



COMUNE DI POSITANO

Provincia di Salerno

COMPLETAMENTO DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO CROLLI IN LOCALITA' LIPARLATI

PROGETTO ESECUTIVO

Studio Geologico – Tecnico

Studio di Geologia Tecnica <i>dott. geol. Ugo Ugati</i> <i>viale mons. Luigi Di Liegro, 1</i> <i>80045 – Pompei (NA)</i> <i>tel/fax 081.8599053</i> <i>cell. 335.6741386</i> <i>e-mail:geougo@libero.it</i> <i>p.e.c.:studio.ugati@epap.sicurezzapostale.it</i>	con allegati		
	Redazione	Verifica	Approvazione
	<i>dott. geol.</i> <i>Antonio Zerella</i>	<i>dott. geol. Ugo Ugati</i>	<i>dott. geol. Ugo Ugati</i>

- **Relazione geologica** (cfr. par. C. 6.2.1., Circ. Min. Infr. 617/09)
- **Relazione sulla modellazione sismica del sito di costruzione** (cfr. par. C. 10.1., Circ. Min. Infr. 617/09)

Il geologo

dott. Ugo Ugati



Collaborazione

dott. geol. Antonio Zerella

Il Committente

Amministrazione Comunale

II R.U.P.

dott. ing. Raffaele Fata

1. INDICE

1.	INDICE.....	2
2.	PREMESSA.....	3
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	11
4.	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA.....	15
5.	IL FENOMENO CADUTA MASSI	22
6.	RILIEVO GEOSTUTTURALE E FOTOGRAFICO	27
7.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA.....	56
8.	COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA DEGLI INTEVENTI	62
9.	CONCLUSIONI.....	65
10.	BIBLIOGRAFIA	69

2. PREMESSA

Lo Scrivente è stato incaricato dall'Amministrazione Comunale di Positano, giusta Determina del Responsabile Area Tecnica – Lavori Pubblici n°270 del 08/08/2013, di redigere uno studio geologico – tecnico finalizzato alla progettazione esecutiva dei lavori di completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località Liparlati.

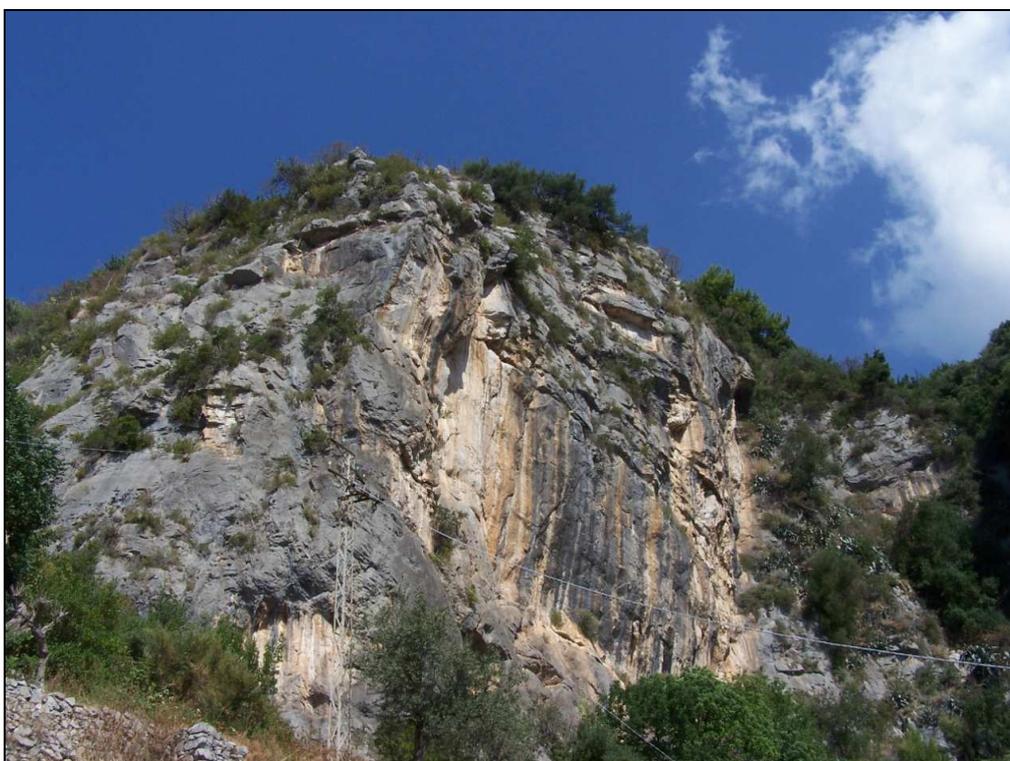


Foto 1. La parte di costone più significativa oggetto di consolidamento a monte dell'area cimiteriale.

Come da titolo l'intervento riguarderà i costoni ubicati a monte del centro abitato di Liparlati, in particolare le aree di completamento saranno sia quelle a ridosso del centro abitato (cfr. zona B elaborato TG2) sia quelle più prossime all'area cimiteriale (cfr. zona A elaborato TG2); proprio su quest'ultima area, in tempi recenti, si verificò un crollo che cagionò l'interdizione di parte del sito cimiteriale con gravi conseguenze anche sulle condizioni di funzionalità della struttura. La base dei costoni oggetto d'intervento è posta a circa 150 m.s.l.m.,

mentre le altezze si sviluppano per circa 80 metri.

L'intervento in questione costituisce anche il completamento funzionale e definitivo del "Consolidamento e Bonifica dei versanti della Penisola Sorrentina – Lotto 3", sempre in località Liparlati nel Comune di Positano e che vide nell'anno 2006, come soggetto attuatore, il Commissariato di Governo per l'Emergenza Idrogeologica nella Regione Campania ex O.P.C.M. 2994/99 e successive. Tale intervento quindi, completa inoltre la messa in sicurezza della SS 163 Amalfitana, in quanto immediatamente sottostante alle aree sopra descritte.

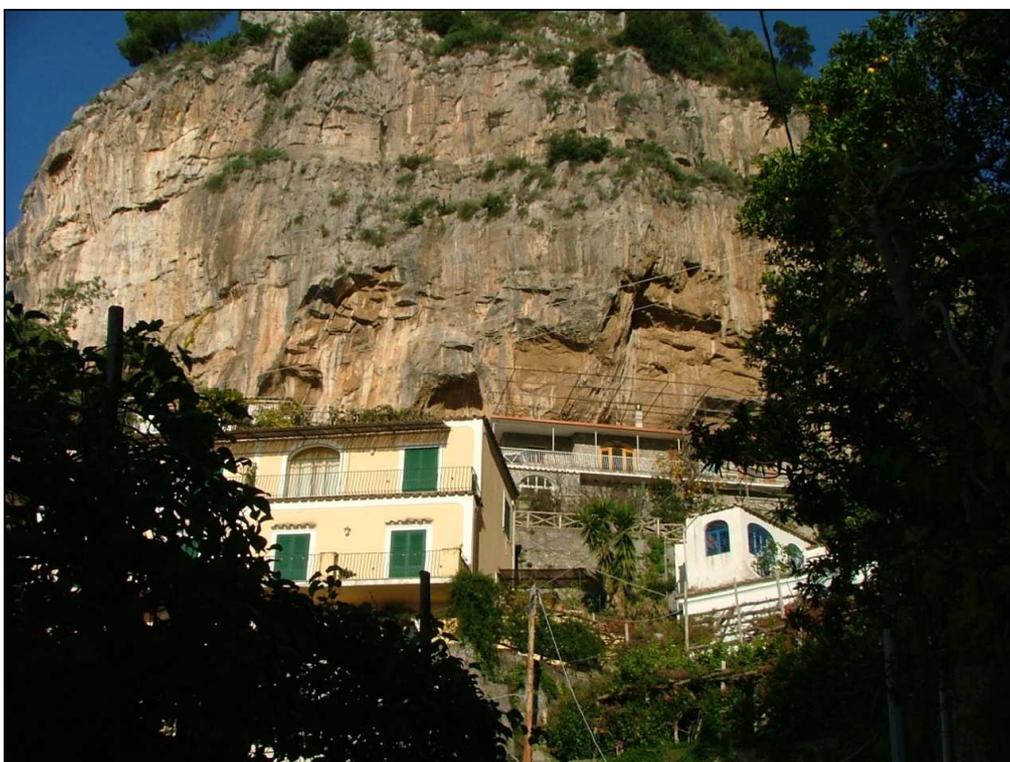


Foto 2. Il costone della zona B.

L'avvio della progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione in questione si rende necessaria al fine di consentire la realizzazione delle opere, specificando che il presente studio segue quello già predisposto per il progetto definitivo. A tal uopo con determinazione n° 355 del 29 settembre 2016 del Responsabile del Servizio Lavori Pubblici del comune di Positano, si prendeva atto della conclusione positiva della conferenza dei servizi inerente il Progetto

Definitivo avendo acquisito tutti i pareri favorevoli degli Enti coinvolti nel procedimento volto alla sua approvazione. In particolare tutti i pareri favorevoli e/o favorevoli con prescrizioni pervenuti al comune di Positano sono elencati di seguito:

- Soprintendenza BAP di Salerno ed Avellino (prot. n° 13383 del 07.06.2016);
- Autorità di Bacino Campania Sud ed interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele (prot. n° 2016/2572 del 23.09.2016);
- Regione Campania – Servizio Territoriale provinciale di Salerno (prot. n° 364508 del 27.05.2016);
- Comunità Montana dei Monti Lattari (prot. n° 1492 del 09.06.2016);
- Commissione per il paesaggio del comune di Positano (prot. n° 10674 del 13.09.2016).

E' opportuno specificare che il parere favorevole dell'Autorità di Bacino Campania Sud è pervenuto solo a seguito dell'approvazione di una integrazione della documentazione del progetto definitivo, richiesta dalla stessa Autorità.

Con nota n°1584 del 07/06/2016 infatti, ed al fine di poter esprimere il proprio parere di competenza, la stessa Autorità di Bacino richiedeva di integrare la documentazione del progetto definitivo con una serie di altre documentazioni tra cui l'elaborazione di carte tematiche prospettiche, a copertura completa, contenenti la caratterizzazione geologico – strutturale, geomorfologica del costone della Zona A, nonché una cartografia prospettica della stabilità della stessa area di intervento. Al fine di poter adempiere a tale richiesta sono stati redatti quindi tre elaborati grafici di dettaglio (cfr. TG9, TG10 e TG11) che si allegano al presente studio e di cui se ne discuterà in seguito.

Inoltre sempre con la stessa nota n°1584 del 07/06/2016 l'Autorità di Bacino richiedeva anche la definizione del masso di progetto da effettuare su base strutturale e/o dalle evidenze geomorfologiche con riferimento al costone della Zona A.

Il presente studio geologico – tecnico sull'area d'intervento, redatto con le modalità di seguito esplicitate, si rende necessario, come già detto, al fine di

completare il progetto esecutivo per la realizzazione dei lavori di completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli; da premettere che questo studio geologico – tecnico segue due simili elaborati redatti in fase di progettazione preliminare e definitiva.

La presente relazione geologica è finalizzata quindi alla progettazione esecutiva e quindi ci si deve attenere ai requisiti dell'elaborato previsto per tale progettazione, riferendosi, necessariamente, al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n°163 e s.m.i. – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE ed al suo regolamento attuativo n°207/10 (Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n.163, codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture). Ai sensi dell'art. 93, comma 5 del D.Lgs. n°163/06 "Il progetto esecutivo, redatto in conformità al progetto definitivo, determina ... è costituito dall'insieme delle relazioni, dei calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti ... è redatto sulla base degli studi e delle indagini compiuti nelle fasi precedenti e degli eventuali ulteriori studi e indagini di dettaglio o di verifica delle ipotesi progettuali, che risultino necessari ...". A tal uopo è d'obbligo precisare che, nel frattempo, è entrato in vigore il D.Lgs. 50/2016 che modifica in parte il previgente D.Lgs. 163/06 ma non nella fattispecie in quanto con comunicato del Presidente del 11 maggio 2016, l'A.N.A.C. precisa che le disposizioni del vecchio D.Lgs. 163/06 continuano ad applicarsi per tutti gli avvisi pubblicati ed aggiudicati prima del 19.04.2016 e pertanto continuano a valere le disposizioni di seguito riportate, compreso il regolamento attuativo D.P.R. n°207/2010.

Ai sensi dell'art. 33, comma 1 del D.P.R. n°207/10 "il progetto esecutivo costituisce la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, ... è composto dai seguenti documenti: a) relazione generale; b) relazioni specialistiche; c) elaborati grafici ... ", nonché ai sensi dell'art. 35 del medesimo dettato normativo di cui sopra, comma 1 "Il progetto esecutivo prevede almeno le medesime relazioni specialistiche contenute nel progetto definitivo, che illustrino puntualmente le eventuali indagini integrative, le soluzioni adottate e le

modifiche rispetto al progetto definitivo.” E comma 2 “Per gli interventi di particolare complessità, per i quali si sono rese necessarie, nell’ambito del progetto definitivo, relazioni specialistiche, queste sono sviluppate in modo da definire in dettaglio gli aspetti inerenti ... “.

In ottemperanza alle leggi di settore il seguente elaborato adempie anche alla Legge Regionale n°3 del 27 febbraio 2007 – Disciplina dei lavori pubblici, dei servizi e delle forniture in Campania – (cfr. art. 12, comma 6).

Questa relazione geologica, predisposta in questa fase progettuale, viene redatta per rispondere alle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 gennaio 2008, nonché pubblicate sul Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n°30 del 4 febbraio 2008, adempiendo, tra l’altro, alla L.R. n°9/83 e del suo regolamento attuativo, ovvero del D.P.G.R.C. n°195 del 27 marzo 2003 “Regolamento di attuazione per l’espletamento dei controlli a campioni di cui all’art.4 L.R. 9/83”.

Sempre in merito alla normativa regionale, ci si riferisce al vademecum per le denunce di lavori presso gli ex Settori provinciali del Genio Civile, approvato con Decreto Dirigenziale del Coordinatore Area Lavori Pubblici della Regione Campania n°53 del 12/11/2009, consentendo, nella fattispecie, di verificare le strutture finalizzando la documentazione all’ottenimento dell’autorizzazione sismica presso l’U.O.D. Genio Civile di Salerno – Presidio di Protezione Civile, con le modalità previste dal Regolamento Regionale n°4/2010 – Regolamento per l’espletamento delle attività di autorizzazione e di deposito dei progetti, ai fini della prevenzione del rischio sismico in Campania – come specificato dal Decreto Dirigenziale dell’A.G.C. 15 n°65 del 03/08/2010, ed integrato dalla Circolare dell’AGC n°15 prot. n°93560 del 07/02/2011.

Tale elaborato contiene al suo interno la relazione geologica (cfr. par. C. 6.2.1., Circ. Min. Infr. 617/09) e la relazione sulla modellazione sismica del sito di costruzione (cfr. par. C. 10.1., Circ. Min. Infr. 617/09), nonché fornisce al progettista tutti i dati utili alla modellazione geotecnica delle opere, permettendo le calcolazioni del caso sull’interazione struttura – terreno di fondazione e/o ancoraggio.

Inoltre per la stesura del presente studio si è fatto riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio redatto dall'Autorità di Bacino Regionale Destra Sele, oggi accorpata all'interno dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Sud ed Interregionale per il Bacino Idrografico del fiume Sele, adottato con delibera del Comitato Istituzionale n°10 del 28 marzo 2011 e pubblicato sul BURC n°26 del 26 aprile 2011 e da tale data vigente

Per ottemperare alla normativa di cui sopra, è stato eseguito un accorto rilevamento geologico, geomorfologico e geostrutturale, sui costoni in questione e sulle aree contermini in un ambito sufficientemente significativo.

E' stato inoltre eseguito un attento rilievo geostrutturale in parete, eseguito da tecnici specializzati, con restituzione di opportuno prospetto fotografico, utile per definire puntualmente le criticità in fase di analisi e gli interventi in fase di sintesi progettuale.

Oltre a considerare i dati ottenuti dalle attività di rilevamento si è tenuto conto di numerose fonti bibliografiche, analizzando soprattutto le cartografie di base, nonché è stato attentamente esaminato tutto il progetto di "Consolidamento e Bonifica dei versanti della Penisola Sorrentina – Lotto 3", compreso gli studi e i rilievi geologici.

La mole di dati reperita è risultata ampiamente sufficiente ad una corretta definizione del modello geologico – tecnico e delle criticità rilevate sui costoni oggetto d'intervento.

In sintesi lo studio geologico – tecnico è stato condotto seguendo alcune fasi operative che è possibile così sintetizzare, compreso quanto già fatto durante la redazione della relazione preliminare e di quella definitiva:

- Acquisizione presso il R.U.P., nella persona dell'ing. Fata, di tutta la documentazione tecnico – amministrativa utile per comprendere le problematiche del caso;
- Acquisizione presso l'ufficio tecnico comunale ed altri enti territoriali sovracomunali di dati utili all'inquadramento geologico – tecnico dell'area;
- Primo sopralluogo conoscitivo sul sito d'interesse;
- Redazione e trasferimento dati della relazione preliminare;

- Ulteriore acquisizione dati;
- Predisposizione del piano dei rilievi;
- Esecuzione dei rilievi geostrutturali;
- Rilevamento geologico e geomorfologico di approfondimento sul sito e delle aree contermini;
- Riunioni informali con i progettisti dell'opera e il R.U.P. per il trasferimento dei primi dati sul sito d'interesse;
- Redazione e trasferimento dati della relazione definitiva;
- Redazione e trasferimento dati della documentazione relativa alle integrazioni richieste dall'Autorità di Bacino sul progetto definitivo;
- Elaborazione della cartografia tematica e redazione dello studio geologico – tecnico.

In merito agli interventi previsti è bene precisare che l'intero gruppo di progettazione, compreso lo Scrivente, è stato sempre in continuo contatto soprattutto per trasferire i dati mano mano che venivano elaborati; da questi continui colloqui e trasferimenti dati è scaturito dapprima il progetto definitivo e successivamente quello esecutivo di cui trattasi.

Dal presente studio geologico – tecnico sono scaturiti gli interventi di progetto, da suddividersi in due categorie, ovvero quelli puntuali e quelli areali.

Gli interventi prevedono le seguenti categorie di lavori:

- Pulizia, ispezione e disaggio di materiale di piccolo pezzatura;
- Rimozione di rete paramassi in aderenza non armate;
- Realizzazione di nuova rete paramassi armate con funi;
- Chiodature in barre di acciaio per i massi ciclopici;
- Realizzazione di barriere paramassi elastiche.

Le soluzioni progettuali prescelte, valutate rispetto alle possibili alternative, rispondono ai criteri di funzionalità, di economicità e di compatibilità ambientale e tiene conto, in relazione al contesto locale, delle ricadute ambientali.

Per i dettagli si faccia riferimento alle tavole grafiche, alla relazione tecnico – descrittiva ed al disciplinare prestazionale degli elementi tecnici redatti dall'ing. Amalia Pisacane.

Il presente studio geologico – tecnico si compone anche dei seguenti allegati:

- TG1. Corografia – scala 1:25.000;
- TG2. Stralcio aerofotogrammetrico – scala 1:5.000;
- TG3. Carta geolitologica – scala 1:2.000;
- TG4. Carta geomorfologica e del sistema idrografico – scala 1:2.000;
- TG5. Prospetto fotografico – Zona A – scala non metrica;
- TG6. Prospetto fotografico – Zona B – scala non metrica;
- TG7. Carta della pericolosità da frana – scala 1:5.000;
- TG8. Carta del rischio da frana – scala 1:5.000;
- TG9. Carta geolitologica strutturale su rilievo topografico – prospettico di dettaglio – scala 1:1.000;
- TG10. Carta geomorfologica su rilievo di topografico – prospettico di dettaglio – scala 1:1.000;
- TG11. Carta delle criticità su rilievo topografico – prospettico di dettaglio – scala 1:1.000;
- Report fotografico delle attività di rilevamento;
- n°9 tabulati misure geostrutturali e sclerometriche;
- n°6 diagrammi equiareali polari di Schmidt;
- n°6 diagrammi equiangolari equatoriali di Wulff;
- n°19 tabulati calcolo della spaziatura media delle famiglie di discontinuità;
- n°6 tabulati di calcolo della Joint Compressive Strength con il martello di Scmidth e relativi istogrammi;
- n°12 tabulati di calcolo dell'indice del Rock Quality Designation;
- n°3 tabulati di calcolo del Rock Mass Rating secondo la classificazione di Bieniawski (1989);
- n°16 tabulati individuazione pericolosità sismica del sito (D.M. 14 gennaio 2008 – Spettro NTC versione 1.0.2.).

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di Positano ricade sul versante meridionale della dorsale dei Monti Lattari, quest'ultima è ubicata tra il 40° e il 41° parallelo sul fianco occidentale della catena montuosa dell'Appennino Meridionale. Essa costituisce un alto strutturale monoclinale abbastanza regolare con stratificazione avente direzione ENE – OSO ed immersione verso O – NO e che separa le depressioni plio – quaternarie del Golfo di Napoli – Piana Campana e del Golfo di Salerno – Piana del Sele.

I termini litologici affioranti sulla dorsale dei Monti Lattari sono interamente riferibili all'unità stratigrafico – strutturale “Alburno – Cervati”, che deriva da un'unità paleogeografica nota in letteratura come piattaforma carbonatica “Campano – Lucana”, di questa rappresenta i depositi in facies di periscogliera, scogliera e retroscogliera, con netta prevalenza di questi ultimi.

La successione formatasi come sopra descritta, potente all'incirca 4.000 m, è costituita prevalentemente da un complesso dolomitico ascrivibile al Trias superiore, da un complesso calcareo dolomitico del Giurassico e da un complesso calcareo del Cretacico; il territorio comunale di Positano si sviluppa esclusivamente sui calcari e calcari dolomitici con intercalazioni di dolomie di età compresa tra il Trias ed il Cretacico superiore.

In linea generale, i depositi litoidi affioranti sono calcari e dolomie compatti, a luoghi ben stratificati, con potenza degli strati tra 0,50 e 1,50 m, a grana medio – fine, di colore variabile dall'avana chiaro al grigio; la giacitura degli strati appare variabile da luogo a luogo, anche in virtù delle deformazioni tettoniche mioceniche.

Sulla serie carbonatica poggia, trasgressiva in paraconformità, una successione miocenica, che inizia con termini calcarenitici di mare sottile per evolvere gradualmente in un flysch arenaceo – politico. Questo, costituito da arenarie, livelli argilloso – marnosi inglobanti frammenti calcarei, seppur caratterizzante la geo – struttura dei Monti Lattari, non si rinviene in affioramenti significativi all'interno del Comune di Positano, poiché essi affiorano solo

nell'estremo lembo della Penisola Sorrentino – Amalfitana.

Al di sopra dei terreni miocenici si rinvengono, poi, depositi quaternari, costituiti essenzialmente da depositi clastici che si identificano con le potenti falde detritiche poste alle pendici dei versanti e con i depositi alluvionali lungo gli alvei dei corsi d'acqua, nonché da depositi piroclastici costituiti principalmente da piroclastiti sciolte derivate dall'attività esplosiva del Somma – Vesuvio e, subordinatamente, da consistenti affioramenti di ignimbrite campana.

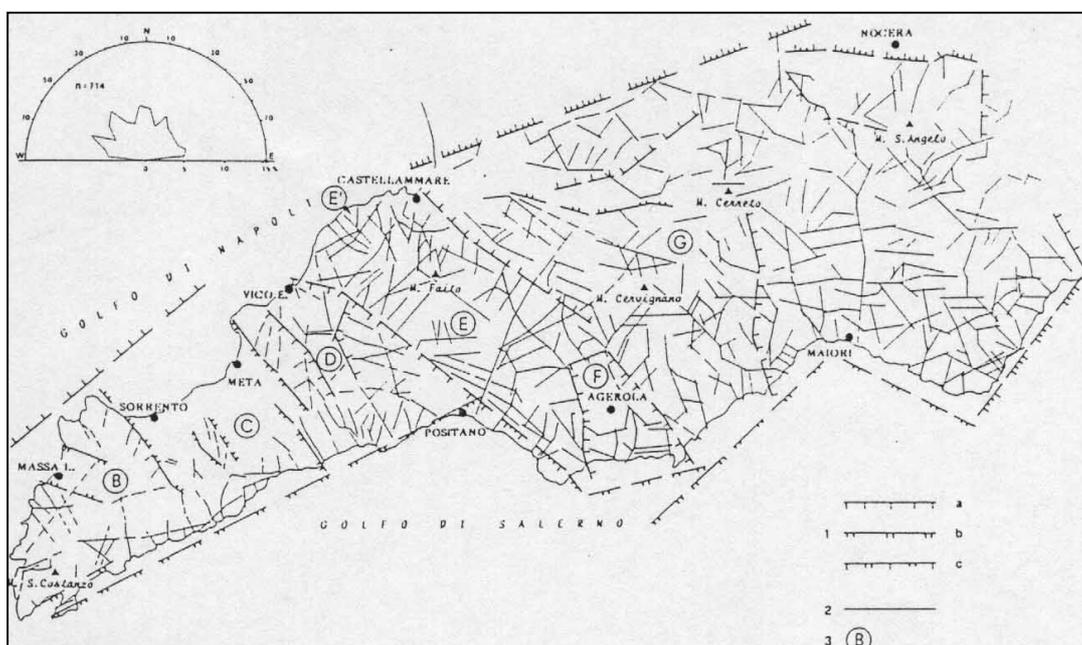


Figura 1. Schema delle lineazioni tettoniche dei Monti Lattari.

L'assetto tettonico generale dei Monti Lattari è quello tipico dei rilievi carbonatici dell'Appennino Meridionale ed è caratterizzato da un mosaico di blocchi monoclinici non molto estesi e dislocati da faglie generalmente dirette, sub – verticali ad andamento prevalentemente appenninico e antiappenninico in conseguenza delle varie fasi tettoniche che si sono susseguite nel tempo. Oltre agli indizi di tettonica di rilassamento, che restano i più diffusi ed evidenti, non mancano delle evidenze di tipo compressivo, legate con tutta probabilità agli eventi tettogenetici regionali che hanno agito in precedenza.

