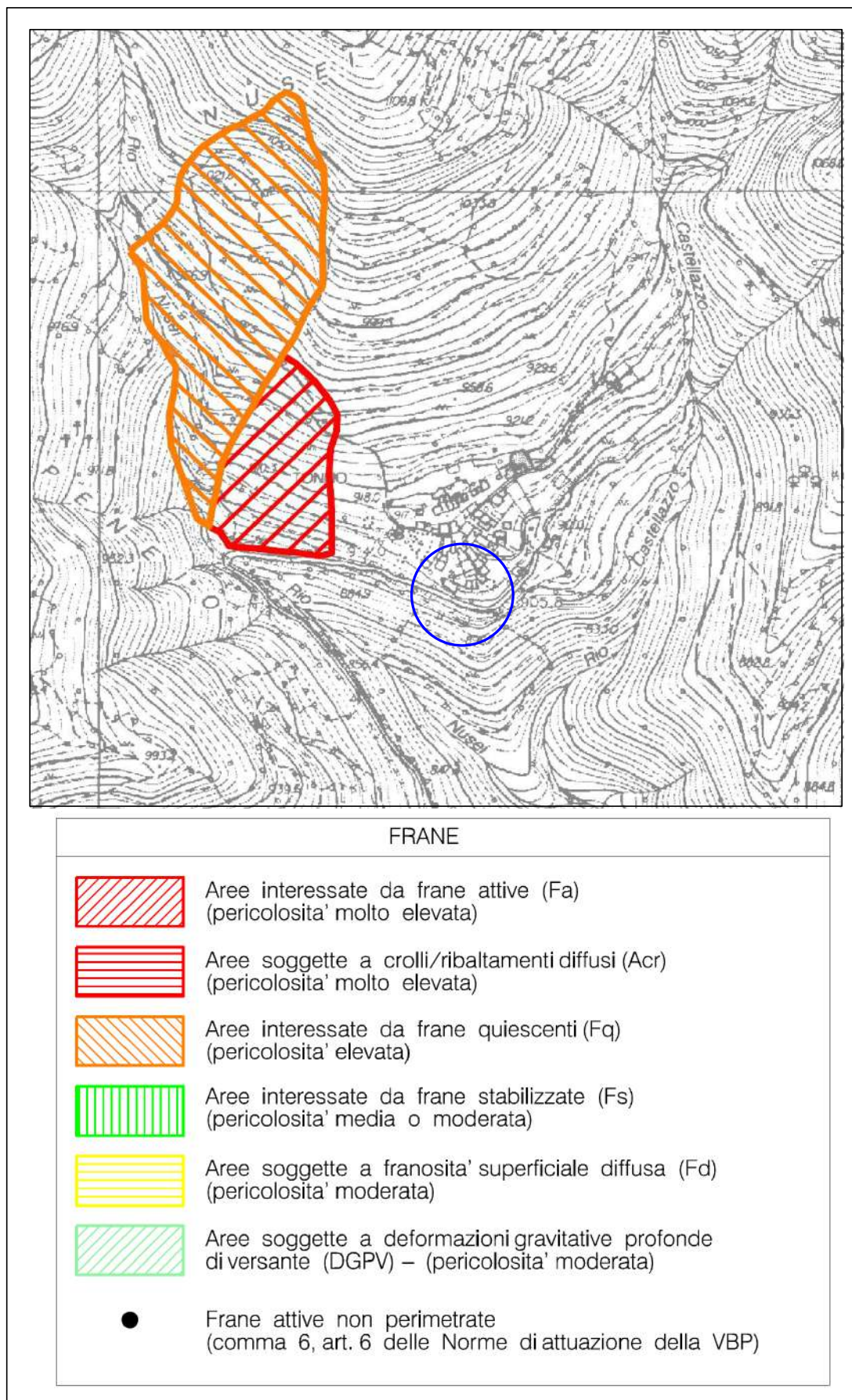


Fig. 4.8 Stralcio tavola T2 Carta dei Dissesti allegata alla variante PTC denominata VBP Bacini Padani. Intervento 12 - Tonno

5 Reticolo Idrografico Regionale – Regolamento Regionale 3/2011

La Giunta Regionale ligure, con deliberazione n. 507 del 21 giugno 2019, ha adottato la nuova cartografia aggiornata del reticolo idrografico regionale ai sensi dell'art. 91 della l.r. 18/1999, alla scala 1:10000.

Tale cartografia tiene conto della valutazione delle osservazioni e segnalazioni pervenute a seguito della prima adozione ex DGR 1449/2012, e, nelle more della sua definitiva approvazione, costituisce il nuovo riferimento cartografico univoco a livello regionale, comportando il superamento della cartografia precedentemente adottata con la stessa DGR 1449/2012

Intervento 1: Relativamente al caso specifico non è da evidenziare la presenza di rivi contrassegnati negli immediati intorno dell'area di intervento 1. La zona di intervento è pertanto totalmente esterna alle fasce di inedificabilità assoluta e/o tutela dei corsi d'acqua.



Fig. 5.1: stralcio reticolo regionale Liguria. DGR n. 507 del 21 giugno 2019. Dettaglio da interfaccia cartografica regione Liguria.

Intervento 2: Relativamente al caso specifico non è da evidenziare la presenza di rivi contrassegnati negli immediati intorno dell'area di intervento 2. La zona di intervento è pertanto totalmente esterna alle fasce di inedificabilità assoluta e/o tutela dei corsi d'acqua.

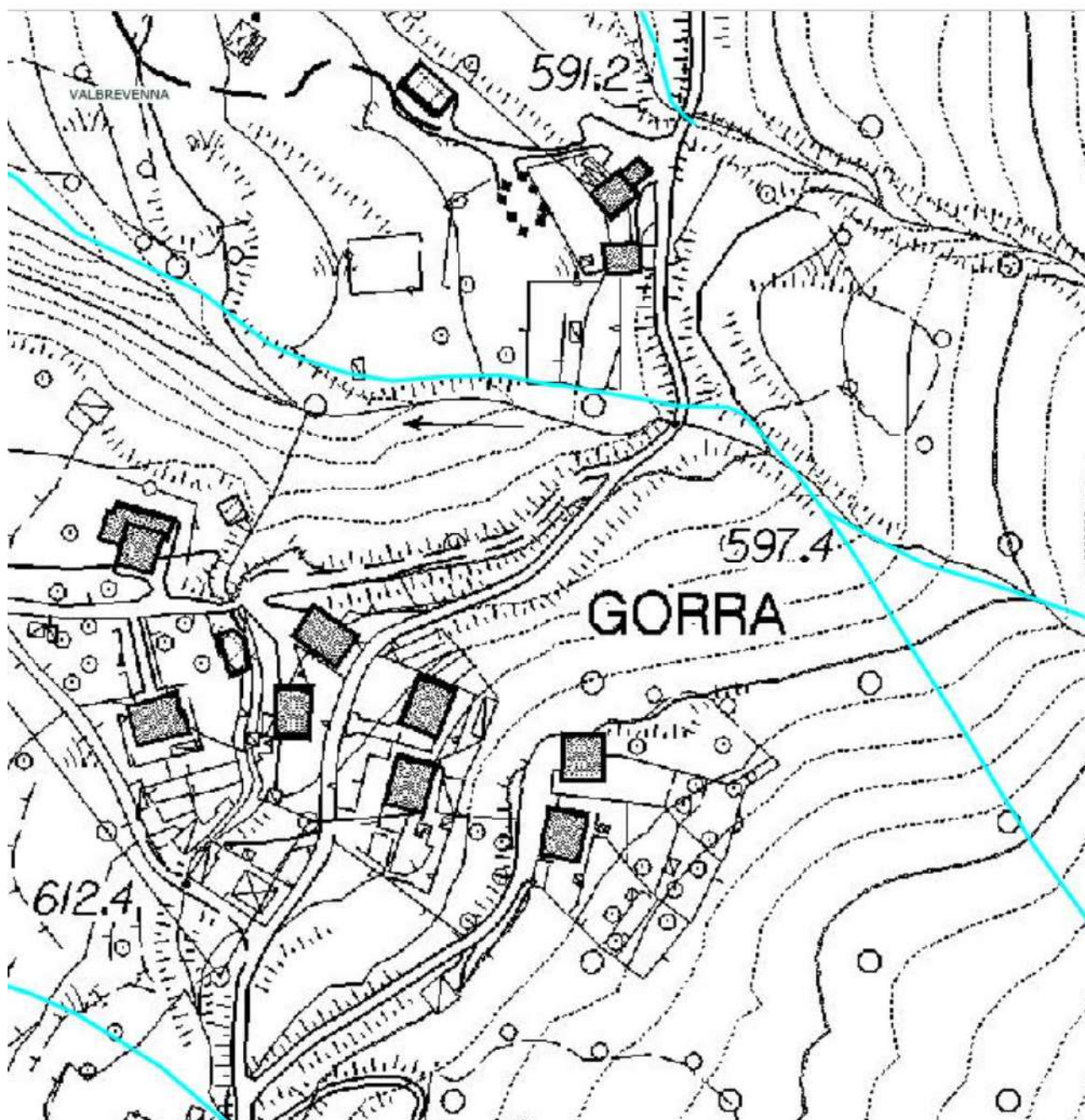


Fig. 5.2: stralcio reticolo regionale Liguria. DGR n. 507 del 21 giugno 2019. Dettaglio da interfaccia cartografica regione Liguria.

Intervento 4: Relativamente al caso specifico non è da evidenziare la presenza di rivi contrassegnati negli immediati intorni dell'area di intervento 4. La zona di intervento è pertanto totalmente esterna alle fasce di inedificabilità assoluta e/o tutela dei corsi d'acqua.

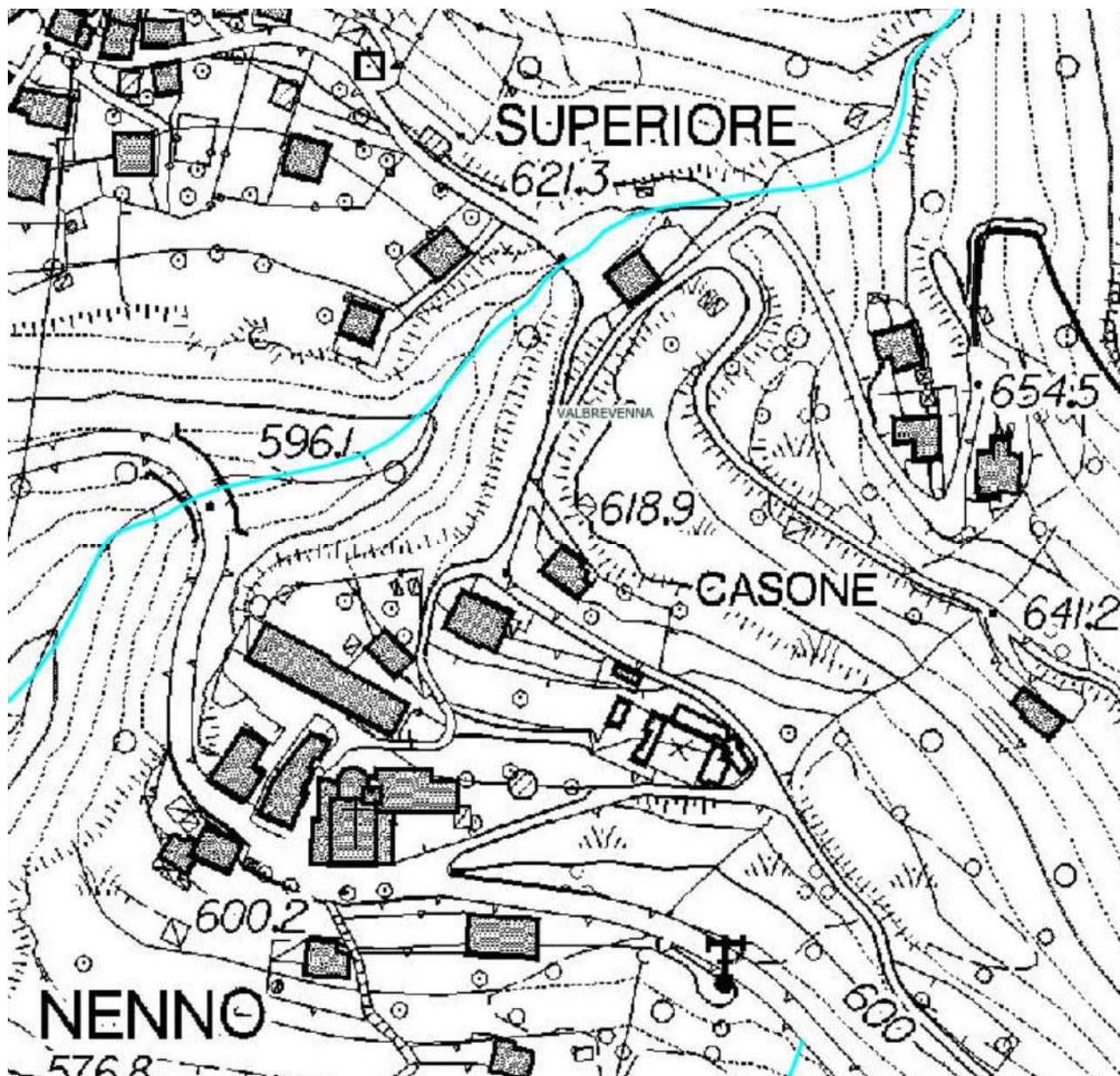


Fig. 5.3: stralcio reticolo regionale Liguria. DGR n. 507 del 21 giugno 2019. Dettaglio da interfaccia cartografica regione Liguria.

Intervento 5: Relativamente al caso specifico non è da evidenziare la presenza di rivi contrassegnati negli immediati intorno dell'area di intervento 5. La zona di intervento è pertanto totalmente esterna alle fasce di inedificabilità assoluta e/o tutela dei corsi d'acqua.

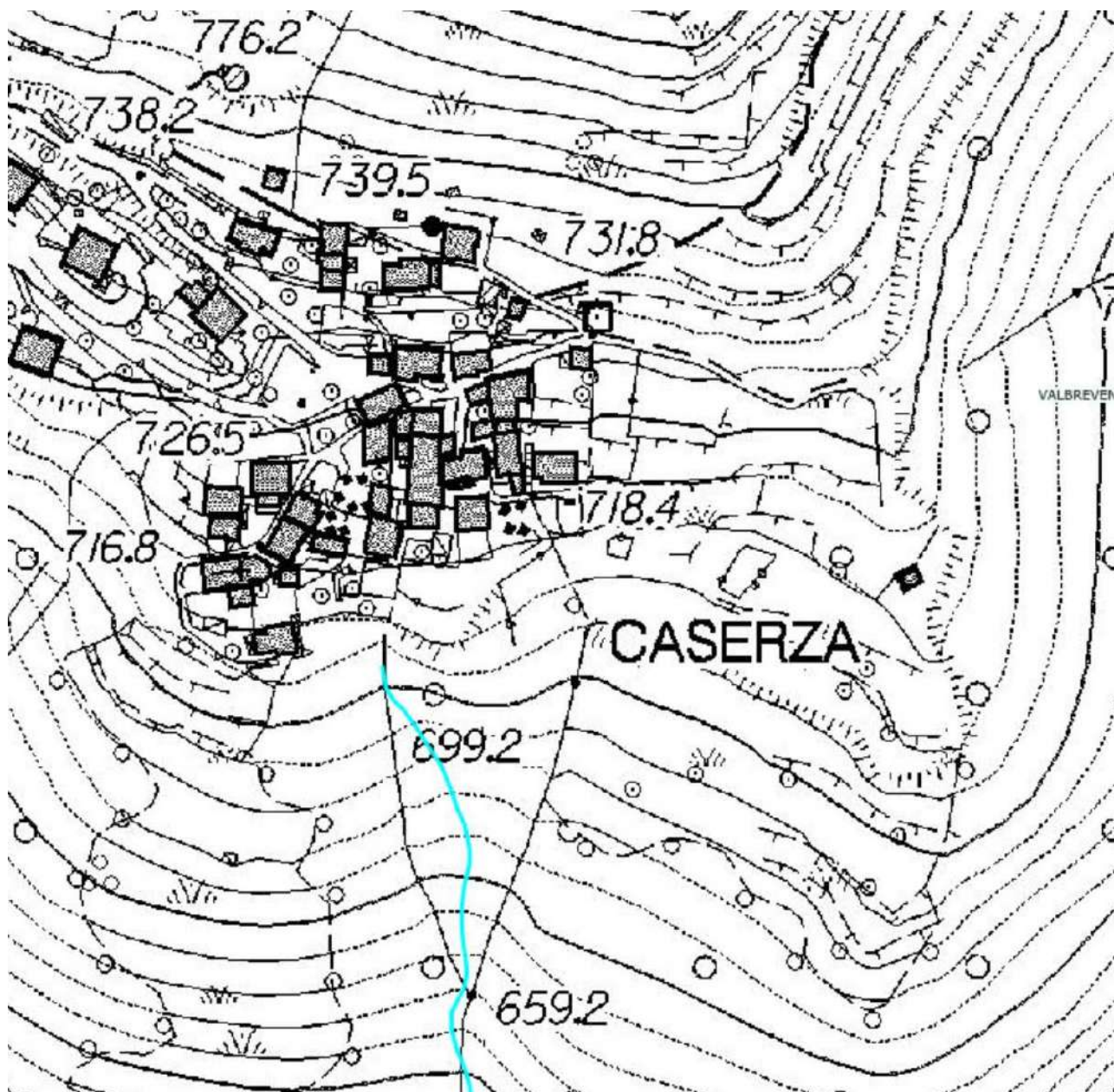


Fig. 5.4: stralcio reticolo regionale Liguria. DGR n. 507 del 21 giugno 2019. Dettaglio da interfaccia cartografica regione Liguria.

Intervento 7: Relativamente al caso specifico è da evidenziare la presenza di un rivo contrassegnato e appartenente al reticolo idrografico di secondo livello. E' pertanto presente una fascia di inedificabilità assoluta di 10 metri. Tuttavia l'intervento previsto non altera in alcun modo la sezione idraulica (tombinatura esistente) ne la morfologica esterna trattandosi di un consolidamento con un cordolo su micropali.

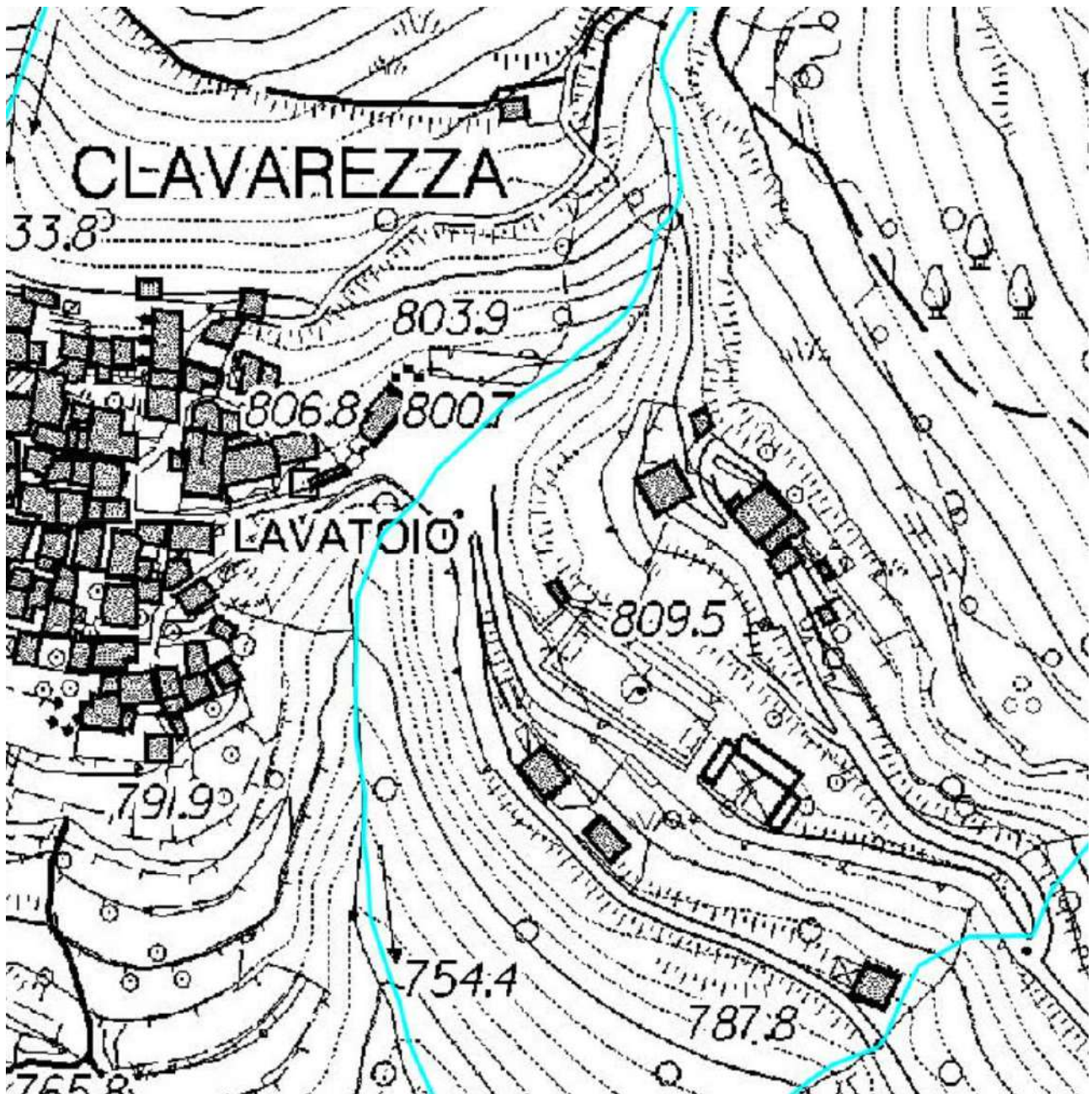


Fig. 5.5: stralcio reticolo regionale Liguria. DGR n. 507 del 21 giugno 2019. Dettaglio da interfaccia cartografica regione Liguria.

Intervento 9: Relativamente al caso specifico non è da evidenziare la presenza di rivi contrassegnati negli immediati intorno dell'area di intervento 9. La zona di intervento è pertanto totalmente esterna alle fasce di inedificabilità assoluta e/o tutela dei corsi d'acqua.

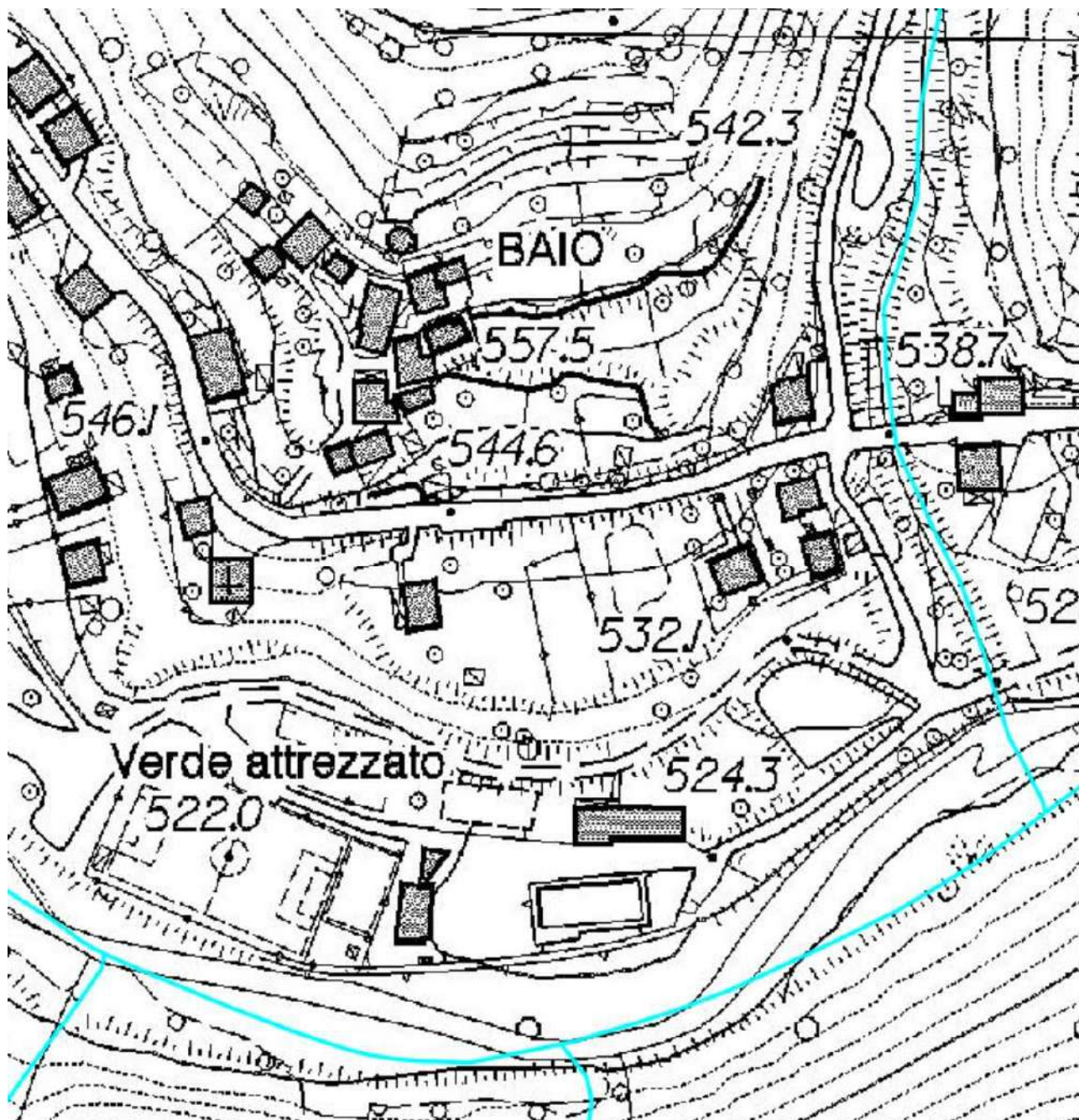


Fig. 5.6: stralcio reticolo regionale Liguria. DGR n. 507 del 21 giugno 2019. Dettaglio da interfaccia cartografica regione Liguria.

Intervento 10: Relativamente al caso specifico non è da evidenziare la presenza di rivi contrassegnati negli immediati intorno dell'area di intervento 10. La zona di intervento è pertanto totalmente esterna alle fasce di inedificabilità assoluta e/o tutela dei corsi d'acqua.

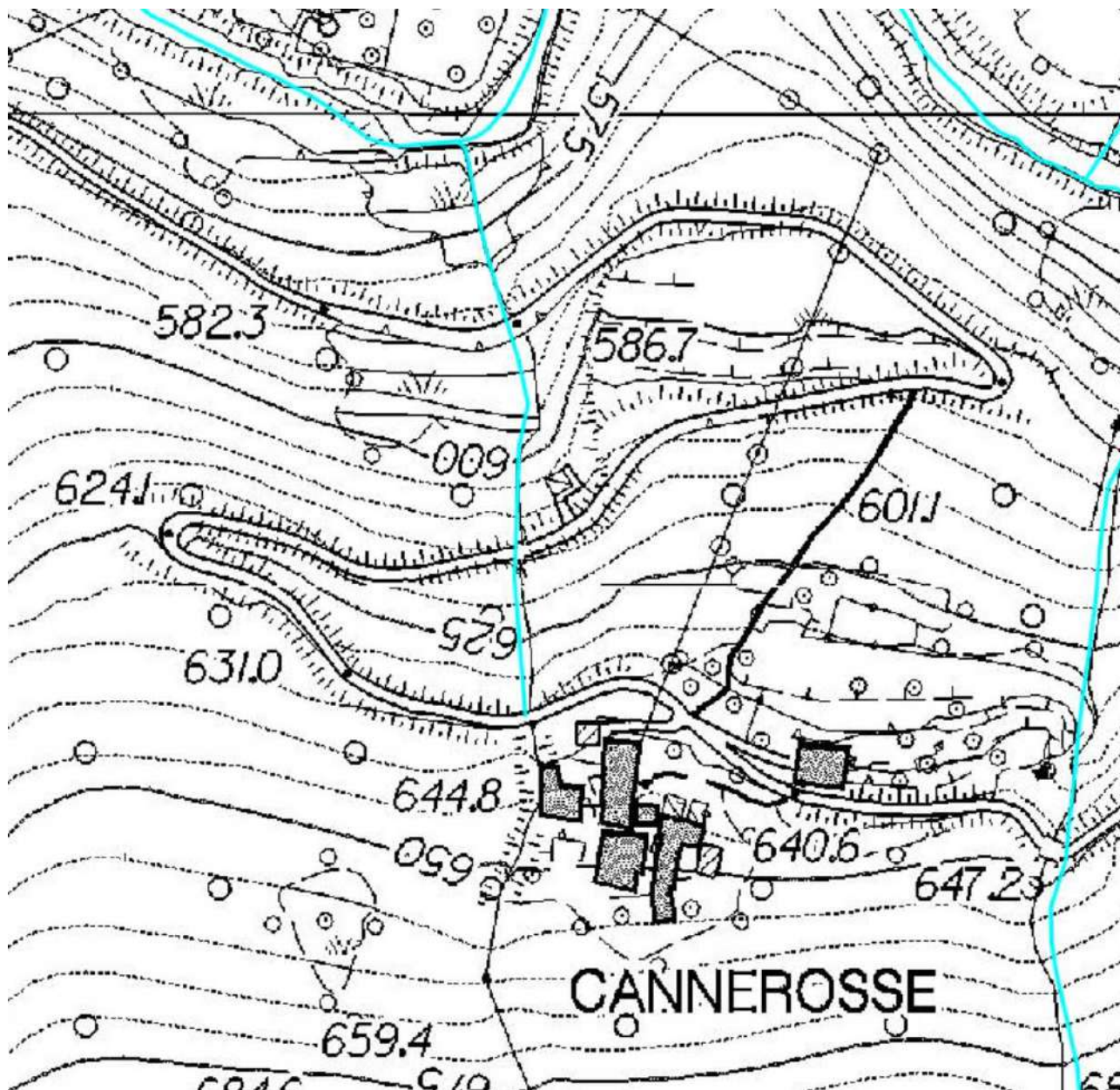


Fig. 5.7: stralcio reticolo regionale Liguria. DGR n. 507 del 21 giugno 2019. Dettaglio da interfaccia cartografica regione Liguria.