Per quanto riguarda gli altri aspetti, il fitto intreccio di fratture e faglie, oltre a

delineare un controllo strutturale sull'evoluzione geologica e geomorfologica, interrompendo l'originaria continuità fisica dei rilievi carbonatici, ha prodotto una notevole articolazione dell'assetto idrogeologico, dando così vita a corpi idrici che possono essere considerati idrogeologicamente indipendenti, seppur in taluni casi non sono da escludere travasi pure esigui tra strutture contigue.

Tale assetto strutturale, in associazione al differente grado di permeabilità dei litotipi che costituiscono la serie carbonatica, determina un frazionamento verticale ed orizzontale del deflusso idrico sotterraneo dell'intera dorsale. Questa può essere scomposta in sei idrostrutture principali nelle quali la circolazione idrica sotterranea è caratterizzata dalla presenza di una importante e produttiva falda basale che trova recapito principalmente in mare dando luogo a numerose sorgenti sottomarine.

Le caratteristiche idrogeologiche del versante amalfitano, su cui è ubicato l'intero territorio comunale di Positano, sono condizionate dalla morfologia del pendio, che si presenta più ripido rispetto a quello sorrentino; inoltre, anche su questo versante le linee tettoniche condizionano la circolazione idrica sotterranea, difatti i deflussi principali hanno direzione da Nord verso Sud, determinando l'emergenza diffusa di acqua, al di sotto del livello del mare, lungo la costa.

La circolazione sotterranea superficiale è confinata a poche falde sospese, il cui bacino di alimentazione spesso risulta di difficile delimitazione in quanto queste sono generalmente dovute, o alla presenza di livelli litologici meno permeabili che, però, risultano segmentati a causa dei molteplici lineamenti tettonici rendendone difficoltosa una precisa localizzazione, o alla presenza di livelli meno fratturati o carsificati all'interno della serie carbonatica che producono un limite indefinito di permeabilità.

Sull'intera dorsale dei Monti Lattari si sono verificati, nei tempi storici recenti, numerosi dissesti. Essi, in effetti, si ripetono con una certa continuità per una serie di cause che possiamo definire "predisponenti" (geologiche, geomorfologiche, idrauliche) e "determinanti", come azioni antropiche (strade, disboscamenti, ecc.).

I fenomeni che si presentano in costiera sono di diverse tipologie, si passa dalle colate rapide che interessano le piroclastiti su calcari, ai crolli negli stessi calcari degradati, agli scorrimenti rotazionali, anche di notevoli dimensioni, che si verificano nel flysch arenaceo – argilloso che però affiora solo in alcuni punti della stessa dorsale (Colli di Fontanelle, Massa Lubrense, ecc).

Il Comune di Positano, in sostanza, è stato caratterizzato, in tempi storici, dalla presenza di due tipologie:

- frane da crollo;
- colate rapide di fango.

In taluni casi le fenomenologie sopra descritte possono evolvere verso dissesti complessi come ad esempio colate detritiche a più o meno matrice piroclastica.

4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Il territorio comunale di Positano si sviluppa interamente sul versante sud – occidentale del Monte Gambera, il quale fa parte dei rilievi carbonatici dei Monti Lattari, che caratterizzano tutta la costiera amalfitana. L'intero comune, è costituito dalla presenza di due formazioni principali: la prima è formata dal substrato carbonatico che costituisce l'ossatura del territorio, e l'altra è costituita dai depositi di copertura di diversa natura. Il substrato carbonatico è caratterizzato da calcari e calcari dolomitici grigi, ben stratificati e spesso fratturati. Per quanto riguarda i depositi di copertura, una parte di essi è rappresentata dai depositi piroclastici all'interno dei quali si distinguono, a loro volta, depositi addensati ascrivibili a sabbie e ghiaie, nonché depositi piroclastici incoerenti, spesso rimaneggiati, con inclusi clasti calcarei e ascrivibili granulometricamente a sabbie e limi. Questi ultimi, in genere, rappresentano i depositi da caduta generatisi durante le eruzioni esplosive provenienti dal Somma – Vesuvio. L'altra parte dei depositi di copertura è costituita da termini detritici di origine sedimentaria, differenziabili in ghiaie calcaree debolmente cementate costituenti il detrito di falda generatesi dalla degradazione dei rilievi carbonatici e clasti calcarei eterogenei e mediamente cementati costituenti la breccia di pendio. Infine si rinvencono sabbie sciolte caratterizzanti i depositi di spiaggia attuali e ghiaie e sabbie con rari blocchi di origine detritico – alluvionale costituenti il letto dei valloni più significativi del territorio comunale.

Per quanto riguarda l'assetto tettonico, l'intero territorio risulta inciso da sistemi di faglie ad andamento appenninico (NO – SE) e antiappenninico (NE – SO), uno scenario che viene riscontrato anche nell'intera dorsale dei Monti Lattari. Tali lineazioni tettoniche hanno avuto una notevole influenza sulla morfologia e l'idrografia del territorio che appare, quindi, estremamente articolata.

Nel complesso le suddette lineazioni tettoniche, non possono essere considerate sismogeneticamente attive, quindi non pericolose dal punto di vista della vulnerabilità sismica del sito, anche perché non si notano superfici di

riattivazione.

Come da stralcio di carta geolitologica allegata a codesto studio (cfr. TG3) entrambi i tratti di costone oggetto d'intervento ricadono all'interno della litologia definita come calcari in banchi o massivi e calcari dolomitici in strati spessi; in particolare, i calcari di questo sito si presentano con stratificazione spessa e molto fratturati (cfr. vedi sintesi in legenda alla stessa carta geolitologica). Il substrato in questione è costituito da calcilutiti e calcareniti dolomitiche liassiche talvolta con intercalazioni centimetriche di marne argillose da ascrivere all'unità stratigrafico – strutturale Alburno – Cervati. Le giaciture dei piani di strato, in considerazione delle vicende tettoniche che hanno interessato l'area, sono alquanto variabili con immersioni che variano da NW a S ed a NE.



Foto 3. La stratificazione sub orizzontale con la definizione di mensole in roccia – zona A.

Rispetto alle direzioni delle pareti rocciose oggetto d'intervento, la stratificazione si presenta piuttosto pronunciata con spessori di circa un metro ed immersione verso sud con inclinazione prossima allo 0°, ciò comporta la definizione di “mensole” in roccia che cagionano i crolli quando sono combinate

con fatturazioni colonnari definendo i ribaltamenti del caso. Dai rilievi geostrutturali eseguiti per questo progetto di completamento degli interventi di mitigazione emerge che l'inclinazione della stratificazione è prossima ai 15°.



Foto 4. Le mensole in roccia presenti anche nella zona B.

Come sarà più chiaro dalla elaborazione dei rilievi geostrutturali l'intersezione delle fatturazioni e lineazioni ortogonali tra di loro contribuisce alla definizione dei blocchi isolati.

Per quanto riguarda gli aspetti strutturali, a scala ristretta è stato possibile definire due linee di faglie presunte, una che interseca il vallone ad est del cimitero, tra l'altro definita anche dai rilievi geostrutturali in parete e l'altra, con segni meno evidenti, alla base dei costoni oggetto d'intervento e celata dal detrito di falda.

Morfologicamente le caratteristiche devono essere ricondotte all'alto strutturale di Monte Gambera che nella sua porzione occidentale presenta una sporgenza denominata Monte per la presenza dell'incisione del vallone Fontana. Detti versanti sono, chiaramente, di origine strutturale ed evoluti

secondo il noto modello dell'arretramento rettilineo parallelo dei piani di faglia; i pendii hanno alta energia e si presentano sub – verticali, mentre gli stessi fronti rocciosi mostrano testimonianze carsiche epigee ed ipogee.

Come da paragrafi successivi i costoni oggetto d'intervento (zona A e zona B) possono essere suddivisi in quattro aree, quello con direzione Est – Ovest, aggettante direttamente su alcune abitazioni ed in parte sul cimitero, ovvero quella parte in adiacenza alla scala che conduce a Montepertuso; quello con direzione Nord – Sud, direttamente aggettante sui campi di inumazione ed oggetto di un crollo nel 2012, e quello di fronte ai campi di inumazione; in ultimo si segnala il costone della zona B, praticamente sub – verticale ed aggettante direttamente su alcune abitazioni con l'esigenza di mettere in sicurezza le mensole in roccia rilevate.

SIGLA	ID_IFFI	COMUNE	RILEVATORE	ID_ADB
049	0651000490	POSITANO	Studio GEORES	065100-049-0
REGIONE	PROVINCIA	AUTORITA	DESCRIZIONE MOVIMENTO	
CAMPANIA	SALERNO	Regionale Destra Sele	Crollo	
VELOCITA	STATO	DISTRIBUZIONE	METODO RILEVAMENTO	DATAZIONE
estremamente rapido	attivo	multidirezionale	Foto aeree e rilevamento	
DATA_OSSERVAZIONE	DANNI	INTERVENTI	LITOTECNICA	AREA
dal 15_12_2008 al 20_12_2008	n.d.		roccia	2043,72

Figura 2. Stralcio scheda inventario fenomeni franosi AdB Dx Sele.

L'analisi morfologica del sito non poteva prescindere da un'attenta analisi della documentazione prodotta dall'Autorità di Bacino Regionale Destra Sele per il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, sia in termini di cartografia che in termini di schedatura, e proprio visionando tale documentazione è stato notato che a monte del cimitero è cartografato e schedato un crollo che può interessare anche la SS 163 Amalfitana e pertanto l'intervento può considerarsi coerente con la pianificazione di bacino nonché prioritario per la messa in sicurezza dei territori.

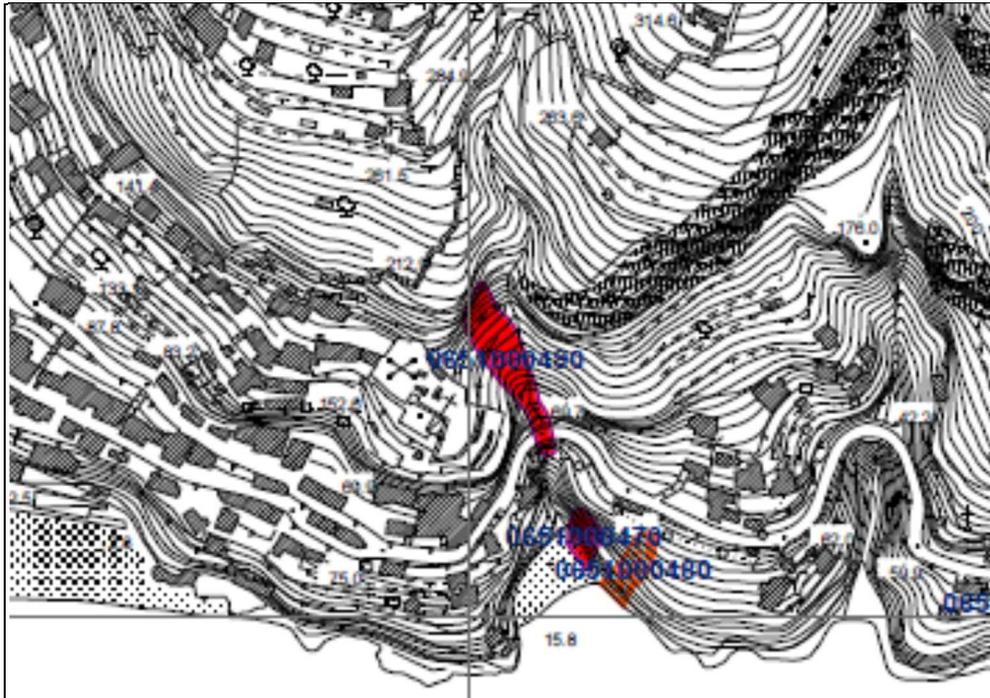


Figura 3. Stralcio carta inventario fenomeni franosi PSAI Dx Sele.

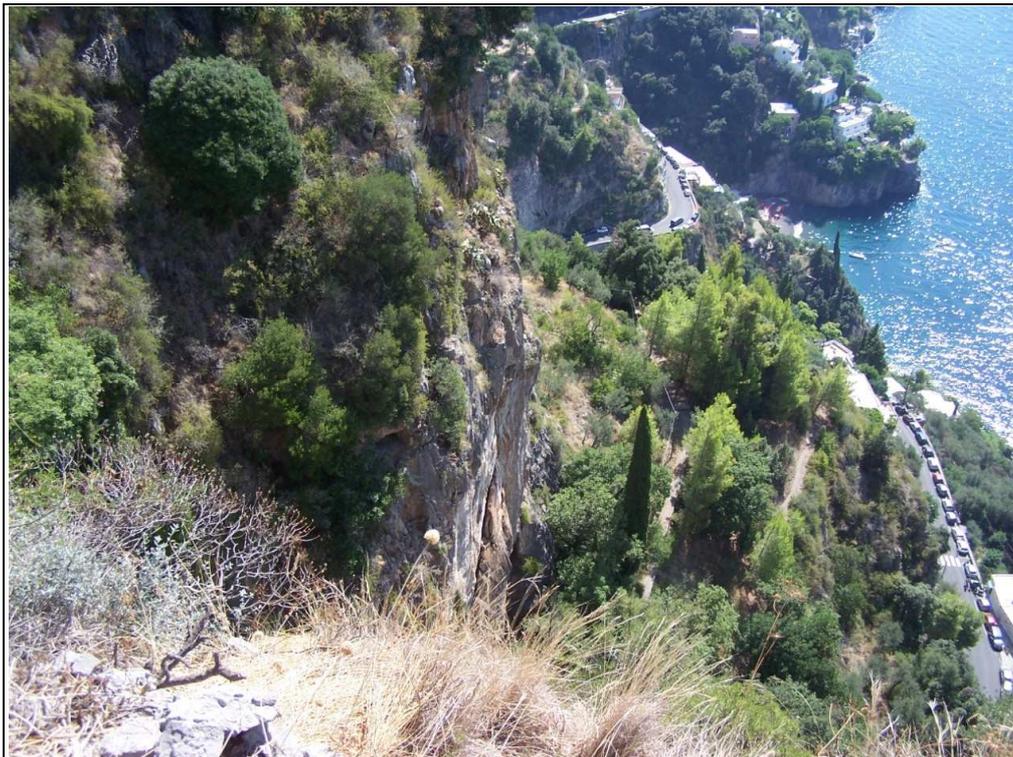


Foto 5. I rapporti tra il costone oggetto d'intervento e la SS 163 Amalfitana.

Gli aspetti puntuali morfologici e delle condizioni dei costoni (zona A e zona B) sono ampiamente riportati sui rispettivi prospetti fotografici e commentati

all'interno dei successivi paragrafi, le condizioni di criticità derivano chiaramente dalle caratteristiche descritte, in particolare ci si riferisce alle mensole in roccia.

In linea di massima entrambi i costoni sono accomunati da una caratteristica peculiare, ovvero la base si presenta molto fratturata con blocchi di dimensioni decimetriche, mentre la parte alta, ed in particolare i cigli sono caratterizzati dalla presenza di grossi blocchi isolati e che spesso terminano con le mensole in roccia sopra menzionate. Nel paragrafo di commento vi è una tabella che si riferisce al prospetto fotografico della zona A ove sono previsti interventi significativi.

Proprio per tale area l'Autorità di Bacino Regionale di Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele, come già detto in premessa, richiedeva di integrare la documentazione del progetto definito con delle carte tematiche prospettiche, a copertura completa, contenenti la caratterizzazione geologico – strutturale, geomorfologica del costone della zona A nonché una cartografia prospettica della stabilità e della stessa area di intervento. Pertanto sono stati redatti gli elaborati cartografici TG9, TG10 e TG11 relativi alla stessa zona A ed allegati al presente studio.

Tali elaborati sono stati restituiti riportando sul rilievo topografico-prospettico le informazioni acquisite nel corso dei rilievi effettuati in loco propedeuticamente alla redazione degli elaborati progettuali ed anche grazie alle foto di dettaglio, opportunamente "ortorettificate", scattate nel corso dell'esecuzione del rilievo topografico.

Dalla visione dell'elaborato TG9 si evince in modo chiaro ed inequivocabile che il costone riferito alla zona A è composto come già detto in precedenza da calcari e calcari dolomitici stratificati e fratturati e talvolta, e per limitate aree, con aspetto massivo. Sia a valle che a monte dello stesso costone affiorano poi depositi costituiti da sabbie e limi piroclastici con all'interno clasti calcarei, ovvero depositi di copertura, di variabile spessore, del substrato carbonatico che caratterizza l'intera area in questione.

Osservando poi l'elaborato TG10 si denota che il costone della zona A è caratterizzato, come già ampiamente detto, da una parete rocciosa verticale o

sub verticale che presenta al suo interno specifiche peculiarità. Riferendoci in particolar modo alla porzione di parete aggettante sull'area cimiteriale si denotano sulla stessa parete forme ben specifiche, talora di grosse dimensioni, come sporgenze in roccia e sgrottamenti, a cui si aggiungono altre forme di più ridotta dimensione rappresentate da mensole in roccia al disotto delle quali si riscontrano nicchie di distacco che hanno generato le stesse mensole. Alla base del costone la morfologia è caratterizzata da una fascia detritica a più debole pendenza all'interno della quale sono presenti dei terrazzamenti antropici, tra cui quello su cui sorge l'area cimiteriale. Viceversa a monte del costone la morfologia dei luoghi è rappresentata da un versante più o meno acclive disseccato dal già menzionato impluvio sede di ruscellamento preferenziale delle acque meteoriche.

Dal punto di vista idrogeologico, è possibile affermare che la falda idrica, nell'intero territorio comunale di Positano, ha una circolazione profonda attestata nel substrato roccioso, caratterizzato da una permeabilità per fessurazione e carsismo; il recapito preferenziale del deflusso idrico sotterraneo è rappresentato dal mare. Generalmente la falda non è presente a profondità tali da interagire con le strutture dei fabbricati, né con le coltri piroclastiche. Piuttosto è opportuno citare alcune falde sospese, dovute a strati più impermeabili all'interno del massiccio carbonatico, le quali creano sorgenti, seppur effimere a mezza costa lungo il versante. Tali sorgenti, in concomitanza di eventi pluviometrici eccezionali possono determinare oltre ai processi di calcificazione ed erosione del substrato calcareo, anche l'aumento delle pressioni neutre all'interno delle coltri piroclastiche, causando lo scivolamento delle stesse verso valle.

5. IL FENOMENO CADUTA MASSI

Nella fattispecie è doveroso precisare, il fenomeno oggetto delle opere di mitigazione del rischio sul sito in questione.

La pericolosità del fenomeno di caduta massi è determinata dalla mobilitazione spesso improvvisa ed inaspettata di volumi rocciosi che si propagano sui versanti sottostante ai punti di distacco attraverso una serie di cadute libere, rimbalzi e rotolamenti. Dal punto di vista tipologico i fenomeni di caduta massi sono ascrivibili ai “rockfalls” della classificazione internazionale di Varnes (1978), con riferimento alla componente di caduta libera iniziale che, di norma, li caratterizza.

Questo tipo di rotture di versante si verifica, purtroppo, con notevole frequenza arrecando grave danno alle infrastrutture e non di rado provocando anche ferimenti e vittime, proprio a causa dell'evoluzione rapida del processo: i massi possono raggiungere velocità di traslazione dell'ordine dei 20÷30 m/s e nella maggior parte dei casi gli eventi durano da pochi secondi a qualche minuto. Per queste caratteristiche si attribuiscono alla caduta massi ed ai crolli di roccia in genere aspetti di estrema pericolosità.

Per questo motivo le frane di crollo risultano, sempre più frequentemente, oggetto di specifiche ricerche e studi finalizzati all'analisi degli aspetti significativi della propagazione dei massi lungo i pendii di caduta.

Lo studio di dettaglio di questi fenomeni costituisce anche il presupposto di conoscenze indispensabile ai fini di una idonea progettazione degli interventi di difesa.

Le condizioni perché avvenga il fenomeno sono le seguenti:

- ✓ devono esistere sul pendio blocchi separati dal resto dell'ammasso roccioso oppure devono essere presenti porzioni rocciose con legami di natura mineralogica limitati a superfici ridotte (ponti di roccia); questi, così come le altre discontinuità, sono soggetti a continui attacchi da parte degli agenti della degradazione, sia meccanici sia chimici; il distacco avviene quando le forze agenti, innanzitutto la forza peso, superano le forze

resistenti (costituite principalmente dalla resistenza al taglio lungo le discontinuità e dalla resistenza al taglio diretta o a trazione del materiale in corrispondenza dei ponti di roccia);

- ✓ l'inclinazione del pendio deve essere tale da rendere instabili i blocchi;
- ✓ vi è una forza agente, esterna, che scatena il dissesto.

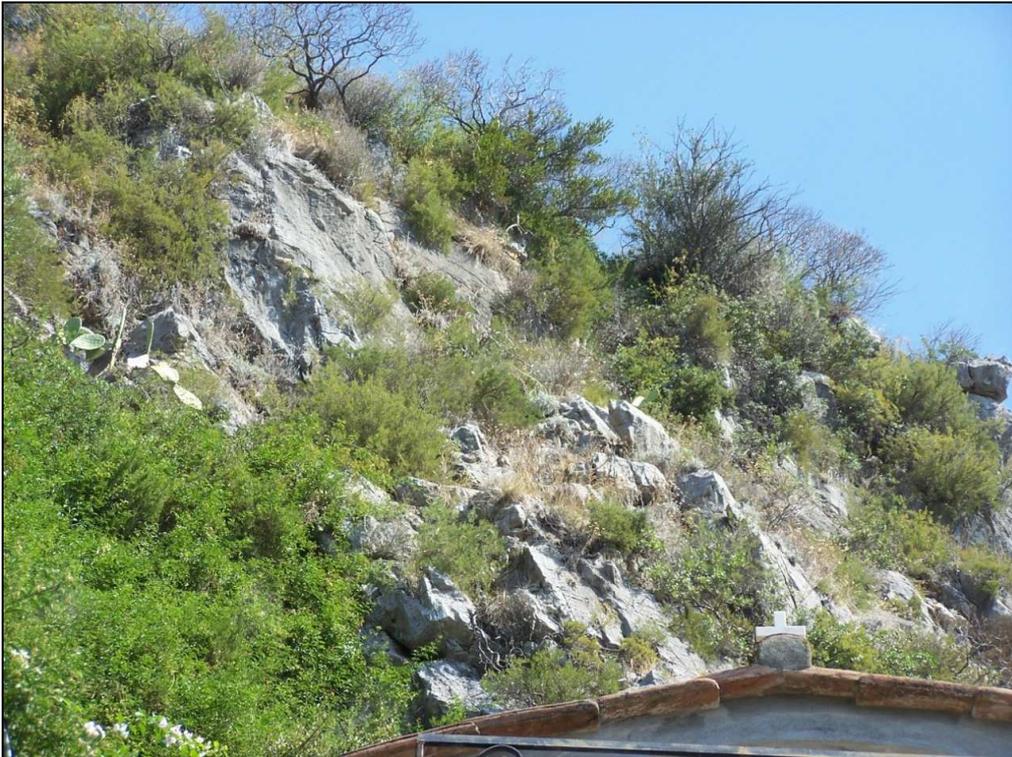


Foto 6. La fratturazione diffusa dell'ammasso roccioso direttamente a ridosso dei fabbricati.

Lo studio del fenomeno e la conseguente progettazione delle opere di difesa tiene in considerazione tre fasi principali del movimento che possono così riassumersi: distacco, caduta e arresto.

Il distacco avviene per una combinazione critica di fattori predisponenti e di fattori scatenanti. I primi (detti anche fattori interni) dipendono dai parametri geomeccanici delle discontinuità e del materiale roccia e possono venire individuati e quantificati mediante una descrizione tecnica dell'ammasso roccioso (rilievo geomeccanico o geostrutturale). I più comuni fattori scatenanti (o esterni) sono costituiti oltre che dalla gravità (sempre agente) dalla pressione dell'acqua nelle discontinuità, dall'azione ciclica di gelo e disgelo, da vibrazioni

naturali (come i sismi) oppure indotte dall'attività umana (come le esplosioni), dalla pressione esercitata nelle discontinuità dalle radici degli alberi e degli arbusti nel corso della loro crescita e dall'azione di leva delle stesse radici quando la parte non sotterranea della pianta è soggetta all'azione del vento.

Dagli studi effettuati si può ritenere che gli inneschi possono essere così riassunti:

- scivolamento piano, questo fenomeno si osserva talvolta nelle fasi iniziali del moto lungo giunti e/o fratture planari preesistenti con blocchi che scivolano con velocità limitate su superfici inclinate e regolari. All'aumentare della velocità è sufficiente una modesta irregolarità della superficie di scivolamento perché il corpo tabulare tenda a disporsi con l'asse maggiore verticale e ad iniziare il moto per pseudo – rotolamento.
- scivolamento tridimensionale (a cuneo), questo fenomeno si osserva in quei blocchi che si muovono su piani definiti dall'intersezione di due piani di continuità con movimento prevalente lungo la linea d'intersezione dei piani. Le caratteristiche del moto sono simili a quello planare.
- ribaltamento, questo fenomeno si osserva in quei singoli blocchi che si muovono ruotando su di un punto o piano posto al disotto del baricentro delle masse. Le caratteristiche del moto hanno evoluzione diverse in funzione dell'inclinazione e delle caratteristiche del versante.

La caduta è costituita da un insieme di fenomeni di caduta libera, impatti, proiezioni, rimbalzi, scorrimenti, rotolamenti, spesso tra loro interagenti e ripetuti in rapida sequenza.

In una prima fase il movimento di caduta avviene, di norma, con una successione di tratti in caduta libera e di urti, anche se non è raro che il fenomeno inizi con il rotolamento.

In particolare la fase di urto è regolata dai coefficienti di restituzione normale e tangenziale al pendio nel punto di impatto, che risultano funzione di:

- ◆ massa e forma del corpo;
- ◆ angolo di incidenza;
- ◆ proprietà meccaniche del corpo e del materiale presente sul pendio;

◆ velocità di traslazione e di rotazione del corpo.

Più in dettaglio nella fase di urto possono avvenire :

- rimbalzi quasi elastici, con inizio di nuove traiettorie in caduta libera;
- frammentazione del blocco in caduta con proiezione dei frammenti secondo traiettorie anche molto varie;
- deformazione della superficie di impatto;
- prosecuzione della caduta con un tipo di moto differente;
- arresto.

Come già evidenziato spesso il movimento inizia con moto di rotolamento, il quale è regolato sostanzialmente dalla inclinazione del pendio e dall'angolo di attrito dinamico del blocco.

Il rotolamento può essere puro (caso piuttosto raro, ma che tende a prevalere quando il diametro del blocco è molto maggiore della scabrosità del pendio e questa è, in termini assoluti, limitata) oppure, più spesso, pseudo – rotolamento, cioè rotolamento del corpo con successivi e ravvicinati impatti e perdite di contatto con il terreno (moto assolutamente prevalente quando il diametro del blocco è minore della scabrosità del pendio e, comunque, frequente in ogni condizione). C'è da dire che sovente, anche fasi successive a quelle di urto, possono evolvere in rotolamento per effetto delle modifiche di geometria del blocco che, durante la caduta, tende ad assumere forme via via più arrotondate.

L'arresto dipende infine dalla traiettoria assunta dal blocco e ne rappresenta il punto finale. Le traiettorie possibili derivano come visto in precedenza dall'alternarsi di caduta libera, urti, rotolamento e scivolamento, e pertanto possono essere molto varie in quanto dipendenti da diversi fattori (velocità, caratteristiche meccaniche, forma e dimensioni del blocco; inclinazione ed irregolarità (scabrezza) del pendio; caratteristiche meccaniche dei materiali che lo costituiscono; tipologia, densità e caratteristiche degli ostacoli presenti).

Anche se i massi tendono sostanzialmente a seguire la linea di massima pendenza, lungo il loro movimento si verifica sempre una più o meno marcata deviazione laterale dovuta alla disposizione nello spazio (direzione ed

inclinazione) dei singoli punti del versante colpiti dal masso in caduta e da cui dipende la direzione del successivo tratto di percorso. Studi sulla dispersione laterale delle traiettorie hanno mostrato che, in assenza di marcati impluvi o displuvi, i massi tendono a disperdersi creando un fronte di arrivi della larghezza pari a circa un decimo della lunghezza della traiettoria e che, inoltre, maggiore è l'inclinazione del pendio, minore è la dispersione laterale.

L'obiettivo dell'analisi del fenomeno e dei successivi rilievi ed elaborazioni geostrutturali hanno fornito al progettista lo strumento per individuare le tipologie d'intervento, anche per il tramite di una simulazione della caduta massi.

6. RILIEVO GEOSTRUTTURALE E FOTOGRAFICO

Per il presente studio geologico – tecnico, come detto, è stato programmato anche il rilievo geostrutturale in parete con l'ausilio di rocciatori specializzati e per il tramite di un esaustivo report fotografico.

Pertanto grazie alle foto scattate durante i diversi rilievi puntuali e sopralluoghi, con un'apposita strumentazione è stata elaborata una "panoramica" dei costoni in esame, su cui sono state evidenziate le criticità rilevate durante l'attività di campo, nonché attraverso l'osservazione del report fotografico stesso, fornendo al progettista il dettaglio dei punti su cui intervenire.



Foto 7. Panoramica del costone roccioso della zona A, poi elaborato come da allegato cartografico

Si è scelto di effettuare tale rilievo e di restituirlo su carta al fine di produrre un elaborato che mostrasse realisticamente e puntualmente le discontinuità rilevate e le aree caratterizzate da maggiore criticità.

I dati scaturiti dal rilievo geostrutturale sono stati restituiti, per una questione di leggibilità, su due tavole formato A3 (cfr. TG5 e TG6) nonché su un'altra tavola sempre in formato A3 (cfr. TG11), quest'ultima riferita in particolare alla zona A e restituita su rilievo topografico-prospettico di dettaglio; tutte le tavole menzionate sono allegate al presente studio. Le aree di intervento, così come detto in precedenza, sono distinte in due settori, uno a monte dell'area cimiteriale (zona A), e l'altro a ridosso del centro abitato della frazione di

Liparlati (zona B); l'ubicazione dei due settori è stata riportata sulla tavola TG2 – stralcio aerofotogrammetrico, redatto in scala 1:5.000.

Dall'osservazione degli elaborati suddetti si ha un'intera panoramica in prospettiva dei due tratti di costoni rocciosi oggetto d'intervento e che consente di rilevare le loro effettive forme e le criticità presenti.

Il costone roccioso relativo alla zona A si presenta con due pareti verticali, dissecate al centro da un impluvio, che terminano alla base con una netta rottura di pendenza per la presenza di versanti a pendenze nettamente inferiori, che in taluni casi risultano terrazzati se impostati su terreni di natura piroclastica, come accade per l'area dove sorge il cimitero comunale.

A primo impatto si evince la presenza di una stratificazione ben definita, soprattutto sulla parete più orientale, e un'intensa fratturazione maggiormente concentrata nelle aree sommitali dell'intero costone.



Foto 8. Fratturazione nelle aree sommitali del costone roccioso della zona A .

Proprio in quest'ultime aree, ma anche lungo i costoni, è possibile quindi individuare la presenza di fratture sub – verticali che incrociandosi tra di loro, e

con la stratificazione, comportano la formazione di una serie di blocchi litoidi isolati, in precaria stabilità, anche di notevoli dimensioni. Difatti la presenza di fratture beate ad andamento sub – verticale isola in alcuni casi dei veri e propri cunei di roccia all'interno dei quali si può osservare anche la stratificazione propria dell'ammasso roccioso.



Foto 9. Cuneo di roccia isolato sul ciglio del costone zona A.

Sulle stesse pareti in questione si riscontra poi la presenza di una serie di nicchie di distacco evidenziate da superfici “fresche” di roccia affiorante che testimoniano la recente caduta di alcuni blocchi come quelli caduti di recente sull'area cimiteriale.

A monte di tali nicchie si denotano spesso delle “mensole” in roccia , ovvero lembi di stratificazione isolati dai crolli sottostanti, che quando risultano combinate a monte con fatturazioni verticali possono dar luogo ad ulteriori crolli del tipo ribaltamento, ovvero si possono innescare, scadenzati nel tempo, una serie di crolli a catena con punti di distacco lungo la medesima verticale.



Foto 10. Nicchia di distacco con isolamento a monte di una "mensola" in roccia zona A.

Passando alla zona B ovvero al costone a monte del centro abitato di Liparlati le caratteristiche geostrutturali del costone risultano essere abbastanza simili a quelle della zona A con poche differenze sostanziali. Tale costone infatti si presenta anch'esso con una parete verticale sulla quale si distingue una stratificazione sub – orizzontale con spessori degli strati superiori al metro.

Anche per questo costone l'area sommitale è caratterizzata da una notevole fratturazione che, dal cui incrocio o dall'incrocio con la stratificazione, porta all'isolamento di blocchi di roccia di dimensioni variabili ma comunque di notevole volumetria. Allo stato attuale è presente nell'area sommitale una rete metallica in aderenza armata con funi proprio per contrastare la caduta dei

blocchi pocanzi citati. In estrema sintesi, per la zona A (cimitero) il costone può essere suddiviso in una parte alta dove a blocchi di modeste dimensioni si possono accoppiare blocchi di dimensioni notevoli anche di qualche metro cubo come da dettaglio successivamente riportato. Per quanto riguarda la zona B, invece, la parte sommitale, ovvero dove la fratturazione definisce blocchi di modeste di dimensioni è già presente una rete in aderenza, mentre dall'analisi e dalla sintesi progettuale gli interventi puntano a risolvere la problematica inerente i blocchi di più ampie dimensioni.



Foto 11. Fratturazione nelle aree sommitali del costone roccioso della zona B e rete metallica in aderenza.

Come per la zona A anche la parete della zona B è caratterizzata dalla presenza di una serie di nicchie di distacco con messa a giorno di superfici roccia palesemente “fresca”. Tali nicchie sono presenti sia nelle aree di ciglio che alla base del costone, ma queste ultime presentano degli areali più estesi rispetto alle precedenti; inoltre anche in questo caso a monte delle nicchie di distacco si riscontrano delle “mensole” in roccia che, se accompagnate da

fratturazione, possono dar luogo a fenomeni da crollo così come evidenziato per la zona A.



Foto 12. Nicchie di distacco e mensole in roccia zona B, in alto si noti la presenza della rete paramassi in aderenza (cfr. lavori di “Consolidamento e Bonifica dei versanti della Penisola Sorrentina – Lotto 3”).

RILIEVI GEOSTRUTTURALI

Durante le attività di campo per il tramite di geologi rocciatori sono stati eseguiti anche i necessari rilievi geostrutturali puntuali da integrare con quelli areali precedentemente descritti. Tali rilievi sono stati eseguiti solo lungo le pareti della zona A, ovvero dove sono previsti interventi estensivi, in ogni caso possono essere considerati esaustivi anche per la classificazione dell’ammasso roccioso della zona B date le caratteristiche similari delle pareti di entrambi le zone; del resto questi stessi rilievi sono stati confrontati criticamente, soprattutto in termini di grandezza, con le elaborazioni contenute all’interno del progetto di “Consolidamento e Bonifica dei versanti della Penisola Sorrentina – Lotto 3”.

Dall’analisi areale di cui al punto precedente, è stato possibile notare alcune

caratteristiche dei costoni rocciosi in esame dal punto di vista geostrutturale, osservando la sostanziale presenza di una stratificazione regolare delle pareti e la presenza di numerose fratture, come mostrato anche tramite il rilievo fotografico.

Tali fratture mostrano un andamento molto irregolare ma prevalentemente sub – verticale, e l'incrocio tra di esse, o con i giunti di strato, ha portato alla formazione di blocchi isolati in precaria stabilità.

Come già ampiamente descritto, si riscontra poi sulle pareti la presenza di nicchie di distacco con superfici di roccia “fresca” che testimoniano la recente caduta di alcuni blocchi e la conseguente formazione di “mensole” in roccia a monte, caratteristica peculiare scaturita dai rilievi in situ, nonché comparabile con quanto appurato all'interno degli studi a corredo del progetto di consolidamento delle aree adiacenti.



Foto 13. Fratturazione, nicchia di distacco e mensola in roccia sulla parete prospiciente l'area cimiteriale zona A (cfr. si notino i rapporti tra i blocchi in bilico e le strutture sottostanti).

Al fine di definire con maggior dettaglio l'ammasso roccioso oggetto di studio, nonché per valutare quantitativamente lo stato di consistenza dei costoni, sono

stati realizzati, come detto, una serie di rilievi geostrutturali durante i quali sono stati misurati tutti i parametri necessari per la definizione delle caratteristiche geostrutturali,

Gli stendimenti eseguiti sono stati in totale sei (S1 – O, S1 – V, S2 – O, S2 – V, S3 – O, S3 – V) di cui tre orizzontali e tre verticali, in tre postazioni differenti lungo le pareti rocciose alla base della zona A (cfr. elaborato TG5 – Prospetto fotografico Zona A), rilevando i seguenti parametri:

- Intersezione: distanza dall'origine dello stendimento per ciascuna discontinuità rilevata;
- Orientazione del fronte;
- Tipo di discontinuità;
- Orientazione delle discontinuità: posizione della discontinuità nello spazio, descritta dalla direzione di immersione e dall'inclinazione della linea di massima pendenza del piano di discontinuità;
- Lunghezza delle discontinuità: lunghezza della traccia della discontinuità osservata in un affioramento;
- Tipo di terminazione delle discontinuità;
- Scabrezza: rugosità delle superfici di una discontinuità e ondulazioni relativamente al piano medio delle discontinuità;
- Apertura delle discontinuità;
- Forma delle discontinuità;
- Tipo di riempimento;
- Presenza o meno di acqua;

La scelta di operare gli stendimenti alla base dei costoni scaturisce da una esigenza di carattere logistico, ma anche tecnica, ovvero considerato che i blocchi di più modeste dimensioni affiorano alla base, mentre in sommità, ovvero dalla linea di mezzera in su, le caratteristiche dei blocchi possono scaturire dal solo rilevamento puntuale e vista la loro mole, è sembrato più opportuno operare in tale modo.

Tutti i parametri sopraelencati sono stati indispensabili per la successiva definizione dell'ammasso roccioso tramite la classificazione di Bieniawski

(1989), di cui se ne discuterà di seguito.

Alcuni dei parametri misurati sono serviti nel corso della elaborazione a ricavare ulteriori dati inerenti le discontinuità, sempre successivamente utilizzati per la classificazione dell'ammasso roccioso; ad esempio l'intersezione non può essere considerata una vera e propria caratteristica geostrutturale, bensì permette semplicemente di conoscere la posizione della discontinuità lungo lo stendimento eseguito. Ad ogni modo tale misurazione consente, successivamente, di ottenere un parametro fondamentale per l'elaborazione dei dati geostrutturali, ovvero la spaziatura tra le distinte famiglie di discontinuità, indispensabile per il calcolo del *Rock Quality Designation* (R.Q.D.), anch'esso approfondito nei successivi paragrafi. E' bene fare delle precisazioni anche su altri parametri rilevati, in particolare sul parametro scabrezza e sul tipo di terminazione.

La scabrezza viene calcolata eseguendo sul sito dei profili di rugosità reali con il Pettine di Barthon (vedi fig. 4), uno strumento composto da tanti piccoli aghi, i quali appoggiati con una leggera pressione sulla superficie della roccia, assumono una determinata posizione ottenendo un vero e proprio "stampo".

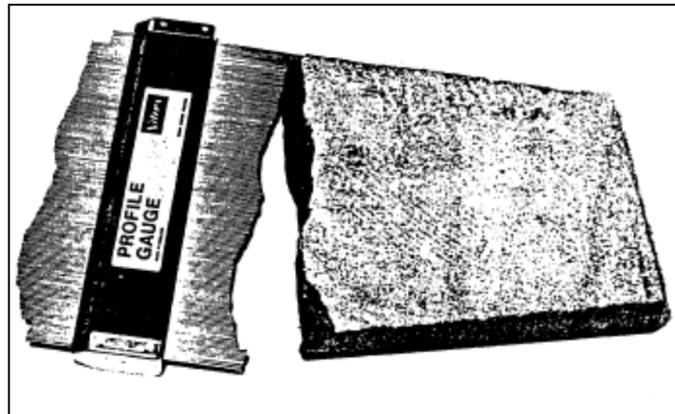


Figura 4. Profilo di rugosità misurato tramite il pettine di Barthon.

Quest'ultimo viene confrontato con dei profili di rugosità tipici (vedi fig. 5), ad ognuno dei quali è associato un intervallo di valori di JRC (coefficiente di rugosità della discontinuità), anche quest'ultimo utile alla classificazione dell'ammasso roccioso.

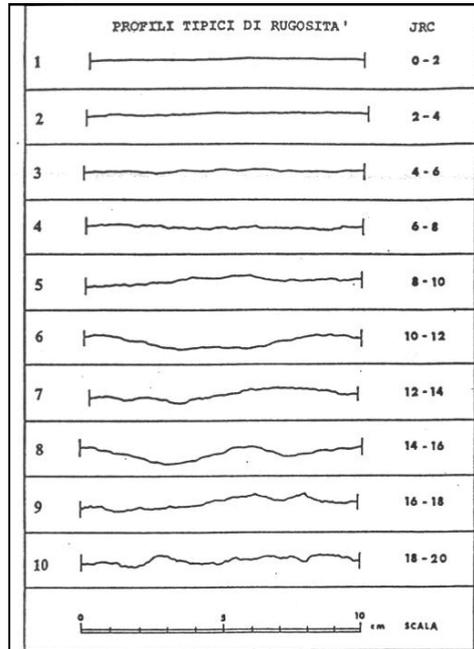


Figura 5. Profili di rugosità e corrispondenti intervalli di valori di JRC.

Viceversa, la terminazione è un parametro che tiene conto di come la discontinuità termina nell'affioramento, pertanto, sono state utilizzate le lettere X nel caso in cui la terminazione non è visibile, D nel caso in cui la discontinuità termina in un'altra discontinuità ed R nel caso in cui la discontinuità termina nella roccia.

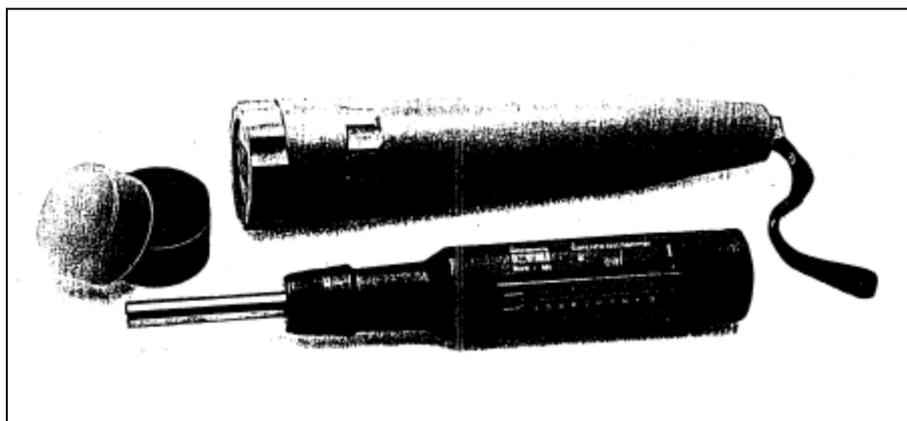


Figura 6. Sclerometro, detto anche martello di Schmidt.

Durante la campagna di rilevamento sono state effettuate anche delle misure sclerometriche, con il classico martello di Schmidt, detto anche sclerometro; tali misure permettono di ricavare la resistenza a compressione uniassiale delle pareti della discontinuità (Joint Compressive Strength, JCS) che è un parametro di fondamentale importanza per la stima della resistenza al taglio delle stesse discontinuità.

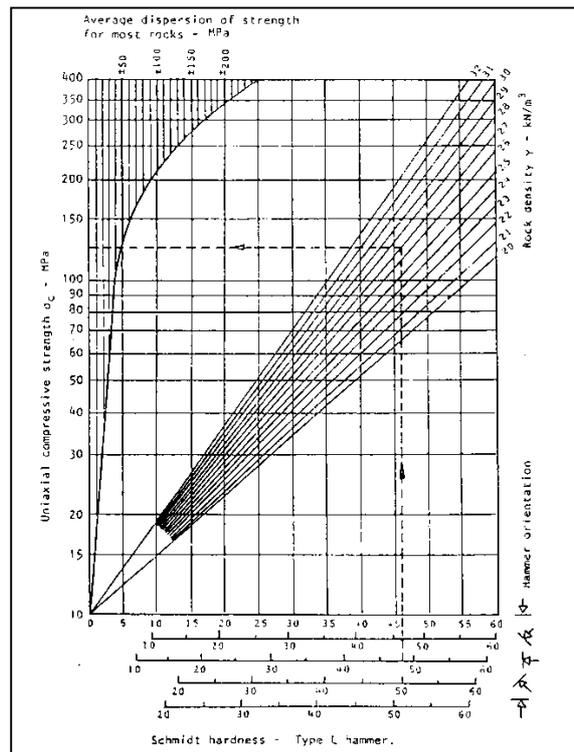


Figura 7. Diagrammi di interpolazione delle misure sclerometriche.

Sul piano delle discontinuità maggiormente significative vengono effettuate 10 misure con lo sclerometro dalle quali si scartano i 5 valori più bassi del rimbalzo; i restanti valori vengono cumulati. Per ogni serie di letture è importante annotare l'inclinazione del martello rispetto all'orizzontale. In genere con l'ausilio del grafico della figura 7 è possibile mettere in relazione gli impulsi cumulati per ogni serie di lettura con il peso di volume della roccia e l'orientamento dello sclerometro per quella serie di letture. L'interpolazione dei suddetti dati restituisce il valore di JCS per ogni set di letture, per le quali è possibile realizzare degli istogrammi di frequenza; il valore mediato di tutti i dati

così ottenuti può essere assunto come il valore di JCS osservato per lo stendimento su cui sono state ottenute le misure.

Nel nostro caso, come sarà descritto in seguito, per ottenere il valore di JCS è stato utilizzato uno specifico supporto informatico per le elaborazioni di dati geostrutturali e per la definizione dell'ammasso roccioso, ovvero il software MecRocce ver. 2.2 della Program Geo di Carpenedolo (BS).

Tutte le misurazioni prese in attività di campo sono state effettuate da una squadra di geologi strutturali specializzati ed i risultati relativi ad ogni stendimento possono essere consultati sui tabulati allegati a codesto studio.

Per poter ricavare il peso specifico della roccia in esame, si è fatto riferimento ad una cospicua mole di dati bibliografici assegnando un valore pari circa 27,49 kN/m³, che è stato utilizzato per tutte le elaborazioni del caso e che scaturisce da una media ponderata di una serie di dati consultati.

DEFINIZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Dopo aver effettuato le dovute misurazioni geostrutturali in situ è stato possibile procedere alla definizione dell'ammasso roccioso.

Prima di poter effettuare il vero e proprio calcolo per la definizione dell'ammasso roccioso è indispensabile ricavare una serie di parametri applicando diverse elaborazioni, effettuate sempre tramite il software MecRocce ver. 2.2 della Program Geo di Carpenedolo (BS); tali parametri possono essere così sintetizzati:

- Orientamento dei giunti;
- Spaziatura media dei giunti;
- Resistenza alla compressione monoassiale;
- Rock Quality Designation (R.Q.D.).

L'orientamento dei giunti non è altro che la definizione della giacitura dei piani delle discontinuità che generalmente sono rappresentate attraverso proiezioni sferiche, siano esse polari o equatoriali (vedi fig. 8). Avendo le misure dell'immersione e dell'inclinazione delle discontinuità, misurate accuratamente per ciascun stendimento, sono stati in primis rappresentati i poli dei loro piani,

ovvero attraverso l'intersezione della perpendicolare al piano con la sfera, all'interno del diagramma polare di Schmidt.

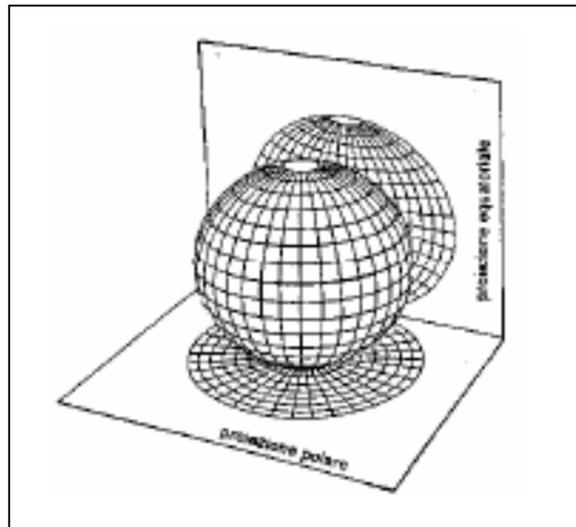


Figura 8. Proiezione stereografiche polari ed equatoriali.

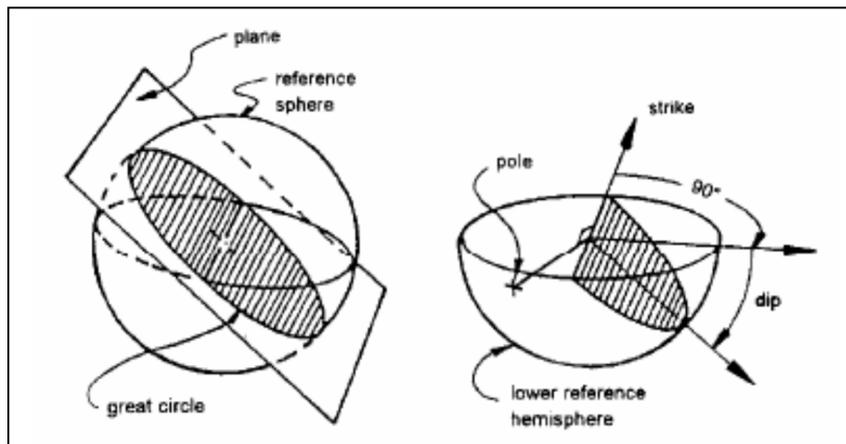


Figura 9. Rappresentazione stereografica tramite i poli

Tramite il supporto informatico MecRocce ver. 2.2 è stato possibile produrre ogni singolo diagramma per ciascun stendimento, inserendo semplicemente i valori delle giaciture delle discontinuità e l'orientazione del fronte roccioso.

Il diagramma di Schimdt è molto importante perché consente, graficamente, di individuare i valori di giacitura più rappresentativi delle singole famiglie, corrispondenti alle zone di massimo addensamento. Dall'analisi dei grafici corrispondenti agli stendimenti eseguiti, per ognuno si rilevano le seguenti

famiglie rappresentative, precisando che sono presenti sia famiglie di discontinuità riferibili a fratture sia quelle riferibili a giunti di strato:

S1 – O

Tipologia	Immersione	Inclinazione
Fratture	163°	65°
Fratture	260°	60°
Fratture	273°	60°
Giunti di strato	23°	16°

S1 – V

Tipologia	Immersione	Inclinazione
Fratture	160°	62°
Giunti di strato	20°	16°

S2 – O

Tipologia	Immersione	Inclinazione
Fratture	174°	70°
Giunti di strato	326°	22°

S2 – V

Tipologia	Immersione	Inclinazione
Giunti di strato	331°	12°

S3 – O

Tipologia	Immersione	Inclinazione
Fratture	37°	56°
Fratture	161°	75°
Giunti di strato	328°	17°

S3 – V

Tipologia	Immersione	Inclinazione
Giunti di strato	323°	13°

Analizzando i diagrammi di Schmidt relativi a ciascun stendimento si possono notare alcune particolarità, ovvero come e quanto sono

rappresentative le famiglie prescelte tra le discontinuità rilevate.

Per il primo stendimento (S1 – O) le famiglie rappresentative delle fratture presentano valori dell'inclinazione quasi identici e con un "range" di immersione compreso tra 163° e 273°, e con isodensità compresa tra 9% e 35%; i giunti di strato invece presentano valori di inclinazione nettamente inferiori. Per il secondo stendimento S1 – V, si hanno valori delle giaciture molto simili allo stendimento precedente, sia per la famiglia rappresentativa delle fratture che per quella dei giunti di strato. Passando agli stendimenti effettuati nella seconda postazione (S2 – O e S2 – V), si denota per entrambe la prevalenza di famiglie rappresentate da giunti di strato, con isodensità variabile tra il 6% e il 35%, e con l'individuazione di una sola famiglia di discontinuità rilevata solo sullo stendimento S2- V.

Lo stendimento S3 – O è caratterizzato da due famiglie rappresentative delle fratture con range di immersioni che vanno da 37° a 161° ed una sola famiglia relativa ai giunti di strato; nonostante ciò nel grafico si evince una la presenza di altre fratture secondarie che non vanno a rappresentare una famiglia ben precisa. Viceversa nello stendimento S3 – V è stata individuata una sola famiglia di discontinuità relativa alla sola stratificazione con immersione pari a 323°.