Intervento 12: Relativamente al caso specifico non è da evidenziare la presenza di rivi contrassegnati negli immediati intorno dell'area di intervento 12. La zona di intervento è pertanto totalmente esterna alle fasce di inedificabilità assoluta e/o tutela dei corsi d'acqua.

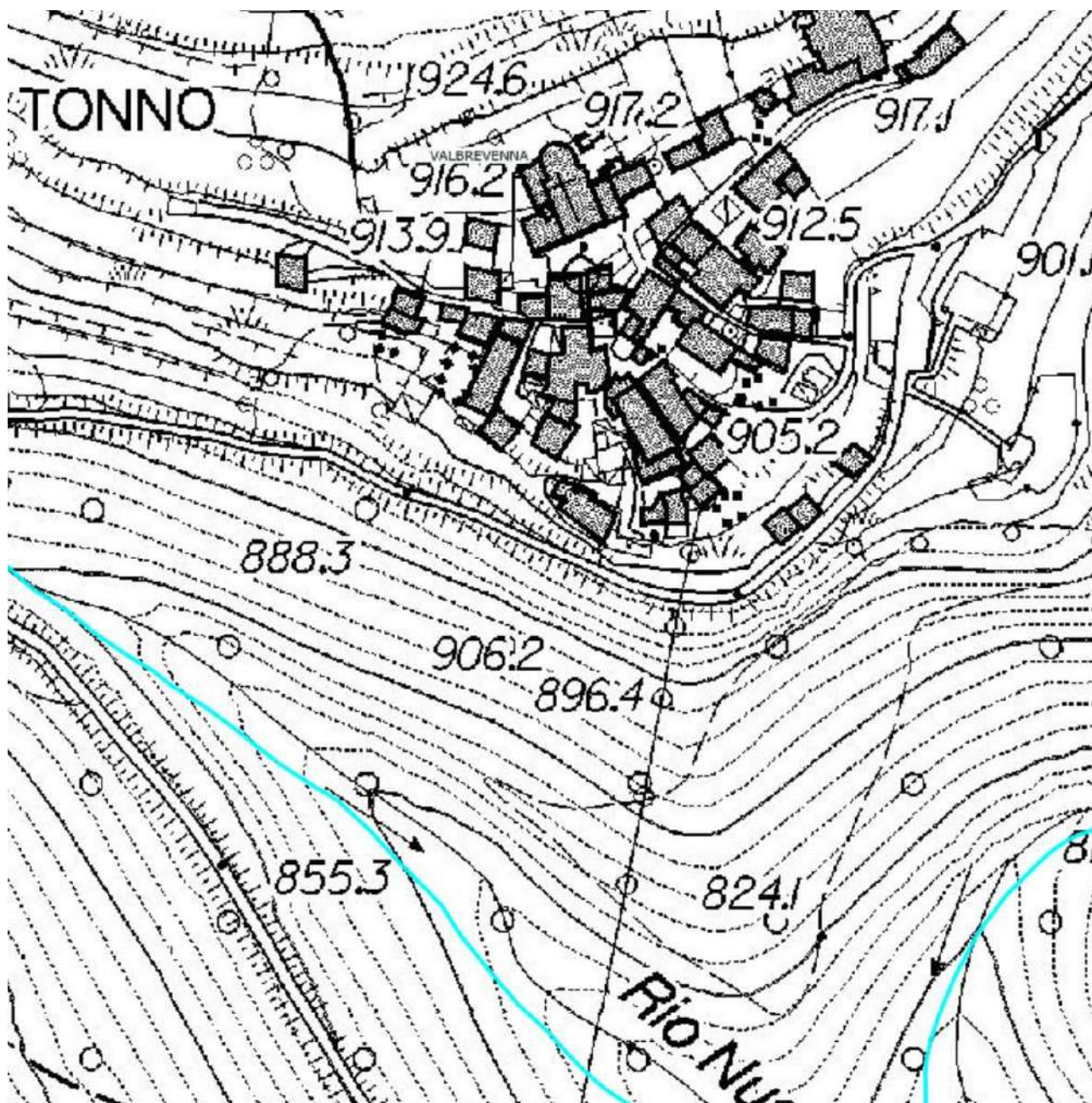


Fig. 5.8: stralcio reticolo regionale Liguria. DGR n. 507 del 21 giugno 2019. Dettaglio da interfaccia cartografica regione Liguria.

6 Caratterizzazione Geologica, Geomorfologica e Idrogeologica

È stato possibile rilevare in più occorrenze il substrato roccioso che affiora in maniera piuttosto diffusa, e soprattutto in corrispondenza delle scarpate a monte della viabilità. Al fine di definire la profondità del substrato roccioso in corrispondenza dei siti di intervento caratterizzati da opere geotecniche più rilevanti (cordoli su micropali), sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche medio-leggere (**Intervento 1 – Ternano; Intervento 9 Baio; Intervento 12 – Tonno**). A causa della natura delle coltri presenti, caratterizzate dalla presenza di trovanti e blocchi calcareo marnosi anche metrici, in un sito la prova penetrometrica non è andata a buon fine ed in accordo con il progettista geotecnico si è quindi fatto ricorso alle conoscenze pregresse delle aree e al rilievo di superficie (**Intervento 7 - Clavarezza**). Le prove sono state eseguite circa in corrispondenza della zona mediana del cordolo.

Per quanto riguarda gli altri interventi (**Intervento 2 – Gorra; Intervento 4 – Nenno Casà; Intervento 5 – Caserza; Intervento 10 – Cannerosse**) viste le condizioni stratigrafiche al contorno ed il tenore delle opere da realizzare, lo scrivente, in accordo con il progettista geotecnico, ha ritenuto sufficiente il rilievo di superficie per la caratterizzazione della stratigrafia sitospecifica.

Le coperture sciolte consistono in *“coltri di copertura di natura eluvio-colluviale localmente rimaneggiate e riportate, a comportamento coesivo, rappresentata da una matrice limoso argillosa più o meno abbondante in cui sono immersi relitti da centimetrici a pluridecimetrici di substrato calcareo marnoso. Frequentemente possono esser presenti trovanti metrici di calcare marnoso”*.

La parametrizzazione geotecnica dell'orizzonte litotecnico C è stata eseguita sulla base delle prove penetrometriche eseguite. Sulla base dei dati disponibili, del rilievo geologico s.l. eseguito e delle indagini geognostiche, è stato possibile produrre le sezioni geologiche geotecniche di cui alle **tav. 1, tav. 2, tav. 3, tav. 4, tav. 5, tav. 6, tav. 7, tav. 8**, alle quali è stato fatto riferimento per la progettazione strutturale.

Il substrato presente praticamente in tutta la Valbrevenna appartiene alla Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola (FAN) rappresentata da torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. *Campaniano Sup.* “Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 – Foglio Genova”.

I litotipi presenti nel comparto in studio sono caratterizzati da un eterogeneo grado di fratturazione e/o alterazione nella porzione corticale (orizzonte litotecnico Sa) e da una facies salda e tenace più in profondità (orizzonte litotecnico Sb). Le caratteristiche geomeccaniche sitospecifiche per ogni sito di intervento sono state determinate in

funzione delle caratteristiche presenti in ogni sito, alle tensioni litostatiche di riferimento (si veda successivo **cap. 7**).

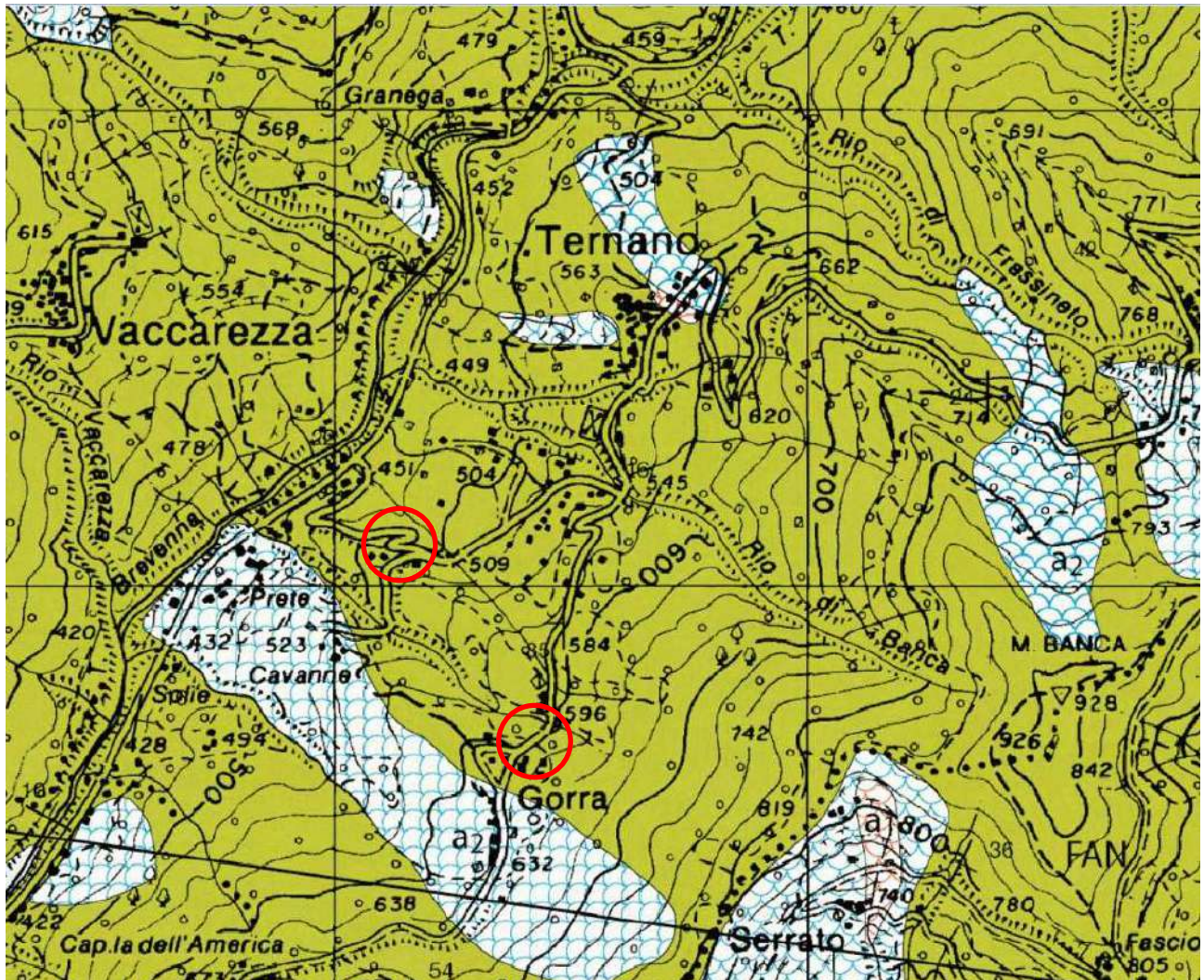


Fig. 6.1: Stralcio Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 – Foglio Bargagli. Fuori scala. **FAN:** Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola. Settore **interventi 1 - 2**.

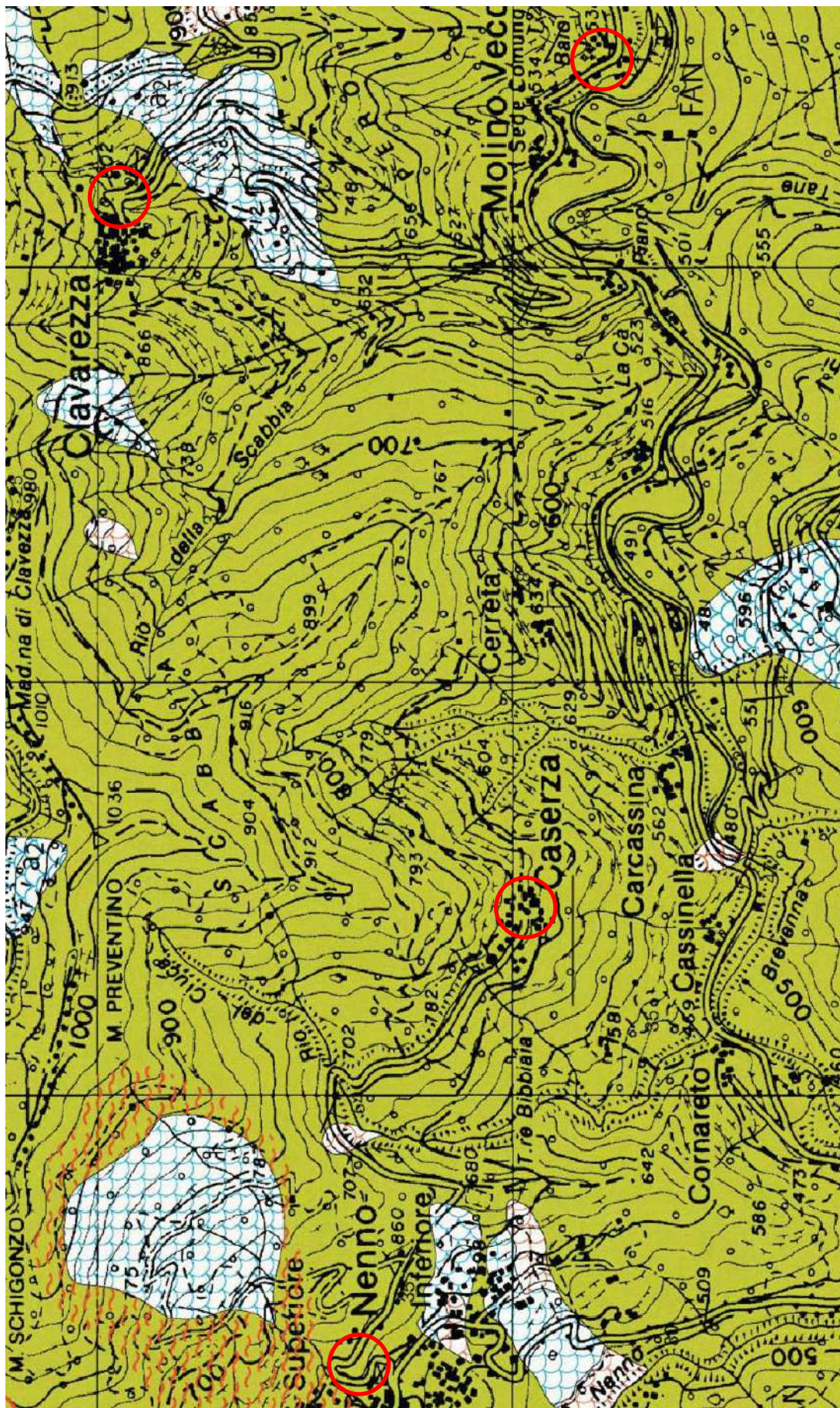


Fig. 6.2: Stralcio Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 – Foglio Bargagli. Fuori scala. **FAN:** Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola. Settore **interventi 4 - 5 - 7 - 9.**



Fig. 6.3: Stralcio Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 – Foglio Bargagli. Fuori scala. **FAN:** Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola. Settore **intervento 10**.

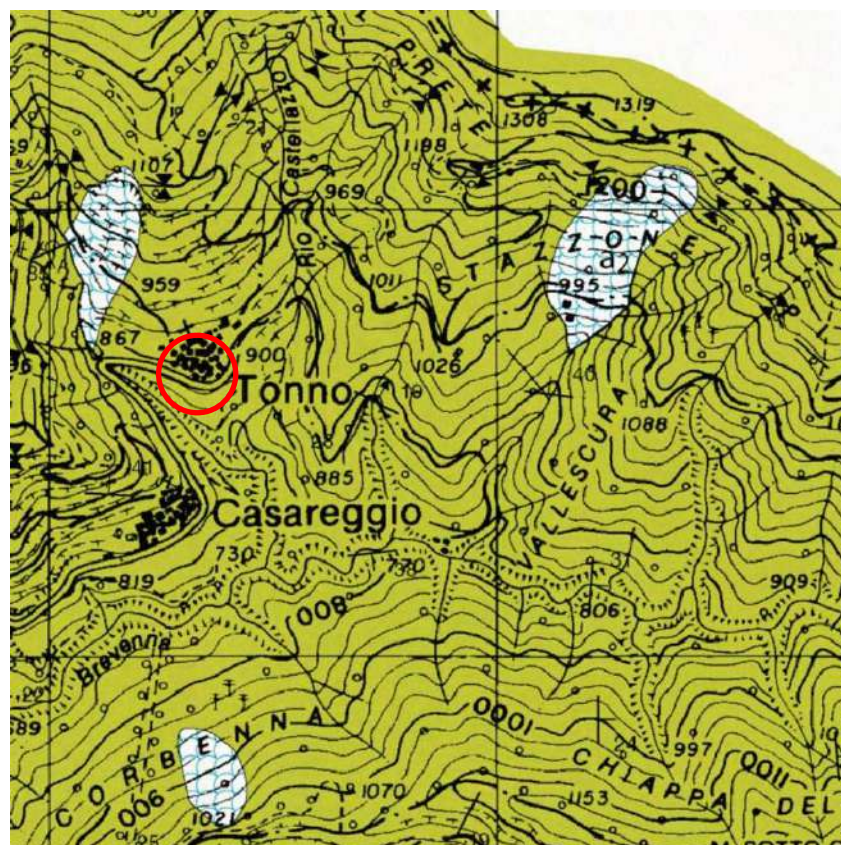


Fig. 6.4: Stralcio Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 – Foglio Bargagli. Fuori scala. **FAN:** Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola. Settore **intervento 12**.

7 Caratterizzazione Geotecnica

7.1 Caratterizzazione della coltre di copertura (tutti gli interventi)

I terreni sciolti presenti - **Orizzonte litotecnico C** – sono rappresentati, come detto, da *coltri di copertura di natura eluvio-colluviale localmente rimaneggiate e riportate, a comportamento coesivo, rappresentata da una matrice limoso argillosa più o meno abbondante in cui sono immersi relitti da centimetrici a pluridecimetrici di substrato calcareo marnoso. Frequentemente possono esser presenti trovanti metrici di calcare marnoso.*

Sono state eseguite 4 prove penetrometriche. Lo strumento impiegato per l'esecuzione delle prove penetrometriche presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

- ✓ Penetrometro dinamico modello: Pagani DPM30;
- ✓ Maglio a caduta libera di 30 Kg con altezza di caduta di 200 mm;
- ✓ Aste d'acciaio del diametro di 20 mm lunghe 1,000 m del peso cadauna di Kg 2,4;
- ✓ Punta conica a perdere del diametro di 35,6 mm, angolo al vertice 60°, superficie 10 cm²;
- ✓ Gruppo motore Briggs & Stratton a 4 tempi da 6,0 HP, con pompa idraulica e serbatoio olio.

Durante l'esecuzione della prova, si procede alla registrazione del numero di colpi necessari per una penetrazione della punta conica, riferiti ad un intervallo di 10 cm.

I dati così ottenuti, sono successivamente elaborati per mezzo della “*Formula degli olandesi*” per determinare la resistenza alla punta dinamica R_d :

$$R_d = (M^2 \cdot H) / (e \cdot (M + P) \cdot A)$$

ove:

M = Peso della massa battente

H = Altezza di caduta

e = Infissione in cm

P = peso delle strutture accessorie

A = Area della sezione trasversale della base della punta conica.

Visto che le correlazioni esistenti per valutare i principali parametri geotecnici del terreno fanno riferimento essenzialmente alle prove S.P.T. (Standard Penetration Test), si

è trasformato il valore N_{10} in N_{SPT} secondo le seguenti correlazioni (Vannelli e Benassi, 1983):

Per i terreni prevalentemente coesivi, se $N_{10} < 14$, viene posto $N_{10}/N_{SPT} = 0.7$, se $N_{10} \geq 14$ viene posto $N_{10}/N_{SPT} = 0.9$.

Per i terreni prevalentemente granulari, se $N_{10} < 15$ viene posto $N_{10}/N_{SPT} = 0.95-1$, mentre se $N_{10} > 15$ viene posto $N_{10}/N_{SPT} = 1.0-1.2$

Il calcolo di ϕ' è stato eseguito tramite la seguente correlazione proposta da Meyerhoff:

1. $\phi = 29,47 + 0,46N_{spt} - 0,004N_{spt}^2$ ($< 5\%$ di limo)

2. $\phi = 23,7 + 0,57N_{spt} - 0,006N_{spt}^2$ ($> 5\%$ di limo)

La coesione non drenata è stata derivata con la seguente procedura:

Dalla resistenza alla punta dinamica R_d si può ottenere la resistenza alla punta statica R_s (Kg/cm²) moltiplicando R_d per un coefficiente di correlazione variabile tra 0,3 e 0,75 in funzione del tipo di terreno interessato dalla penetrazione.

Dal valore di R_s si può successivamente calcolare il valore di C_u tramite la seguente semplice formula:

$$C_u = R_s/20$$

La coesione drenata C' è stata derivata da precedenti indagini di laboratorio geotecnico eseguite su coltri assimilabili a quelle in oggetto.

In **fig. a**, **fig. b**, **fig. c** e **fig. d** allegate a fine testo sono stati riportati i parametri geotecnici ottenuti dall'elaborazione delle prove penetrometriche secondo le formule descritte in precedenza, accorpando i livelli con caratteristiche geotecniche assimilabili.

È inoltre stato riportato l'andamento del numero dei colpi con la profondità e l'interpretazione della stratigrafia dei terreni presenti. Nel seguito sono illustrate le caratteristiche stratigrafiche dei terreni incontrati durante le terebrazioni.

PROVA PENETROMETRICA PP1

STRATIGRAFIA:

0.00-1,70 *C: coltri di copertura a media consistenza costituite da clasti calcareo marnosi di dimensioni da sub-centimetriche a decimetriche, immersi in una matrice limosa debolmente argillosa. Possono essere presenti, più o meno frequentemente, trovanti da metrici a plurimetrici.*

1.70-2,05 *Sa: Substrato roccioso alterato e/o fratturato, disarticolato e non in continuità con il bedrock, rappresentato da torbiditi calcareo marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola "Carta Geologica Regionale (CARG)*

La perforazione si è interrotta a 2,05 metri di profondità in corrispondenza di una bancata competente del substrato roccioso alterato. Durante l'esecuzione della prova non è stata riscontrata circolazione idrica a carico dei terreni terebrati.

PROVA PENETROMETRICA PP2

STRATIGRAFIA:

0.00-2,70 *C: coltri di copertura a media consistenza costituite da clasti calcareo marnosi di dimensioni da sub-centimetriche a decimetriche, immersi in una matrice limosa debolmente argillosa. Possono essere presenti, più o meno frequentemente, trovanti da metrici a plurimetrici.*

2.70-2,95 *Sa: Substrato roccioso alterato e/o fratturato, disarticolato e non in continuità con il bedrock, rappresentato da torbiditi calcareo marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola "Carta Geologica Regionale (CARG)*

La perforazione si è interrotta a 2,95 metri di profondità in corrispondenza di una bancata competente del substrato roccioso alterato. Durante l'esecuzione della prova non è stata riscontrata circolazione idrica a carico dei terreni terebrati.

PROVA PENETROMETRICA PP3

STRATIGRAFIA:

0.00-1,90 *C: coltri di copertura a media consistenza costituite da clasti calcareo marnosi di dimensioni da sub-centimetriche a decimetriche, immersi in*

una matrice limosa debolmente argillosa. Possono essere presenti, più o meno frequentemente, trovanti da metrici a plurimetrici.

Da 1,90

Sa: *Substrato roccioso alterato e/o fratturato, disarticolato e non in continuità con il bedrock, rappresentato da torbiditi calcareo marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola "Carta Geologica Regionale (CARG)*

La perforazione si è interrotta a 1,95 metri di profondità in corrispondenza di una bancata competente del substrato roccioso alterato. Durante l'esecuzione della prova non è stata riscontrata circolazione idrica a carico dei terreni terebrati.

PROVA PENETROMETRICA PP4

STRATIGRAFIA:

0.00-2,60

C: *coltri di copertura a media consistenza costituite da clasti calcareo marnosi di dimensioni da sub-centimetriche a decimetriche, immersi in una matrice limosa debolmente argillosa. Possono essere presenti, più o meno frequentemente, trovanti da metrici a plurimetrici.*

2.60-2,95

Sa: *Substrato roccioso alterato e/o fratturato, disarticolato e non in continuità con il bedrock, rappresentato da torbiditi calcareo marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola "Carta Geologica Regionale (CARG)*

La perforazione si è interrotta a 2,95 metri di profondità in corrispondenza di una bancata competente del substrato roccioso alterato. Durante l'esecuzione della prova non è stata riscontrata circolazione idrica a carico dei terreni terebrati.

I parametri geotecnici ottenuti dalle prove sono stati opportunamente mediati e riportati nella seguente tabella riassuntiva, che riporta i **parametri geotecnici medi**. Per la coesione drenata c' , non avendo a disposizione indagini di laboratorio geotecnico si sono assunti parametri derivati da precedenti indagini svolte su terreni assimilabili a quelli presenti, utilizzando valori cautelativi.

ORIZZONTI	γ' (KN/m ³)	γ_{SAT} (KN/ m ³)	Φ' (°)	C_u (KPa)	C' (KPa)
C	16,77	20,50	27,84	41	2

Tab. 7.1: Tabella riassuntiva dei principali parametri geotecnici medi degli orizzonti sciolti presenti.

7.2 Caratterizzazione Ammasso Roccioso

7.2.1 Premesse

Non essendo state effettuate indagini riferite al substrato roccioso e non essendo stato possibile eseguire un rilevamento geomeccanico a causa della mancanza di affioramenti idonei, per la caratterizzazione dell'ammasso roccioso si sono utilizzati i dati presenti in bibliografia integrati dalle osservazioni sugli affioramenti presenti.

L'ammasso roccioso nelle due facies individuate (**Sa** *Formazione del Monte Antola* in facies alterata e fratturata ed **Sb** *Formazione del Monte Antola* in facies salda e tenace) è stato caratterizzato secondo il sistema **GSI** nella recente formulazione proposta da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. Questo sistema combina l'assetto strutturale dell'ammasso con le caratteristiche delle discontinuità per arrivare ad un valore indice che permette un'accurata valutazione della resistenza e deformabilità di un ammasso roccioso. I parametri geotecnici d'ammasso roccioso sono stati ottenuti elaborando, tramite apposito programma di calcolo (**RocLab 1.021, 2006**), i parametri di ingresso esposti nel seguito:

7.2.2 Intervento 1 - Ternano

7.2.2.1 Orizzonte litotecnico Sa

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 22** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 22;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c=40$ MPa**
- ✓ **Costante m_i :** il corretto valore di m_i può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **$m_i = 10$** .
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **23.00 kN/m³** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.