In generale ciò che si riscontra in tutti gli stendimenti eseguiti risulta la totale assenza di piani di faglia e una maggiore concentrazione di famiglie di discontinuità la si riscontra negli stendimenti effettuati lungo l'orizzontale, al contrario di quanto si rileva in quelli verticali.

Lo "step" successivo di elaborazione dati prevede la predisposizione del cosiddetto diagramma equiangolare equatoriale di Wulff, su cui si visualizzano i piani di discontinuità rappresentativi delle famiglie evidenziate sul diagramma di Schmidt. Sullo stesso diagramma di Wulff si esegue il test di Markland, su cui è possibile definire il grado di stabilità degli ammassi rocciosi. In sostanza, il test di Markland fornisce una indicazione qualitativa della stabilità del cuneo in funzione del suo orientamento nello spazio e della stima della resistenza al taglio mobilitabile lungo i piani di possibile scorrimento. Il test, eseguito sempre

tramite l'utilizzo del software MecRocce ver. 2.2, prevede quattro condizioni possibili:

1. Cuneo potenzialmente instabile (N): questa situazione si verifica per un cuneo roccioso a franapoggio meno inclinato del pendio, in cui l'angolo d'attrito medio mobilitabile lungo le superfici potenziali di scorrimento sia inferiore all'inclinazione della linea d'intersezione dei piani di scorrimento;
2. Cuneo stabile (S): questa situazione si verifica per un cuneo roccioso a franapoggio meno inclinato del pendio o a reggipoggio, in cui l'angolo d'attrito medio mobilitabile lungo le superfici potenziali di scorrimento sia superiore all'inclinazione della linea d'intersezione dei piani di scorrimento;
3. Cuneo con stabilità incerta (I): questa situazione si verifica per un cuneo roccioso a franapoggio meno inclinato del pendio, in cui l'angolo d'attrito medio mobilitabile lungo le superfici potenziali di scorrimento sia circa uguale all'inclinazione della linea d'intersezione dei piani di scorrimento;
4. Cuneo potenzialmente instabile per ribaltamento (R): questa situazione si verifica quando il pendio ed una delle discontinuità sono subverticali con immersione circa uguale.

Dall'analisi di Markland, effettuata ipotizzando un angolo di attrito di 35°, risulta che vi sono cunei prevalentemente stabili, per tutti gli stendimenti eseguiti, precisando che i cunei isolati sono generati in prevalenza dall'intersezione delle fratture con la stratificazione e solo per lo stendimento S1- O i cunei risultano generati dall'intersezione delle famiglie rappresentative delle sole fratture.

L'individuazione di cunei instabili attraverso il test di Markland è stato contemplato nella classificazione dell'ammasso roccioso applicando una correzione al valore del BRMR (Basic Rock Mass Rating).

I procedimenti ed i risultati descritti poc'anzi hanno consentito di individuare l'orientamento dei giunti, uno dei parametri essenziali per la definizione dell'ammasso roccioso.

Altro parametro importante, come elencato in precedenza, è la spaziatura media dei giunti, calcolata sempre tramite l'utilizzo del software MecRocce ver.

2.2, ove la finestra di input necessita soltanto delle distanze misurate tra le discontinuità appartenenti alla stessa famiglia di ogni singolo stendimento. In relazione a codesto parametro sono stati allegati a questa relazione i tabulati di calcolo ed i corrispondenti istogrammi riferiti a ciascuna famiglia di discontinuità.

La resistenza alla compressione monoassiale (JCS), come già discusso nel precedente paragrafo, è stata ottenuta tramite gli indici misurati in attività di campo attraverso lo sclerometro ed utilizzando il valore medio del peso di volume della roccia ottenuto da fonti bibliografiche (vedi allegati). Indicando nella finestra di input del software MecRocce i valori medi misurati su ciascun stendimento, eliminando i cinque valori più bassi, e definendo l'orientazione dello strumento e le condizioni della superficie, ovvero se caratterizzata da roccia sana o alterata, è stato possibile ottenere il valore di JCS corrispondente alla roccia integra ed a quella alterata (vedi allegati).

L'ultimo parametro ricavato prima di poter eseguire la classificazione dell'ammasso roccioso è stato il Rock Quality Designation (R.Q.D.) stimato tramite la metodologia di Priest e Hudson, secondo la quale tale parametro è dipendente dalla frequenza dei giunti che attraversano la matrice lapidea, come espresso dalla seguente formula:

$$R.Q.D. = 100 \times e^{0.1 \times i} \times (0.1 \times i + 1)$$

ove appunto “i” corrisponde alla frequenza delle discontinuità, parametro strettamente legato alla spaziatura.

Per ottenere il valore del R.Q.D. riferito a ciascun stendimento è bastato inserire il valore della spaziatura riferito a ciascuna famiglia di discontinuità (vedi tabulati), ottenendo valori molto alti, compresi tra il 95% ed il 99%.

La metodologia utilizzata in codesto studio per determinare la qualità dell'ammasso roccioso è la Classificazione di Bieniawski del 1989, la quale tiene conto di 5 parametri relativi allo stato della roccia, dell'ammasso roccioso e di un indice di correzione A6, il cui valore è funzione dell'orientamento delle

discontinuità, come accennato in precedenza, e del problema affrontato (gallerie, versanti e fondazioni).

$$R.M.R.= A1+A2+A3+A4+A5+A6$$

Per ciò che concerne l'orientamento delle discontinuità è possibile definire le condizioni da molto favorevoli a molto sfavorevoli e rientrare all'interno della tabella proposta da Bieniawski; tale condizione è in relazione all'orientazione del fronte sui cui sono state misurate le discontinuità e ai risultati di stabilità emersi dal test di Markland.

Orientamento dei giunti		Molto favorevole	Favorevole	Discreto	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Gallerie e miniere	Indice	0	-2	-5	-10	-12
Fondazioni		0	-2	-7	-15	-25
Versanti		0	-5	-25	-50	-60

Tabella 1. Tabella di Bieniawski relativa all'indice di correzione A6

I restanti parametri utilizzati corrispondono a:

- *A1: Resistenza a compressione monoassiale;*
- *A2: Rock Quality Designation (RQD);*
- *A3: Spaziatura delle discontinuità;*
- *A4: Condizioni dei giunti;*
- *A5: Condizioni idrauliche dei giunti;*

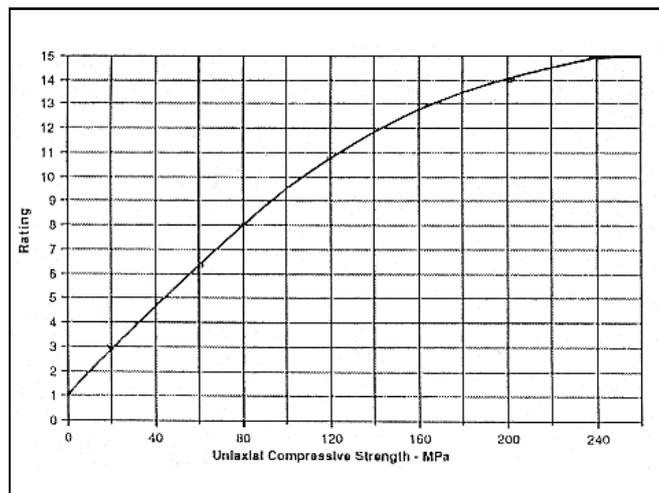


Figura 10. Grafico riferito alla resistenza della roccia A1.

Gli indici corrispondenti ai primi tre parametri (A1, A2 e A3) si ottengono attraverso l'ausilio di tre grafici proposti dallo stesso Bieniawski, mentre i restanti due si ricavano dall'utilizzo di apposite tabelle.

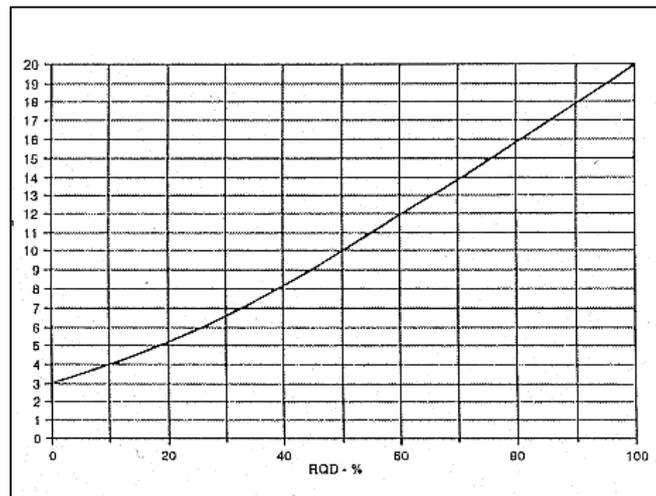


Figura 11. Grafico riferito all'R.Q.D. A2.

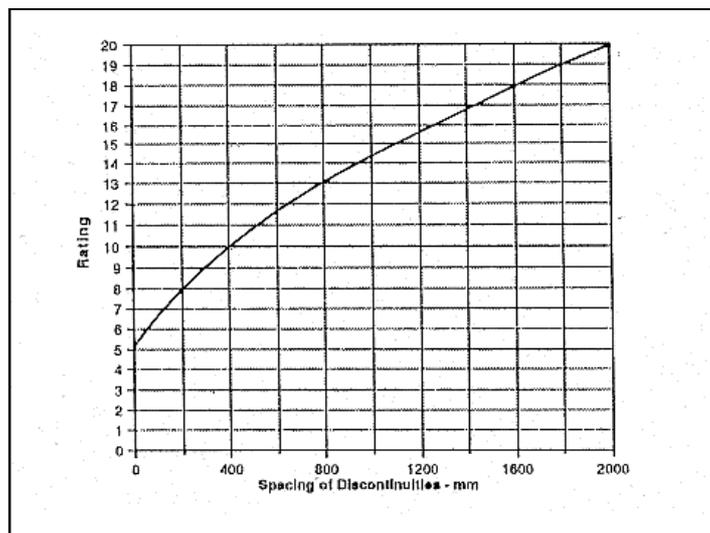


Figura 12. Grafico riferito alla spaziatura media A3.

Il parametro A4 deve essere ricavato attraverso la sommatoria di una serie di indici parziali, che tengono in considerazione la rugosità, l'apertura, la persistenza lineare, il riempimento e il grado di alterazione dei giunti, tenendo conto della seguente tabella.

PARAMETRI	INTERVALLI DI VALORI				
Lunghezza giunto	<1m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m
Indice	6	4	2	1	0
Apertura giunto	Chiuso	<0,1 mm	0,1-1 mm	1-5 mm	>5 mm
Indice	6	5	4	1	0
Rugosità giunto	Molto rugoso	Rugoso	Leggerm. rugoso	Liscio	Laminato
Indice	6	5	3	1	0
Riempimento	Nessuno	Compatto<5mm	Compatto>5mm	Molle<5mm	Molle>5mm
Indice	6	4	2	2	0
Alterazione giunti	Non alterati	Legg.alterati	Mediam.alterati	Molto alterati	Decomposti
Indice	6	5	3	1	0

Tabella 2. Tabella di Bieniawski relativa al parametro A4

La sommatoria dei primi cinque parametri (A1, A2, A3, A4 e A5) permette il calcolo del Basic Rock Mass Rating, al quale viene aggiunto l'indice di correzione A6 per poter calcolare il valore dell'RMR, ma solo nei casi in cui si è riscontrata la possibilità di cunei instabili con il test di Markland, che nel nostro caso è stato rilevato solo in corrispondenza degli stendimenti S1 – O, S2 – O e S3 – V, con indice A6 variabile da 0 a 60.

Tenendo conto di tutti i parametri si è giunti ad una classificazione dell'ammasso roccioso come di qualità discreta, ovvero, come mostrato in tabella 3, appartenente alla terza classe della classificazione degli ammassi rocciosi di Bieniawski.

RMR	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITA'	Molto scadente	Scadente	Discreta	Buona	Ottima

Tabella 3. Classificazione di Bieniawski del 1989 dell'ammasso roccioso.

A questa conclusione si è giunti operando una media dei valori dell'RMR calcolati per ogni singolo stendimento, specificando che mentre per gli stendimenti S2 – O ed S3 – V si è ottenuta rispettivamente una classificazione discreta e buona dell'ammasso roccioso, per lo stendimento S1 – O si è riscontrata una qualità scadente dello stesso.

STENDIMENTO	RMR	CLASSE	QUALITA'
S1-O	22	IV	Scadente
S2-O	54	III	Discreta

S3-V	77	II	Buona
------	----	----	-------

Tabella 4. Classificazione di Bieniawski del 1989 dell’ammasso roccioso relativo agli stendimenti.

Tutto ciò si traduce con quanto già osservato in precedenza durante i sopralluoghi, ovvero che in linea generale i costoni possono definirsi come costituiti da ammassi rocciosi di discreta qualità, quindi sostanzialmente a media stabilità, eccetto in quei punti ove si ha una sostanziale diffusione di diverse discontinuità, maggiormente riscontrate nel settore dove è stato realizzato lo stendimento S1 – O e lungo le aree di ciglio.

Al fine di controllare criticamente quanto veniva fatto in questa fase, i dati raccolti per questo studio sono stati verificati con le medesime elaborazioni geostrutturali allegate al progetto di “Consolidamento e Bonifica dei versanti della Penisola Sorrentina – Lotto 3”.

RMR Bieniawski	
Descrizione	Valori
discreta	53
buona	62
buona	69
buona	61
buona	62
buona	61
discreta	53
buona	69
buona	67
buona	62
buona	67
buona	62
buona	60
buona	62
discreta	55
buona	72
buona	74
buona	69
discreta	59
discreta	50
discreta	57
buona	66
buona	75
buona	67
buona	64
discreta	52
buona	65
buona	70

Tabella 5. Classificazione RMR progetto di “Consolidamento e Bonifica dei versanti della Penisola Sorrentina – Lotto 3”.

Da premettere che la mole di dati del progetto realizzato nelle aree adiacenti è di gran lunga superiore rispetto agli stendimenti realizzati in questa fase, ma come si può notare dal primo dato, i risultati possono essere sicuramente comparabili come ordine di grandezza.

Con le elaborazioni del progetto preso come riferimento sono state individuate n°6 famiglie comprensive degli strati e come di seguito riportate.

	Immersione	Inclinazione
K1	266	87
K2	209	88
K3	174	80
K4	136	88
K5	226	63
S	20	12

Tabella 6. Famiglie di discontinuità progetto di “Consolidamento e Bonifica dei versanti della Penisola Sorrentina – Lotto 3”.

Anche questi parametri possono essere confrontati e paragonati, in linea di massima con quanto raccolto in campagna sui siti specifici del rilevamento alla base di questo progetto di completamento.

Stazione	Jv	Spaziatura	Volume blocchi
1	25	0,5	0,1
2	8	0,6	1,0
3	8	0,7	0,8 *
4	8	0,6	1,2 *
5	19	0,7	1,5
6	8	0,6	0,9
7	20	0,5	0,1
8	8	1,2	2,5
9	6	1,0	0,6
10	18	0,8	0,1
11	13	1,0	0,4
12	13	0,9	0,9
13	18	1,0	0,1
14	22	1,1	0,6
15	19	0,4	0,1
16	6	0,7	0,2
17	3	0,7	1,3
18	5	0,4	0,7
19	12	0,6	0,1
20	28	0,7	0,1
21	26	0,8	0,2
22	6	0,6	0,1
23	7	0,5	0,4
24	6	0,7	1,3
25	12	0,8	0,5
26	21	0,6	0,1
27	16	0,9	0,4
28	4	1,3	2,4

Tabella 7. Il volume tipico dei blocchi potenzialmente distaccabili di cui al progetto di “Consolidamento e Bonifica dei versanti della Penisola Sorrentina – Lotto 3”

La comparazione dei dati potrebbe aversi per tutti i parametri caratteristici che definiscono un ammasso roccioso, registrando sempre la similitudine tra i risultati, in ogni caso, anche per rafforzare quanto è emerso da queste elaborazioni, si riporta il volume tipico dei blocchi potenzialmente distaccabili di cui al progetto di “Consolidamento e Bonifica dei versanti della Penisola Sorrentina – Lotto 3” ed anche in questo caso emergono le eterogeneità dei blocchi ovvero con un minimo di 0,1 m³, ad un massimo di 2,5 m³, ove quelli minimi corrispondono alla fascia basale delle aree e quelli massimi in prossimità del ciglio dei costoni oggetto d'intervento.

Alla qualità definita con la metodologia poc'anzi specificata è doveroso però precisare che il rilievo geostrutturale ha messo in risalto, nella sostanza, due tipologie di criticità, ovvero una attribuibile alla diffusa fratturazione dell'ammasso roccioso in generale, ed una ascrivibile alla presenza di blocchi isolati anche di notevoli dimensioni e che caratterizzano questi costoni dal ciglio e fino alla mezzeria. Il rilievo geostrutturale per il tramite degli stendimenti ha consentito di definire le caratteristiche geomeccaniche generali dell'ammasso roccioso nella parte basale, ove in sede preliminare non si sono rilevati i grossi blocchi isolati, mentre il rilievo geostrutturale puntuale, ovvero quello riportato sui prospetti fotografici e sul rilievo topografico di dettaglio (cfr. TG5 e TG11), hanno consentito di individuare le criticità specifiche su cui intervenire; la tabella sotto riportata deve essere quindi letta in accoppiamento con il prospetto fotografico e con il rilievo topografico di dettaglio della zona A, ove sono previsti interventi significativi ed estensivi sui blocchi isolati.

Numero con riferimento prospetti fotografici	Caratteristiche rilevate
1	Cuneo di roccia appoggiato su piano di scivolamento parallelo al fronte con dimensioni di 1x0,5x0,7
2	Blocco tagliato alle spalle da frattura parallela al fronte 180/85 con dimensione di circa 3-4 m ³ non particolarmente instabile
2bis	Blocco tagliato alle spalle da frattura parallela al fronte 180/85 con dimensione 1,5x0,7x1 metri

3	Lama di roccia decimetrica tagliata alle spalle da piano di scivolamento e tagliato alla base da strati
4	Lama di roccia con dimensione 1,5x0,4x1,5 metri tagliata alle spalle da frattura parallela al fronte e da stratificazione alla base
5	Blocchetti decimetrici completamente isolati poggiati su ciglio con dimensione
6	Blocchi a mensola tagliati alle base da stratificazione e da nicchie di distacco
7	Cuneo di roccia individuato da fratture con immersione N150 e N200 tagliato alle spalle da fratture di trazione aperte fino a 5cm e da piano di scivolamento alla base
8	Faglia con giacitura parallela al fronte 195/75
9	Nicchia di distacco con dimensione di 0,7x1,2x1,8
10	Nicchia di distacco con dimensione di 0,4x1,8x1,8
11	Nicchia di distacco non recente con dimensione inferiore al m ³
12	Ciglio molto fratturato con possibilità di distacchi decimetrici
13	Ciglio fratturato con possibilità di distacchi decimetrici

Tabella 8. Note di riferimento per il prospetto zona A ove si eseguono interventi significativi.

Come già detto in premessa tra le richieste di integrazione al progetto definitivo da parte dell’Autorità di Bacino della Campania Sud ed Interregionale del Bacino Idrografico del fiume Sele vi era anche l’individuazione del “masso di progetto”

A tal proposito riferendoci alla tabella 8 di cui sopra, essa ha consentito di definire tale “masso di progetto” poi fornito al progettista per le dovute elaborazioni del caso. Tale massa è stato quindi valutato su base morfologica e non strutturale, in quanto la sua definizione su base strutturale avrebbe sottostimato la volumetria dello stesso (cfr. tabella 7, ovvero valori prossimi a 0,1 m³) in evidente contrasto con le criticità rilevate in loco e con gli eventi storici verificatisi anni addietro (vedasi foto 14).

Al fine di effettuare quindi la valutazione dello stesso “masso di progetto” su base morfologica, sono stati considerati i cunei, i blocchi, le lame e le nicchie rilevate e dalla media delle volumetrie stimate (cfr. tabella n. 9) è scaturito un “masso di progetto” pari a 1,73 m³, corrispondente ad un blocco di forma sferica di diametro 1,5 m, che è quello che è stato poi implementato all’interno del

software di calcolo utilizzato dal progettista, per la simulazione del rotolamento e della verifica delle barriere paramassi.



Foto 14. Masso crollato nell'anno 2012

Tipologia	Volume in m ³
Blocco	3,00
Blocco	4,00
cuneo	0,35
blocco	1,05
lama	0,90
nicchia	1,51
nicchia	1,30
media	1,73
min	0,35
max	4,00

Tabella 9. Tabella di calcolo del masso di progetto su base morfologica.

TRAIETTORIE CADUTA MASSI

Tutta l'analisi geostrutturale di cui ai precedenti punti, ed in particolare il rilievo puntuale di cui alla sintesi riportata sui prospetti fotografici ha consentito l'inserimento dei dati di input all'interno del modello matematico per le traiettorie di caduta massi. Tale elaborazione ha permesso, non solo, la determinazione della pericolosità reale in assenza delle opere, ma anche di progettare correttamente le barriere paramassi, sia in termini di posizionamento che in termini di resistenza. L'attendibilità di tale elaborazione può essere considerata valida sia per il rilievo geostrutturale puntuale eseguito, sia perché, propedeuticamente già alla fase preliminare, era stato effettuato un rilievo topografico di dettaglio su cui sono state restituite le relazioni di calcolo. Come ampiamente anticipato all'interno di questo paragrafo, il "blocco isolato di progetto" è stato confrontato con i risultati delle elaborazioni eseguite per il progetto di "Consolidamento e Bonifica dei versanti della Penisola Sorrentina – Lotto 3", e poi determinato su base morfologica.

La sintesi di calcolo delle traiettorie è contenuta all'interno della relazione tecnica redatta dal progettista – ing. Amalia Pisacane – di seguito si riportano le sole immagini dei profili lungo i quali sono stati effettuati i calcoli.

I profili di calcolo sono stati individuati per ambiti morfologici tipici e ricavati dal modello topografico di dettaglio.

La sezione di calcolo n°1 è stata individuata a ridosso della scalinata che conduce a Montepertuso (area ovest del cimitero comunale) ed interessa parte del centro abitato e parte della struttura cimiteriale con gli uffici e l'ingresso.

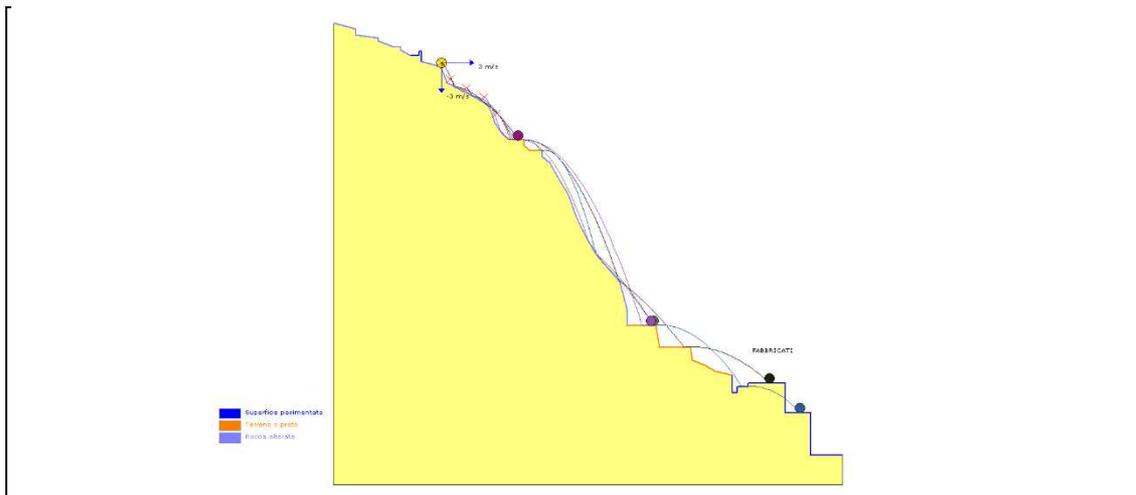


Figura 13. Modellazione caduta massi sezione n°1 stato di fatto - Scala per Montepertuso

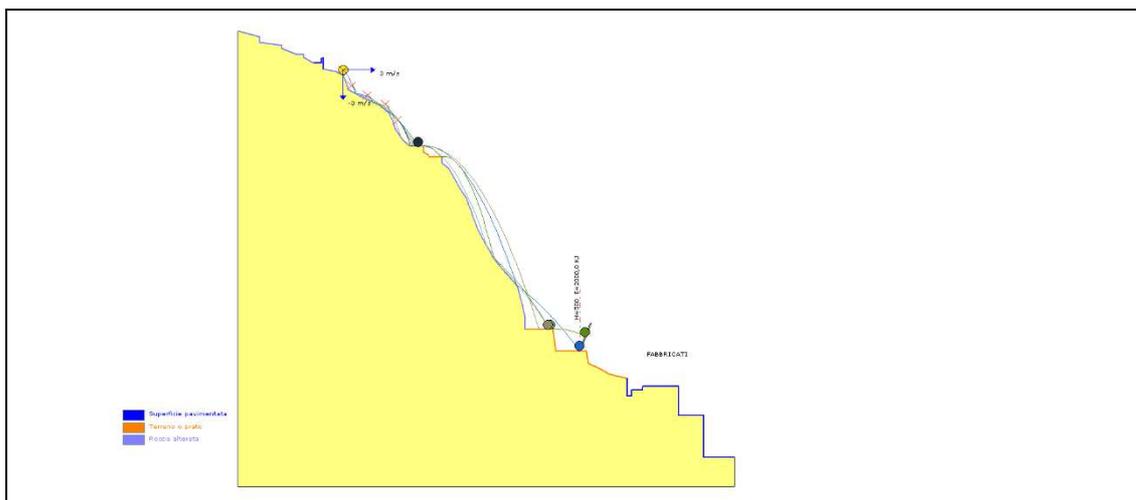


Figura 14. Modellazione caduta massi sezione n°1 stato di progetto - Scala per Montepertuso.

Come da dettaglio riportato in figura, alla luce dei dati di input inseriti all'interno del modello di calcolo ed in virtù della barriera paramassi calcolata, l'opera prevista consente certamente di migliorare le condizioni di sicurezza del sito; da aggiungere poi che, propedeuticamente alle lavorazioni previste saranno previste attività di pulizia e decespugliamento delle pareti aumentando il fattore di sicurezza per un periodo di tempo non trascurabile.

La sezione di calcolo n°2 interessa proprio l'ambito cimiteriale, tendendo a definire la pericolosità reale e gli effetti sulla maggior parte del cimitero comunale.

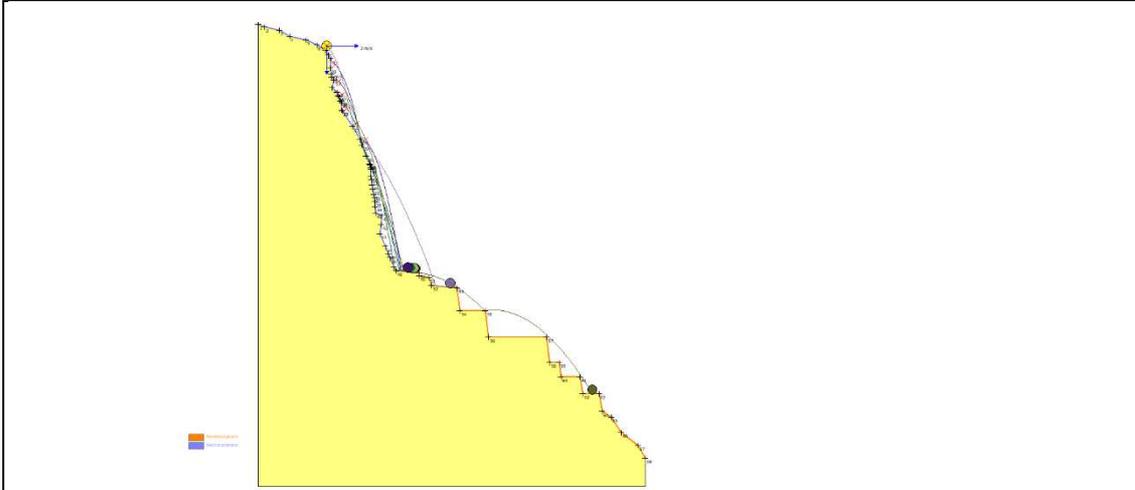


Figura 15. Sulla sezione n°2 si notano i percorsi in assenza e presenza di barriera paramassi.

Anche in questo caso è doveroso ricordare che la messa in opera della barriera paramassi è accoppiata con opere di manutenzione ordinaria sul versante come decespugliamento e disaggio, queste ultime opere di manutenzione, in un lasso di tempo non trascurabile, garantiscono una maggiore stabilità del costone.

Infine per quanto riguarda la sezione di calcolo n°3 essa è stata individuata sul lato est, ovvero quello indicato da attenzionare a seguito del sopralluogo effettuato dai tecnici dell'Autorità di Bacino della Campania Sud, nonché come è stato evidenziato dai rilievi geostrutturali puntuali redatti per questo progetto di completamento. L'attenzione su questa parte di costone deriva dal fatto che i possibili blocchi possono interessare la sottostante SS. 163 Amalfitana per la particolare morfologia del costone. In questo caso la barriera paramassi individuata, anche in termini di posizionamento, sortisce gli effetti di migliorare la pericolosità reale dei siti a valle della medesima, anche per le opere di manutenzione ordinaria e straordinaria sul costone come pulizia, ispezione e disaggio con chiodature dei massi ciclopici.

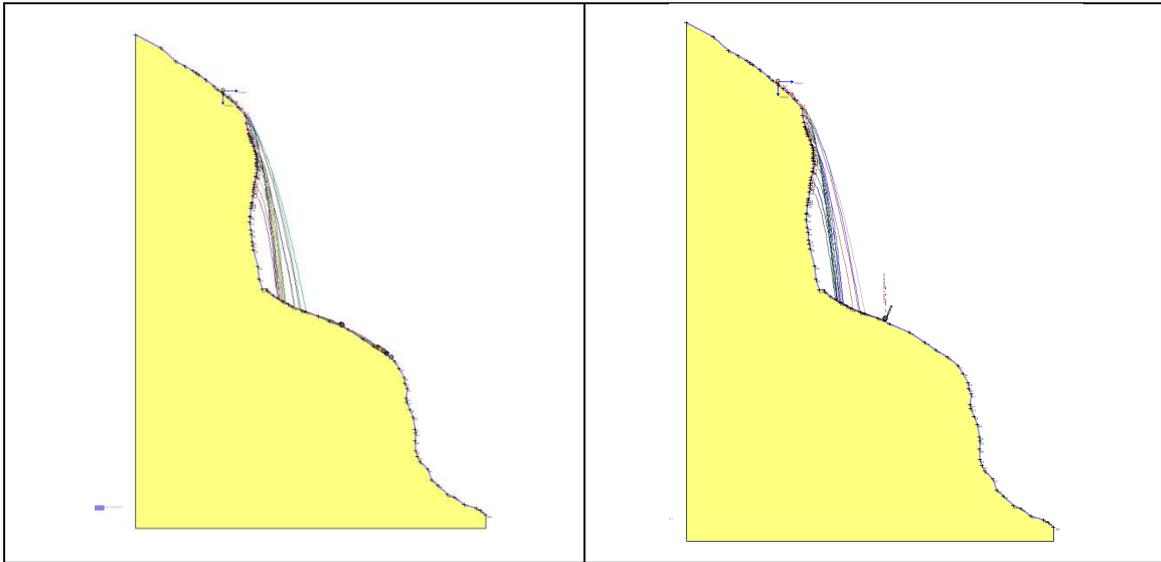


Figura 16. I modelli di calcolo ante e post operam lungo il profilo n°3.

Per i dettagli grafici e i tabulati di calcolo si rimanda alla relazione tecnico - specialistica redatta dall'ing. Amalia Pisacane.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

Come accennato nel paragrafo precedente, il modello stratigrafico sulla verticale del sito è stato ricostruito soprattutto grazie ad un'attenta campagna di rilevamento svolta nel sito, compreso le aree contermini, e che ha evidenziato come il piano di sedime delle opere a farsi ricadono all'interno di rocce litoidi di natura calcareo dolomitica, pertanto per gli scopi di questo studio ci si deve riferire all'ammasso roccioso.

La caratterizzazione geotecnica e sismica, di cui al seguente paragrafo, persegue i sottostanti obiettivi:

- Definizione dei parametri geomeccanici dei terreni di sedime, in particolare di quelli fondali;
- Caratterizzazione sismica con analisi progettuale e azioni di progetto.

In questo paragrafo è stata omessa la verifica alla liquefazione, obbligatoria per i dettami normativi, in quanto lungo la verticale del sito si riscontrano solo calcari e pertanto la stessa non ha significato perché i punti di cui alla caratteristiche geomeccaniche non sono verificati.

Per la definizione dei parametri geotecnici dei terreni di sedime si è tenuto conto dei parametri medi desunti da dati bibliografici e soprattutto dall'elaborazione dei dati scaturiti dai rilievi geostrutturali eseguiti, ampiamente descritti nei paragrafi precedenti, che hanno consentito di caratterizzare sia lo stato qualitativo dell'ammasso roccioso sia gli specifici parametri geotecnici (cfr. coesione ed angolo di attrito).

In modo specifico per gli obiettivi di cui a presente paragrafo, le elaborazioni svolte hanno fornito i parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso in questione restituendo dei valori di angolo di attrito variabile da un minimo di 43° ad un massimo di 46°, mentre i valori di coesione sono compresi nel range 385 – 410 KPa.

Con la presente caratterizzazione e per i motivi detti in apertura di paragrafo, sono stati definiti solo i valori geomeccanici dello strato roccioso carbonatico che sono riassunti all'interno della tabella di seguito riportata.

Strato	Descrizione geotecnica	Peso di volume (KN/m ³) γ_k	Coesione drenata (kPa) C_k	Angolo di attrito (°) φ_k
I°	Calcere dolomitico	27,48	397	44

Tabella 10. Valori geomeccanici della roccia considerata.

Bisogna specificare che, tenendo conto di quanto espresso nel paragrafo 6.2.2. del D.M. 14.01.2008, “*per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato*”. Pertanto, avendo applicato un approccio statistico per il calcolo dei valori caratteristici, seguendo quanto disposto dalla Circolare Ministeriale n°617 del 02.02.2009, sono stati ricavati i valori caratteristici prossimi ai valori medi.

Inoltre tale scelta scaturisce anche dal fatto che tali valori, estrapolati mediante le elaborazioni sopra descritte, sono stati determinati a partire da specifiche indagini (cfr. rilievi geostrutturali), pertanto la conoscenza del sito può essere considerata idonea per le elaborazioni statistiche effettuate.

In virtù della classificazione sismica regionale, scaturita dalla Delibera di Giunta Regionale n°5447 del 07.11.2002 che ha attribuito al territorio comunale di Positano il grado di sismicità $S = 6$, corrispondente alla terza categoria sismica, il coefficiente sismico da considerare è $c = 0,04$ di g ; inoltre con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 gennaio 2008, nonché pubblicate sul Supplemento Ordinario n°30 della Gazzetta Ufficiale n°29 del 4 febbraio 2008, assume particolare importanza, invece, la definizione del modello geologico, geotecnico e sismico sulla verticale del sito e fino alla profondità di 30 m dal p.c., con definizione di $a_g = 0,15$.

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile on – line sul sito dell'INGV di Milano indica che il territorio comunale di Positano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.075 e 0.100 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

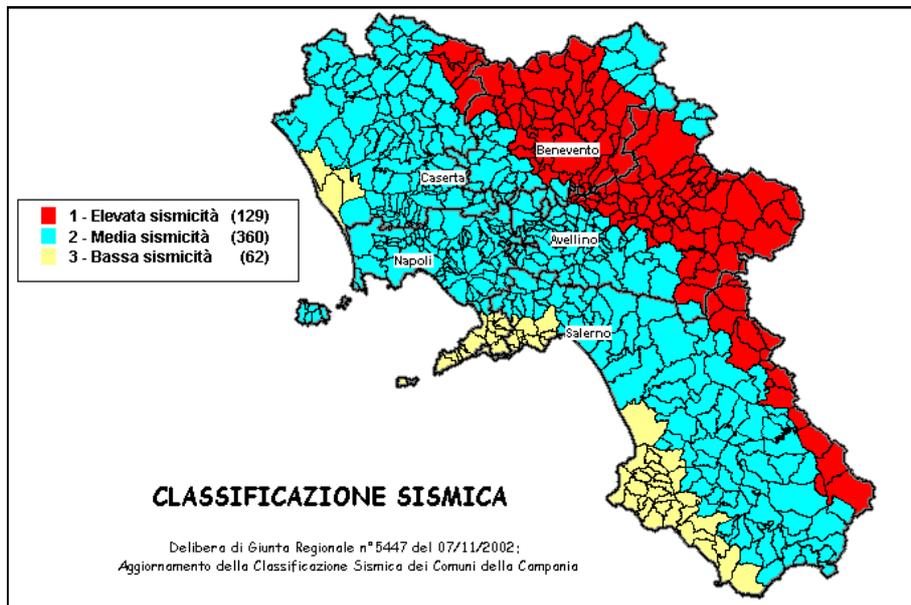


Figura 17. La classificazione sismica vigente della Regione Campania.

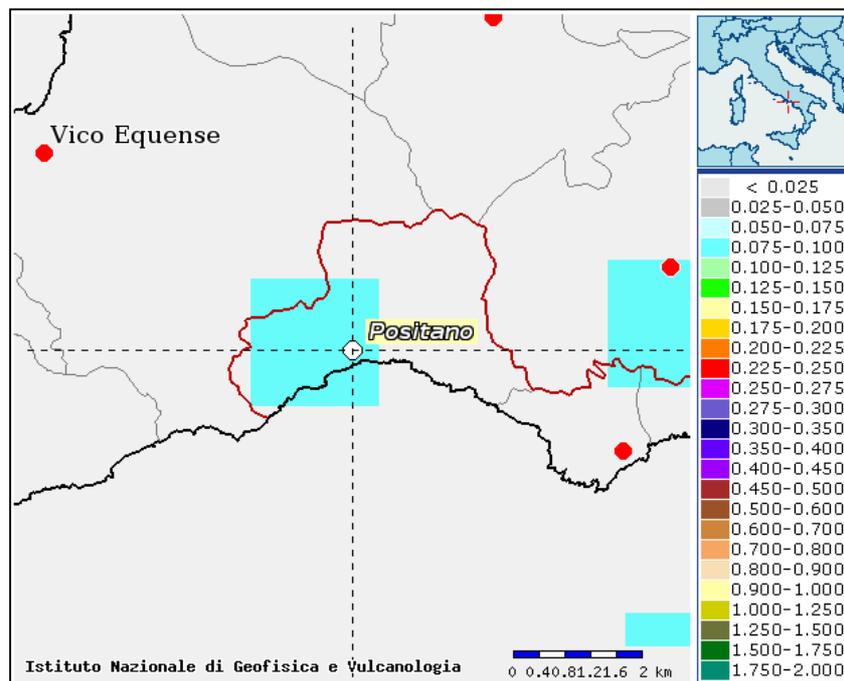


Figura 18. Mappa di pericolosità sismica del Comune di Positano redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%;percentile 50.

La determinazione della categoria di sottosuolo del sito, inteso come quello

rappresentativo di entrambe zone di intervento che risultano essere del tutto simili sia dal punto geolitologico che morfologico, è stata raggiunta mediante un'attenta analisi del modello geologico, implementando i dati ottenuti dal rilevamento in situ, oltretutto gli studi di pianificazione territoriale considerati.

I rilievi svolti nelle due aree, hanno dimostrato che in tali luoghi sono presenti calcari e calcari dolomitici grigi, ben stratificati e spesso fratturati che vanno a costituire il substrato geologico dell'intera area esaminata. Dalle considerazioni sopra esposte appare evidente che la categoria di sottosuolo del sito in esame può essere assimilata a categoria **A**, ovvero “ammassi rocciosi o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m”.

Con l'ausilio del software “Spettri NTC ver. 1.0.2” distribuito gratuitamente dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, si evincono i parametri utili alla caratterizzazione sismica preliminare del sito per il periodo di ritorno considerato (cfr. 475 anni), ovvero:

- $a_g = 0.096 g$
- $F_0 = 2.572$
- $T_c^* = 0.421 \text{ sec.}$

Ove a_g rappresenta l'accelerazione orizzontale massima al suolo, F_0 il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale e T_c^* il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Come da normativa il successivo passaggio logico prevede l'analisi progettuale dell'intervento, in funzione della strategia scelta. Nella fattispecie le opere a farsi possono essere considerate come opere di importanza ordinaria, da cui scaturisce l'applicazione del D.M. 14 gennaio 2008, ed in particolare bisogna tener conto del tipo di costruzione e della relativa classe d'uso, al primo parametro corrisponde una vita nominale ≥ 50 anni ed al secondo una classe d'uso II ($C_U = 1,0$). Da tali considerazioni scaturiscono gli stessi valori ottenuti dalla fase precedente, considerando sempre un tempo di ritorno di 475 anni:

- $a_g = 0.096 \text{ g}$
- $F_0 = 2.572$
- $T_c^* = 0.421 \text{ sec.}$

In ultima sintesi è doveroso fornire le azioni di progetto con la verifica degli spettri di risposta con quelli della strategia di progettazione di cui sopra, in effetti, con quest'ultima parte della caratterizzazione sismica, in ottemperanza alle direttive del D.M. 14 gennaio 2008 è stato calcolato il valore dell'accelerazione massima al suolo a_{max} , nonché è stato verificato lo spettro di risposta di progetto, per gli stati limite ultimi (cfr. SLV).

L'accelerazione massima attesa al sito è stata valutata con la relazione:

$$a_{max}(S_d [g]) = S_s \times S_T \times a_g$$

dove:

- a_{max} = accelerazione orizzontale massima al sito;
- S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica;
- S_T = coefficiente di amplificazione topografica.

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica nel caso del modello geologico in questione deve essere stimato come pari ad 1 in ragione alla classificazione del terreno come **A**, mentre quello topografico, in virtù delle caratteristiche morfologiche delle due aree, ossia con pendenze medie superiori a 30°, è stato valutato pari ad 1,4; alla luce di ciò l'accelerazione può essere considerata quella di sito, ovvero:

$$a_{max}(S_d [g]) = 0,134 a_g.$$

Alla luce delle determinazioni degli spettri di risposta per lo stato limite considerato sono stati ricavati i dati utili alla progettazione strutturale delle opere di cui trattasi, difatti l'elaborazione dei dati sismici ha fornito i successivi parametri utili:

<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>a_g SLD</i>	<i>a_g SLV</i>	<i>S_e [g] SLD</i>	<i>S_e [g] SLV</i>
A	[0.044]	[0.096]	[0.148]	[0.230]

da implementare all'interno dei calcoli per la realizzazione delle opere.

Alla presente relazione si allegano i fogli di calcolo prodotti dal software "Spettri NTC ver. 1.0.2" distribuito gratuitamente dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

8. COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA DEGLI INTEVENTI

Come ampiamente specificato in premessa questo studio geologico – tecnico segue quelli allegati alla progettazione preliminare e definitiva. Riferendoci a quest'ultima fase di progettazione, ovvero a quella definitiva, lo studio geologico – tecnico ad essa allegato doveva verificare anche la compatibilità degli interventi con la programmazione e pianificazione del P.S.A.I. al fine di acquisire i pareri di competenza. La programmazione dell'intervento è stata accertata attraverso la documentazione a corredo del P.S.A.I. di cui sopra e pertanto l'intervento può essere considerato prioritario anche per le infrastrutture (SS. 163 Amalfitana, Cimitero Comunale, ecc.) e per parte del centro abitato che punta a proteggere.

Per quanto riguarda la compatibilità normativa degli interventi a farsi con la pianificazione a più vasta scala di bacino ci si è riferiti sempre al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, redatto dall'Autorità di Bacino Regionale Destra Sele, oggi accorpata all'interno dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Sud ed Interregionale per il Bacino Idrografico del fiume Sele, che è l'Ente pianificatore in materia di Difesa Suolo che ha competenza sul territorio comunale di Positano.

Per individuare la compatibilità idrogeologica degli interventi ci si riferisce sia alle Norme di Attuazione del suddetto P.S.A.I. adottato durante la seduta del Comitato Istituzionale n°10 del 28 marzo 2011 e pubblicato sul BURC n°26 del 26 aprile 2011 e da tale data vigente sia al nuovo "*Testo Unico delle Norme di Attuazione dei PSAI per il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele*", ", adottato in via definitiva con delibera del Comitato Istituzionale n°22 del 2 agosto 2016 dell'Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale per il Bacino Idrografico del fiume Sele e pubblicato sulla G.U.R.I. n° 190 del 16 Agosto 2016 e da tale data vigente.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio, redatto dall'Autorità di Bacino Regionale Destra Sele, classifica i costoni in questione, con il grado di pericolosità molto elevata (P4) ed elevata (P3) come si evidenzia dall'elaborato TG7 allegato alla presente relazione.

Il costone della zona A presenta due diversi gradi di pericolosità ovvero a pericolosità elevata (P3) e molto elevata (P4). A conferma della classe di pericolosità dell'area per quanto riguarda i fenomeni franosi, la stessa Autorità di Bacino, sull'area in questione ha riportato nell'apposito allegato cartografico al PSAI un crollo in roccia attivo che interesserebbe anche la SS 163 (cfr. paragrafo geologia e geomorfologia dell'area e tavola TG7). Inoltre come ulteriore conferma alla pericolosità sopra citata si precisa che sul sito in questione, come già detto, in tempi recenti, si è verificato un crollo che ha cagionato l'interdizione di parte del sito cimiteriale con gravi conseguenze anche sulle condizioni di funzionalità della struttura.

Il costone d'intervento della zona B, invece e nonostante le opere di mitigazione resta ancora classificato a pericolosità molto elevata (P4), anche perché i precedenti interventi hanno messa in sicurezza il solo ciglio e pertanto in questo progetto si punta a completare, in quest'area la messa in sicurezza.

Visionando la carta del rischio da frana (cfr. TG.8), i costoni in esame non presentano nessuna classe di rischio, ovvero la sola pericolosità in quanto, come ovvio, sono privi di elementi antropici. Tale rischio quindi va ad interessare esclusivamente le aree a valle dei costoni stessi ovvero le aree ad esso immediatamente adiacenti e quindi soggette al transito o ad accumulo di eventuali materiali di frana. Tali aree sono classificate a rischio elevato (R3) ed a rischio molto elevato (R4) nella zona A, mentre sono classificate a solo rischio molto elevato (R4) nella zona B. Alla luce dei modelli di calcolo e della schedatura predisposta dall'Autorità di Bacino è doveroso tener conto anche del rischio che deriva dalla presenza, per la sola zona A, della SS. 163 Amalfitana.

È stata, inoltre, verificata la classificazione delle aree in chiave di rischio da colate e rischio idraulico e dall'analisi è emerso che le stesse non risultano essere classificate in tal senso.

In effetti lo studio sull'area, condotto con le modalità di cui nei paragrafi precedenti, ha dimostrato come i siti si trovino ubicati in un contesto geomorfologico che presenta grosse criticità legate al dissesto; le pareti sub – verticali in adiacenza all'area cimiteriale e quelle a monte del centro abitato sono impostate in calcari stratificati e molto fratturati e la combinazione di questi due elementi geostrutturali comporta la formazione di fenomeni da crollo che nel caso in esame si manifestano soprattutto attraverso dei ribalamenti.

In virtù dei rilevamenti, delle elaborazioni e delle considerazioni scaturite dal presente studio geologico – tecnico e da quello redatto nella precedente fase di progettazione, gli interventi a farsi si possono ritenere compatibili con le caratteristiche di stabilità del territorio, in quanto, come si evince anche dal parere rilasciato dall'Autorità di Bacino (prot. n° 2016/2572 del 23.09.2016) sul progetto definitivo, gli stessi sono consentiti ai sensi dell'art. 23, comma 5, lettera c delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, redatto dall'Autorità di Bacino Regionale Destra Sele, nonché secondo l'art. 27, comma 5, lettera c del nuovo Testo Unico delle Norme di attuazione dei PSAI, in quanto trattasi di interventi di mitigazione della pericolosità idrogeologica e nel caso specifico della pericolosità da frana.

9. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico – tecnico sull’area d’intervento, redatto con le modalità di cui ai paragrafi precedenti, si rende necessario al fine di poter redigere il progetto esecutivo per il completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località Liparlati nel Comune di Positano (SA).

Il presente elaborato tecnico, redatto con le modalità ampiamente esplicitate, si rende necessario al fine di avviare le procedure per la realizzazione delle opere e quindi ci si riferisce, come già detto, alla progettazione esecutiva delle stesse.

Da precisare che questa relazione fornisce anche utili indicazioni al progettista circa le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di sedime, nonché caratterizza sismicamente il sito consentendo la predisposizione dei calcoli e delle elaborazione del caso, adempiendo quindi a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 gennaio 2008, e adempiendo anche alla L.R. n°9/83 e del suo regolamento attuativo.

Per ottemperare alla normativa di cui sopra, è stata eseguita anche una campagna di rilievi geostrutturali, dettagliatamente descritta, oltre ad un accorto rilevamento geologico, geomorfologico e geostrutturale, nonché topografico sui costoni in questione e sulle aree contermini in un ambito sufficientemente significativo.

I rilievi sono stati eseguiti da tecnici specializzati, nonché dotati delle opportune certificazioni e che in situ hanno operato con le misure di sicurezza del caso.

In sintesi lo studio geologico – tecnico è stato condotto seguendo alcune fasi operative che è possibile così sintetizzare, compreso quanto già fatto durante la redazione della relazione preliminare e di quella definitiva:

- Acquisizione presso il R.U.P., nella persona dell’ing. Fata, di tutta la documentazione tecnico – amministrativa utile per comprendere le problematiche del caso;

- Acquisizione presso l'ufficio tecnico comunale ed altri enti territoriali sovracomunali di dati utili all'inquadramento geologico – tecnico dell'area;
- Primo sopralluogo conoscitivo sul sito d'interesse;
- Redazione e trasferimento dati della relazione preliminare;
- Ulteriore acquisizione dati;
- Predisposizione del piano dei rilievi;
- Esecuzione dei rilievi geostrutturali;
- Rilevamento geologico e geomorfologico di approfondimento sul sito e delle aree contermini;
- Riunioni informali con i progettisti dell'opera e il R.U.P. per il trasferimento dei primi dati sul sito d'interesse;
- Redazione e trasferimento dati della relazione definitiva;
- Redazione e trasferimento dati della documentazione relativa alle integrazioni richieste dall'Autorità di Bacino sul progetto definitivo;
- Elaborazione della cartografia tematica e redazione dello studio geologico – tecnico di cui trattasi.

Per ciò che concerne il confronto con gli Enti preposti alla pianificazione territoriale, si rimanda alle considerazioni esaustive contenute all'interno del paragrafo compatibilità idrogeologica degli interventi, dove sono stati affrontati tutti gli aspetti del P.S.A.I., del quale si può condividere la classificazione dell'area sia per quanto riguarda la pericolosità che il rischio da frana.

Per quanto riguarda gli aspetti geotecnici, in base al rilevamento di dettaglio e ai dati acquisiti dai rilievi geostrutturali eseguiti, l'intervento come previsto in progetto è compatibile con le caratteristiche dei terreni di sedime, ovvero della roccia litoide.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica del sito, in ottemperanza alle direttive del D.M. 14 gennaio 2008 sono stati calcolati i valori di cui in tabella ed utili alla definizione della verifica di cui trattasi, oltre a fornire, all'interno del foglio di calcolo allegato, tutti i dati utili per una corretta progettazione esecutiva delle opere:

Categoria sottosuolo	a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
A	[0.044]	[0.096]	[0.148]	[0.230]

In merito agli interventi previsti è bene precisare che l'intero gruppo di progettazione, compreso lo Scrivente, è stato sempre in continuo contatto soprattutto per trasferire i dati mano a mano che venivano elaborati; da questi continui colloqui e trasferimenti dati è scaturito il progetto esecutivo di cui trattasi.