✓ Il **Coefficiente di disturbo D** è stato posto = 1

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.1**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

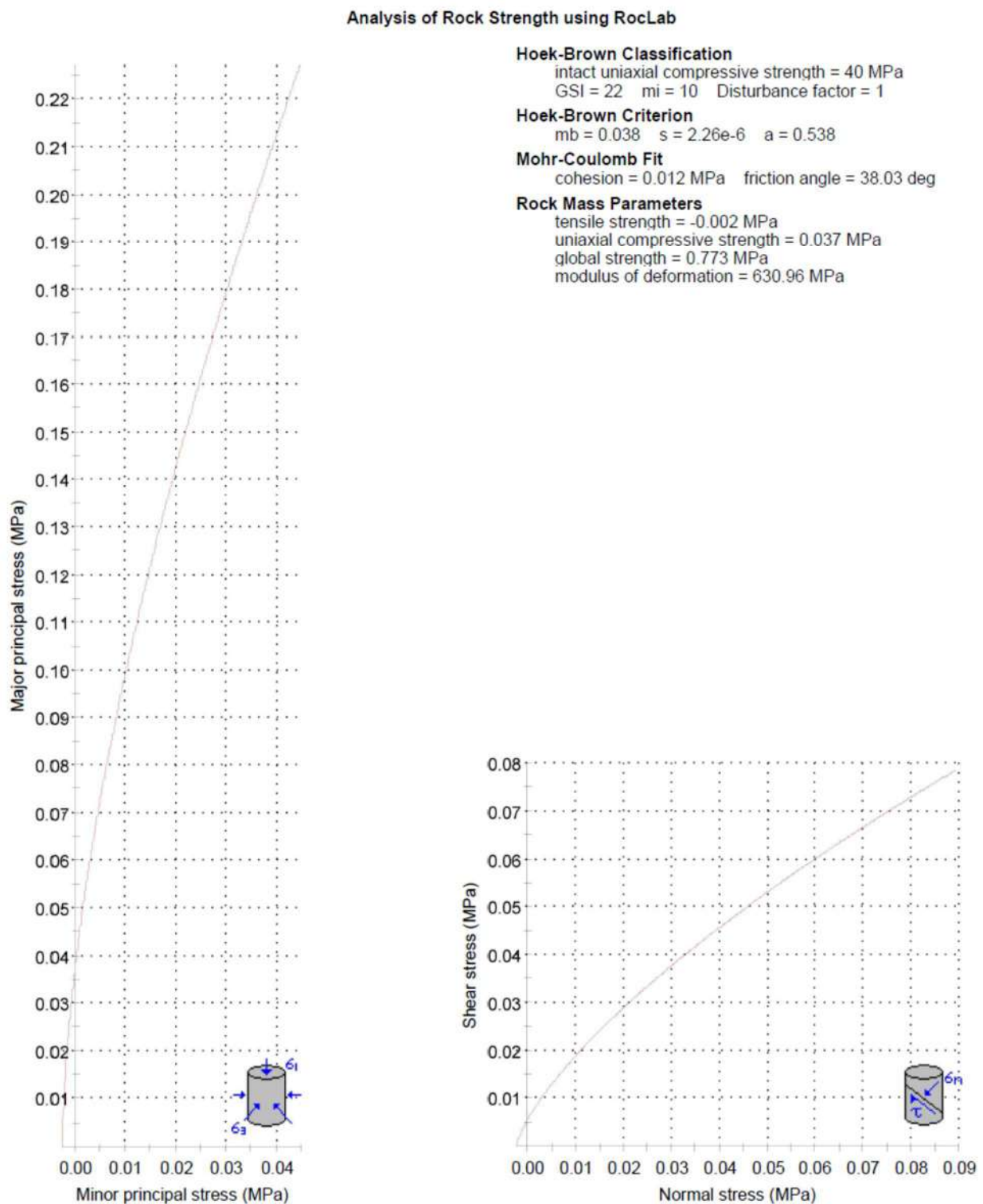


Fig. 7.1: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sa - intervento 1 - Ternano).

7.2.2.2 Orizzonte litotecnico Sb

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 35** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto.
GSI = 35;
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c=55$ MPa**
- ✓ **Costante m_i :** il corretto valore di **m_i** può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **$m_i = 10$** .
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **26.00 kN/m³** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo D** è stato posto = 0,7

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.2**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

Analysis of Rock Strength using RocLab

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 55 MPa
GSI = 35 m_i = 10 Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion

m_b = 0.281 s = 0.0001 a = 0.516

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.086 MPa friction angle = 50.61 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.016 MPa
uniaxial compressive strength = 0.426 MPa
global strength = 3.563 MPa
modulus of deformation = 1231.97 MPa

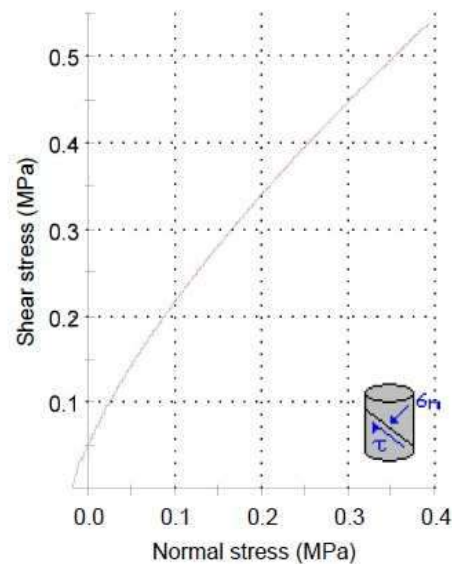
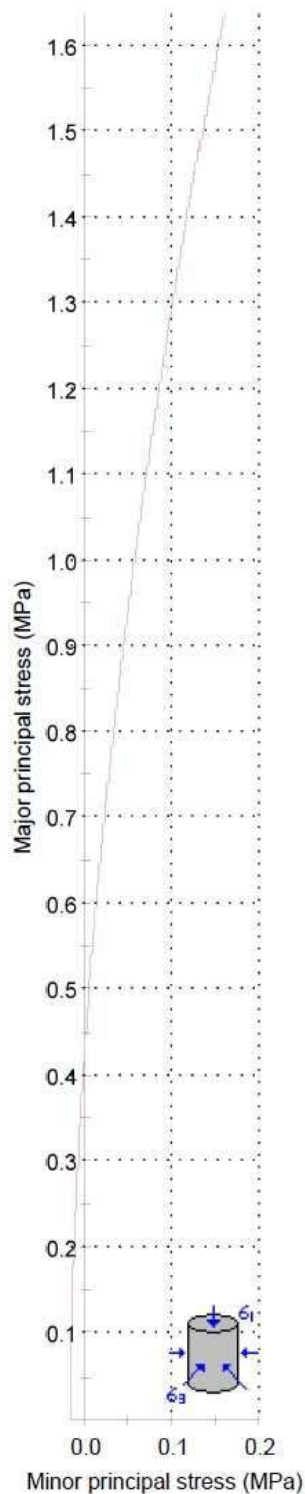


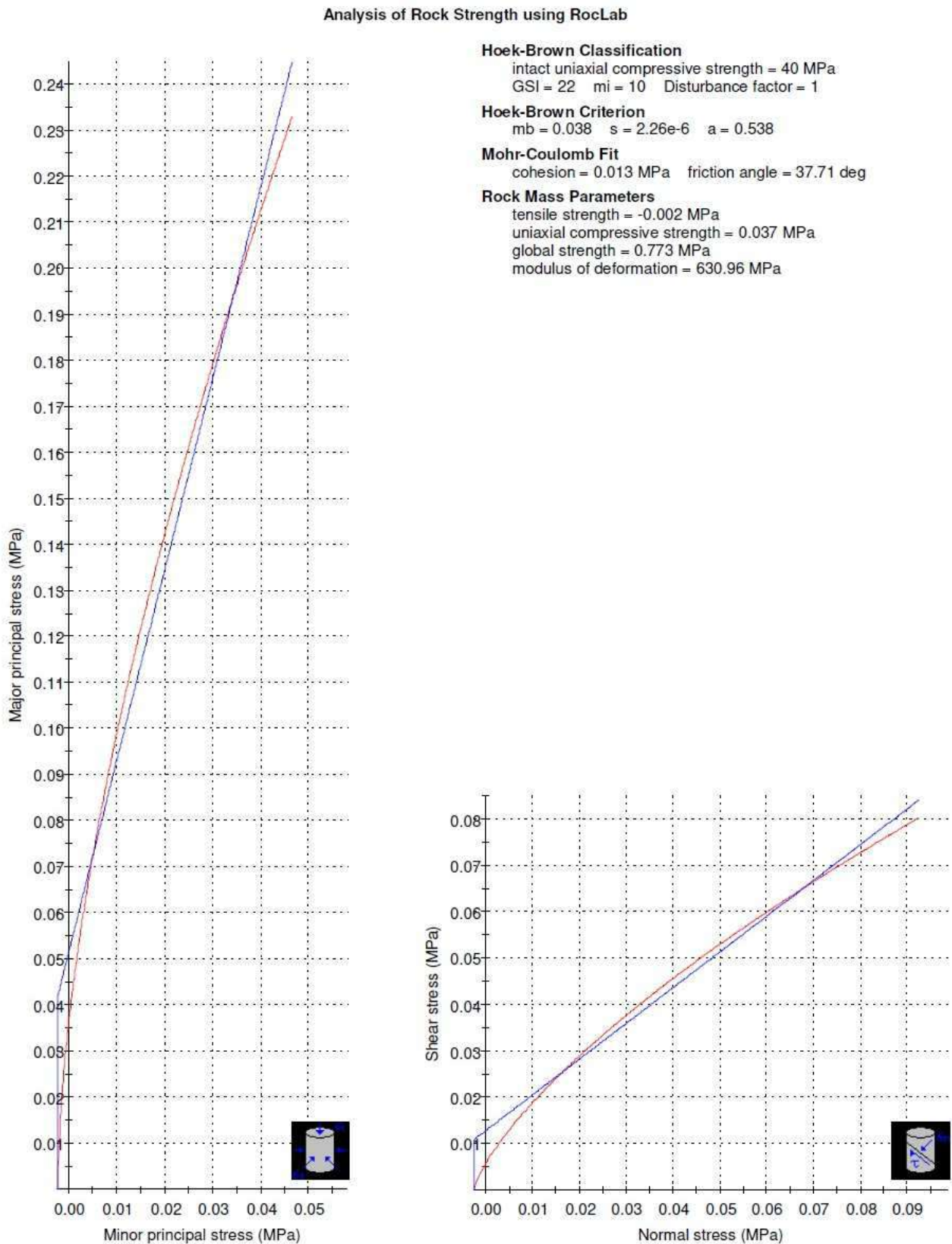
Fig. 7.2: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sb – Intervento 1 - Ternano).

7.2.3 Intervento 2 - Gorra

7.2.3.1 Orizzonte litotecnico Sa

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 22** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 22;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c=40$ MPa**
- ✓ **Costante *mi*:** il corretto valore di **mi** può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **mi = 10**.
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **23.00 kN/m3** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo *D*** è stato posto = 1

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.3**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.



7.2.3.2 Orizzonte litotecnico Sb

- ✓ **Geological Strength index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 35** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 35;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c = 55$ MPa**
- ✓ **Costante m_i :** il corretto valore di m_i può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **$m_i = 10$** .
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **26.00 kN/m³** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo D** è stato posto = 0,7

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.4**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

Analysis of Rock Strength using RocLab

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 55 MPa
GSI = 35 $m_i = 10$ Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion

$m_b = 0.281$ $s = 0.0001$ $a = 0.516$

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.079 MPa friction angle = 52.00 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.016 MPa
uniaxial compressive strength = 0.426 MPa
global strength = 3.563 MPa
modulus of deformation = 1231.97 MPa

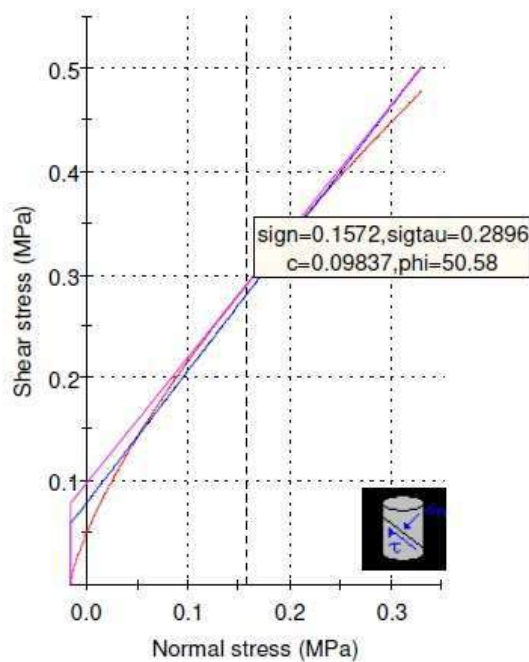
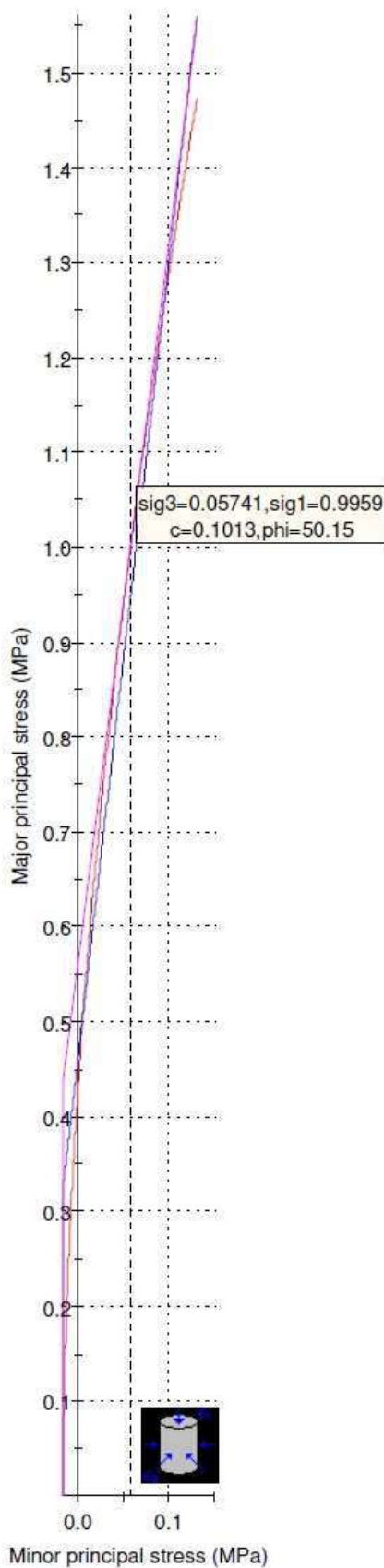


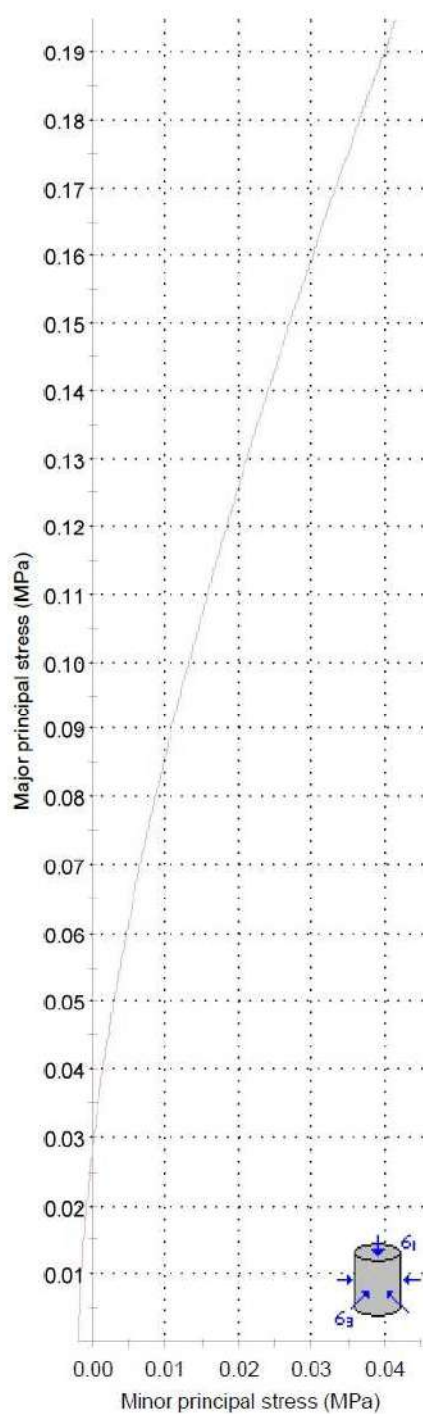
Fig. 7.4: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sb – Intervento 2 - Gorra).

7.2.4 Intervento 4 - Nenno

7.2.4.1 Orizzonte litotecnico Sa

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 22** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 22;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c=30$ MPa**
- ✓ **Costante *mi*:** il corretto valore di **mi** può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **mi = 10**.
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **23.00 kN/m3** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo *D*** è stato posto = 1

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.5**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 30 MPa
GSI = 22 $m_i = 10$ Disturbance factor = 1

Hoek-Brown Criterion

$m_b = 0.038$ $s = 2.26e-6$ $a = 0.538$

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.010 MPa friction angle = 36.38 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.002 MPa
uniaxial compressive strength = 0.027 MPa
global strength = 0.580 MPa
modulus of deformation = 546.43 MPa

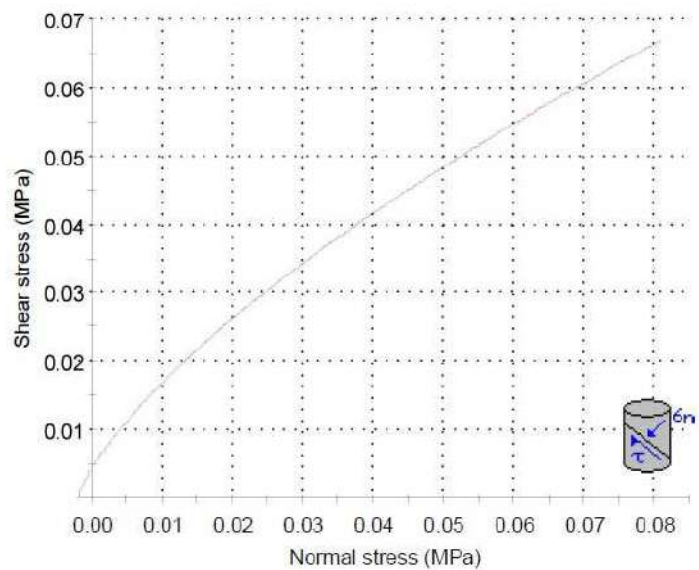


Fig. 7.5: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sa - intervento 4 – Nenno Casà).

7.2.4.2 Orizzonte litotecnico Sb

- ✓ **Geological Strength index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 35** in accordo con

precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto.

GSI = 35;

- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c = 55 \text{ MPa}$**
- ✓ **Costante m_i :** il corretto valore di m_i può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **$m_i = 10$** .
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **26.00 kN/m^3** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo D** è stato posto = 0,7

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.6**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

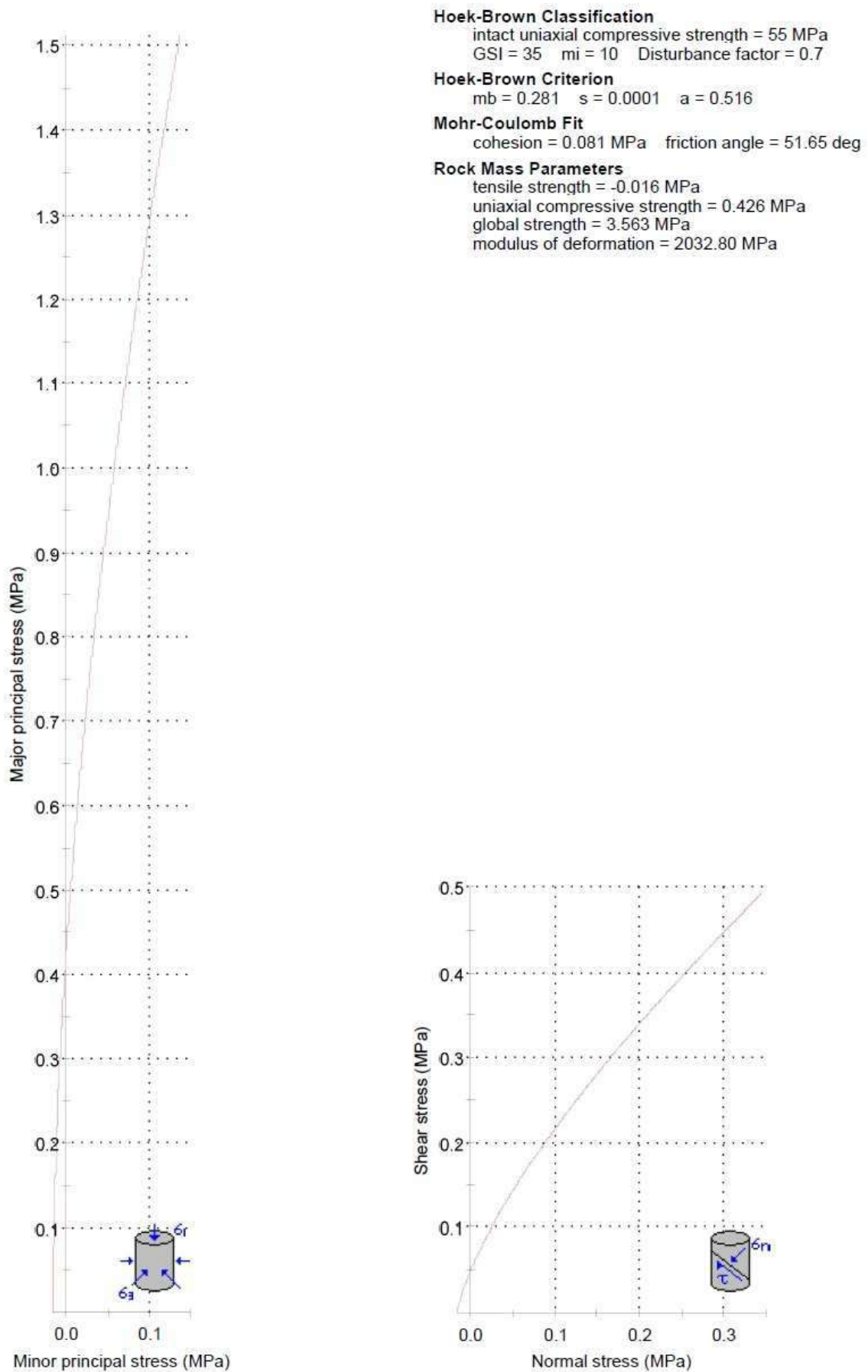


Fig. 7.6: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sb – Intervento 3 – Nenno Casà).

7.2.5 Intervento 5 - Caserza

7.2.5.1 Orizzonte litotecnico Sa

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 22** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 22;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c=32$ MPa**
- ✓ **Costante *mi*:** il corretto valore di **mi** può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **mi = 10**.
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **23.00 kN/m3** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo D** è stato posto = 1

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.7**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

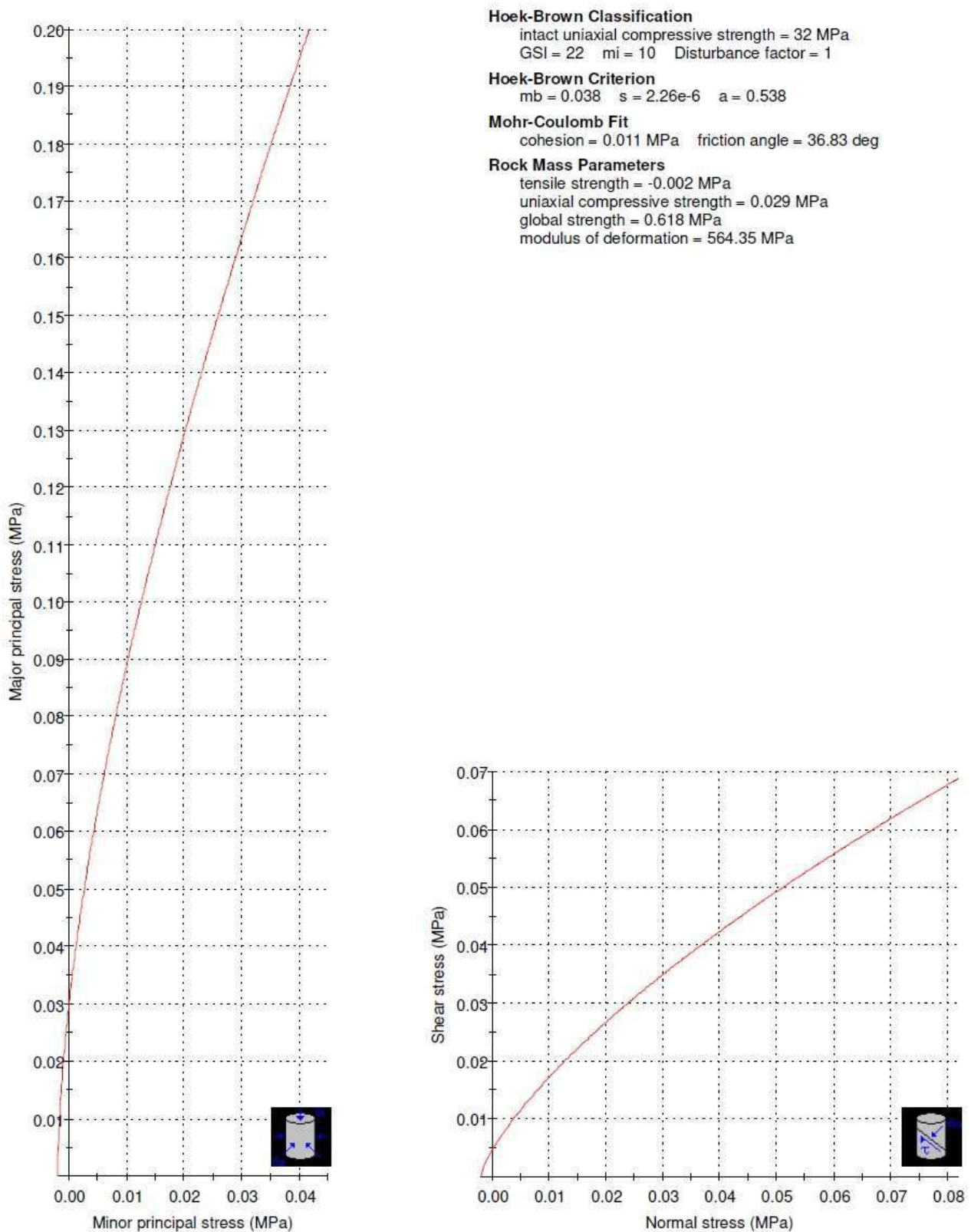


Fig. 7.7: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sa - intervento 5 - Caserza).

7.2.5.2 Orizzonte litotecnico Sb

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 45** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 45;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c=60$ MPa**
- ✓ **Costante *mi*:** il corretto valore di ***mi*** può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di ***mi* = 12.**
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **26.00 kN/m3** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo *D*** è stato posto = 0,7

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.8**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

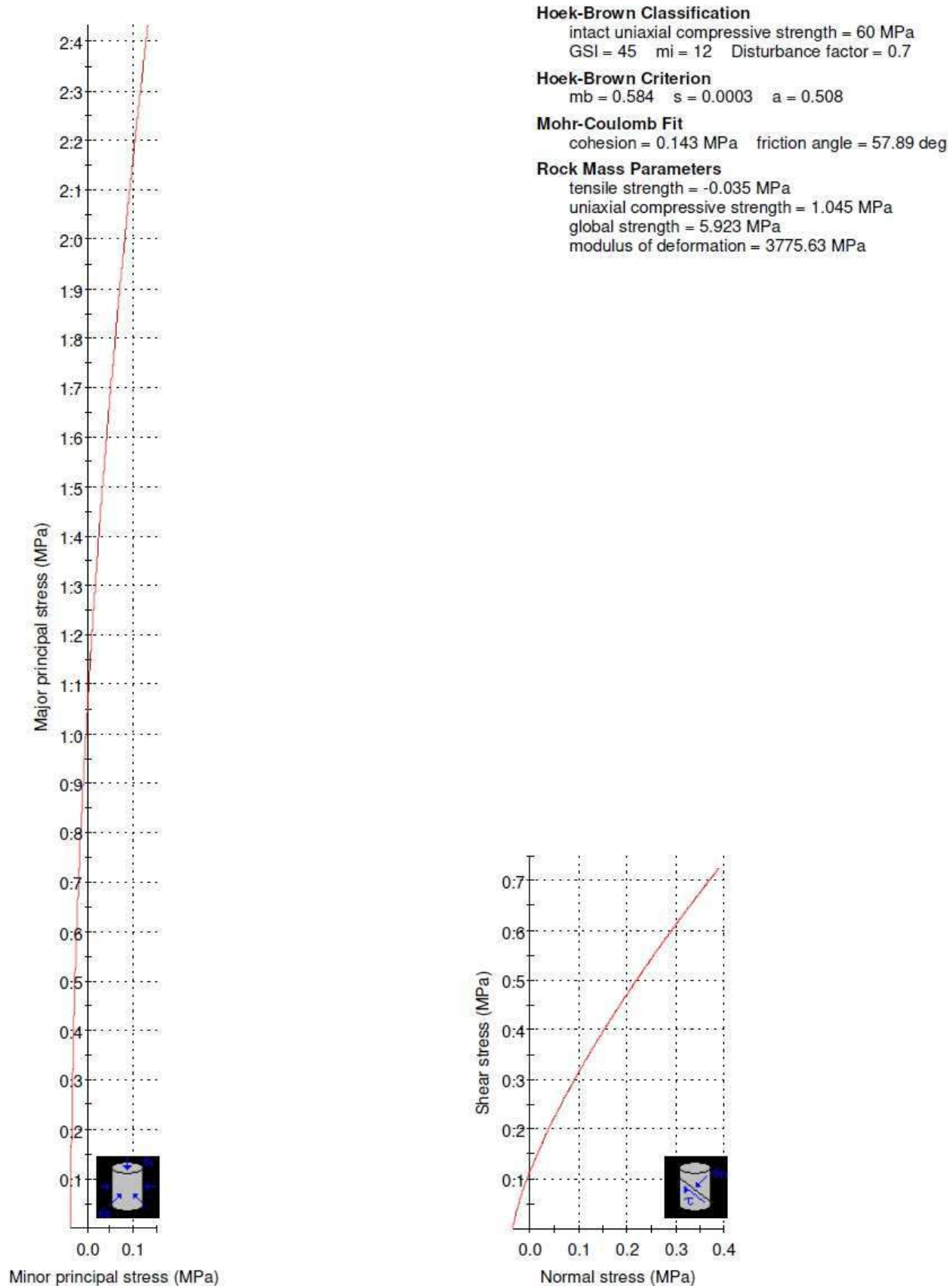


Fig. 7.8: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sb – Intervento 5 - Caserza).

7.2.6 Intervento 7 - Cavarezza

7.2.6.1 Orizzonte litotecnico Sa

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 22** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 22;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c=40$ MPa**
- ✓ **Costante *mi*:** il corretto valore di ***mi*** può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di ***mi* = 10**.
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **23.00 kN/m3** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo *D*** è stato posto = 1

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.9**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

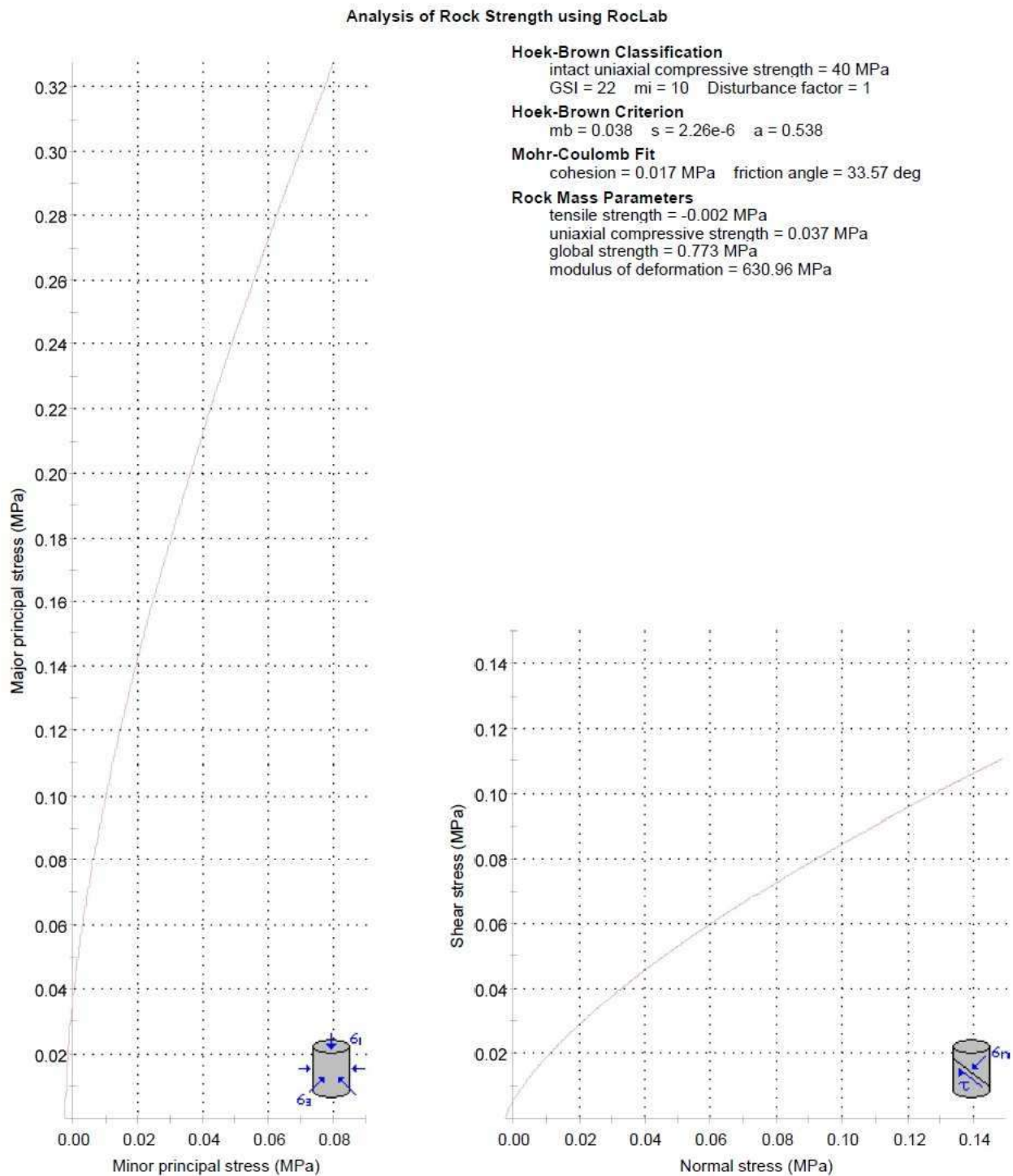


Fig. 7.9: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sa - intervento 7 - Clavarezza).

7.2.6.2 Orizzonte litotecnico Sb

- ✓ **Geological Strength index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 35** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 35;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c = 55 \text{ MPa}$**
- ✓ **Costante m_i :** il corretto valore di m_i può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **$m_i = 10$** .
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **26.00 kN/m³** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo D** è stato posto = 0,7

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.10**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

Analysis of Rock Strength using RocLab

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 50 MPa
 GSI = 35 $m_i = 10$ Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion

$m_b = 0.281$ $s = 0.0001$ $a = 0.516$

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.087 MPa friction angle = 49.06 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.014 MPa
 uniaxial compressive strength = 0.387 MPa
 global strength = 3.239 MPa
 modulus of deformation = 1231.97 MPa

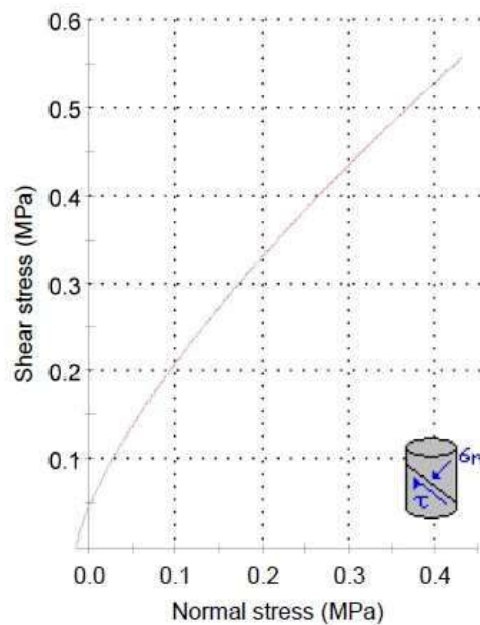
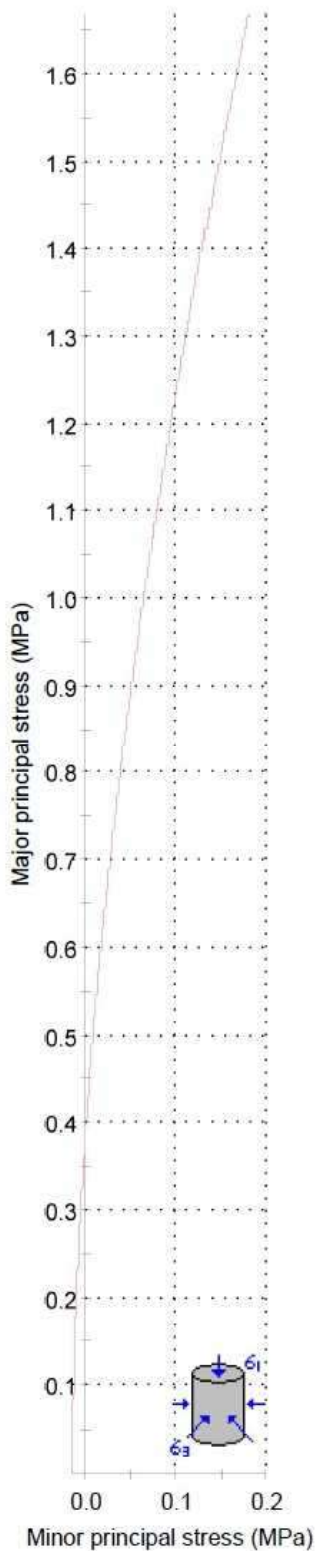


Fig. 7.10: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sb – Intervento 7 - Clavarezza).

7.2.7 Intervento 9 - Baio

7.2.7.1 Orizzonte litotecnico Sa

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 22** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 22;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c=40$ MPa**
- ✓ **Costante *mi*:** il corretto valore di ***mi*** può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di ***mi* = 10.**
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **23.00 kN/m3** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo *D*** è stato posto = 1

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.11**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

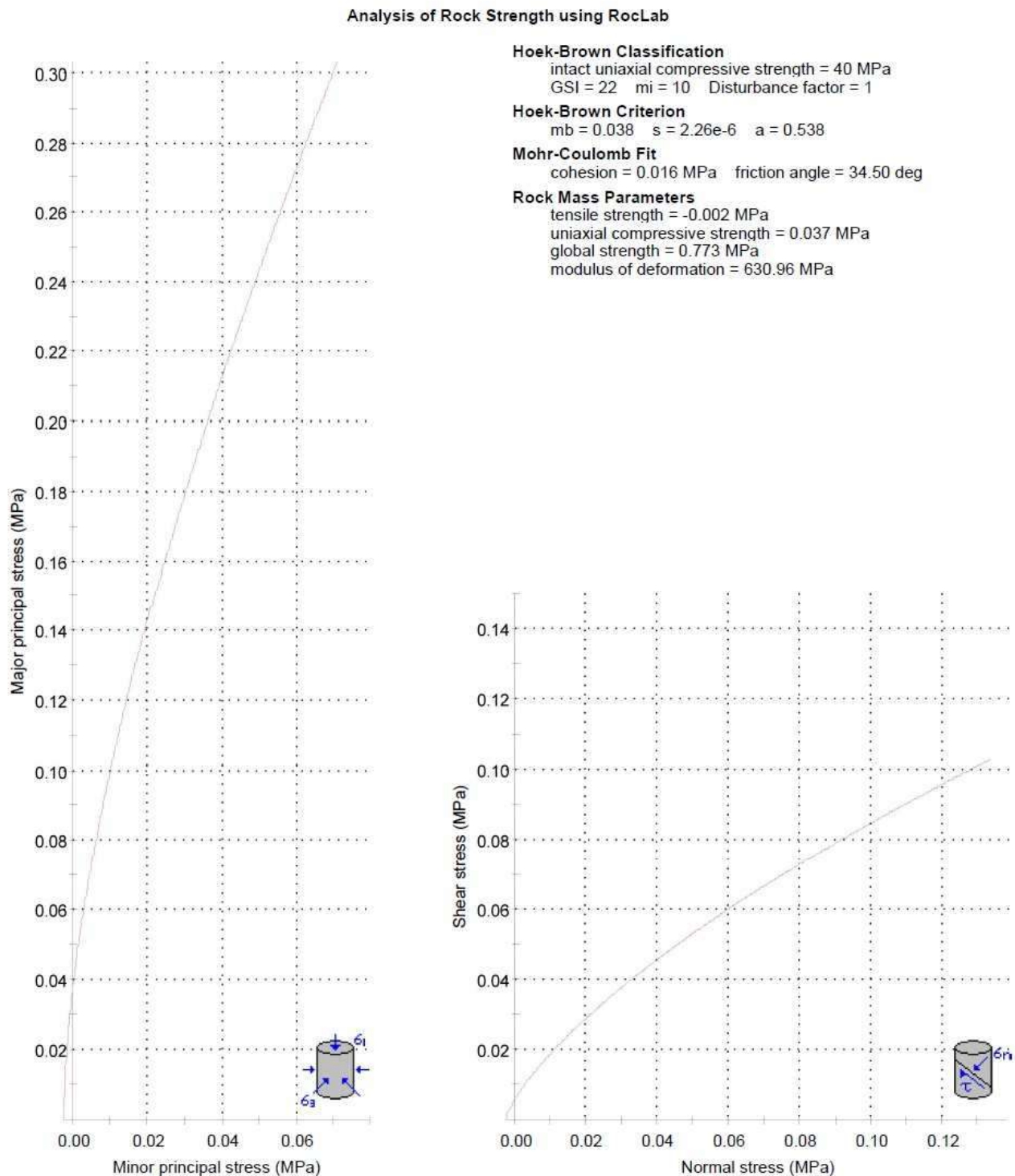


Fig. 7.11: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sa - intervento 9 - Baio).

7.2.7.2 Orizzonte litotecnico Sb

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 35** in accordo con

precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto.

GSI = 35;

- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c = 55 \text{ MPa}$**
- ✓ **Costante m_i :** il corretto valore di m_i può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **$m_i = 10$** .
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **26.00 kN/m^3** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo D** è stato posto = 0,7

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.12**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

Analysis of Rock Strength using RocLab

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 50 MPa
GSI = 35 $m_i = 10$ Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion

$m_b = 0.281$ $s = 0.0001$ $a = 0.516$

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.089 MPa friction angle = 48.81 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.014 MPa
uniaxial compressive strength = 0.387 MPa
global strength = 3.239 MPa
modulus of deformation = 1231.97 MPa

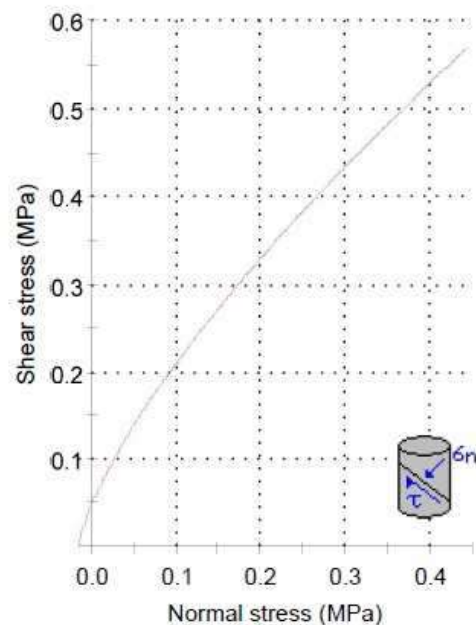
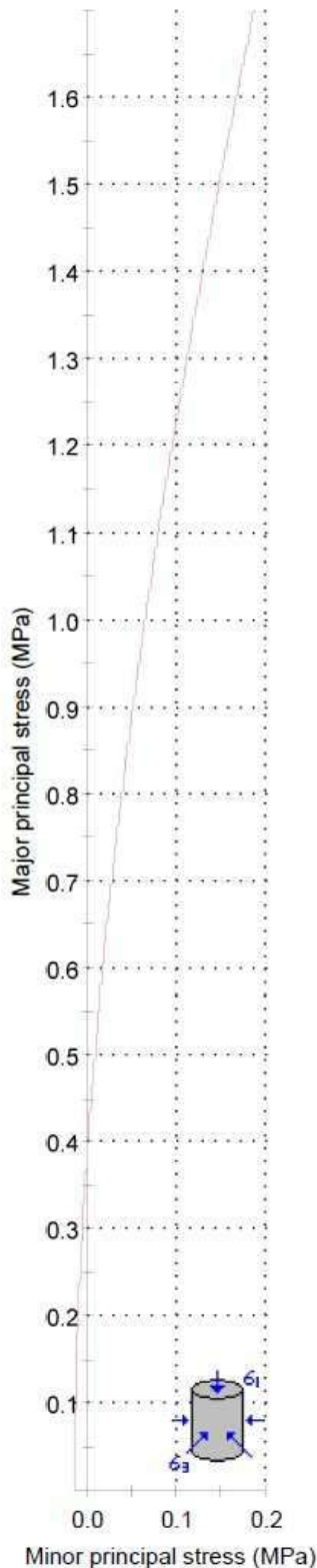


Fig. 7.12: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sb – Intervento 9 - Baio).

7.2.8 Intervento 10 - Cannerosse

7.2.8.1 Orizzonte litotecnico Sa

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 22** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 22;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c=35$ MPa**
- ✓ **Costante m_i :** il corretto valore di m_i può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **$m_i = 10$** .
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **23.00 kN/m³** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo D** è stato posto = 1

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.13**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

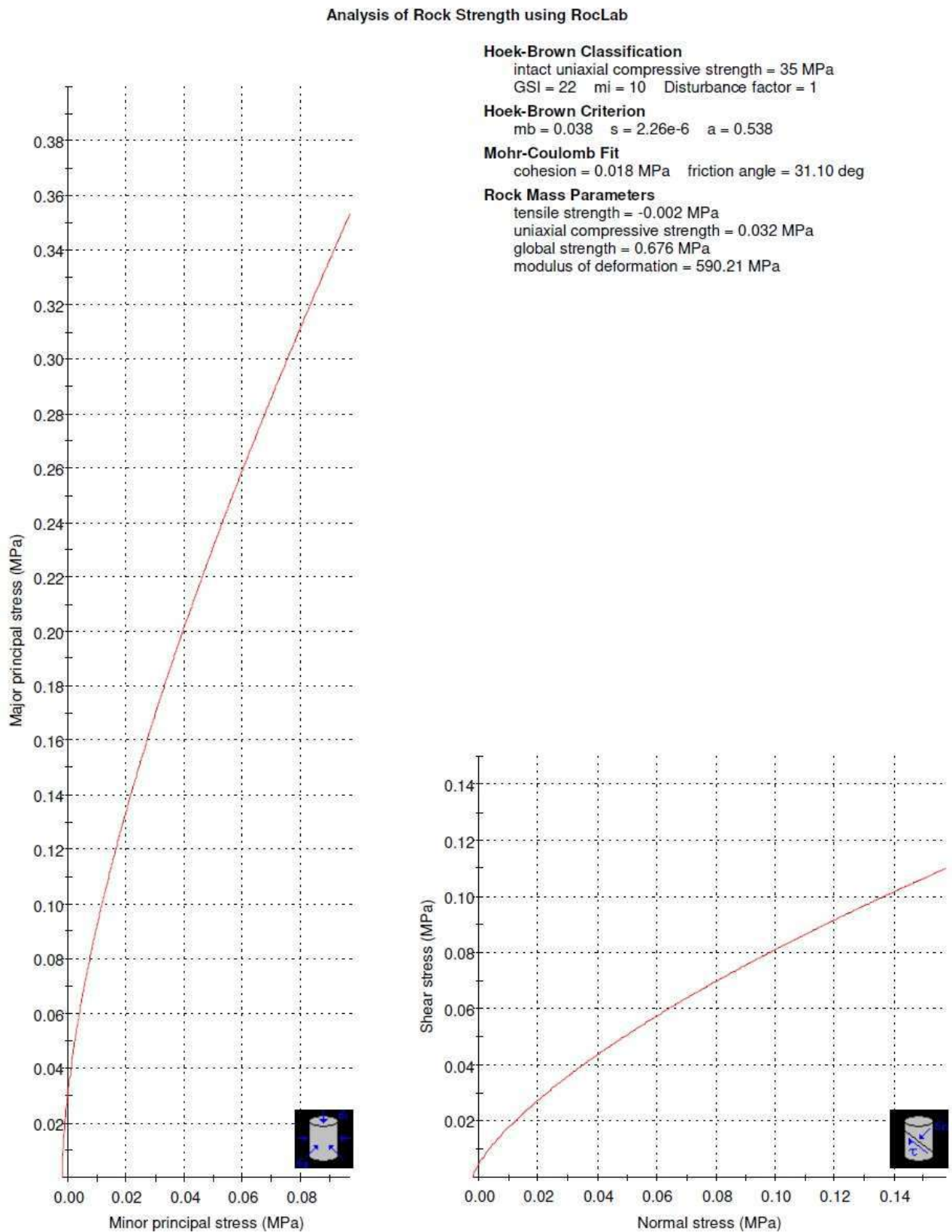


Fig. 7.13: Inviluppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sa - intervento 10 - Cannerosse).

7.2.8.2 Orizzonte litotecnico Sb

- ✓ **Geological Strength index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 30** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 30;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c=50$ MPa**
- ✓ **Costante m_i :** il corretto valore di m_i può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **$m_i = 10$** .
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **26.00 kN/m³** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo D** è stato posto = 0,7

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.14**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

Analysis of Rock Strength using RocLab

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 50 MPa
GSI = 30 m_i = 10 Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion

m_b = 0.214 s = 3.93e-5 a = 0.522

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.076 MPa friction angle = 45.16 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.009 MPa
uniaxial compressive strength = 0.250 MPa
global strength = 2.700 MPa
modulus of deformation = 988.99 MPa

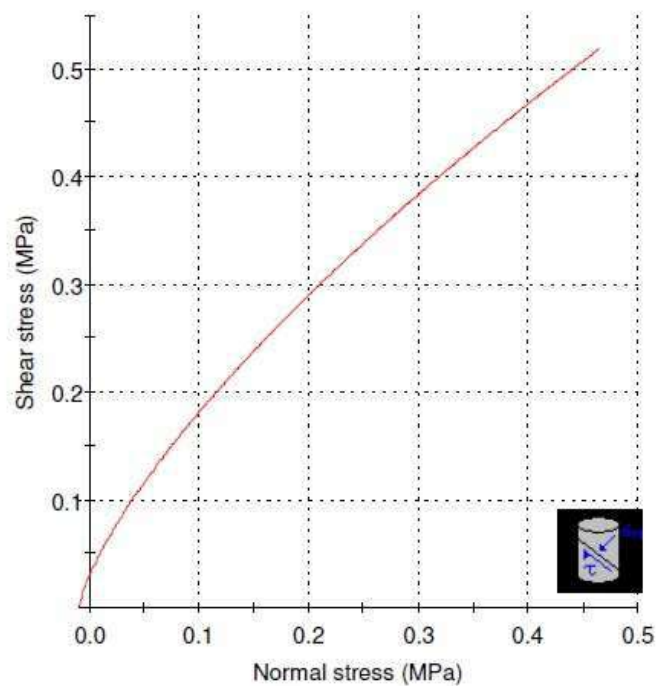
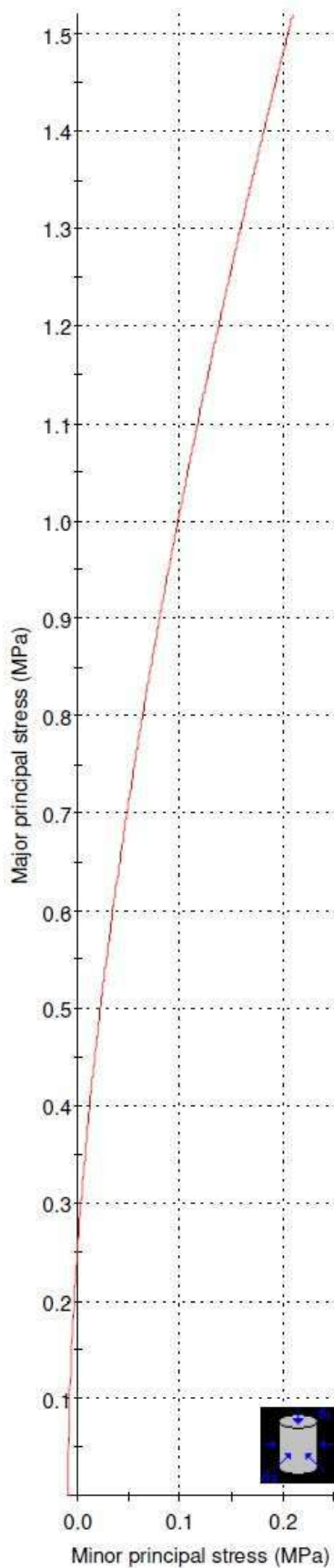


Fig. 7.14: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sb – Intervento 10 - Cannerosse).

7.2.9 Intervento 8 - Tonno

7.2.9.1 Orizzonte litotecnico Sa

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 22** in accordo con precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto. **GSI = 22;**
- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c=40$ MPa**
- ✓ **Costante *mi*:** il corretto valore di **mi** può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **mi = 10**.
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **23.00 kN/m3** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo D** è stato posto = 1

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.15**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

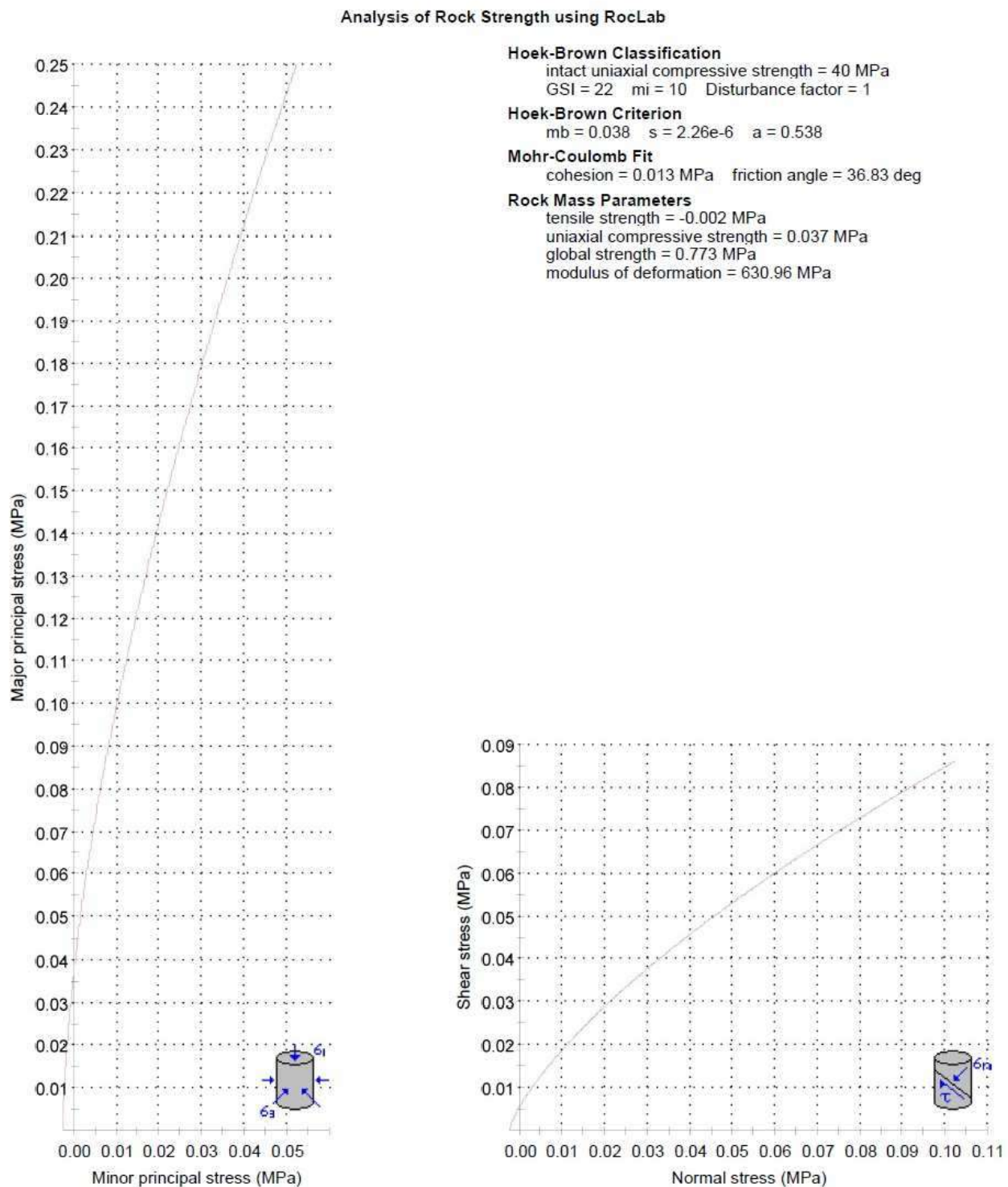


Fig. 7.15: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sa - intervento 12 - Tonno).