Al fine di rendere chiara l'analisi scaturita, il presente studio geologico – tecnico si compone anche dei seguenti allegati:

- TG1. Corografia – scala 1:25.000;
- TG2. Stralcio aerofotogrammetrico – scala 1:5.000;
- TG3. Carta geolitologica – scala 1:2.000;
- TG4. Carta geomorfologica e del sistema idrografico – scala 1:2.000;
- TG5. Prospetto fotografico – Zona A – scala non metrica;
- TG6. Prospetto fotografico – Zona B – scala non metrica;
- TG7. Carta della pericolosità da frana – scala 1:5.000;
- TG8. Carta del rischio da frana – scala 1:5.000;
- TG9. Carta geolitologica strutturale su rilievo topografico – prospetto di dettaglio – scala 1:1.000;
- TG10. Carta geomorfologica su rilievo di topografico – prospetto di dettaglio – scala 1:1.000;
- TG11. Carta delle criticità su rilievo topografico – prospetto di dettaglio – scala 1:1.000;
- Report fotografico delle attività di rilevamento;
- n°9 tabulati misure geostrutturali e sclerometriche;
- n°6 diagrammi equiareali polari di Schmidt;
- n°6 diagrammi equiangolari equatoriali di Wulff;
- n°19 tabulati calcolo della spaziatura media delle famiglie di discontinuità;
- n°6 tabulati di calcolo della Joint Compressive Strength con il martello di

Scmidth e relativi istogrammi;

- n°12 tabulati di calcolo dell'indice del Rock Quality Designation;
- n°3 tabulati di calcolo del Rock Mass Rating secondo la classificazione di Bieniawski (1989);
- n°16 tabulati individuazione pericolosità sismica del sito (D.M. 14 gennaio 2008 – Spettro NTC versione 1.0.2.).

Questo è quanto dovuto in merito all'incarico conferitomi, lo Scrivente è a disposizione della committenza per qualsiasi altra delucidazione in merito, anche presso gli Enti preposti all'istruttoria della pratica in questione.

Pompei lì ottobre 2016

Il geologo
dott. Ugo Ugati



10. BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., Lineamenti di geologia regionale e tecnica, FORMEZ, Napoli, 1984;
- *Autorità di Bacino Regionale del Sarno, Piano per l'Assetto Idrogeologico, R.T.P. GEORES, Napoli, 2011;*
- *Bosellini et alii, Rocce e successioni sedimentarie, UTET, Torino, 1989;*
- *Carrara et alii, Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: metodi geoelettrici e sismici, LIGUORI, Napoli, 1992;*
- *Castiglioni G.B., Geomorfologia, UTET, Torino, 1992;*
- *Celico P., Prospezioni idrogeologiche, LIGUORI, Napoli, 1986;*
- *Cestelli Guidi C., Geotecnica e tecnica delle fondazioni, HOEPLI, Milano, 1981;*
- *Cetraro Faustino, Indagini geofisiche del suolo, EDILIZIA – Quaderni per la progettazione, EPC Libri, 2008;*
- *Colombo P., Elementi di geotecnica, ZANICHELLI, Bologna, 1996;*
- *Commissario di Governo per l'Emergenza Idrogeologica nella Regione Campania, Interventi di mitigazione del rischio crolli nel Comune di Positano – loc. Liparlati, Napoli, 2006;*
- *Cremonini G., Rilevamento geologico, PITAGORA, Bologna, 1985;*
- *INGV, Banche dati e piattaforma webgis, Ministero per la Ricerca Scientifica, Roma, 2010;*
- *Rea G., Studio geologico – tecnico allegato al P.R.G. di Positano, 1997;*
- *Rugarli P., Nuove norme tecniche per le costruzioni – D.M. 14 gennaio 2008, EDILIZIA – Quaderni per la progettazione, EPC Libri, 2008*

- *Servizio Geologico Nazionale*, Foglio n°197 Amalfi in scala 1:100.000, Roma, 1951;
- *Ugati U.*, Studio geologico – tecnico del P.U.A. Fornillo – Punta Reginella, Pompei, 2008;
- *Ugati U.*, Studio geologico – tecnico del P.U.A. Spiaggia Grande/Villa Marittima, Pompei, 2009;
- *Vallario A.*, Frane e territorio, LIGUORI, Napoli, 1992.



COMUNE DI POSITANO

Provincia di Salerno

COMPLETAMENTO DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO CROLLI IN LOCALITA' LIPARLATI

PROGETTO ESECUTIVO

Studio Geologico – Tecnico

Studio di Geologia Tecnica <i>dott. geol. Ugo Ugati</i> <i>viale mons. Luigi Di Liegro, 1</i> <i>80045 – Pompei (NA)</i> <i>tel/fax 081.8599053</i> <i>cell. 335.6741386</i> <i>e-mail:geougo@libero.it</i> <i>p.e.c.:studio.ugati@epap.sicurezzapostale.it</i>	allegati		
	Redazione	Verifica	Approvazione
	<i>dott. geol.</i> <i>Antonio Zerella</i>	<i>dott. geol. Ugo Ugati</i>	<i>dott. geol. Ugo Ugati</i>

- **Relazione geologica** (cfr. par. C. 6.2.1., Circ. Min. Infr. 617/09)
- **Relazione sulla modellazione sismica del sito di costruzione** (cfr. par. C. 10.1., Circ. Min. Infr. 617/09)

Il geologo

dott. Ugo Ugati



Collaborazione

dott. geol. Antonio Zerella

Il Committente

Amministrazione Comunale

Il R.U.P.

dott. ing. Raffaele Fata

ELENCO ALLEGATI

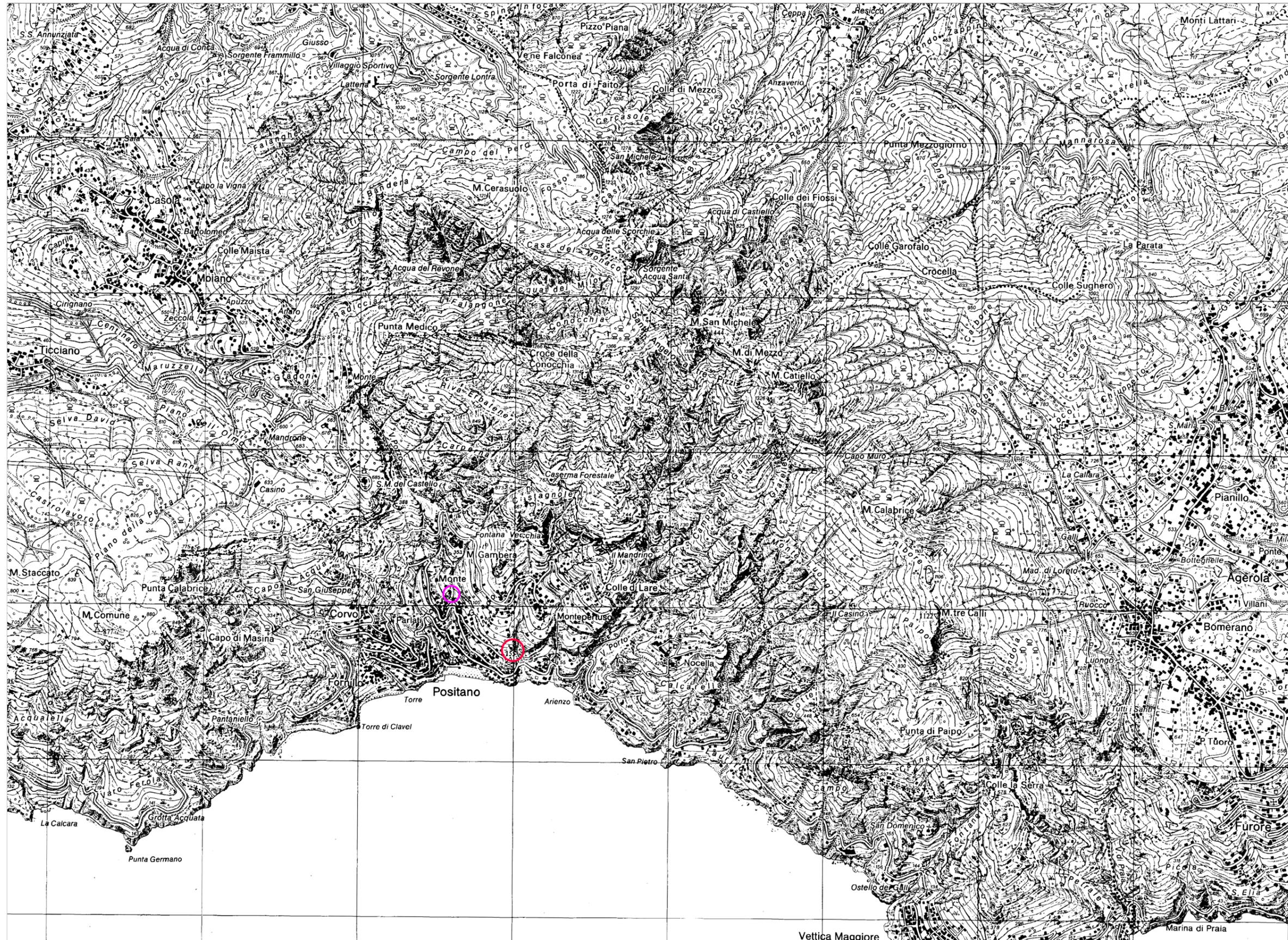
- TG1. Corografia – scala 1:25.000;
- TG2. Stralcio aerofotogrammetrico – scala 1:5.000;
- TG3. Carta geolitologica – scala 1:2.000;
- TG4. Carta geomorfologica e del sistema idrografico – scala 1:2.000;
- TG5. Prospetto fotografico – Zona A – scala non metrica;
- TG6. Prospetto fotografico – Zona B – scala non metrica;
- TG7. Carta della pericolosità da frana – scala 1:5.000;
- TG8. Carta del rischio da frana – scala 1:5.000;
- TG9. Carta geolitologica strutturale su rilievo topografico – prospettico di dettaglio – scala 1:1.000;
- TG10. Carta geomorfologica su rilievo di topografico – prospettico di dettaglio – scala 1:1.000;
- TG11. Carta delle criticità su rilievo topografico – prospettico di dettaglio – scala 1:1.000;
- Report fotografico delle attività di rilevamento;
- n°9 tabulati misure geostrutturali e sclerometriche;
- n°6 diagrammi equiareali polari di Schmidt;
- n°6 diagrammi equiangolari equatoriali di Wulff;
- n°19 tabulati calcolo della spaziatura media delle famiglie di discontinuità;
- n°6 tabulati di calcolo della Joint Compressive Strength con il martello di Scmidth e relativi istogrammi;
- n°12 tabulati di calcolo dell'indice del Rock Quality Designation;
- n°3 tabulati di calcolo del Rock Mass Rating secondo la classificazione di Bieniawski (1989);
- n° 16 tabulati individuazione pericolosità sismica del sito (D.M. 14 gennaio 2008 – Spettro NTC versione 1.0.2.)



COMUNE DI POSITANO
 Provincia di Salerno

Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località
 Liparlati
 Progetto Esecutivo
STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG.1 COROGRAFIA



LEGENDA

-  Area oggetto d'intervento Zona A
-  Area oggetto d'intervento Zona B



Vettica Maggiore

Marina di Praia

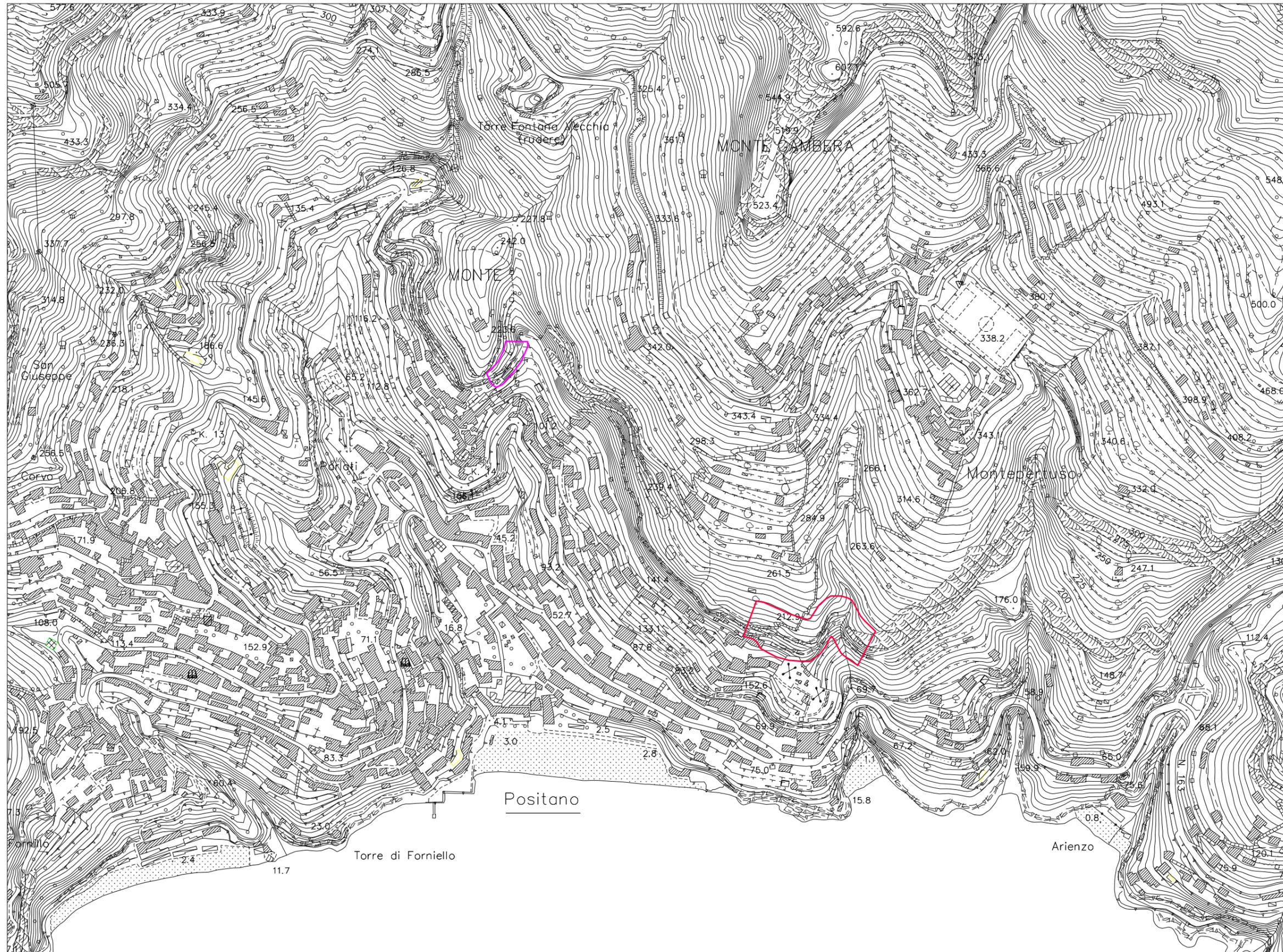
Scala 1:25.000



COMUNE DI POSITANO
Provincia di Salerno

Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località
Liparlati
Progetto Esecutivo
STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG2.STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO

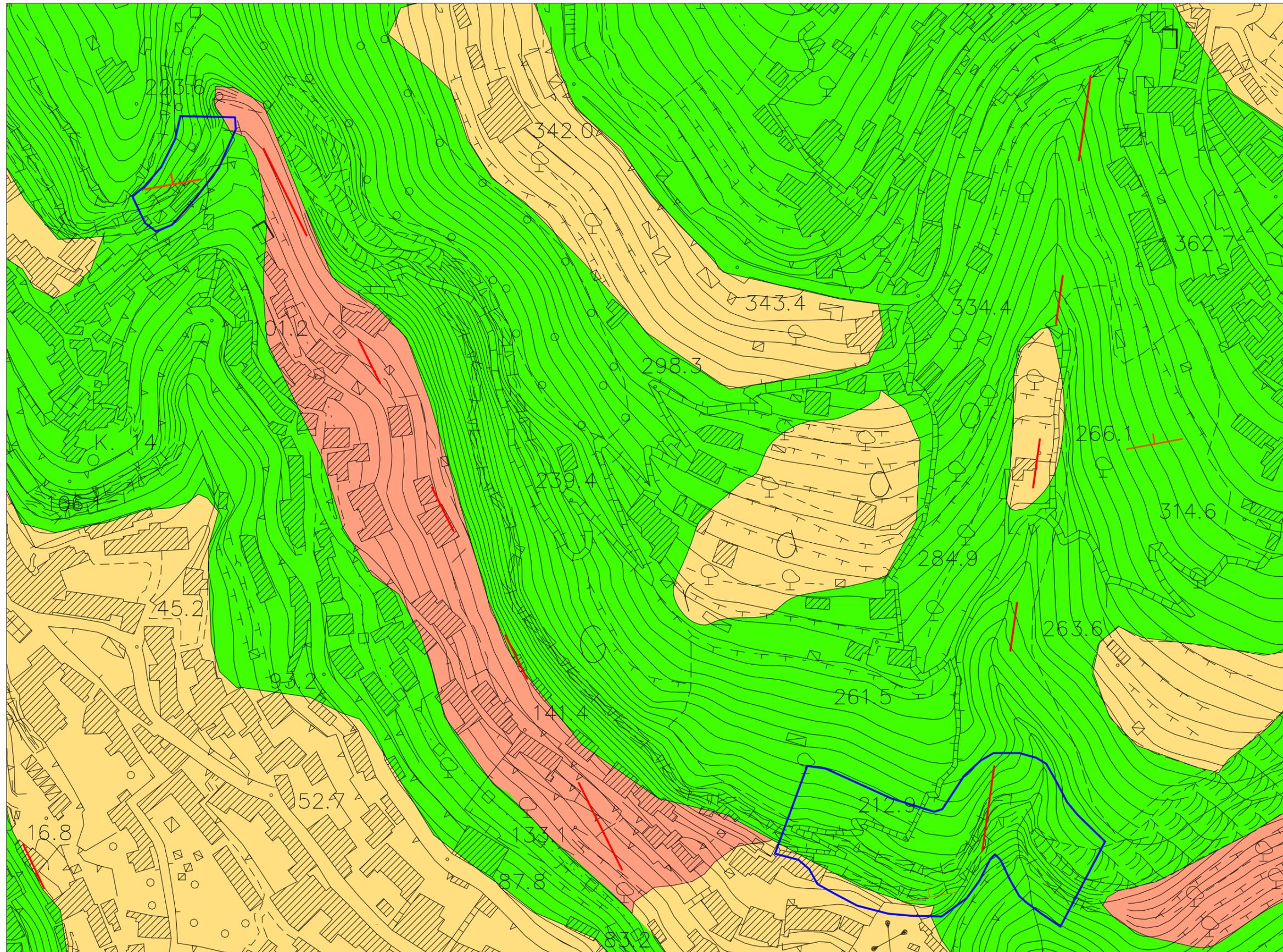


LEGENDA

-  Area oggetto d'intervento zona A
-  Area oggetto d'intervento zona B



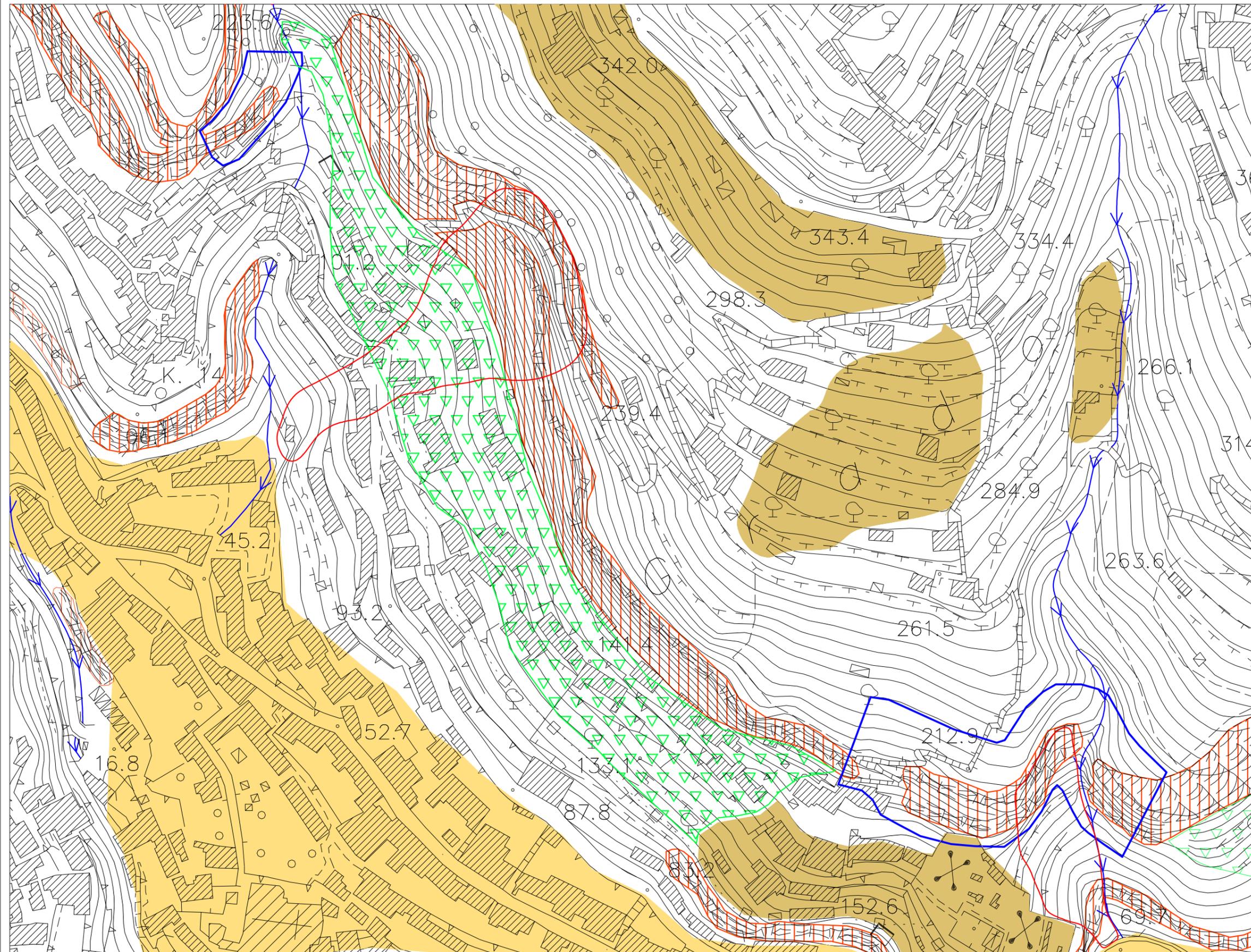
Scala 1:5.000



LEGENDA

-  Aree oggetto d'intervento
-  Ghiaie calcaree debolmente cementate costituenti il detrito di falda
-  Sabbie e limi di origine piroclastica con inclusi clasti calcarei
-  Calcari e calcari dolomitici grigi, ben stratificati e spesso fratturati
-  Linea di faglia presunta
-  Giacitura degli strati





Legenda

-  Aree oggetto d'intervento
-  Fascia detritica
-  Crollo in roccia
-  Pareti subverticali in roccia
-  Superficie terrazzata di fondovalle
-  Superficie terrazzata su versante
-  Rete idrografica principale
-  Vallecola a V





LEGENDA

 Ciglio intensamente fratturato

 Nicchie di distacco

 Blocchi instabili

 Giunti di strato

 Faglia

 Stendimenti





COMUNE DI POSITANO
Provincia di Salerno

Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località
Liparlati
Progetto Esecutivo
STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG6. PROSPETTO FOTOGRAFICO - ZONA B



LEGENDA

 Rete metallica in
aderenza

 Nicchie di distacco

 Giunti di strato



Scala non metrica

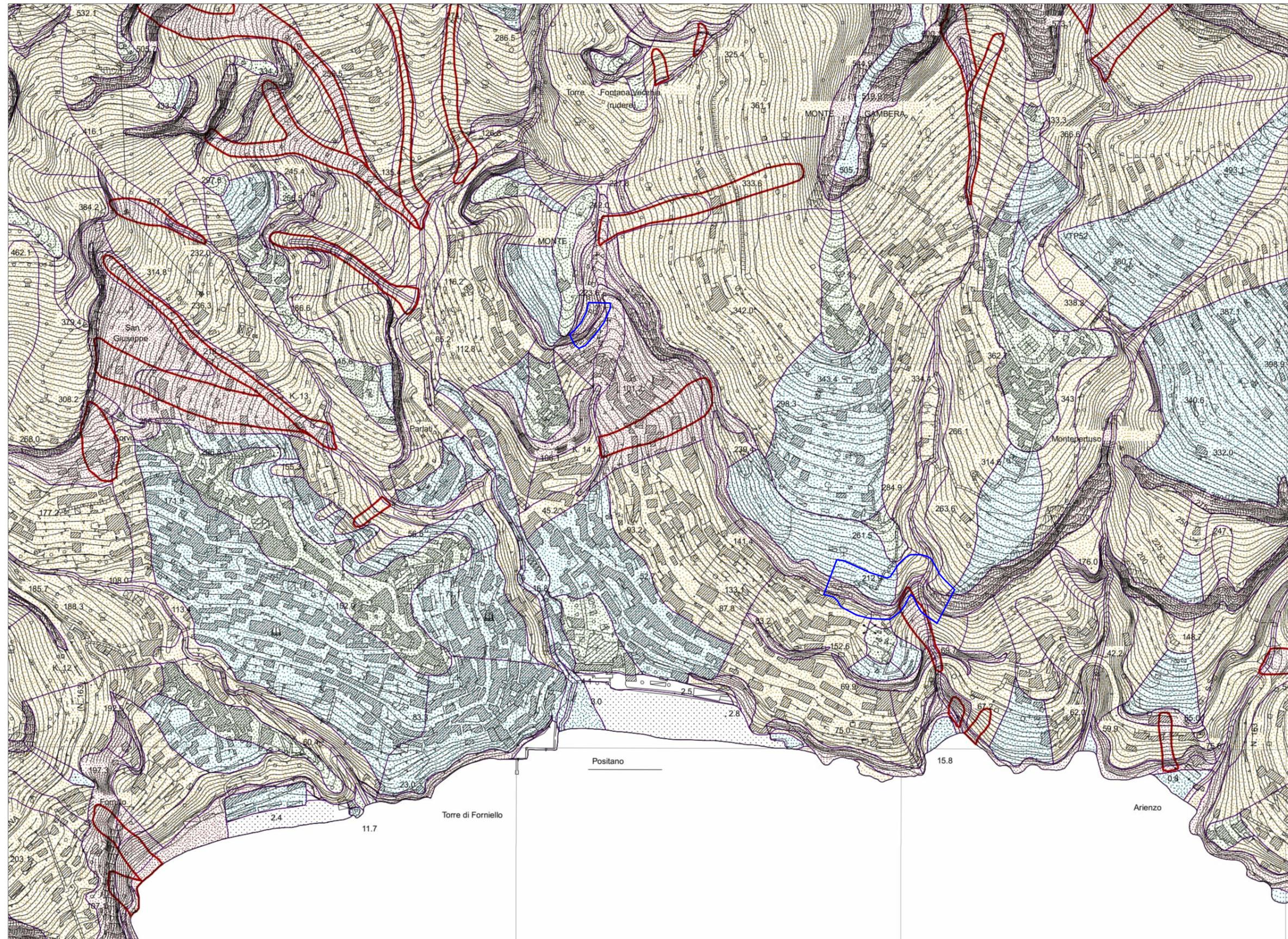


COMUNE DI POSITANO
 Provincia di Salerno

Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località
 Liparlati
 Progetto Esecutivo
STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG7. CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA

(AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE CAMPANIA SUD E INTERREGIONALE DEL BACINO
 IDROGRAFICO DEL FIUME SELE - P.S.A.I. DESTRA SELE)



LEGENDA

-  Aree oggetto di intervento
-  P1 - pericolosità moderata
-  P2 - pericolosità media
-  P3 - pericolosità elevata
-  P4 - pericolosità molto elevata
-  Frana



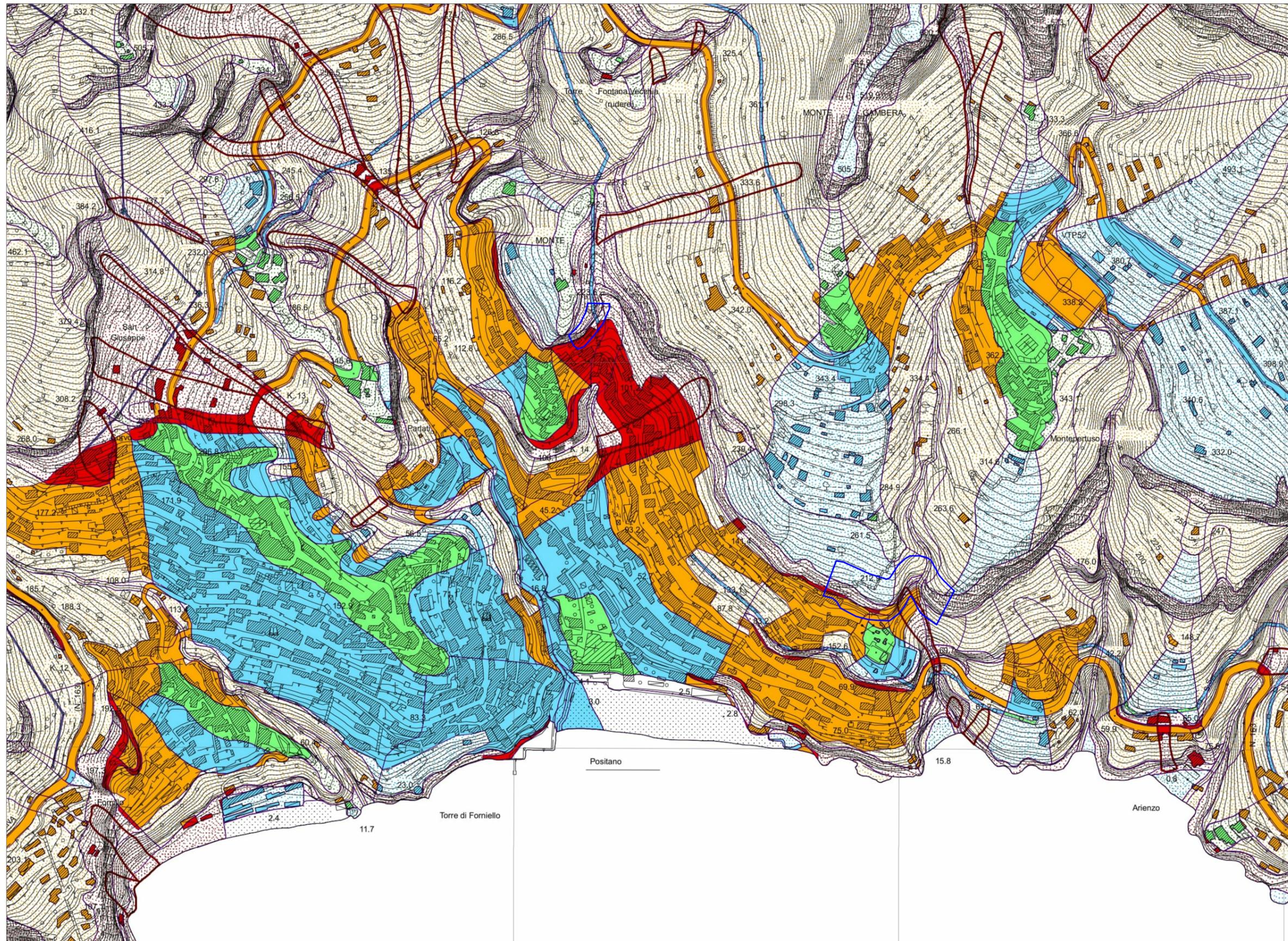
Scala :1:5.000



COMUNE DI POSITANO
 Provincia di Salerno

Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località
 Liparlati
 Progetto Esecutivo
STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG8. CARTA DEL RISCHIO DA FRANA
 (AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE CAMPANIA SUD E INTERREGIONALE DEL BACINO
 IDROGRAFICO DEL FIUME SELE - P.S.A.I. DESTRA SELE)



LEGENDA

-  Aree oggetto di intervento
- AREE A RISCHIO DA FRANA**
-  R1 - rischio moderato
-  R2 - rischio medio
-  R3 - rischio elevato
-  R4 - rischio molto elevato
- AREE A PERICOLOSITA' DA FRANA**
-  P1 - pericolosità moderata
-  P2 - pericolosità media
-  P3 - pericolosità elevata
-  P4 - pericolosità molto elevata
-  Frana



Scala :1:5.000



COMUNE DI POSITANO
Provincia di Salerno

Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località Liparlati

Progetto Esecutivo

STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

**TG9. CARTA GEOLITOLOGICA STRUTTURALE SU
RILIEVO TOPOGRAFICO - PROSPETTICO DI DETTAGLIO**

(Richiesta integrazione documenti progettuali Adb Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele - Prot. 2016/1584 del 07/06/2016)

LEGENDA

 Area oggetto di intervento

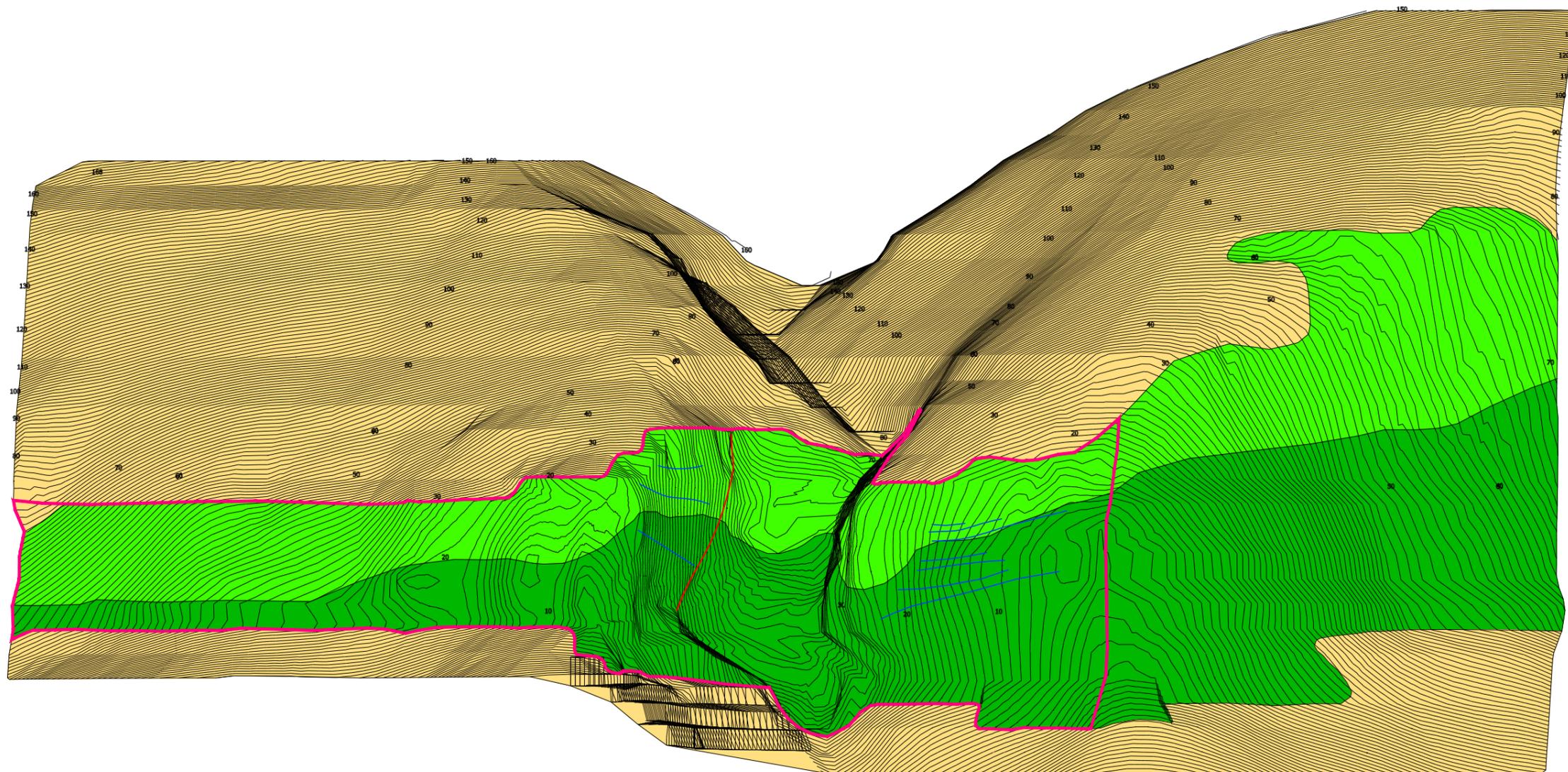
 Sabbie e limi piroclastici
contenenti clasti di natura
calcareo

 Calcari e calcari dolomitici
stratificati e intensamente
fratturati.

 Calcari e calcari dolomitici,
stratificati talvolta massivi

 Faglia

 Giunti di strato



**N.B. : Le quote riportate si riferiscono
allo zero relativo del rilievo
topografico effettuato**

Scala 1:1.000



COMUNE DI POSITANO
Provincia di Salerno

Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località Liparlati
Progetto Esecutivo
STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG10. CARTA GEOMORFOLOGICA SU RILIEVO TOPOGRAFICO - PROSPETTICO DI DETTAGLIO

(Richiesta integrazione documenti progettuali Adb Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele - Prot. 2016/1584 del 07/06/2016)

LEGENDA

 Area oggetto di intervento

 Parete rocciosa verticale o sub verticale

 Forra fluviale molto incisa

 Versante di bacino imbrifero montano

 Fascia detritica

 Terrazzamenti antropici

 Sgrottamento

 Sporgenze su parete sub verticale

 Cresta o crinale

 Versante peneplanato

 Mensola in roccia

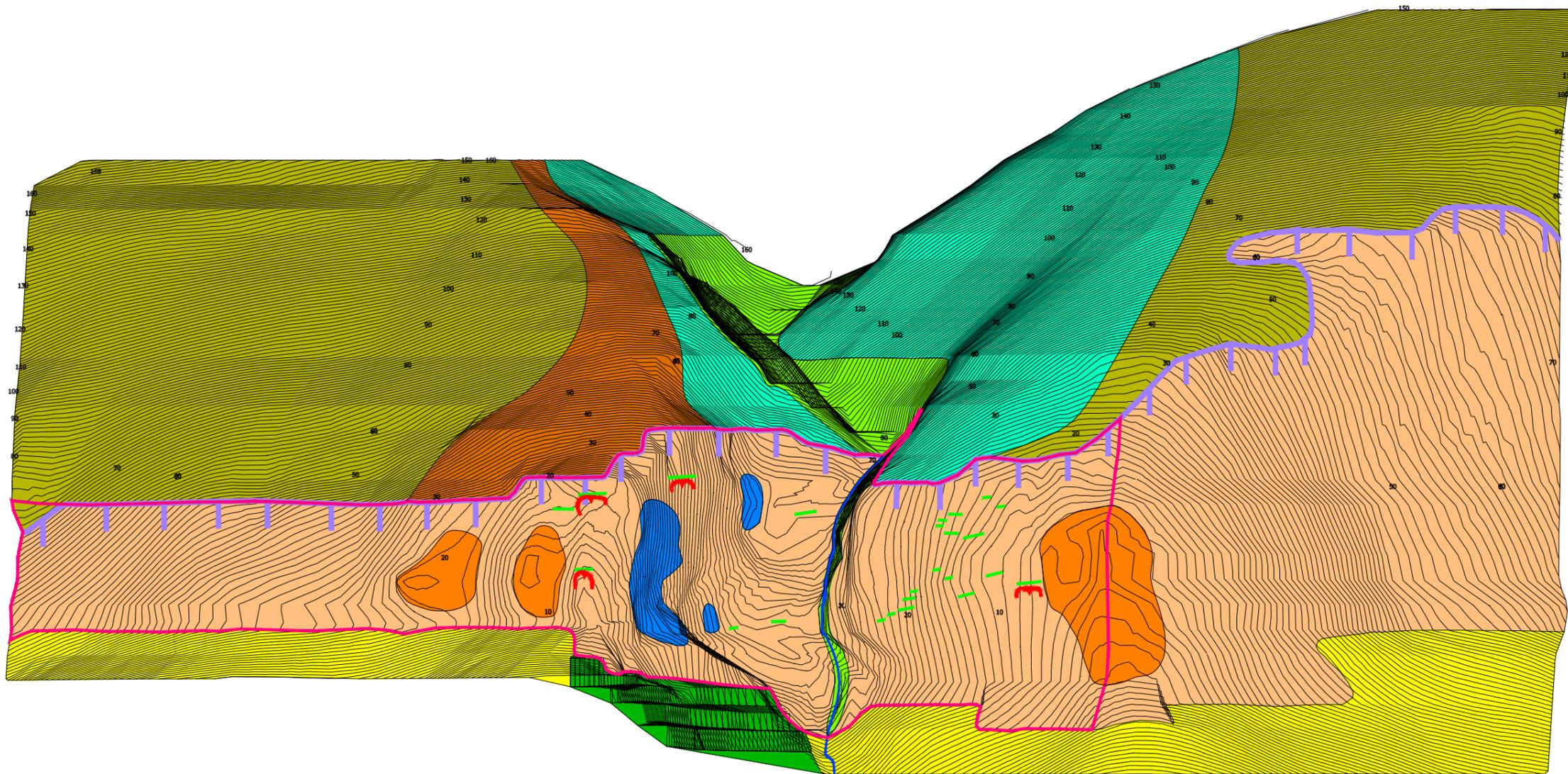
 Orlo di scarpata

 Nicchia di distacco

 Linea di ruscellamento preferenziale delle acque

N.B. : Le quote riportate si riferiscono allo zero relativo del rilievo topografico effettuato

Scala 1:1.000





COMUNE DI POSITANO
Provincia di Salerno

Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località Liparlati

Progetto Esecutivo

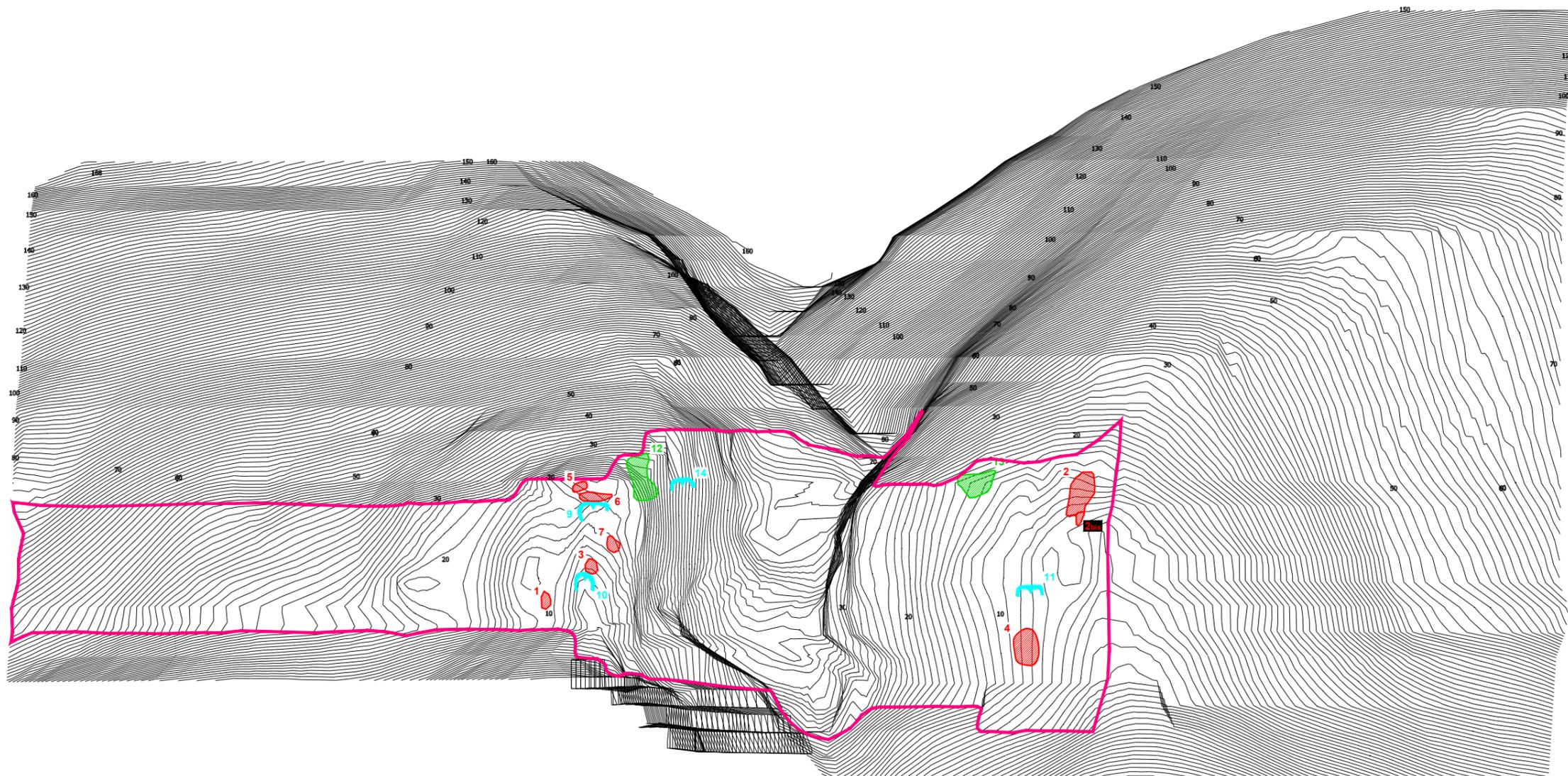
STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

**TG11. CARTA DELLE CRITICITA' SU RILIEVO
TOPOGRAFICO - PROSPETTICO DI DETTAGLIO**

(Richiesta integrazione documenti progettuali Adb Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele - Prot. 2016/1584 del 07/06/2016)

LEGENDA

-  Area oggetto di intervento
-  Ciglio intensamente fratturato
-  Blocchi instabili
-  Nicchia di distacco



**N.B. : Le quote riportate si riferiscono
allo zero relativo del rilievo
topografico effettuato**

Scala 1:1.000

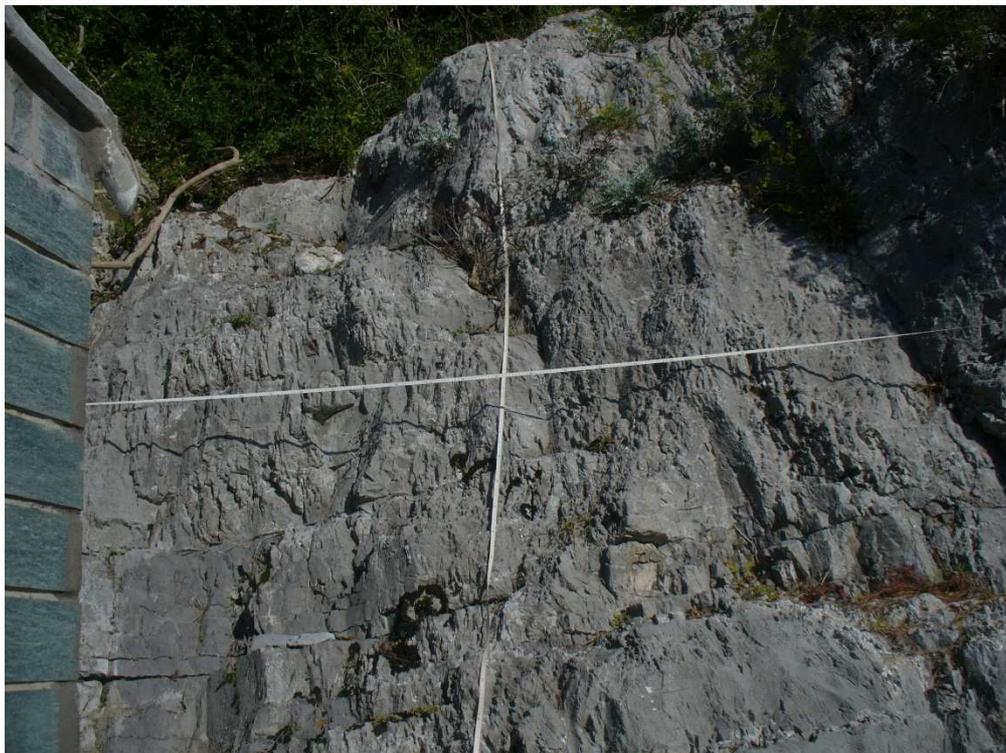


Foto 1. Rilievo geostrutturale - Stendimento S1.



Foto 2. Rilievo geostrutturale - Stendimento S2.



Foto 3. Rilievo geostrutturale - Stendimento S3.

Committente: Comune di Positano
Località: Liparlati - Positano (SA)

Lavoro: Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località Liparlati

scheda rilievo geostrutturale

Stendimento N°

1 ORIZZONTALE

ORIENTAZIONE FRONTE 220/55

Intersezione		Giacitura				Semiraccia						
NUMERO	DISTANZA (m)	TIPO	IMMERSIONE	INCLINAZIONE	FAMIGLIA	LUNGHEZZA (m)	TERMINAZIONE	SCABREZZA	APERTURA (mm)	FORMA	RIEMPIMENTO	ACQUA
	0,64	J	270	60		0,3	D-D	6		O		A
	0,67	J	260	75		0,6	D-D	6	1	O	A	A
	0,77	J	270	85		0,6	D-D	8	0	D		A
	0,30	J	170	62		0,5	D-X	8		D		A
	0,73	J	160	55		0,7	D-D	8		D		A
	0,89	S	340	85		0,4	D-D	6	0	D		A
	1,33	J	260	75		0,5	D-D	7	0	D		A
	1,13	J	175	85		0,5	D-D	8		D		A
	1,66	J	260	67		0,4	D-D	8		D		A
	1,46	J	155	65		0,7	D-D	6		O		A
	1,43	J	260	62		0,8	D-D	6	1	O	A	A
	1,66	J	170	62		0,7	D-D	7		D		A
	2,24	J	280	62		0,8	D-R	8		D		A
	2,03	J	185	48		0,6	D-D	7	1	O	A	A
	2,56	J	275	53		1	D-D	7		D		A
	2,47	J	150	63		0,5	R-D	8		D		A
	2,78	J	260	65		2	D-D	9		D		A
	2,78	J	160	50		0,7	R-D	7	1	D	A	A
	3,00	J	175	55		1,8	D-D	8	5	D	A	A
	3,8	S	25	17		>5	X-X	8	0	D		A
	2,04	S	20	15		>5	X-X	7	1	D	A	A
	0,31	S	22	18		>5	X-X	9	0	D		
		TIPO S = strato J = joint F = faglia					TERMINAZIONE X = non visibile R = roccia J = discontinuità	SCABREZZA 1 = liscia 10 = max scab.		FORMA P = piana S = Dentellata SLU = Ondulata	RIEMPIMENTO A = assente C = coesivo I = incoerente	ACQUA A = asciutto U = umido S = stillicidio v = venute

Committente: Comune di Positano
Località: Liparlati - Positano (SA)

Lavoro: Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località Liparlati

scheda rilievo geostrutturale

Stendimento N°

2 ORIZZONTALE

ORIENTAZIONE FRONTE 170/75

Intersezione

Giacitura

Semitraccia

NUMERO	DISTANZA (m)	TIPO	IMMERSIONE	INCLINAZIONE	FAMIGLIA	LUNGHEZZA (m)	TERMINAZIONE	SCABREZZA	APERTURA (mm)	FORMA	RIEMPIMENTO	ACQUA
1	0,20	S	335	22		>5	x-x	4	10	o	i	A
2	0,35	S	320	24		>5	x-x	5	0	o		A
3	0,90	J	170	60		3	d-d	4	0	d		A
4	0,97	J	170	65		3	d-d	4	1	o	a	A
5	1,64	J	55	75		0,5	d-d	6		o		A
6	1,70	J	170	65		0,8	d-d	4	0	p		A
7	1,92	J	240	75		0,4	d-d	6	0	o		A
8	2,26	J	68	70		0,5	d-d	6	1	p	a	A
9	2,43	J	170	78		0,7	d-d	5	1	o	a	A
10	1,55	J	170	70		0,5	d-d	4	1	p	a	A
11	2,84	S	330	24		>5	x-x	5	1	o	a	A
12	2,78	J	184	80		0,5	r-d	6	0	p		A
13	2,96	J	240	74		0,6	d-d	8		o		A
14	3,14	J	150	64		2	x-d	7	1	o	a	A
15	3,90	J	178	68		0,5	r-d	4	0	o		A
16	3,60	J	178	75		3	x-d	6	10	o	a	A
17	4,12	J	160	78		3	d-x	6	20	p	a	A
		TIPO S = strato J = joint F = faglia					TERMINAZIONE X = non visibile R = roccia J = discontinuità	SCABREZZA 1 = liscia 10 = max scab.		FORMA P = piana S = Dentellata SLU = Ondulata	RIEMPIMENTO A = assente C = coesivo I = incoerente	ACQUA A = asciutto U = umido S = stillicidio v = venute