7.2.9.2 Orizzonte litotecnico Sb

- ✓ **Geological Strenght index:** Per rocce assimilabili a quelle in studio vengono suggeriti valori compresi fra 20 e 30. Si assegna un valore di **GSI = 35** in accordo con

precedenti rilievi geomeccanici eseguiti su ammassi rocciosi simili a quello in oggetto.

GSI = 35;

- ✓ **Resistenza alla compressione monoassiale:** per la determinazione del valore di σ_c della matrice rocciosa sono stati utilizzati i valori delle bancate più competenti secondo quanto esposto da *Marinos P. e Hoek E. (2001)*. **$\sigma_c = 55 \text{ MPa}$**
- ✓ **Costante m_i :** il corretto valore di m_i può essere ricavato da prove di compressione triassiale nella cella di Hoek; nel caso in esame si preferisce ricorrere alle tabelle proposte dall'autore che, per rocce assimilabili a quelle in oggetto, assegnano un valore di **$m_i = 10$** .
- ✓ Il **Peso di Volume** della matrice rocciosa è posto uguale a **26.00 kN/m^3** in base ad indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo.
- ✓ Il **Coefficiente di disturbo D** è stato posto = 0,7

I risultati ottenuti sono riportati in **Fig. 7.16**, illustrativa dei parametri d'ingresso e delle restituzioni ottenute.

Analysis of Rock Strength using RocLab

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 55 MPa
 GSI = 35 $m_i = 10$ Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion

$m_b = 0.281$ $s = 0.0001$ $a = 0.516$

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.092 MPa friction angle = 49.69 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.016 MPa
 uniaxial compressive strength = 0.426 MPa
 global strength = 3.563 MPa
 modulus of deformation = 1231.97 MPa

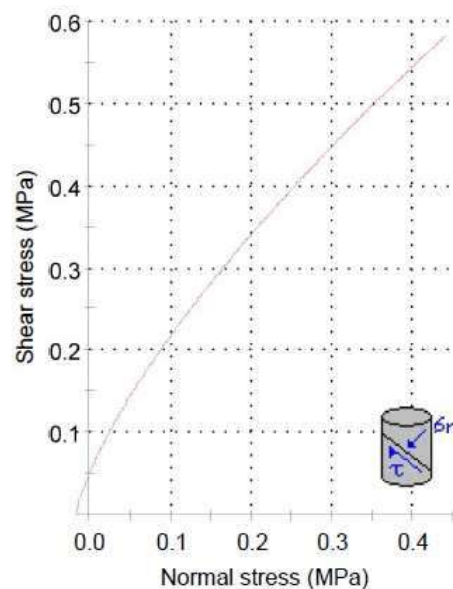
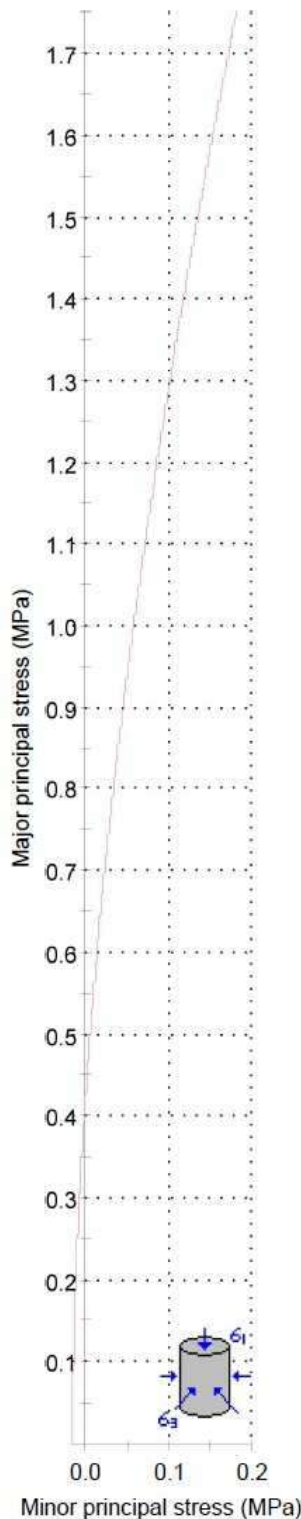


Fig. 7.16: Involuppo a rottura ammasso roccioso (orizzonte litotecnico Sb – Intervento 12 - Tonno).

8 Caratterizzazione Sismica

8.1 Premesse

Con l'entrata in vigore dell'ex D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche Costruzioni - la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Ciò ha comportato delle non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto alle precedenti normative.

Con le normative antecedenti, applicando il criterio "zona dipendente", era possibile stimare l'accelerazione di base (senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni) in maniera automatica, poiché esisteva una correlazione univoca fra accelerazione massima e zona sismica di appartenenza.

Con l'entrata in vigore del già citato *D.M. 14 gennaio 2008 (ora DM 17 gennaio 2018)*, la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

Nello specifico si ricorda che la Regione Liguria ha approvato, con DGR. n. 216 del 17 marzo 2017, la nuova classificazione sismica regionale. Secondo tale classificazione la zona oggetto di intervento rientra nel Comune di Valbrevenna classificato in zona sismica 3 (si veda **par. 8.6**).

La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 17 gennaio 2018).

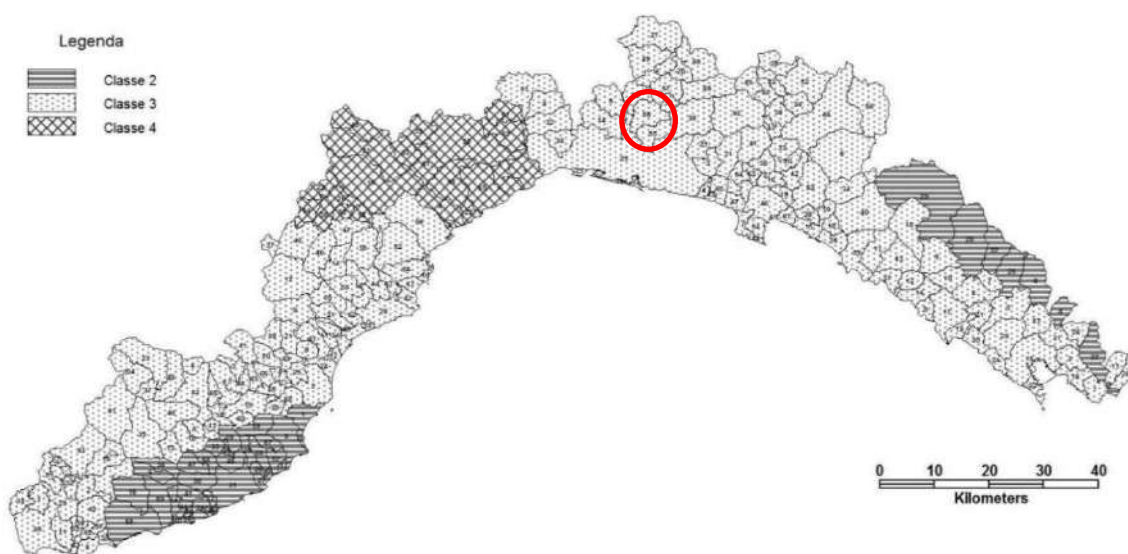


Fig. 8.1 – Classificazione Sismica Regione Liguria DGR 1362/2010. Comune di Valbrevenna

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} (vedi **par. 8.2**), a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ✓ **ag** accelerazione orizzontale massima al sito;
- ✓ **F₀** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- ✓ **TC*** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In **fig. 8.2, fig. 8.3, fig. 8.4, fig. 8.5, fig. 8.6, fig. 8.7, fig. 8.8 e fig. 8.9** sono riportate le ubicazioni dei siti di progetto:

Intervento 1 - Coordinate ED50 LAT 44,541129° - LONG 9,027435° - quota = 505 m s.l.m.

Intervento 2 - Coordinate ED50 LAT 44,537639° - LONG 9,030720° - quota = 615 m s.l.m.

Intervento 3 - Coordinate ED50 LAT 44,561829° - LONG 9,028918° - quota = 625 m s.l.m.

Intervento 5 - Coordinate ED50 LAT 44, 558129° - LONG 9,043154° - quota = 730 m s.l.m.

Intervento 7 - Coordinate ED50 LAT 44,567033° - LONG 9,064961° - quota = 805 m s.l.m.

Intervento 9 - Coordinate ED50 LAT 44,556354 ° - LONG 9,069056° - quota = 545 m s.l.m.

Intervento 10 - Coordinate ED50 LAT 44,549752° - LONG 9,086973° - quota = 645 m s.l.m.

Intervento 12 - Coordinate ED50 LAT 44,573049° - LONG 9,118344° - quota = 900 m s.l.m.

in riferimento all'ubicazione dei 4 nodi della griglia (tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 17 gennaio 2018) nell'immediato intorno del sito. Ognuno dei nodi è caratterizzato da determinati valori delle grandezze sopra elencate (ag , F_0 , TC^*). Come indicato nell'Allegato A del D.M. 17 gennaio 2018, sarà possibile ottenere il valore dei suddetti parametri spettrali (ag , F_0 e T^*c) propri del sito in esame tramite media ponderata con i 4 punti della griglia di accelerazioni che comprendono l'area. Dopo aver determinato le tre grandezze sopracitate, e quindi dopo aver determinato l'azione sismica riferita al sito di riferimento rigido orizzontale, la normativa prevede una parametrizzazione che tenga

conto del tipo di opera in progetto (vedi **par. 8.3**) e degli effetti locali (vedi **par. 8.4**), ovvero la definizione della risposta sismica locale. In sostanza l'azione sismica identificata, riferita al sito di riferimento rigido orizzontale, viene variata per tenere conto delle modifiche prodotte dalle locali condizioni stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e della morfologia della superficie.

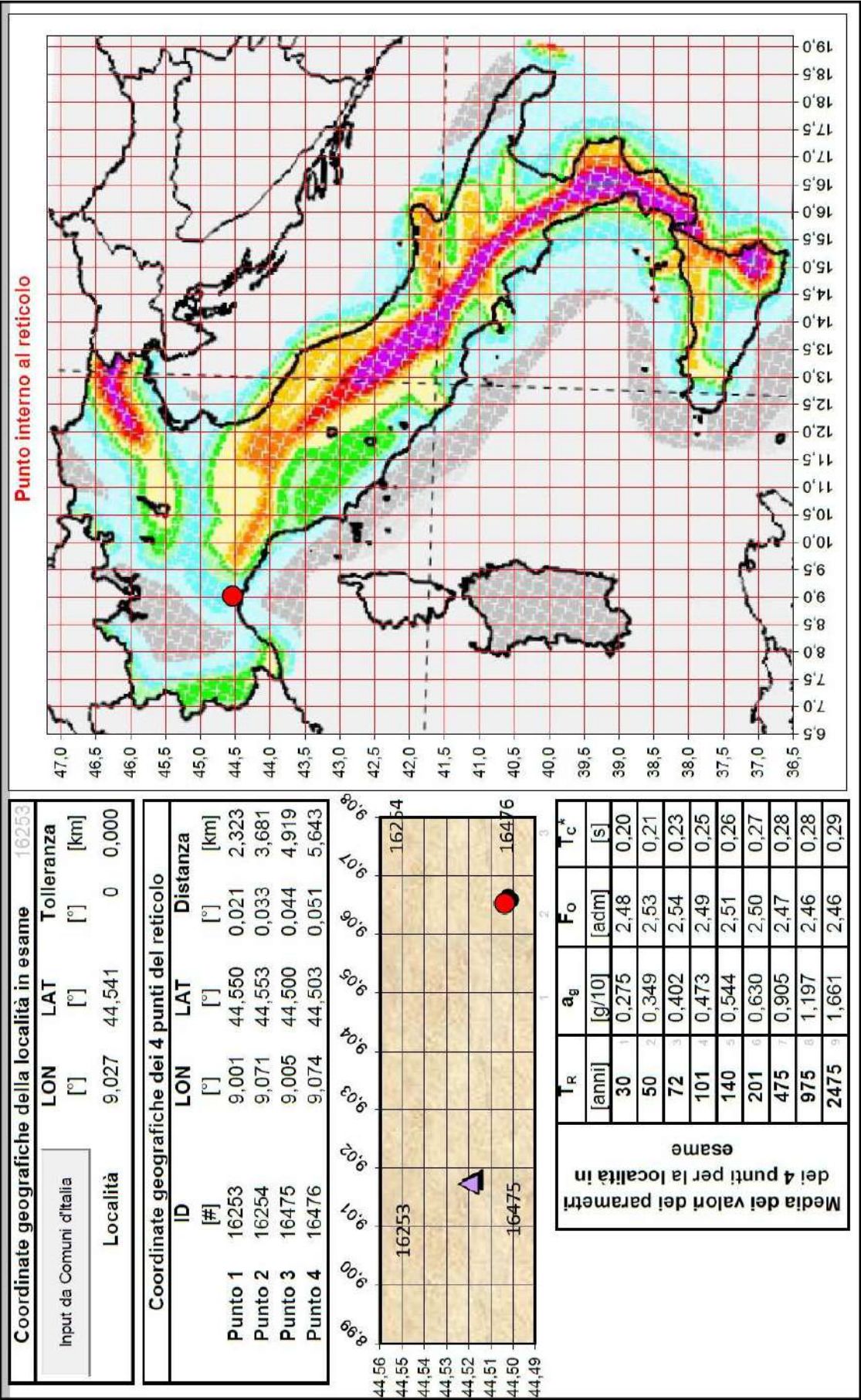


Fig. 8.2 Determinazione delle forme spettrali. Intervento 1

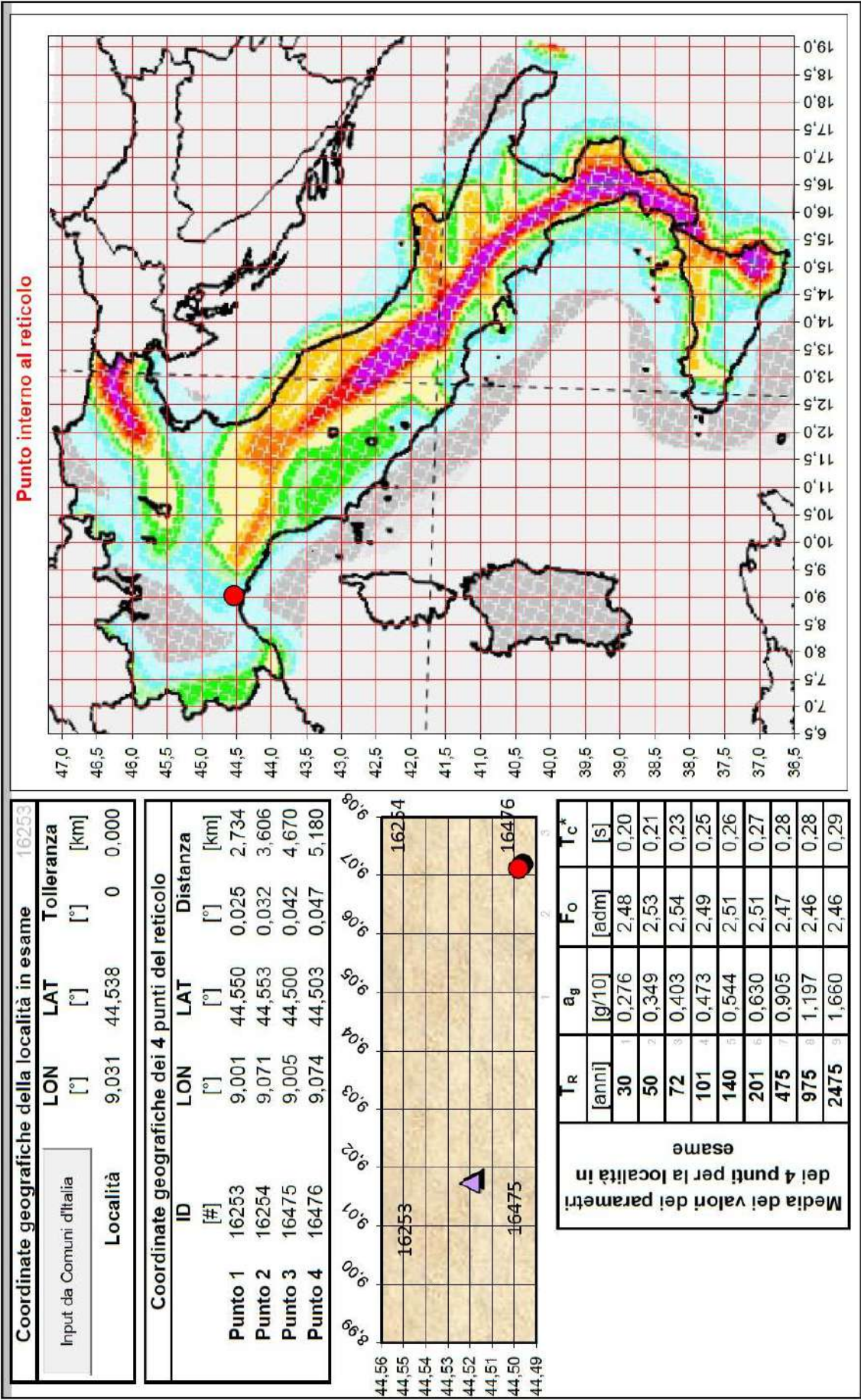


Fig. 8.3 Determinazione delle forme spettrali. Intervento 2

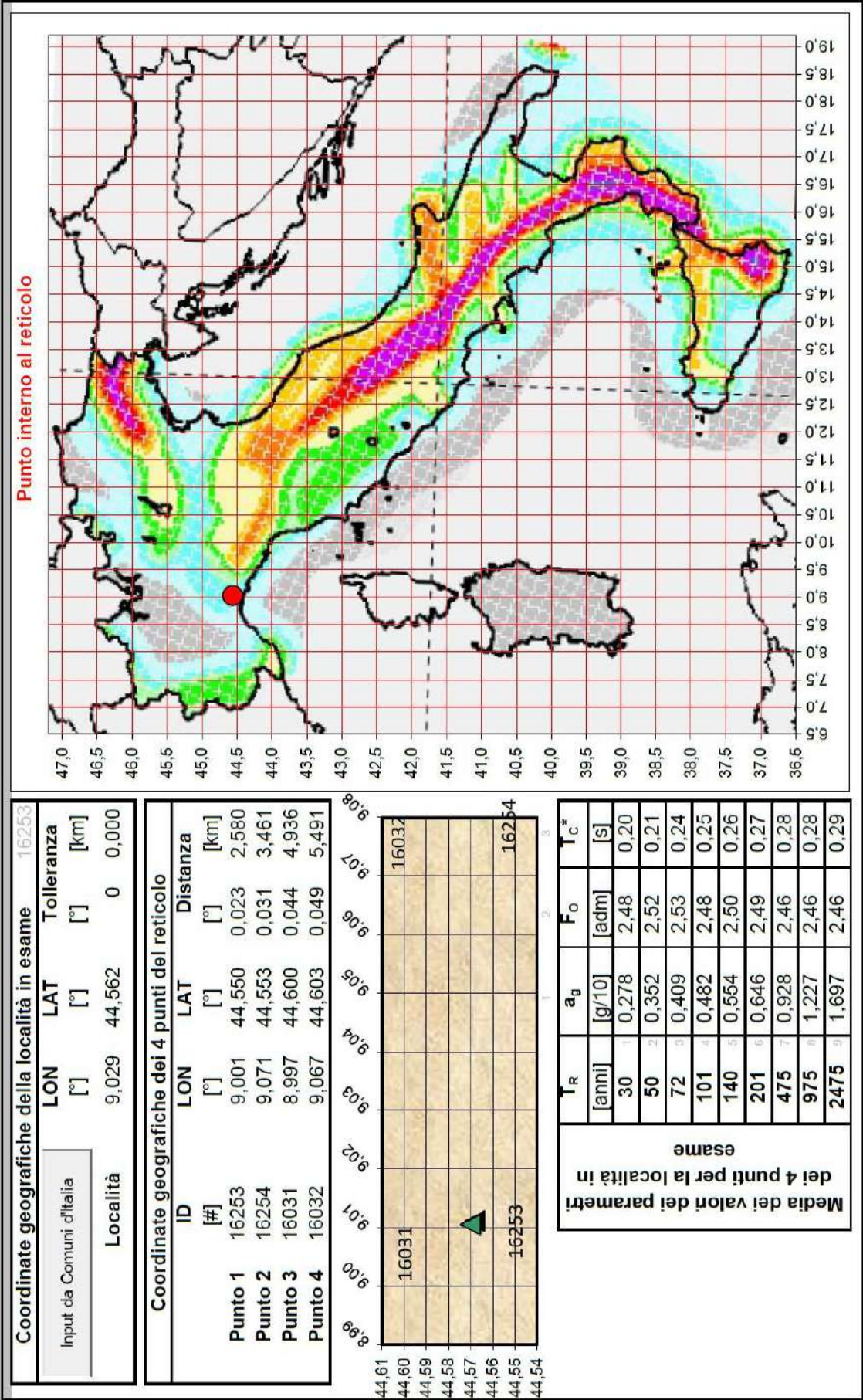


Fig. 8.4 Determinazione delle forme spettrali. Intervento 3

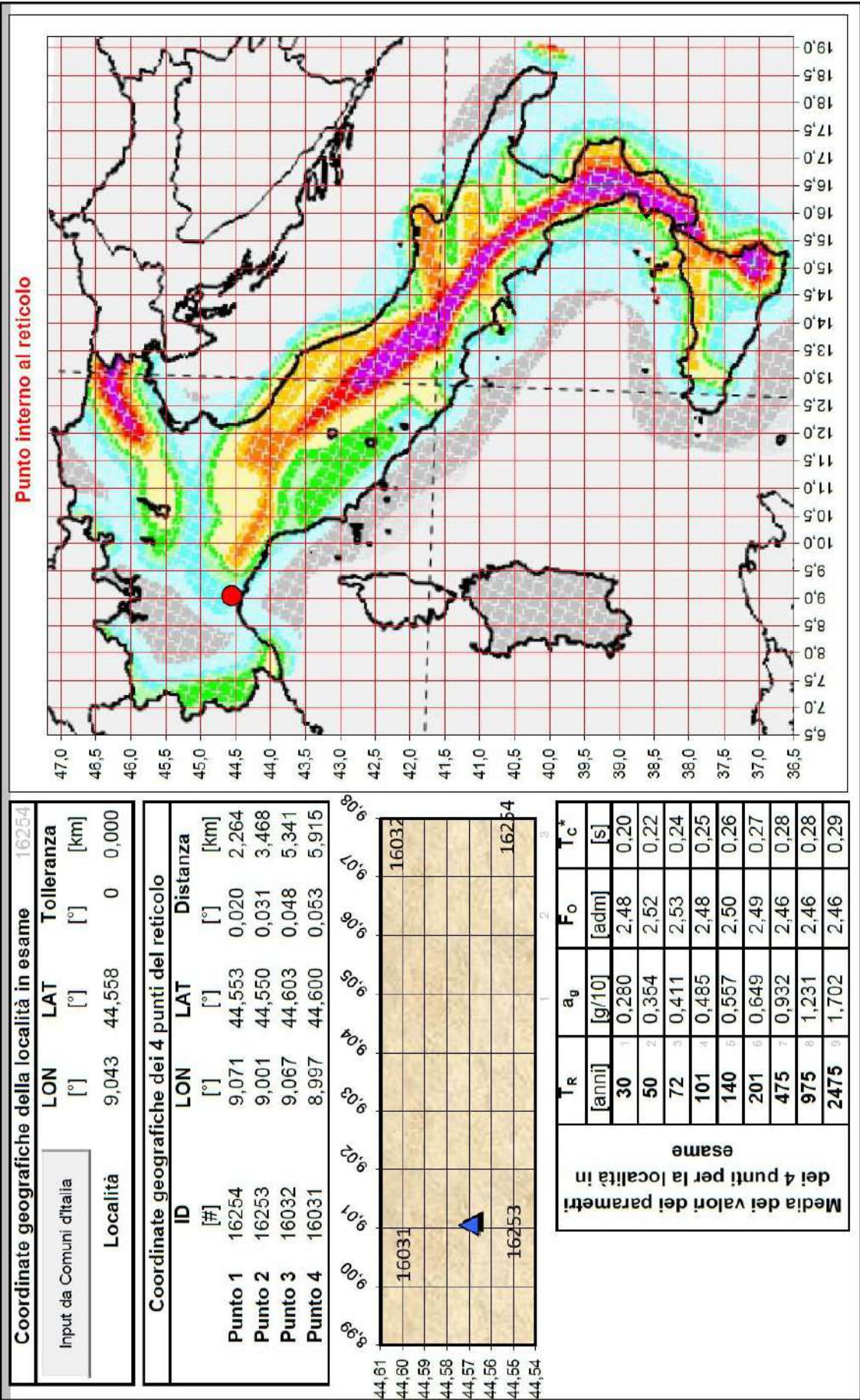


Fig. 8.5 Determinazione delle forme spettrali. Intervento 5

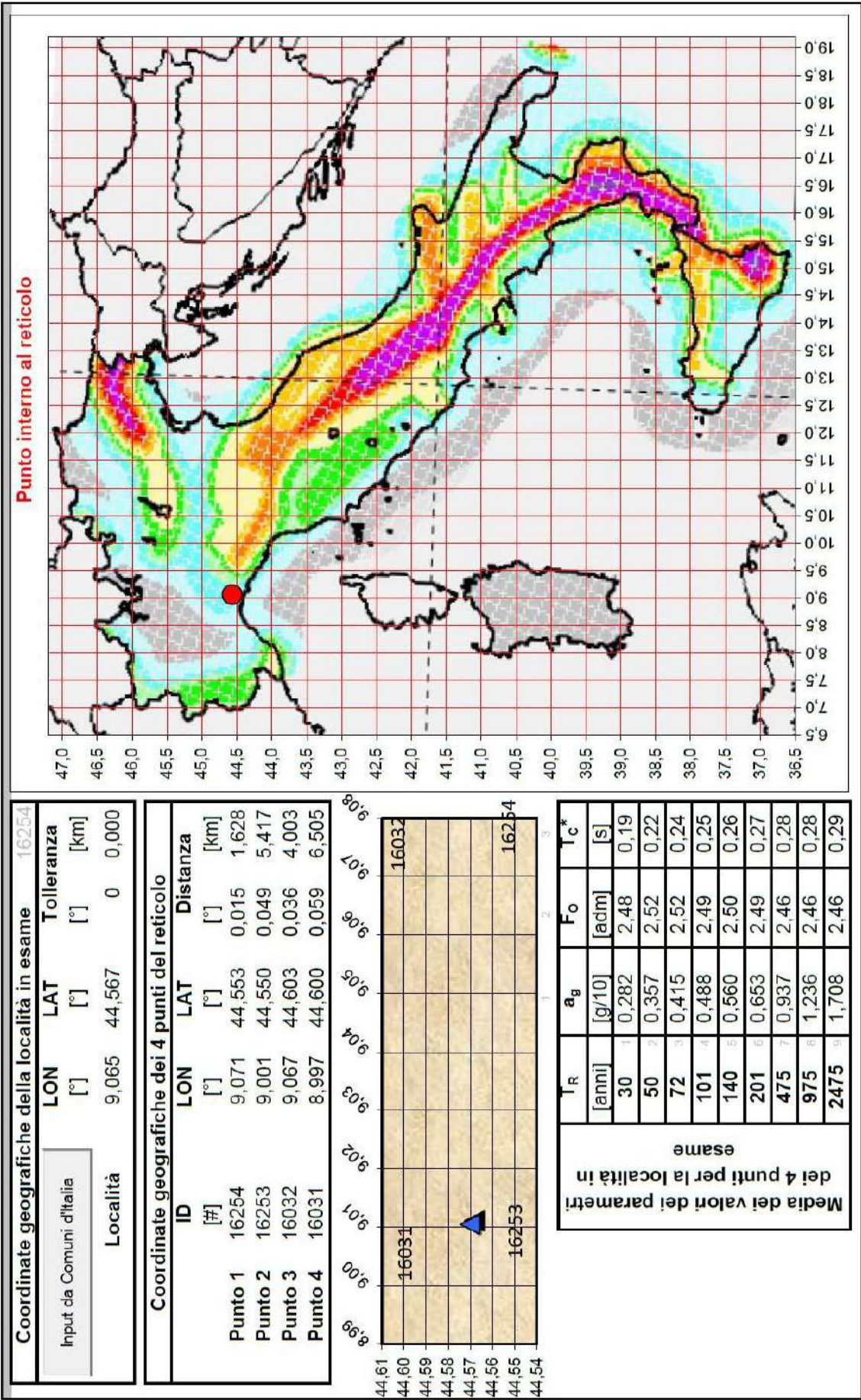


Fig. 8.6 Determinazione delle forme spettrali. Intervento 7

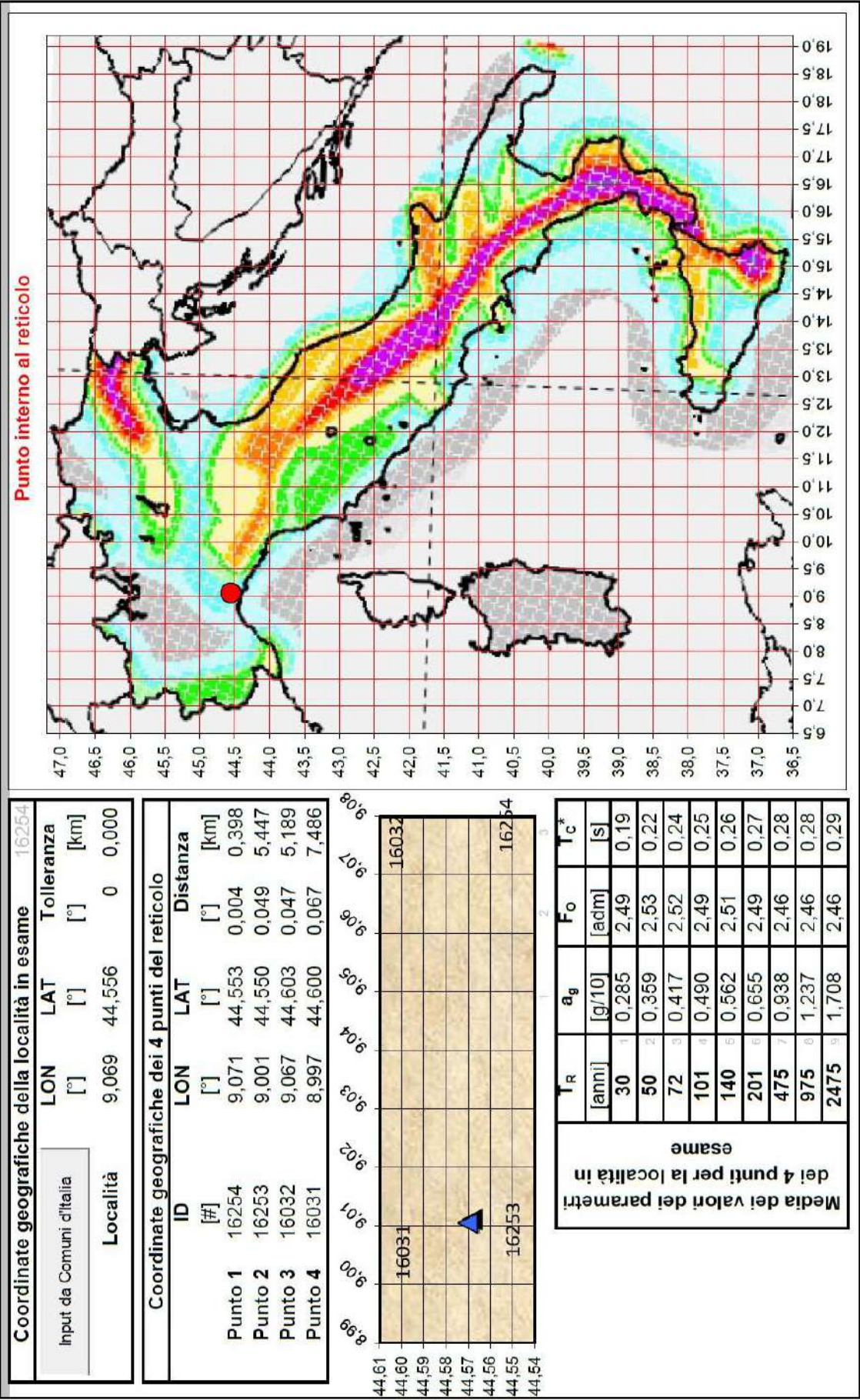


Fig. 8.7 Determinazione delle forme spettrali. Intervento 9

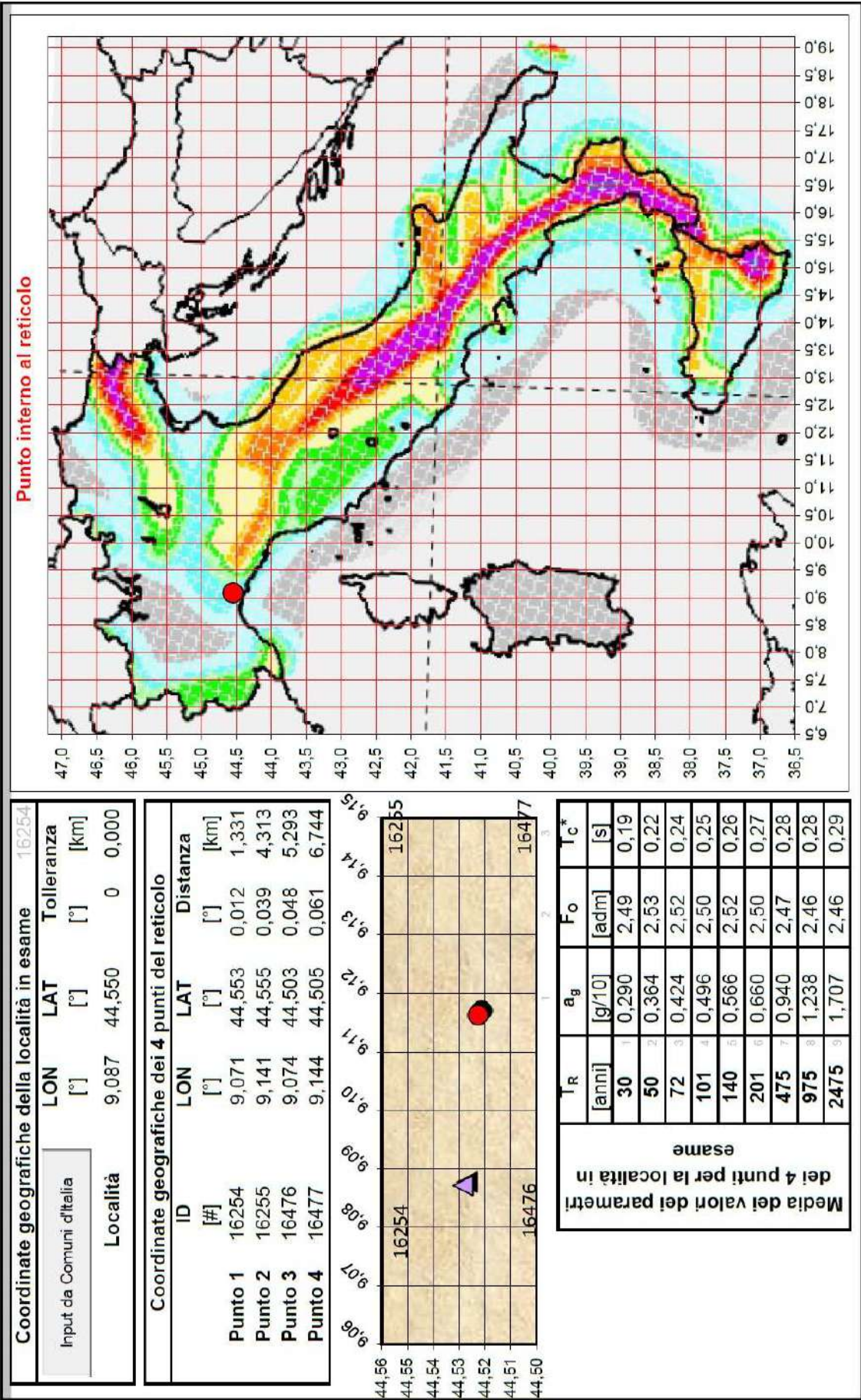


Fig. 8.8 Determinazione delle forme spettrali. Intervento 10

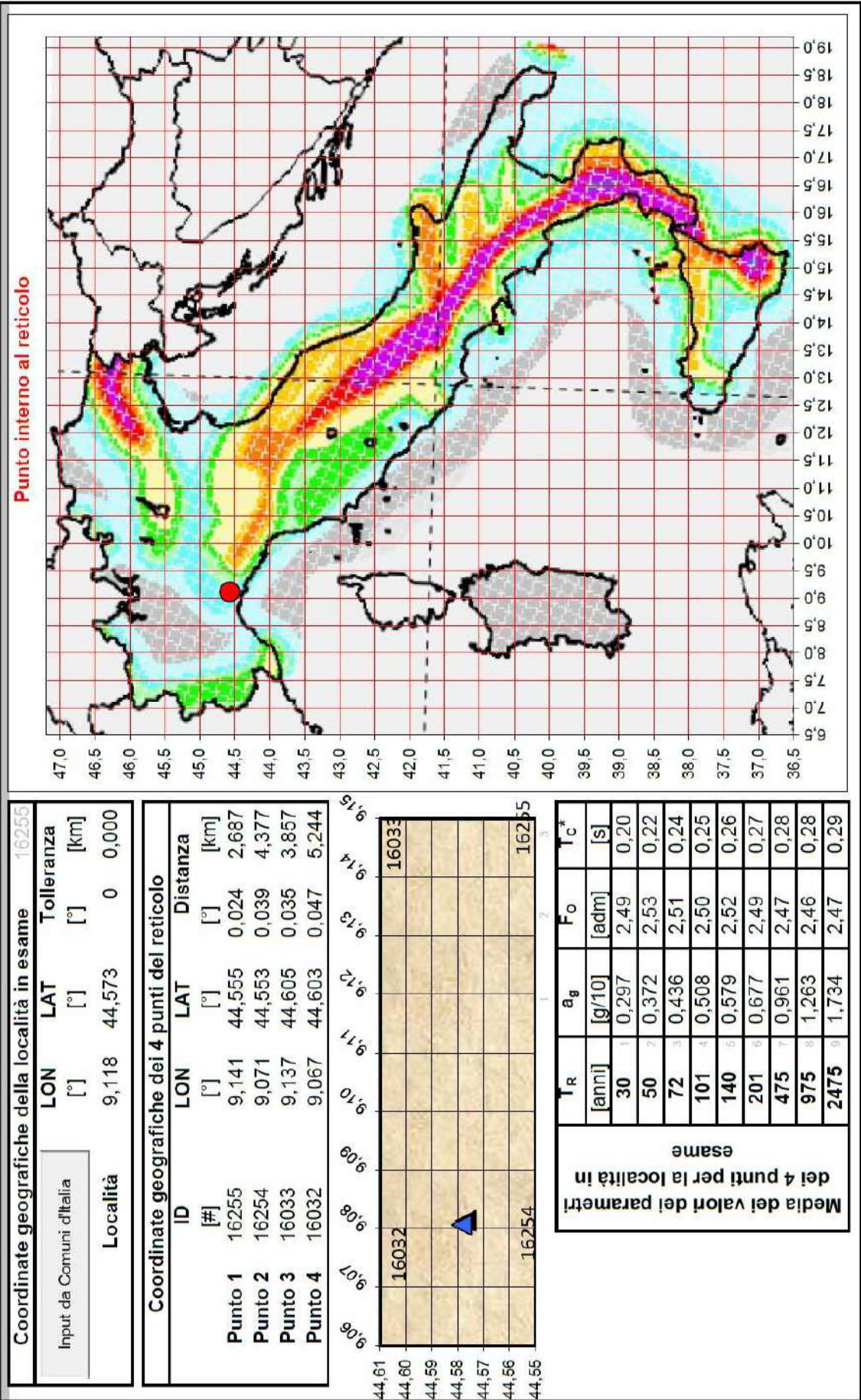


Fig. 8.9 Determinazione delle forme spettrali. Intervento 12

8.2 Vita Nominale, Classi d'Uso e Periodo di Riferimento dell'opera

8.2.1 Vita Nominale di Progetto

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I delle NTC 2018 (si veda **Tab. 8.1**). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

TIPI DI COSTRUZIONE		Valori minimi di Vita Nominale V_N (in anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tab 8.1 - Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni. Estratta dalla tab. 2.4.I – NTC 2018

Nel caso specifico V_N dell'opera a progetto è:

$V_N \geq 50$ anni

8.2.2 Classe d'uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso definite come in **tab. 8.2**.

Nel caso specifico l'opera oggetto di intervento appartiene alla seguente classe:

Classe II: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

8.2.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come riportato in **tab. 8.2**.

CLASSE	TIPOLOGIA	COEFF. C_U
I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli	0,7
II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	1,0
III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.	1,5
IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.	2,0

Tab. 8.2 Valori del coefficiente d'uso C_U . Estratta dalla tab. 2.4.II – NTC 2008.

Nel caso specifico avremo:

$$C_U = 1,0$$

Ne consegue:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1,0 = 50$$

$$V_R \geq 50 \text{ anni}$$

8.2.4 Amplificazione Stratigrafica e topografica

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale. Questo va fatto sia in termini stratigrafici che topografici.

Relativamente all'aspetto stratigrafico, in assenza di specifiche analisi per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento:

CATEGORIA	DESCRIZIONE
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.
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.
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.
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 e 180 m/s.
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 30 m.

Tab. 8.3 Categorie di sottosuolo. Estratta dalla tab. 3.2.II e tab. 3.2.III – NTC 2018.

Il presente studio ha permesso di ipotizzare un suolo di fondazione appartenente alla categoria B per tutti i siti di intervento.

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica **S_s** potrà essere calcolato per mezzo delle espressioni contenute in tabella 8.4:

CATEGORIA SOTTOSUOLO	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tab. 8.4 Categorie di sottosuolo e relativi coefficienti. Estratta dalla tab. 3.2.IV – NTC 2018

Relativamente all'aspetto topografico, per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico **S_T** riportati nella Tab. 3.2.VI NTC, in funzione delle categorie topografiche definite nel par. § 3.2.2 NTC e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria	Caratteristiche superficie topografica	Ubicazione dell'opera	Coefficiente S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	-	1,00
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1,20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,40

Tab. 8.5 Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T. Estratta dalla tab. 3.2.III – 3.2.V NTC 2018.

Il presente studio ha permesso di ricondurre il sito di fondazione dei siti di intervento 1,3,5,7,10 nella **categoria T2** (pendenza media del pendio superiore a 15° ed inferiore a 30°). Ne deriva un coefficiente di amplificazione topografica S_T = 1,20 (Tab. 8.5); il presente studio ha permesso di ricondurre il sito di fondazione dei siti di

intervento 9 e 12 nella **categoria T4** (pendenza media del pendio superiore a 30°). Ne deriva un coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1,40$ (Tab. 8.5)

Stati Limite e Relative Probabilità di Superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia ultimi sia di esercizio, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. A tali stati limite si associa una certa probabilità di superamento (P_{VR}).

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (**SLE**) degli elementi strutturali, degli elementi non strutturali e degli impianti si effettuano rispettivamente in termini di resistenza, di contenimento del danno e di mantenimento della funzionalità sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi ($P_{VR} = 81\%$)

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile, pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature. ($P_{VR} = 63\%$)

Le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (**SLU**) degli elementi strutturali, degli elementi non strutturali e degli impianti si effettuano in termini di resistenza e di duttilità e sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali. ($P_{VR} = 10\%$)

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali. ($P_{VR} = 5\%$).

8.3 Azione sismica

Ipotizzando, come definito al par. 8.2.1, una vita nominale $V_N = 50$ anni, una **classe d'uso II**, sono stati calcolati i parametri sismici (derivanti dalla media ponderata dei valori relativi ai quattro nodi del reticolo di riferimento) relativi agli stati limite SLO, SLD, SLU, SLC. I calcoli sono stati eseguiti con software gratuito **Geostru PS Parametri sismici**. Si sono derivati i seguenti parametri:

INTERVENTO 1

	<u>SLO</u> <u>Operatività</u>	<u>SLD</u> <u>Danno</u>	<u>SLV</u> <u>Salvaguardia</u> <u>Vita</u>	<u>SLC</u> <u>Prevenzione</u> <u>Collasso</u>
Probabilità superamento	81%	63%	10%	5%
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [m/s ²]	0,028	0,035	0,091	0,120
Fo	2,480	2,528	2,466	2,460
Tc* [s]	0,198	0,214	0,278	0,284

Tab. 8.6 Parametri sismici – intervento 1

INTERVENTO 2

	<u>SLO</u> <u>Operatività</u>	<u>SLD</u> <u>Danno</u>	<u>SLV</u> <u>Salvaguardia</u> <u>Vita</u>	<u>SLC</u> <u>Prevenzione</u> <u>Collasso</u>
Probabilità superamento	81%	63%	10%	5%
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [m/s ²]	0,028	0,035	0,090	0,120
Fo	2,481	2,528	2,466	2,460
Tc* [s]	0,198	0,214	0,278	0,284

Tab. 8.7 Parametri sismici – intervento 1

INTERVENTO 3

	<u>SLO</u> <u>Operatività</u>	<u>SLD</u> <u>Danno</u>	<u>SLV</u> <u>Salvaguardia</u> <u>Vita</u>	<u>SLC</u> <u>Prevenzione</u> <u>Collasso</u>
Probabilità superamento	81%	63%	10%	5%
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [m/s ²]	0,028	0,035	0,093	0,123
Fo	2,480	2,523	2,456	2,460
Tc* [s]	0,197	0,215	0,278	0,283

Tab. 8.8 Parametri sismici – intervento 3**INTERVENTO 5**

	<u>SLO</u> <u>Operatività</u>	<u>SLD</u> <u>Danno</u>	<u>SLV</u> <u>Salvaguardia</u> <u>Vita</u>	<u>SLC</u> <u>Prevenzione</u> <u>Collasso</u>
Probabilità superamento	81%	63%	10%	5%
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [m/s ²]	0,028	0,035	0,093	0,123
Fo	2,483	2,525	2,457	2,460
Tc* [s]	0,197	0,215	0,278	0,283

Tab. 8.9 Parametri sismici – intervento 5**INTERVENTO 7**

	<u>SLO</u> <u>Operatività</u>	<u>SLD</u> <u>Danno</u>	<u>SLV</u> <u>Salvaguardia</u> <u>Vita</u>	<u>SLC</u> <u>Prevenzione</u> <u>Collasso</u>
Probabilità superamento	81%	63%	10%	5%
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [m/s ²]	0,028	0,036	0,094	0,124
Fo	2,486	2,526	2,458	2,460

Tc* [s]	0,196	0,215	0,278	0,283
---------	-------	-------	-------	-------

Tab. 8.10 Parametri sismici – intervento 7**INTERVENTO 9**

	<u>SLO</u> <u>Operatività</u>	<u>SLD</u> <u>Danno</u>	<u>SLV</u> <u>Salvaguardia</u> <u>Vita</u>	<u>SLC</u> <u>Prevenzione</u> <u>Collasso</u>
Probabilità superamento	81%	63%	10%	5%
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [m/s ²]	0,028	0,036	0,094	0,124
Fo	2,491	2,529	2,461	2,460
Tc* [s]	0,195	0,215	0,278	0,283

Tab. 8.11 Parametri sismici – intervento 9**INTERVENTO 10**

	<u>SLO</u> <u>Operatività</u>	<u>SLD</u> <u>Danno</u>	<u>SLV</u> <u>Salvaguardia</u> <u>Vita</u>	<u>SLC</u> <u>Prevenzione</u> <u>Collasso</u>
Probabilità superamento	81%	63%	10%	5%
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [m/s ²]	0,029	0,036	0,094	0,124
Fo	2,490	2,534	2,468	2,461
Tc* [s]	0,197	0,216	0,279	0,284

Tab. 8.12 Parametri sismici – intervento 10**INTERVENTO 12**

	<u>SLO</u> <u>Operatività</u>	<u>SLD</u> <u>Danno</u>	<u>SLV</u> <u>Salvaguardia</u> <u>Vita</u>	<u>SLC</u> <u>Prevenzione</u> <u>Collasso</u>
Probabilità	81%	63%	10%	5%

superamento				
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [m/s ²]	0,030	0,037	0,096	0,126
Fo	2,487	2,533	2,469	2,461
Tc* [s]	0,198	0,216	0,279	0,284

Tab. 8.13 Parametri sismici – intervento 12

Il software utilizzato consente inoltre il calcolo dei coefficienti sismici. I coefficienti da determinare ai fini delle NTC sono i seguenti:

a_{max} ovvero l'accelerazione massima attesa al sito. Essa è calcolata con la seguente relazione:

$$\mathbf{a_{max} = a_g \times S_s \times S_T}$$

dove **S_s** rappresenta il coefficiente di amplificazione stratigrafica e **S_T** il coefficiente di amplificazione topografica. I due coefficienti tengono conto delle caratteristiche locali di carattere stratigrafico e topografico nell'amplificazione del segnale sismico (si veda par. 8.2).

Kh ovvero il coefficiente sismico orizzontale. Esso è calcolato con la seguente relazione:

$$\mathbf{Kh = \beta \times a_{max} / g}$$

Kv ovvero il coefficiente sismico verticale. Esso è calcolato con la seguente relazione:

$$\mathbf{Kv = 0,5 \times Kh}$$

Di seguito sono riportati i dati calcolati dal software precedentemente citato, relativamente agli stati limite SLO, SLD, SLU, SLC. Sono state differenziate le procedure di calcolo in funzione della struttura considerata. I primi dati sono relativi ai coefficienti per opere di sostegno. A seguire sono riportati i dati per la progettazione di fondazioni e per la stabilità dei versanti.

Intervento 1 - OPERE DI SOSTEGNO - NTC 2018

	SLO Operatività	SLD Danno	SLV Salvaguardia Vita	SLC Prevenzione Collasso
Ss	1,200	1,200	1,200	1,200
Cc	1,520	1,500	1,420	1,410
St	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh	-	0,024	0,050	-
Kv	-	0,012	0,025	-
Amax	0,389	0,492	1,278	1,691
Beta	-	0,470	0,380	-

Tab. 8.14 Coefficienti sismici – Opere di sostegno NTC 2018- Intervento 1**Intervento 2 - OPERE DI SOSTEGNO - NTC 2018**

	SLO Operatività	SLD Danno	SLV Salvaguardia Vita	SLC Prevenzione Collasso
Ss	1,200	1,200	1,200	1,200
Cc	1,520	1,500	1,420	1,410
St	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh	-	0,024	0,050	-
Kv	-	0,012	0,025	-
Amax	0,389	0,493	1,278	1,690
Beta	-	0,470	0,380	-

Tab. 8.15 Coefficienti sismici – Opere di sostegno NTC 2018- Intervento 2**Intervento 3 - OPERE DI SOSTEGNO - NTC 2018**

	SLO Operatività	SLD Danno	SLV Salvaguardia Vita	SLC Prevenzione Collasso
Ss	1,200	1,200	1,200	1,200
Cc	1,520	1,500	1,420	1,410
St	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh	-	0,024	0,051	-
Kv	-	0,012	0,025	-
Amax	0,392	0,498	1,311	1,732
Beta	-	0,470	0,380	-

Tab. 8.16 Coefficienti sismici – Opere di sostegno NTC 2018- Intervento 3**Intervento 5 - OPERE DI SOSTEGNO - NTC 2018**

	SLO Operatività	SLD Danno	SLV Salvaguardia Vita	SLC Prevenzione Collasso
Ss	1,200	1,200	1,200	1,200
Cc	1,520	1,500	1,420	1,420
St	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh	-	0,024	0,051	-
Kv	-	0,012	0,025	-
Amax	0,395	0,501	1,316	1,738
Beta	-	0,470	0,380	-

Tab. 8.17 Coefficienti sismici – Opere di sostegno NTC 2018 - Intervento 5**Intervento 7 - OPERE DI SOSTEGNO - NTC 2018**

	SLO Operatività	SLD Danno	SLV Salvaguardia Vita	SLC Prevenzione Collasso
Ss	1,200	1,200	1,200	1,200
Cc	1,520	1,500	1,420	1,410
St	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh	-	0,024	0,051	-
Kv	-	0,012	0,026	-
Amax	0,399	0,504	1,322	1,746
Beta	-	0,470	0,380	-

Tab. 8.18 Coefficienti sismici – Opere di sostegno NTC 2018 – Intervento 7**Intervento 9 - OPERE DI SOSTEGNO - NTC 2018**

	SLO Operatività	SLD Danno	SLV Salvaguardia Vita	SLC Prevenzione Collasso
Ss	1,200	1,200	1,200	1,200
Cc	1,530	1,500	1,420	1,420
St	1,400	1,400	1,400	1,400
Kh	-	0,028	0,060	-
Kv	-	0,014	0,030	-
Amax	0,469	0,591	1,544	2,038
Beta	-	0,470	0,380	-

Tab. 8.19 Coefficienti sismici – Opere di sostegno NTC 2018 - Intervento 9**Intervento 10 - OPERE DI SOSTEGNO - NTC 2018**

Dott. Geologo Matteo del Mastro - Studio di Geologia Applicata

Via Antonietta Massuccone Mazzini 42A-6 16162 Genova - Tel: 0107408476 – Cell: 3389423507 fax: 0108689794

Email: matteo.delmastro@libero.it pec: geologo.delmastro@epap.sicurezzapostale.it

	SLO Operatività	SLD Danno	SLV Salvaguardia Vita	SLC Prevenzione Collasso
Ss	1,200	1,200	1,200	1,200
Cc	1,520	1,500	1,420	1,410
St	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh	-	0,025	0,051	-
Kv	-	0,012	0,026	-
Amax	0,410	0,514	1,327	1,749
Beta	-	0,470	0,380	-

Tab. 8.20 Coefficienti sismici – Opere di sostegno NTC 2018 - Intervento 10**Intervento 12 - OPERE DI SOSTEGNO - NTC 2018**

	SLO Operatività	SLD Danno	SLV Salvaguardia Vita	SLC Prevenzione Collasso
Ss	1,200	1,200	1,200	1,200
Cc	1,520	1,490	1,420	1,420
St	1,400	1,400	1,400	1,400
Kh	-	0,029	0,061	-
Kv	-	0,015	0,031	-
Amax	0,489	0,612	1,582	2,081
Beta	-	0,470	0,380	-

Tab. 8.21 Coefficienti sismici – Opere di sostegno NTC 2018 - Intervento 12

9 Considerazioni Conclusive

9.1 Premesse

Gli interventi previsti sono finalizzati alla riduzione della vulnerabilità dei tratti di viabilità oggetto di intervento che presentano molto frequentemente cedimenti della sede stradale principalmente imputabili alle modalità realizzative ed alla mancanza di adeguate opere per la stabilizzazione del lato di valle delle strade, impostato sempre su terreni di riporto. In particolare nelle situazioni di maggiore criticità e nei tratti interessati da un traffico più sostenuto sono stati previsti interventi di maggiore impatto sia sotto il profilo tecnico che economico (messa in opera di cordoli fondati su micropali); nei tratti di viabilità ove le problematiche sono meno rilevanti e la strada interessata da traffico meno sostenuto sono previste stabilizzazioni del lato di valle della sede stradale con opere di ingegneria naturalistica (messa in opera di palificate a doppia parete).

In particolare, in sintesi, gli interventi previsti prevedono:

1) **Cordoli fondati su micropali:**

- **Intervento 1**
- **Intervento 7**
- **Intervento 9**
- **Intervento 12**

2) **Palificate a doppia parete**

- **Intervento 2**
- **Intervento 4**
- **Intervento 10**

Per il solo **Intervento 5** è previsto il placcaggio del muro a contenimento della piazza dell'abitato di Caserza, con barre dywidag.

9.2 Modellazione geologica e stratigrafia sitospecifica

Le osservazioni di terreno e le indagini geognostiche hanno messo permesso di determinare la modellazione geologica e la stratigrafia in corrispondenza degli 8 siti di intervento; in corrispondenza dei lati di valle delle strade sono presenti coltri rimaneggiate e riportate con potenze variabili, a seguito della messa in posto, in occasione della realizzazione delle strade, di materiali di riporto. La modellazione sitospecifica e le stratigrafie sono state sintetizzate nelle tavole allegate a fine testo – **Sezioni Geologico – geotecniche**. Esse sono parte integrante della presente relazione ed è stato fatto riferimento alle stesse per la progettazione geotecnica e strutturale.

9.3 Opere di contenimento

9.3.1 Interventi 2,5,10

Viste le condizioni stratigrafiche sitospecifiche riscontrate (si vedano **relative tavole allegate**), non sarà possibile fondare le palificate a doppia parete sul substrato roccioso. Non si esclude tuttavia che più o meno frequentemente siano presenti duomi del substrato roccioso fratturato. Inoltre anche all'interno delle coltri di copertura potrebbero essere presenti, più o meno frequentemente, clasti e trovanti anche plurimetri di

substrato calcareo marnoso. L'appoggio delle palificate potrà avvenire su un piano in contropendenza (almeno 10°) per garantire maggiore resistenza allo scorrimento dell'opera di contenimento, adeguando la morfologia delle palificate nel caso di presenza di substrato a bassa profondità. Lo scavo per l'inserimento delle palificate dovrà essere realizzato in un periodo secco a campioni di ampiezza da stabilire in fase esecutiva.

Molta attenzione dovrà essere posta durante le fasi di scavo nella captazione delle acque sotterranee eventualmente intercettate provvedendo all'immediata regimazione ed allontanamento delle stesse dall'area di scavo. Al fine di proteggere lo scavo temporaneo dalle acque di ruscellamento derivanti da eventuali precipitazioni meteoriche, nel tempo intercorrente fra l'apertura dello sbancamento e la messa in opera delle porzioni di palificate, nel caso vi sia il rischio di eventi meteorologici e nelle fasi di stallo del cantiere, dovrà essere steso un telo impermeabilizzante opportunamente picchettato che dovrà coprire lo scavo per tutta la sua estensione.

Le modalità operative appena descritte sono necessarie al fine di ridurre al minimo i problemi di stabilità dello scavo e garantire la sicurezza delle maestranze in attività a ridosso del fronte.

9.3.2 Interventi 1,7,9,12

Viste le condizioni stratigrafiche sitospecifiche riscontrate (si vedano **sezioni geologico-tecniche**), si consiglia di immergere i tiranti passivi nell'orizzonte litotecnico Sb (lunghezza micropali mai inferiore a 8 metri). Il dimensionamento e le verifiche strutturali sono state eseguite sulla base della relativa stratigrafia (si vedano allegati grafici) e sulla base dei parametri geotecnici riportati nella presente relazione.

9.3.3 Intervento 5

Viste le condizioni stratigrafiche sitospecifiche riscontrate (si veda sezione geologico-tecnica), si consiglia di immergere i tiranti passivi nell'orizzonte litotecnico Sb. Il dimensionamento e le verifiche strutturali dovranno essere e seguite sulla base della stratigrafia riportata nell'allegato grafico e sulla base dei parametri geotecnici riportati nella presente relazione.

9.4 Regimazione idrica

Si consiglia di dotare le strade di una leggera contropendenza verso monte in modo da convogliare le acque di pioggia nel lato di monte della viabilità e successivamente nella rete artificiale o naturale se presente; questo eviterà il riversamento incontrollato delle acque meteoriche nei versanti sottostanti alle strade.

Il professionista scrivente rimane a disposizione della Committenza e del Progettista per eventuali chiarimenti o quant'altro necessario.

Genova, 12 agosto 2022



Dott. Geol. Matteo Del Mastro

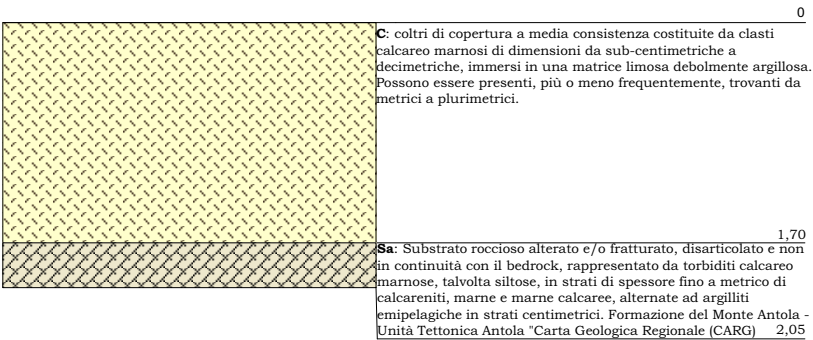
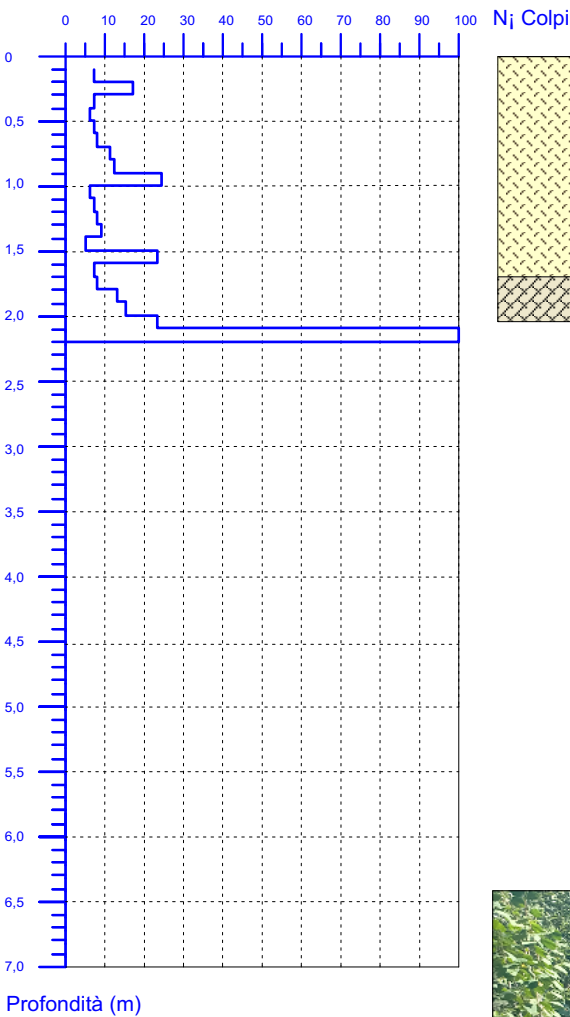
A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Matteo Del Mastro", written over a horizontal line.

- Committente: Amministrazione Comunale Valbrevenna

Fig. a: Prova penetrometrica dinamica 1

- Località: Ternano - Comune di Valbrevenna

Profondità	N° Colpi	NSpt equiv.	Rp Kg/cmq	γ' t/mc	ϕ (°)	Cu Kg/cmq	Orizzonte
0,00 - 1,70	10	8	7,85	1,70	27,62	0,39	C



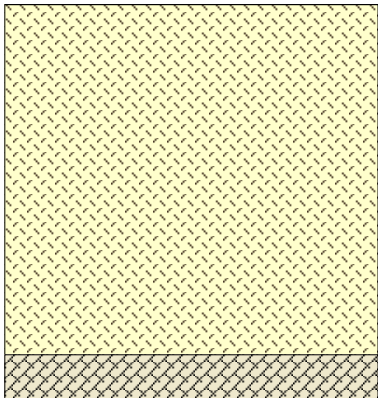
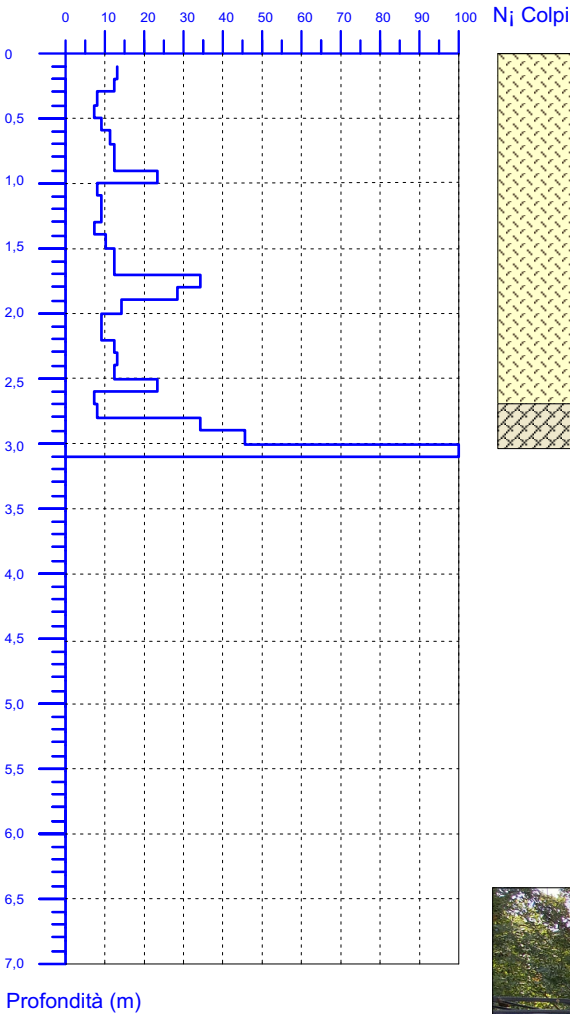
Esecuzione Prova Penetrometrica PP1

- Committente: Amministrazione Comunale Valbrevenna

Fig. b: Prova penetrometrica dinamica 2

- Località: Baio - Comune di Valbrevenna

Profondità	N° Colpi	NSpt equiv.	Rp Kg/cmq	γ' t/mc	ϕ (°)	Cu Kg/cmq	Orizzonte
0,00 - 2,70	13	10	9,60	1,73	28,46	0,48	C



C: coltri di copertura a media consistenza costituite da clasti calcareo marnosi di dimensioni da sub-centimetriche a decimetriche, immersi in una matrice limosa debolmente argillosa. Possono essere presenti, più o meno frequentemente, trovanti da metrici a plurimetrici.

Sa: Substrato roccioso alterato e/o fratturato, disarticolato e non in continuità con il bedrock, rappresentato da torbiditi calcareo marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola "Carta Geologica Regionale (CARG) 2,95

Profondità (m)



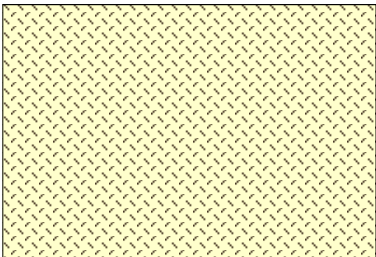
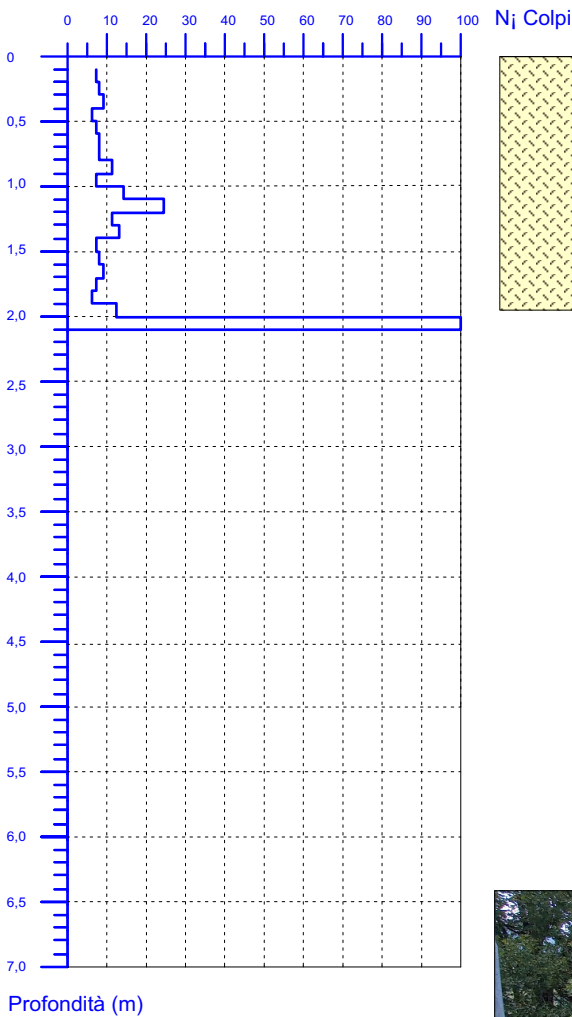
Esecuzione Prova Penetrometrica PP2

- Committente: Amministrazione Comunale Valbrevenna

Fig. c: Prova penetrometrica dinamica 3

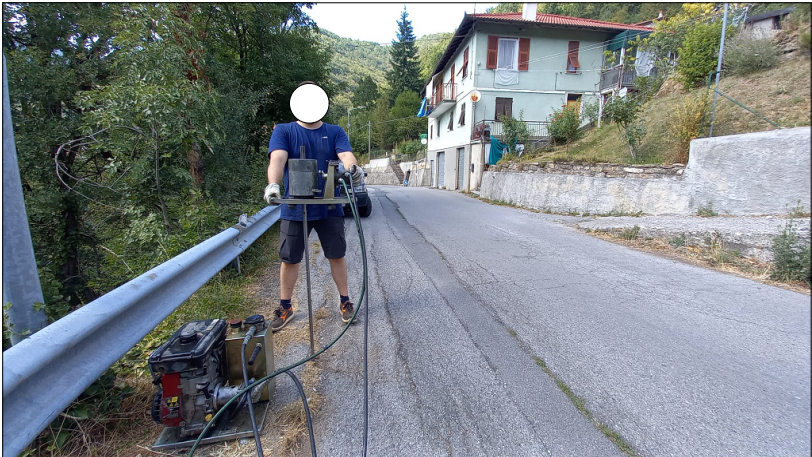
- Località: Baio - Comune di Valbrevenna

Profondità	N° Colpi	NSpt equiv.	Rp Kg/cmq	γ' t/mc	ϕ (°)	Cu Kg/cmq	Orizzonte
0,00 - 1,90	10	7	7,36	1,70	27,35	0,37	C



C: coltri di copertura a media consistenza costituite da clasti calcareo marnosi di dimensioni da sub-centimetriche a decimetriche, immersi in una matrice limosa debolmente argillosa. Possono essere presenti, più o meno frequentemente, trovanti da metrici a plurimetrici.

1,95
Profondità (m)



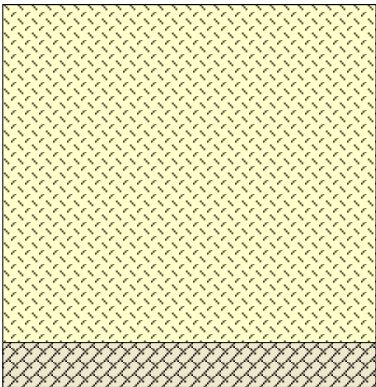
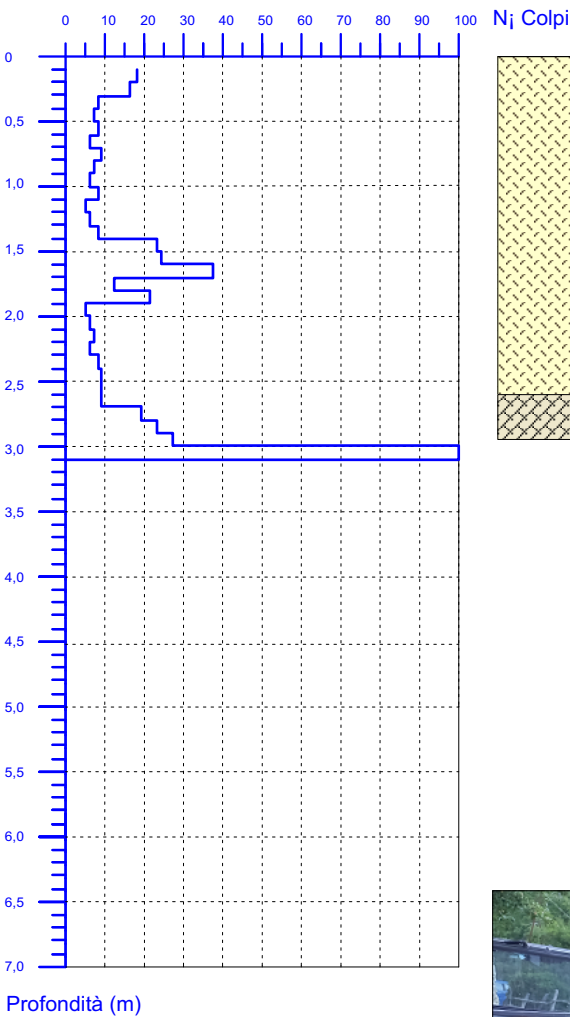
Esecuzione Prova Penetrometrica PP3

- Committente: Amministrazione Comunale Valbrevenna

Fig. d: Prova penetrometrica dinamica 4

- Località: Tonno - Comune di Valbrevenna

Profondità	N° Colpi	NSpt equiv.	Rp Kg/cmq	γ' t/mc	ϕ (°)	Cu Kg/cmq	Orizzonte
0,00 - 2,60	11	9	8,40	1,70	27,94	0,42	C



C: coltri di copertura a media consistenza costituite da clasti calcareo marnosi di dimensioni da sub-centimetriche a decimetriche, immersi in una matrice limosa debolmente argillosa. Possono essere presenti, più o meno frequentemente, trovanti da metrici a plurimetrici.

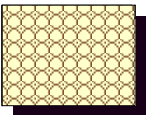
Sa: Substrato roccioso alterato e/o fratturato, disarticolato e non in continuità con il bedrock, rappresentato da torbiditi calcareo marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola "Carta Geologica Regionale (CARG)"

Profondità (m)



Esecuzione Prova Penetrometrica PP4

LEGENDA



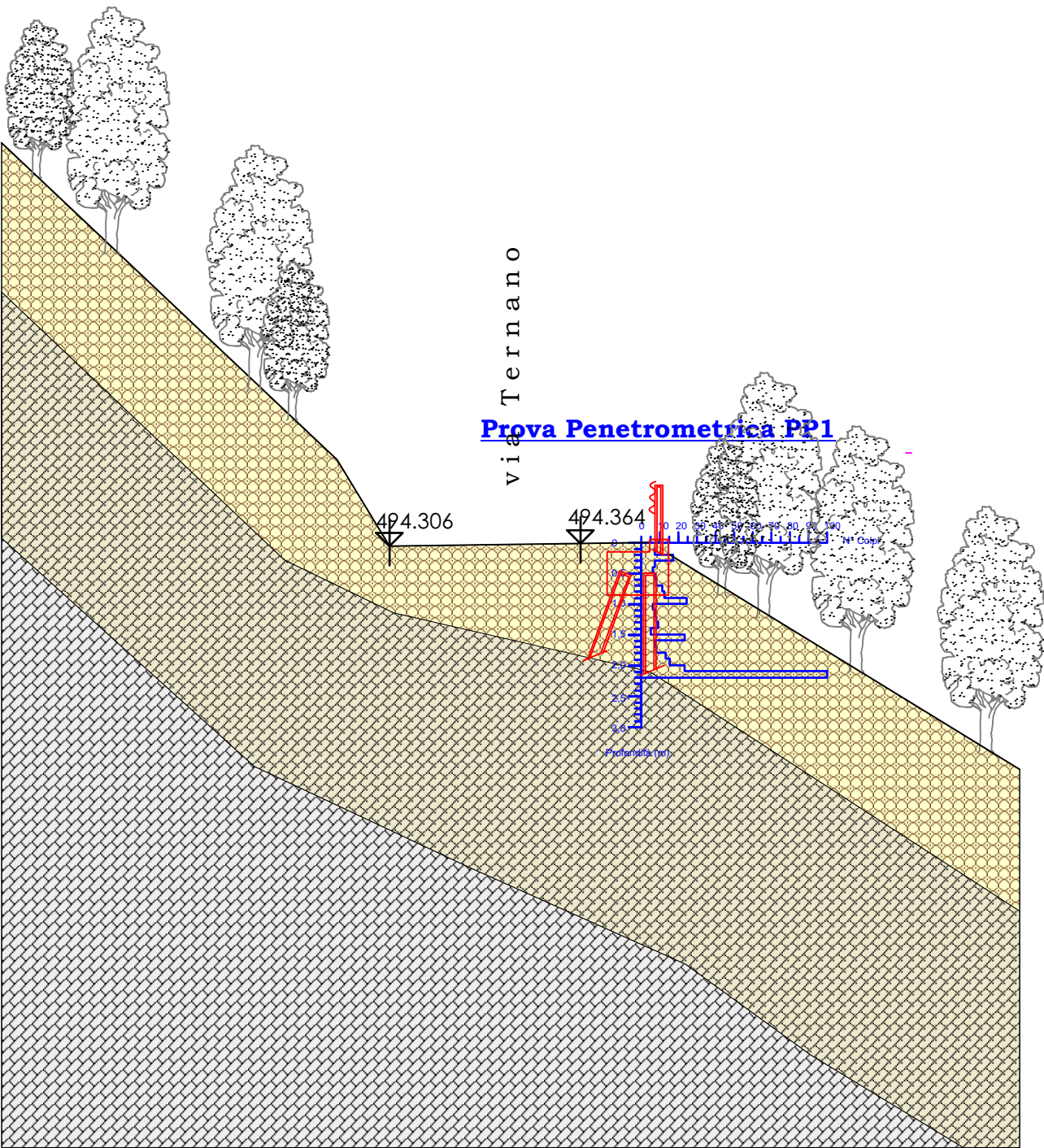
C: coltre di copertura di natura eluvio-colluviale localmente rimaneggiate e riportate, a comportamento coesivo, rappresentata da una matrice limoso argillosa in cui sono immersi relitti da centimetrici a pluridecimetrici di substrato calcareo marnoso. Localmente possono esser presenti trovanti metrici di calcare marnoso.



S: Substrato roccioso rappresentato da torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola (FAN) Campaniano Sup. "Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 Foglio Genova". a) in facies fratturata, alterata, disarticolata. b) saldo e tenace



Opere a progetto



Oggetto: opere strutturali relative alla messa in sicurezza della viabilità pubblica che presenta situazioni di pericolo in quanto priva di protezioni a valle o con presenza di cedimenti della carreggiata - Comune di Valbrevenna

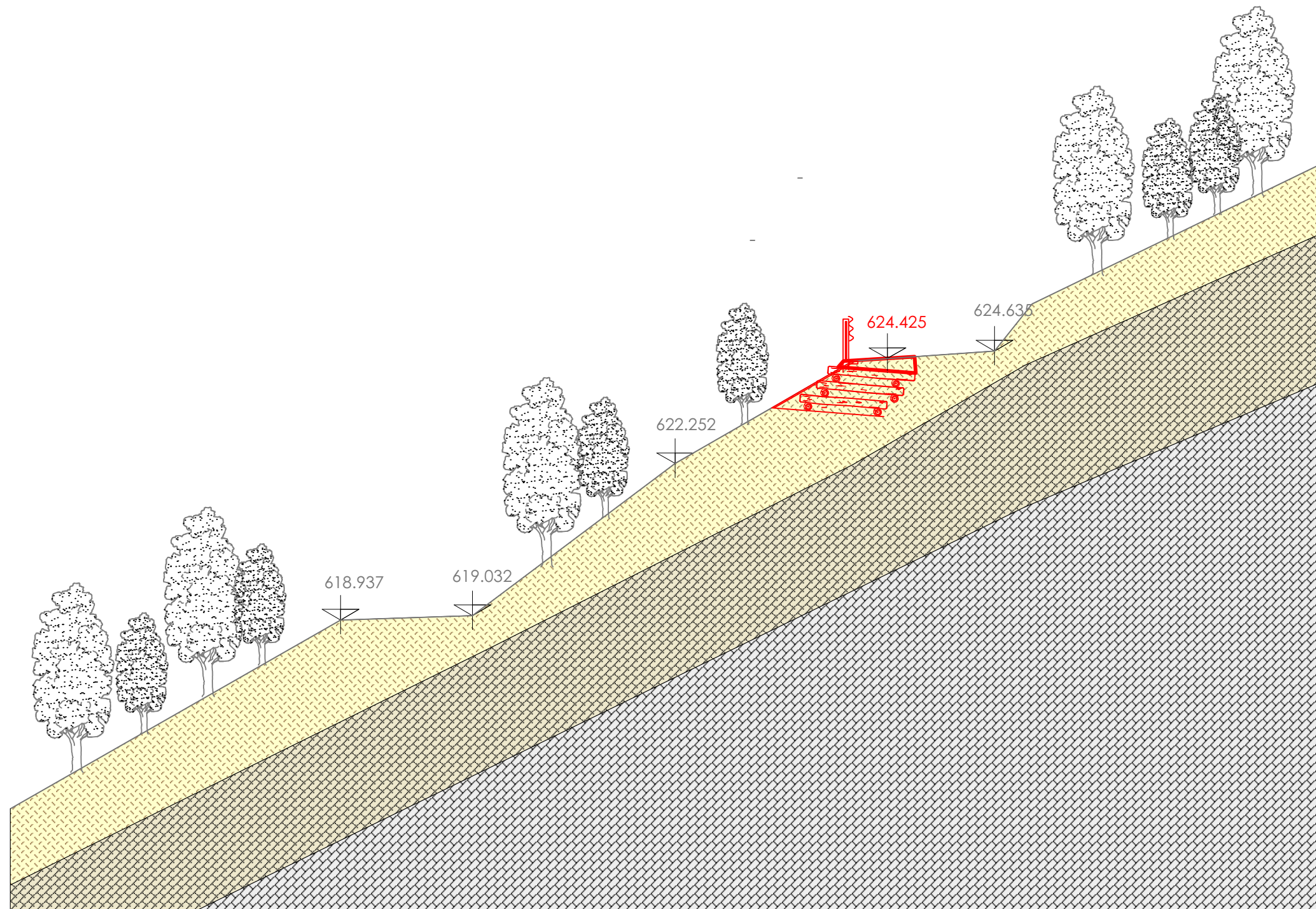
Committente:
Amm.
Comune Valbrevenna

Tav. 1: Sezione geologico-geotecnica
Intervento 1 - TERNANO

Scala: 1:100



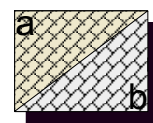
Dott. Geol. Matteo Del Mastro
Via Antonietta Massuccone Mazzini 42A/6, 16162 - Genova Bolzaneto
Tel.: 010-7408476 Fax: 010-8689794 Cell.:338-9423507
E-mail: matteo.delmastro@libero.it



LEGENDA



C: coltre di copertura di natura eluvio-colluviale localmente rimaneggiate e riportate, a comportamento coesivo, rappresentata da una matrice limoso argillosa in cui sono immersi relitti da centimetrici a pluridecimetrici di substrato calcareo marnoso. Localmente possono esser presenti trovanti metrici di calcare marnoso.



S: Substrato roccioso rappresentato da torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola (FAN) Campaniano Sup. "Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 Foglio Genova". a) in facies fratturata, alterata, disarticolata. b) saldo e tenace



Opere a progetto

Oggetto: opere strutturali relative alla messa in sicurezza della viabilità pubblica che presenta situazioni di pericolo in quanto priva di protezioni a valle o con presenza di cedimenti della carreggiata - Comune di Valbrevenna

Committente:
Amm.
Comune Valbrevenna

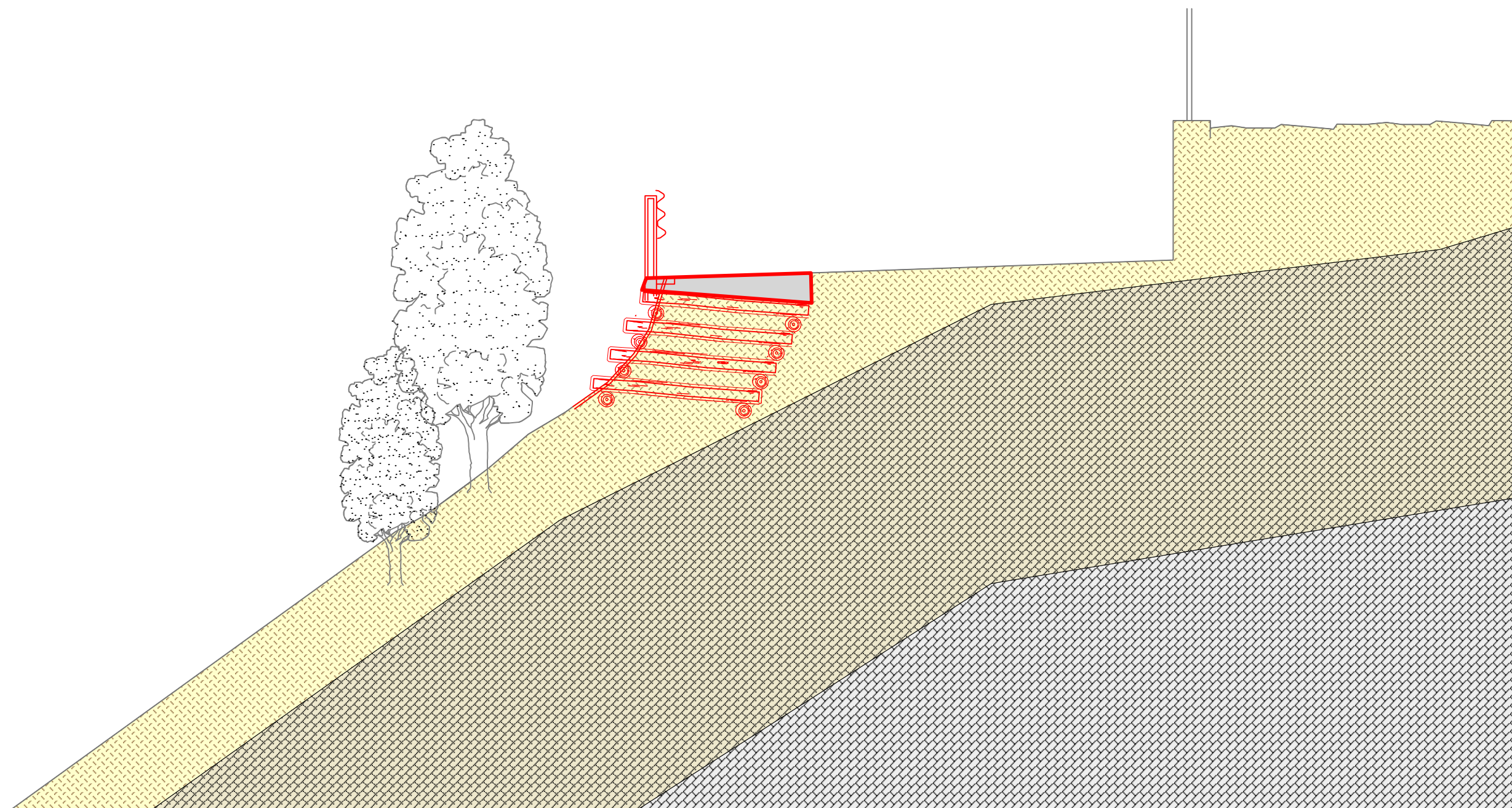
Tav. 2: Sezione geologico-geotecnica
Intervento 2 - GORRA

Scala: 1:100



Dott. Geol. Matteo Del Mastro

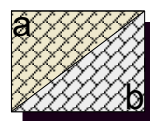
Via Antonietta Massuccone Mazzini 42A/6, 16162 - Genova Bolzaneto
Tel.: 010-7408476 Fax: 010-8689794 Cell.:338-9423507
E-mail: matteo.delmastro@libero.it



LEGENDA



C: coltre di copertura di natura eluvio-colluviale localmente rimaneggiate e riportate, a comportamento coesivo, rappresentata da una matrice limoso argillosa in cui sono immersi relitti da centimetrici a pluridecimetrici di substrato calcareo marnoso. Frequentemente possono esser presenti trovanti metrici di calcare marnoso.



S: Substrato roccioso rappresentato da torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola (FAN) Campaniano Sup. "Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 Foglio Genova". a) in facies fratturata, alterata, disarticolata. b) saldo e tenace

— Opere a progetto

Oggetto: opere strutturali relative alla messa in sicurezza della viabilità pubblica che presenta situazioni di pericolo in quanto priva di protezioni a valle o con presenza di cedimenti della carreggiata - Comune di Valbrevenna

Committente:
Amm.
Comune Valbrevenna

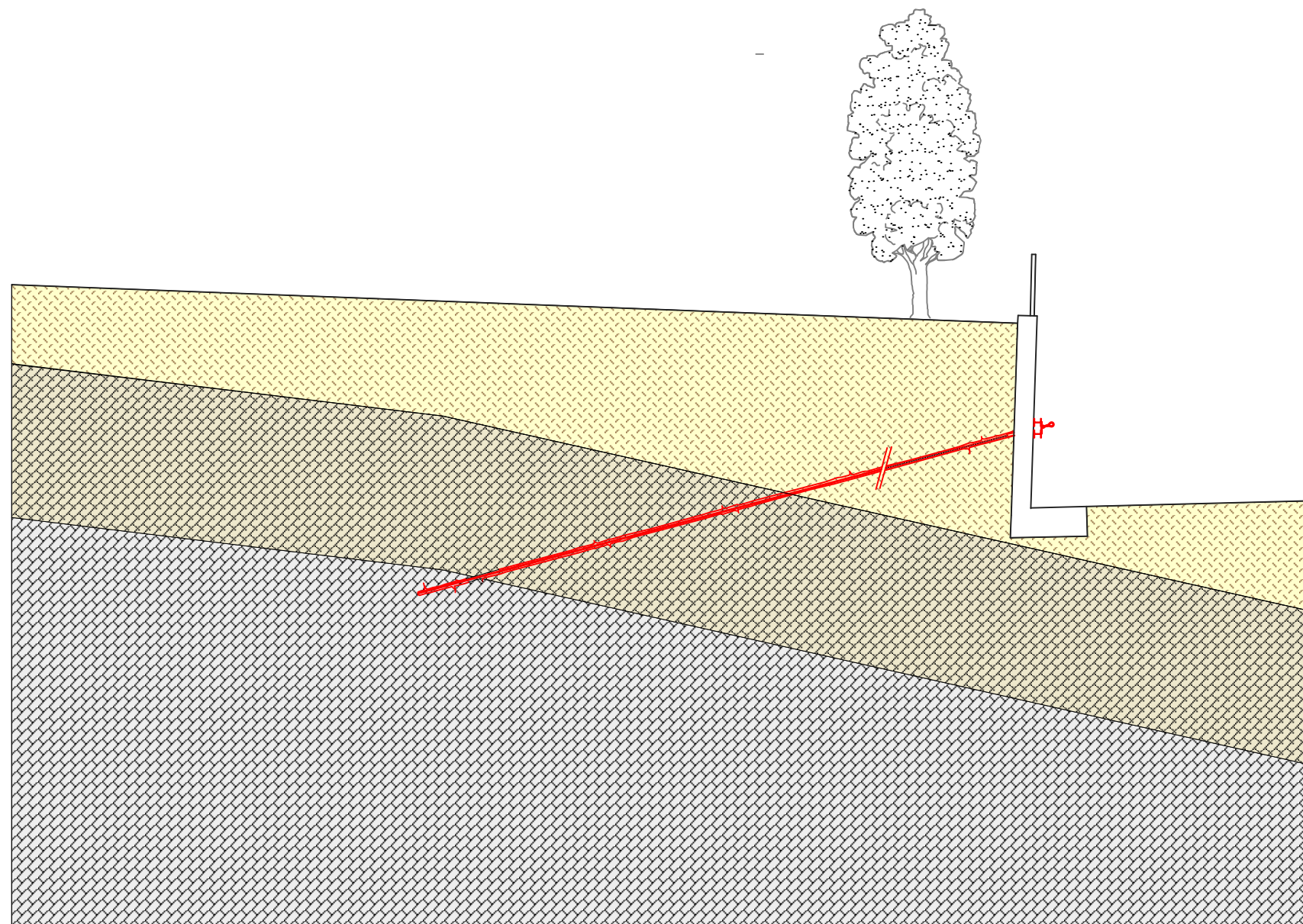
Tav. 3: Sezione geologico-geotecnica
Intervento 4 - NENNO CASA

Scala: 1:100



Dott. Geol. Matteo Del Mastro

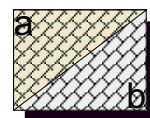
Via Antonietta Massuccone Mazzini 42A/6, 16162 - Genova Bolzaneto
Tel.: 010-7408476 Fax: 010-8689794 Cell.:338-9423507
E-mail: matteo.delmastro@libero.it



LEGENDA



C: coltre di copertura di natura eluvio-colluviale localmente rimaneggiate e riportate, a comportamento coesivo, rappresentata da una matrice limoso argillosa in cui sono immersi relitti da centimetrici a pluridecimetrici di substrato calcareo marnoso. Localmente possono esser presenti trovanti metrici di calcare marnoso.



S: Substrato roccioso rappresentato da torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola (FAN) Campaniano Sup. "Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 Foglio Genova". a) in facies fratturata, alterata, disarticolata. b) saldo e tenace

Oggetto: opere strutturali relative alla messa in sicurezza della viabilità pubblica che presenta situazioni di pericolo in quanto priva di protezioni a valle o con presenza di cedimenti della carreggiata - Comune di Valbrevenna

Committente:
Amm.
Comune Valbrevenna

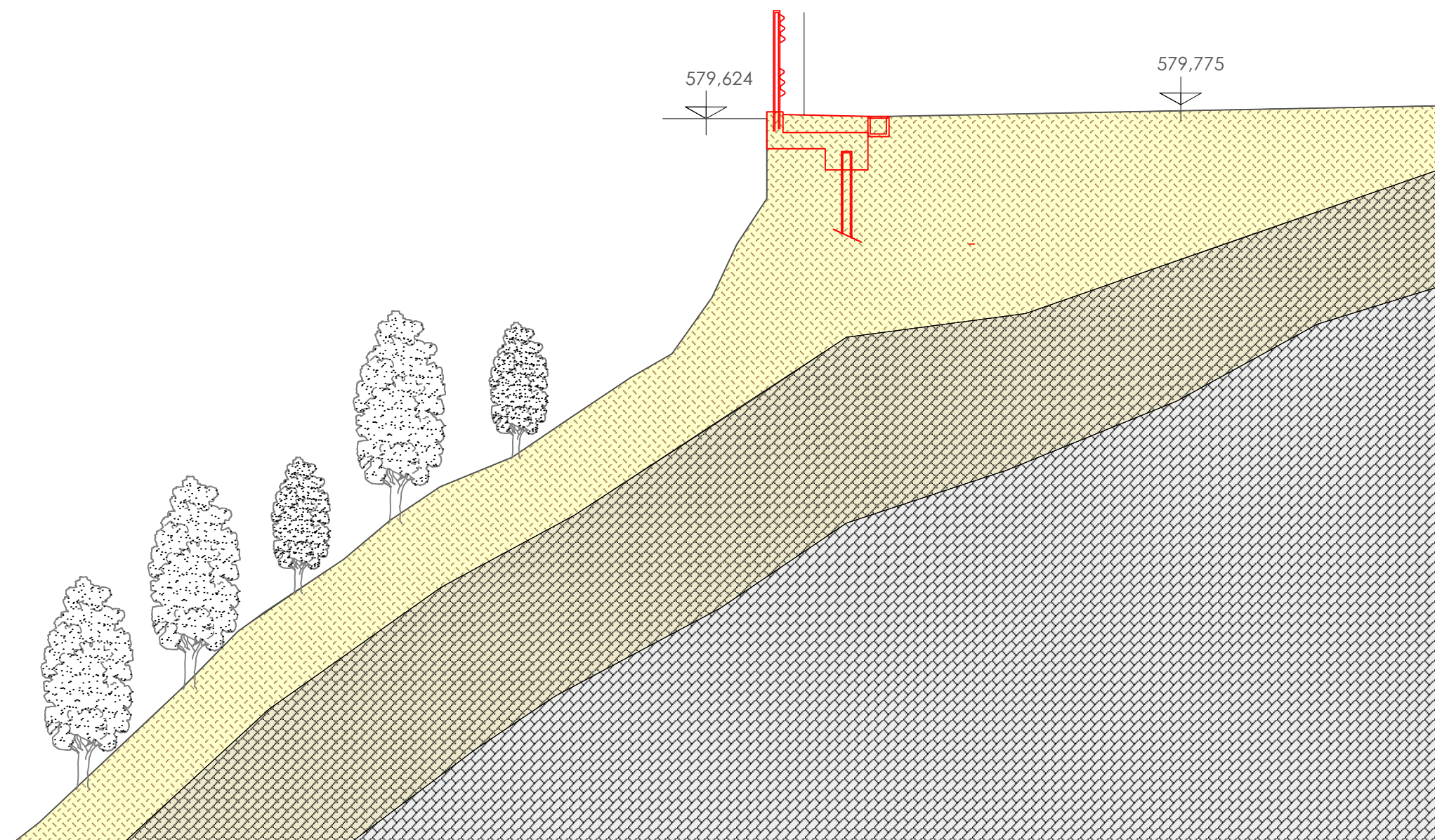
Tav. 4: Sezione geologico-geotecnica
Intervento 4 - Caserza

Scala: 1:100



Dott. Geol. Matteo Del Mastro

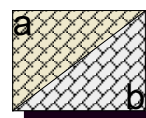
Via Antonietta Massuccone Mazzini 42A/6, 16162 - Genova Bolzaneto
Tel.: 010-7408476 Fax: 010-8689794 Cell.:338-9423507
E-mail: matteo.delmastro@libero.it



LEGENDA



C: coltre di copertura di natura eluvio-colluviale localmente rimaneggiate e riportate, a comportamento coesivo, rappresentata da una matrice limoso argillosa in cui sono immersi relitti da centimetrici a pluridecimetrici di substrato calcareo marnoso. Localmente possono esser presenti trovanti metrici di calcare marnoso.



S: Substrato roccioso rappresentato da torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola (FAN) Campaniano Sup. "Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 Foglio Genova". a) in facies fratturata, alterata, disarticolata. b) saldo e tenace

Oggetto: opere strutturali relative alla messa in sicurezza della viabilità pubblica che presenta situazioni di pericolo in quanto priva di protezioni a valle o con presenza di cedimenti della carreggiata - Comune di Valbrevenna

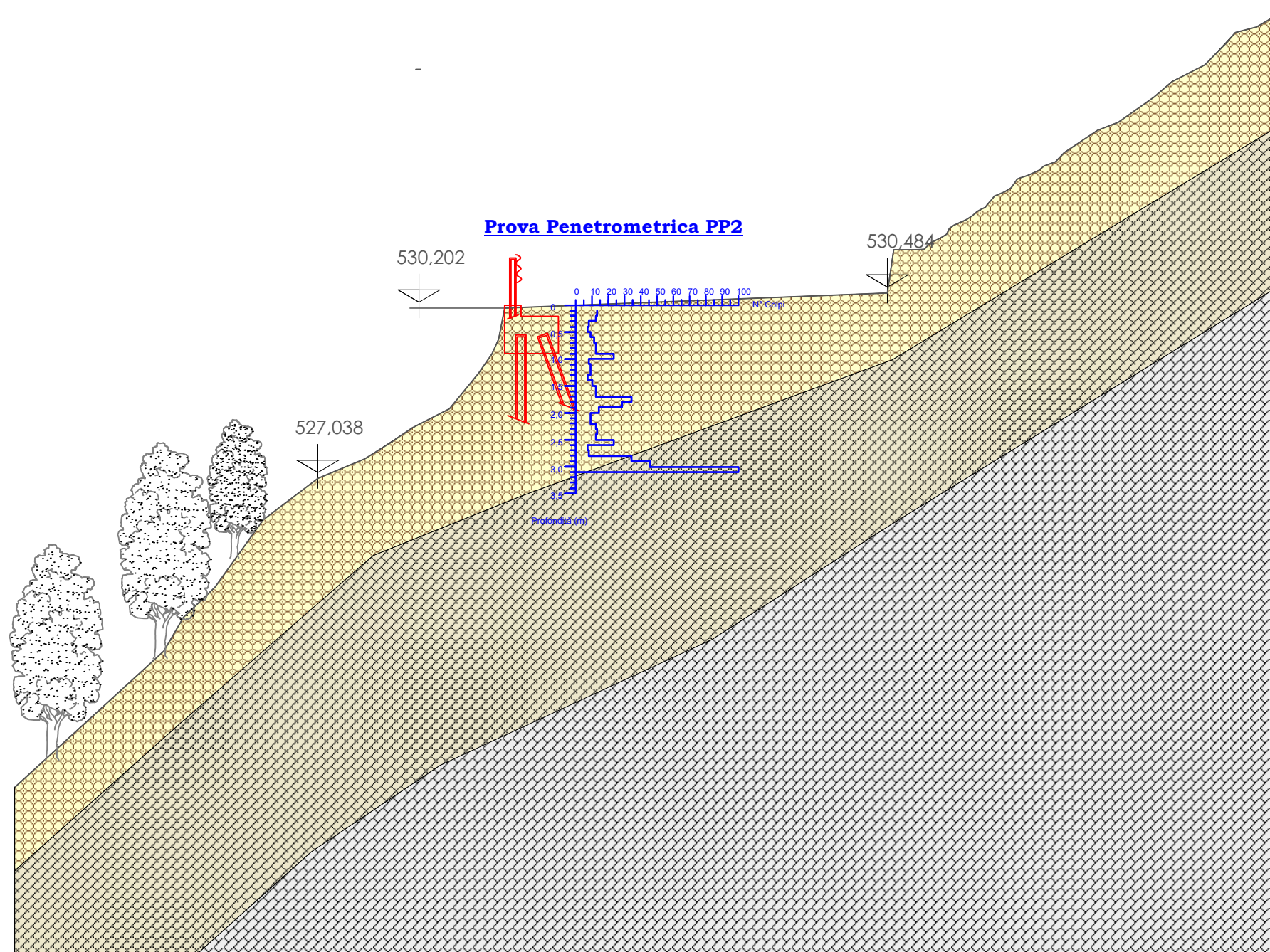
Committente:
Amm.
Comune Valbrevenna

Tav. 5: Sezione geologico-geotecnica
Intervento 7 - CLAVAREZZA

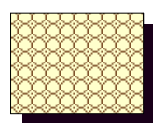
Scala: 1:100



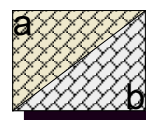
Dott. Geol. Matteo Del Mastro
Via Antonietta Massuccone Mazzini 42A/6, 16162 - Genova Bolzaneto
Tel.: 010-7408476 Fax: 010-8689794 Cell.:338-9423507
E-mail: matteo.delmastro@libero.it



LEGENDA



C: coltre di copertura di natura eluvio-colluviale localmente rimaneggiate e riportate, a comportamento coesivo, rappresentata da una matrice limoso argillosa in cui sono immersi relitti da centimetrici a pluridecimetrici di substrato calcareo marnoso. Frequentemente possono esser presenti trovanti metrici di calcare marnoso.



S: Substrato roccioso rappresentato da torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola (FAN) Campaniano Sup. "Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 Foglio Genova". a) in facies fratturata, alterata, disarticolata. b) saldo e tenace

— Opere a progetto

Oggetto: opere strutturali relative alla messa in sicurezza della viabilità pubblica che presenta situazioni di pericolo in quanto priva di protezioni a valle o con presenza di cedimenti della carreggiata - Comune di Valbrevenna

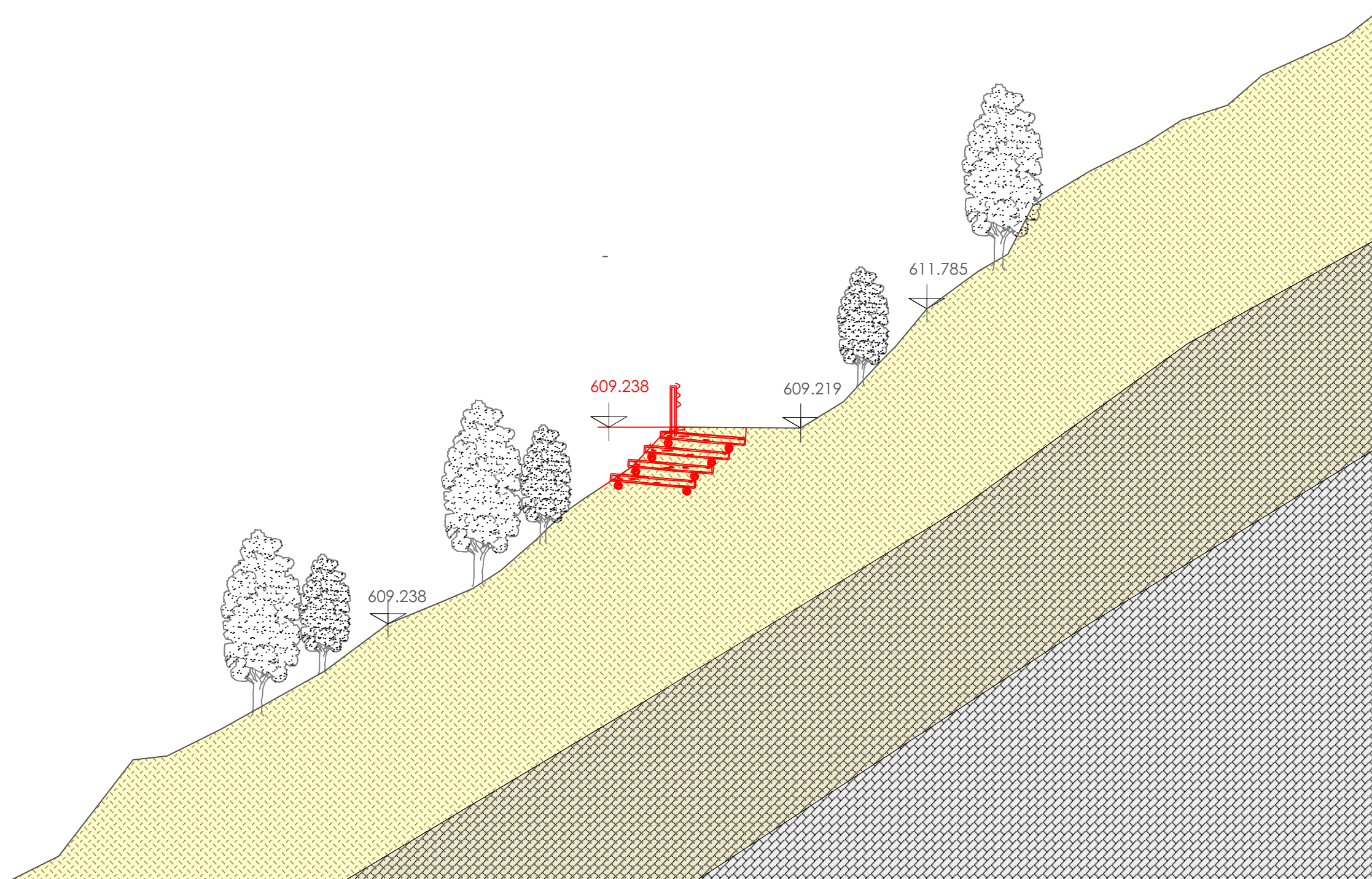
Committente:
Amm.
Comune Valbrevenna

Tav. 6: Sezione geologico-geotecnica
Intervento 9 - BAIO

Scala: 1:100



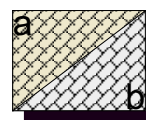
Dott. Geol. Matteo Del Mastro
Via Antonietta Massuccone Mazzini 42A/6, 16162 - Genova Bolzaneto
Tel.: 010-7408476 Fax: 010-8689794 Cell.:338-9423507
E-mail: matteo.delmastro@libero.it



LEGENDA



C: coltre di copertura di natura eluvio-colluviale localmente rimaneggiate e riportate, a comportamento coesivo, rappresentata da una matrice limoso argillosa in cui sono immersi relitti da centimetrici a pluridecimetrici di substrato calcareo marnoso. Localmente possono esser presenti trovanti metrici di calcare marnoso.



S: Substrato roccioso rappresentato da torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola (FAN) Campaniano Sup. "Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 Foglio Genova". a) in facies fratturata, alterata, disarticolata. b) saldo e tenace

Opere a progetto

Oggetto: opere strutturali relative alla messa in sicurezza della viabilità pubblica che presenta situazioni di pericolo in quanto priva di protezioni a valle o con presenza di cedimenti della carreggiata - Comune di Valbrevenna

Committente:
Amm. Comune
Valbrevenna

Tav. 7: Sezione geologico-geotecnica -
Intervento 10 **CANNEROSSE**

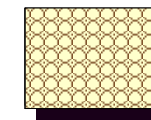
Scala: 1:100



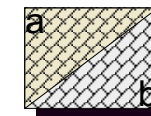
Dott. Geol. Matteo Del Mastro

Via Antonietta Massuccone Mazzini 42A/6, 16162 - Genova Bolzaneto
Tel.: 010-7408476 Fax: 010-8689794 Cell.: 338-9423507
E-mail: matteo.delmastro@libero.it

LEGENDA



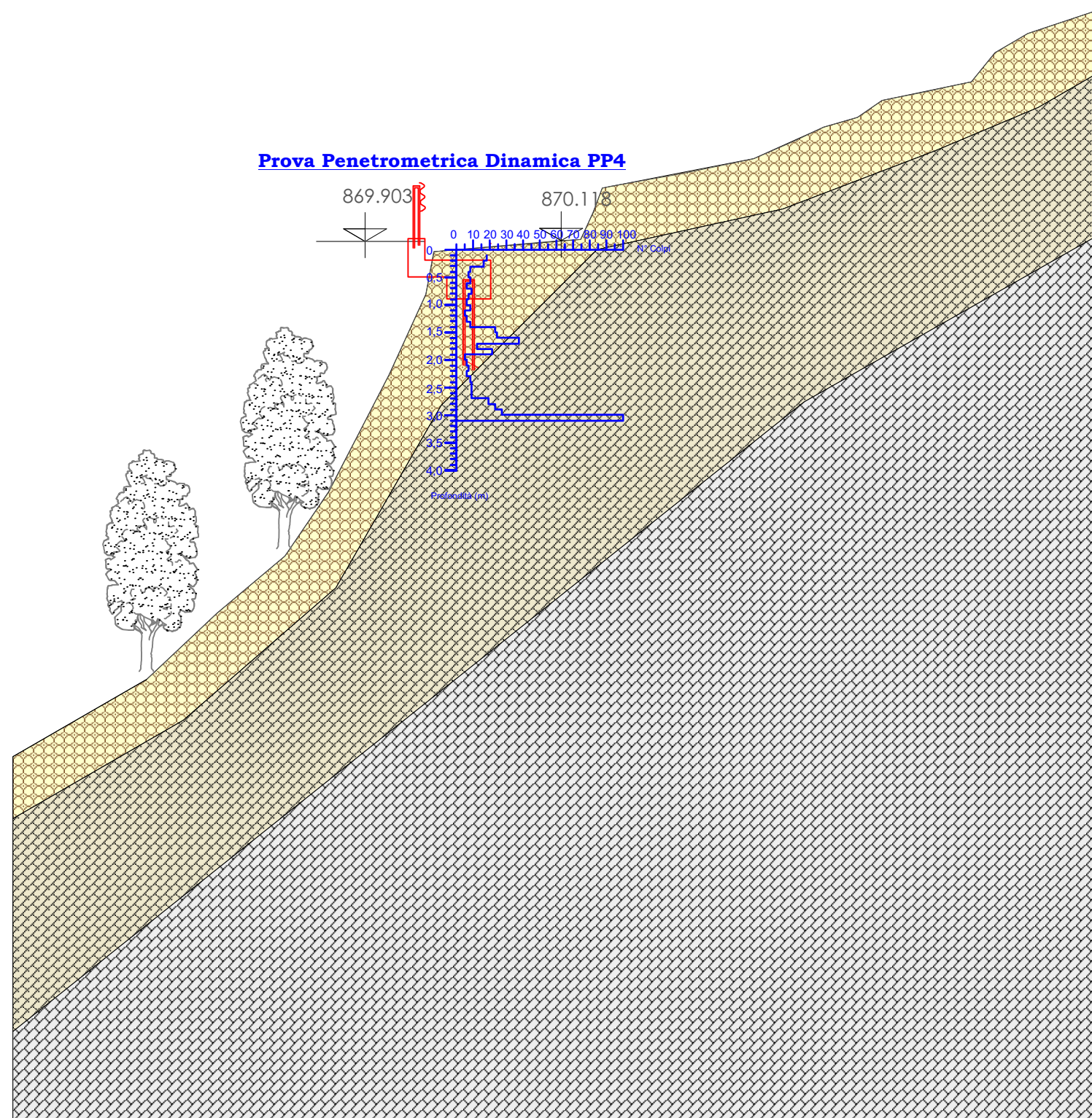
C: coltre di copertura di natura eluvio-colluviale localmente rimaneggiate e riportate, a comportamento coesivo, rappresentata da una matrice limoso argillosa in cui sono immersi relitti da centimetrici a pluridecimetrici di substrato calcareo marnoso. Localmente possono esser presenti trovanti metrici di calcare marnoso.



S: Substrato roccioso rappresentato da torbiditi calcareo-marnose, talvolta siltose, in strati di spessore fino a metrico di calcareniti, marne e marne calcaree alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Formazione del Monte Antola - Unità Tettonica Antola (FAN) Campaniano Sup. "Carta Geologica Regionale (CARG) sc. 1:50000 Foglio Genova". a) in facies fratturata, alterata, disarticolata. b) saldo e tenace



Opere a progetto



Oggetto: opere strutturali relative alla messa in sicurezza della viabilità pubblica che presenta situazioni di pericolo in quanto priva di protezioni a valle o con presenza di cedimenti della carreggiata - Comune di Valbrevenna

Committente:
Amm. Comune
Valbrevenna

Tav. 8: Sezione geologico-geotecnica
Intervento 12 - TONNO

Scala: 1:100



Dott. Geol. Matteo Del Mastro

Via Antonietta Massuccone Mazzini 42A/6, 16162 - Genova Bolzaneto
Tel.: 010-7408476 Fax: 010-8689794 Cell.:338-9423507
E-mail: matteo.delmastro@libero.it