Committente: Comune di Positano

Lavoro: Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località Liparlati

Località: Liparlati - Positano (SA)

scheda rilievo geostrutturale

Stendimento N°

3 ORIZZONTALE

ORIENTAZIONE FRONTE 170/75

Intersezione		Giacitura				Semitraccia						
NUMERO	DISTANZA (m)	TIPO	IMMERSIONE	INCLINAZIONE	FAMIGLIA	LUNGHEZZA (m)	TERMINAZIONE	SCABREZZA	APERTURA (mm)	FORMA	RIEMPIMENTO	ACQUA
1	0,15	S	325	20		>5	x-x	5	0	o	c	A
2	0,23	J	162	78		0,5	d-d	5	0	o	c	A
3	0,54	J	165	85		0,6	d-d	5		o		A
4	0,85	S	323	20		>5	d-d	4		p		A
5	0,85	J	272	85		1	d-d	7	2	p	a	A
6	1,24	J	176	75		1,5	d-r	7	1	o	a	A
7	1,29	S	330	15		>5	d-r	5	0	o	c	A
8	1,58	J	145	65		1,2	d-r	6		p		A
9	1,79	J	155	63		2	d-d	5		o		A
10	1,99	J	265	70		0,5	d-r	5	1	o	i	A
11	2,30	J	172	75		0,4	d-d	7	5	d	i	A
12	2,65	J	20	50		0,4	d-r	5	5	d	a	A
13	2,74	J	35	55		1	d-d	7		o		A
14	2,74	J	152	68		1	x-d	5		p		A
15	3,04	S	328	15		>5	x-x	5	1	o	a	A
16	3,10	J	35	60		0,4	x-d	7	20	o	i	A
17	3,50	J	245	76		0,2	d-x	8	5	p	i	A
18	3,55	J	245	75		0,8	d-d	8	5	p	a	A
19	3,78	J	40	55		0,6	d-d	4	1	o	i	A
20	4,02	J	160	75		0,6	d-d	6	0	o	c	A
		TIPO S = strato J = joint F = faglia					TERMINAZIONE X = non visibile R = roccia J = discontinuità	SCABREZZA 1 = liscia 10 = max scab.		FORMA P = piana S = Dentellata SLU = Ondulata	RIEMPIMENTO A = assente C = coesivo I = incoerente	ACQUA A = asciutto U = umido S = stillicidio v = venute

Committente: Comune di Positano

Lavoro: Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località Liparlati

Località: Liparlati - Positano (SA)

STENDIMENTO 1															
TIPO	GIACITURA	Lettura impulsi										Orientazione sclerometro			
												Verso basso		Verso alto	
		-90°	-45°	+90°	+45°										
J	270/60	55	32	33	41	32	48	46	35	22	54		x		
S	20/15	24	21	45	28	47	46	25	28	33	33			x	
J	150/63	41	42	41	47	35	36	21	35	44	42				x

 Impulsi considerati per il calcolo della JCS

Committente: Comune di Positano

Lavoro: Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località Liparlati

Località: Liparlati - Positano (SA)

STENDIMENTO 2															
TIPO	GIACITURA	Lettura impulsi										Orientazione sclerometro			
												Verso basso		Verso alto	
		-90°	-45°	+90°	+45°										
J	240/75	35	42	45	44	31	25	26	33	45	31		X		
S	55/75	44	48	49	33	54	51	35	56	42	55	X			
J	178/68	22	32	34	40	40	39	51	50	47	58		X		

 Impulsi considerati per il calcolo della JCS

Committente: Comune di Positano
Località: Liparlati - Positano (SA)

Lavoro: Completamento degli interventi di mitigazione del rischio crolli in località Liparlati

STENDIMENTO 3													Orientazione sclerometro				
TIPO	GIACITURA	Lettura impulsi										Verso basso		Verso alto		Orizzontale	
														-90°	-45°		+90°
J	270/60	46	42	44	28	28	20	54	44	38	39					x	
S	325/12	25	39	56	32	41	40	23	23	47	35			x			
J	158/65	45	44	45	37	35	55	51	45	32	36		X				

 Impulsi considerati per il calcolo della JCS

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

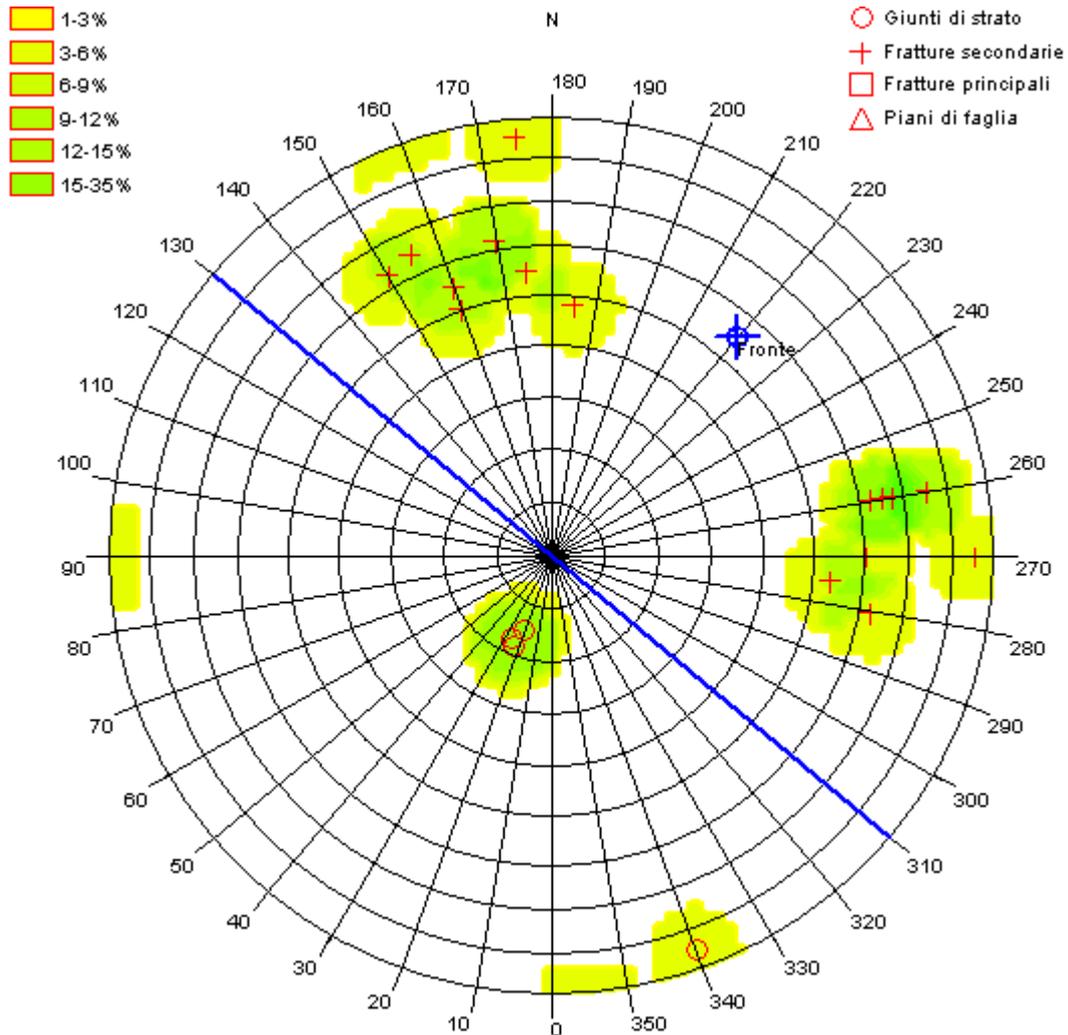
Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S1-O

Diagramma equiareale polare di Schmidt



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 220

Inclinazione (°): 55

Certificato n.1 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

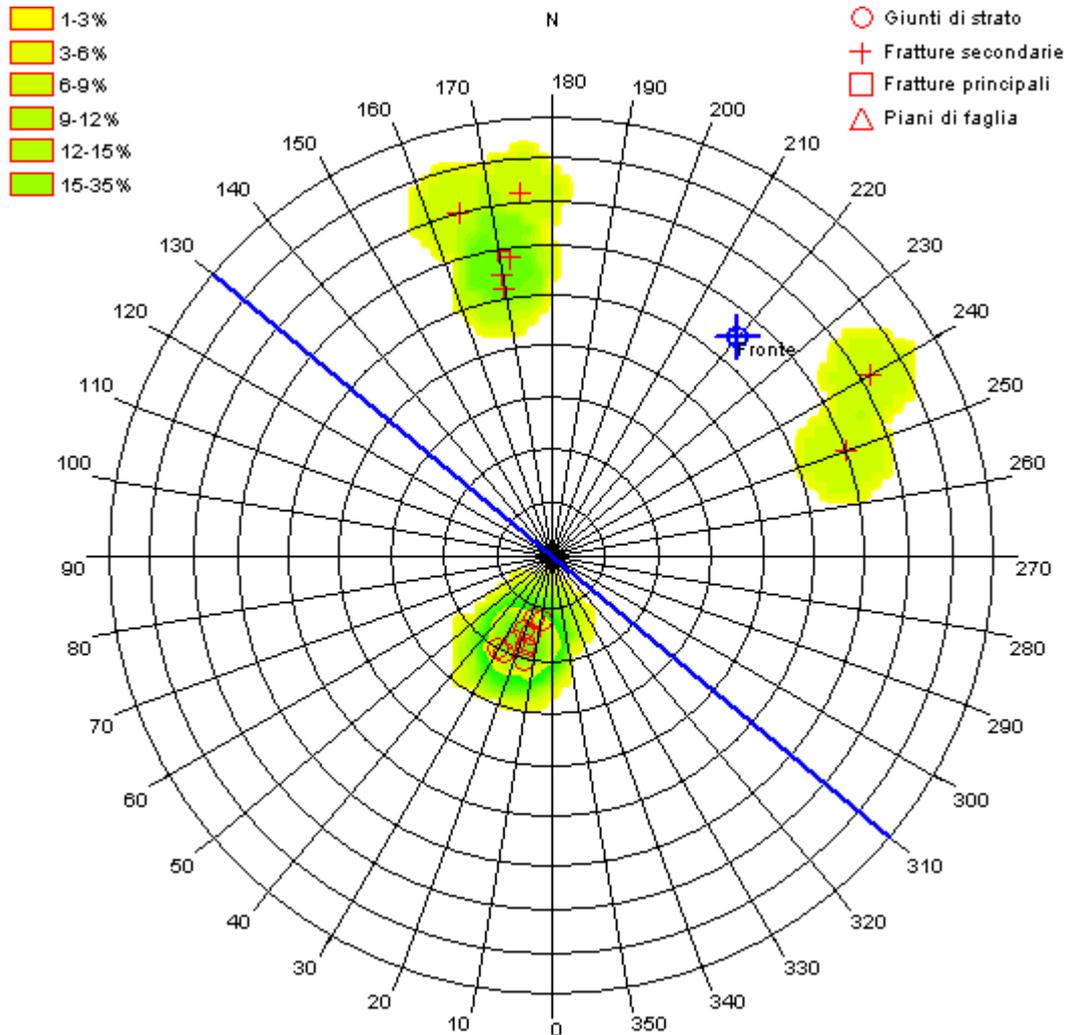
Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S1-V

Diagramma equiareale polare di Schmidt



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 220

Inclinazione (°): 55

Certificato n.2 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

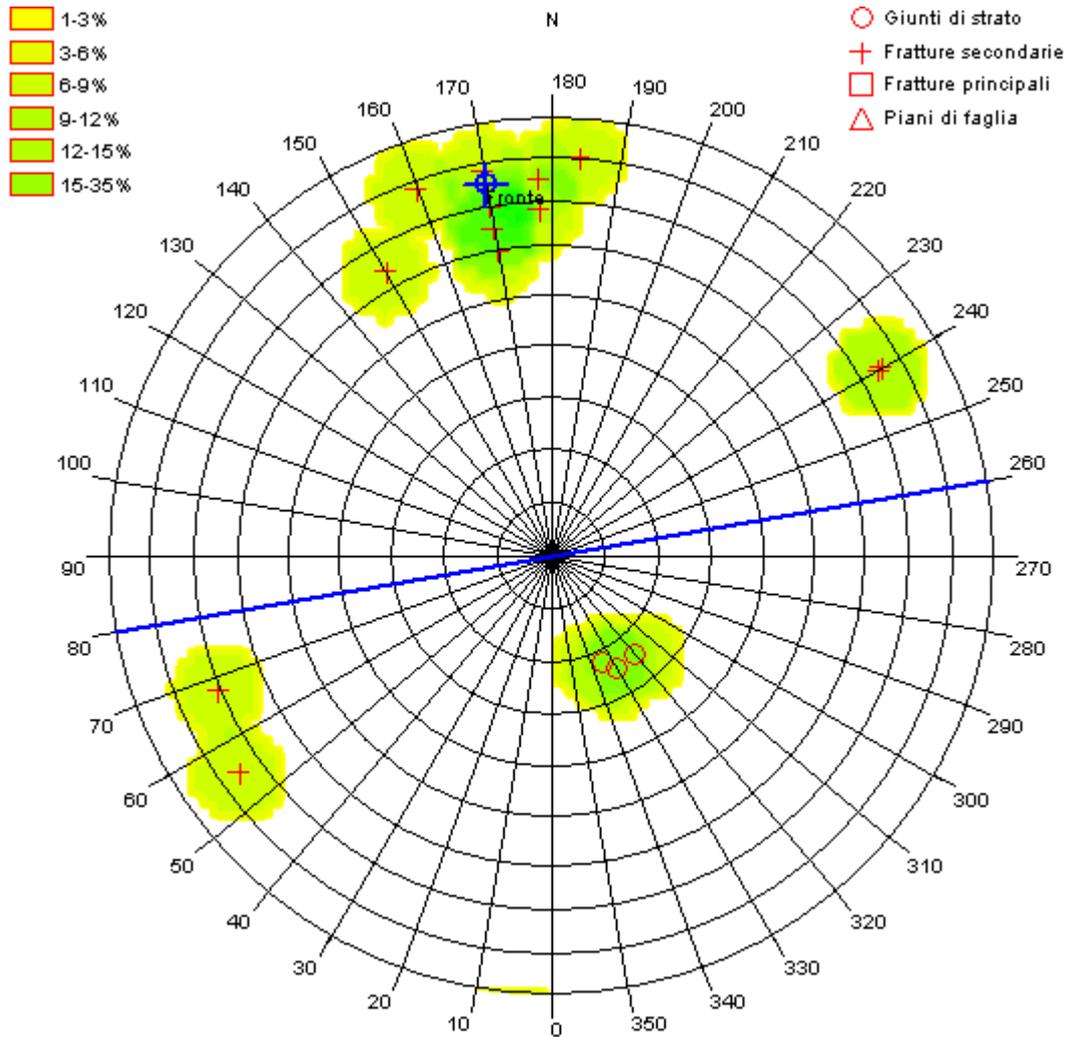
Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S2-O

Diagramma equiareale polare di Schmidt



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 170

Inclinazione (°): 75

Certificato n.3 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

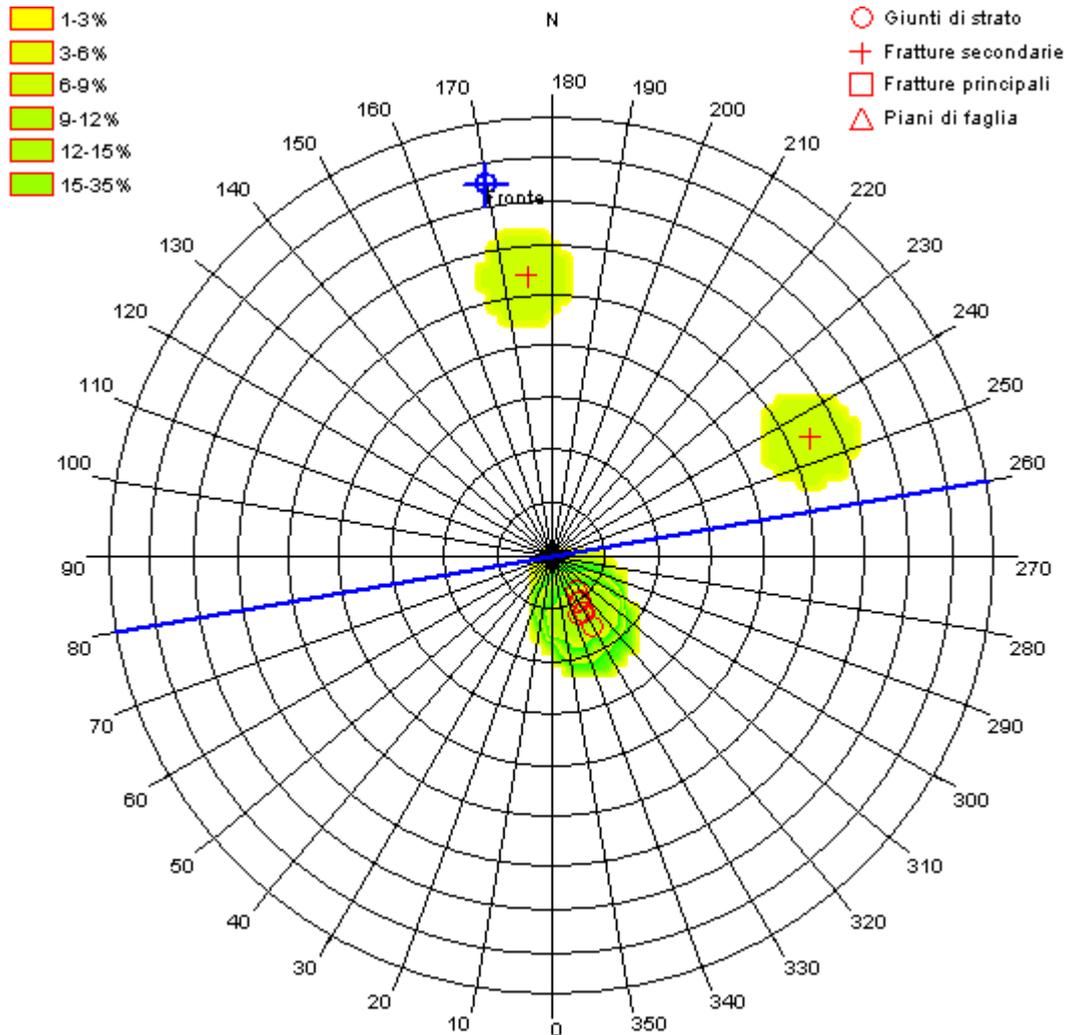
Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S2-V

Diagramma equiareale polare di Schmidt



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 170

Inclinazione (°): 75

Certificato n.4 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

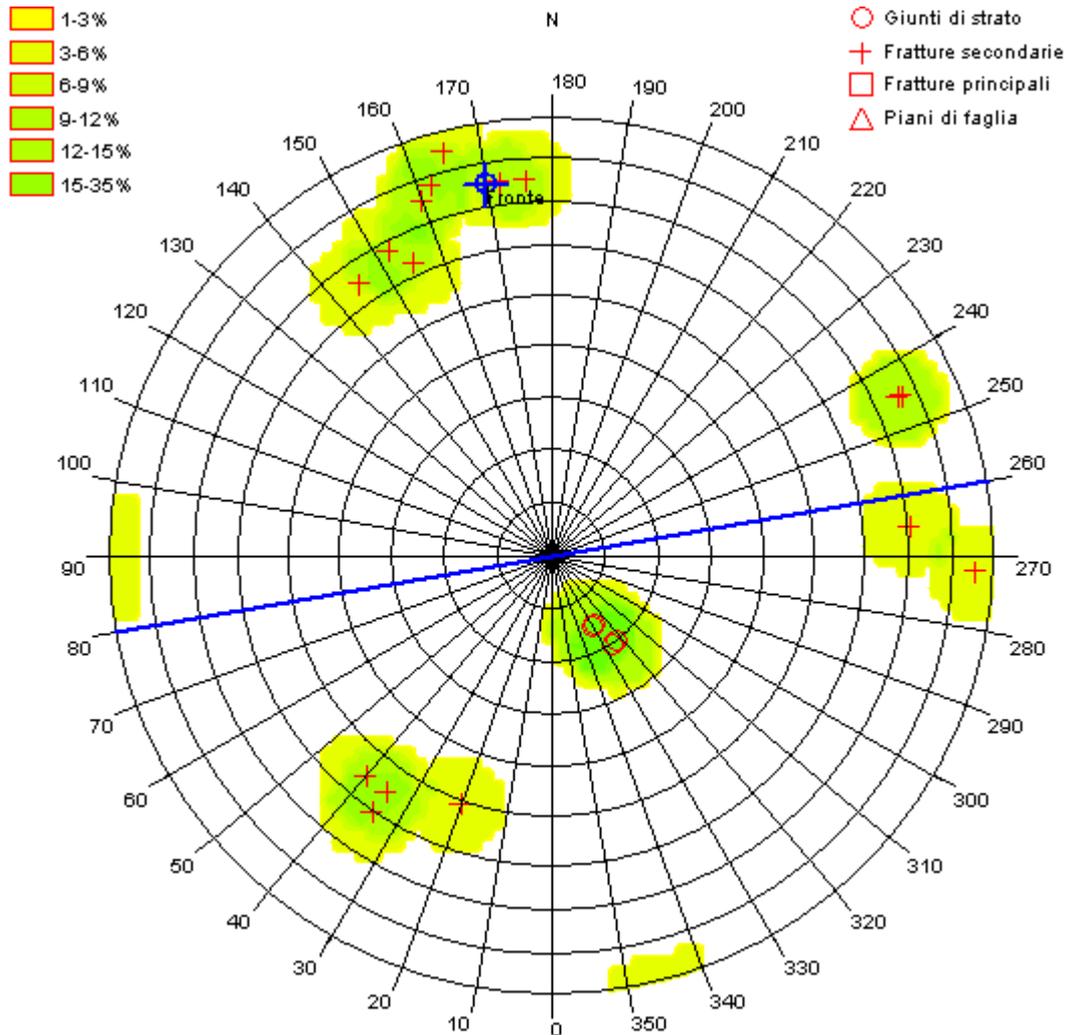
Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S3-O

Diagramma equiareale polare di Schmidt



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 170

Inclinazione (°): 75

Certificato n.5 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

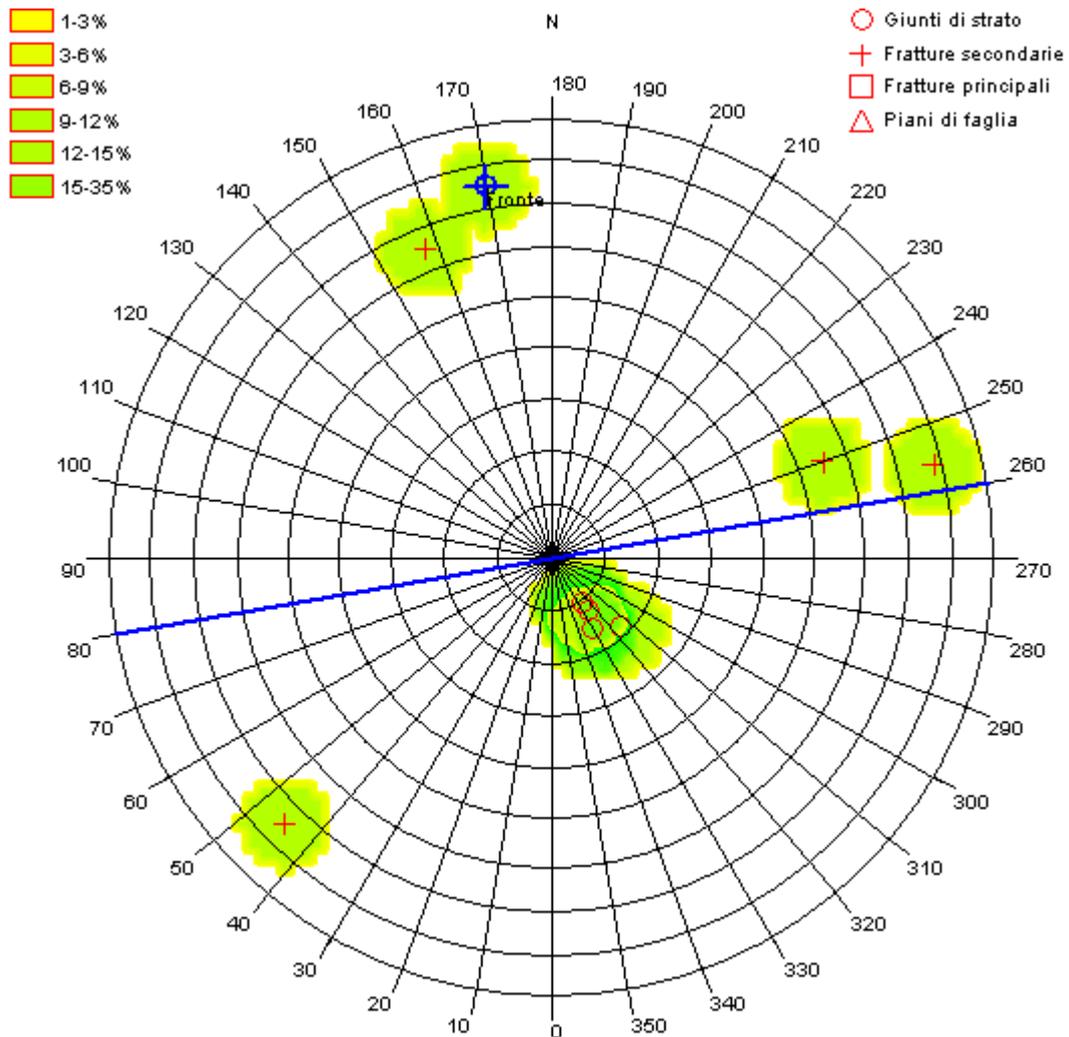
Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S3-V

Diagramma equiareale polare di Schmidt



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 170

Inclinazione (°): 75

Certificato n.6 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S1-O

Diagramma equiangolare equatoriale di Wulff

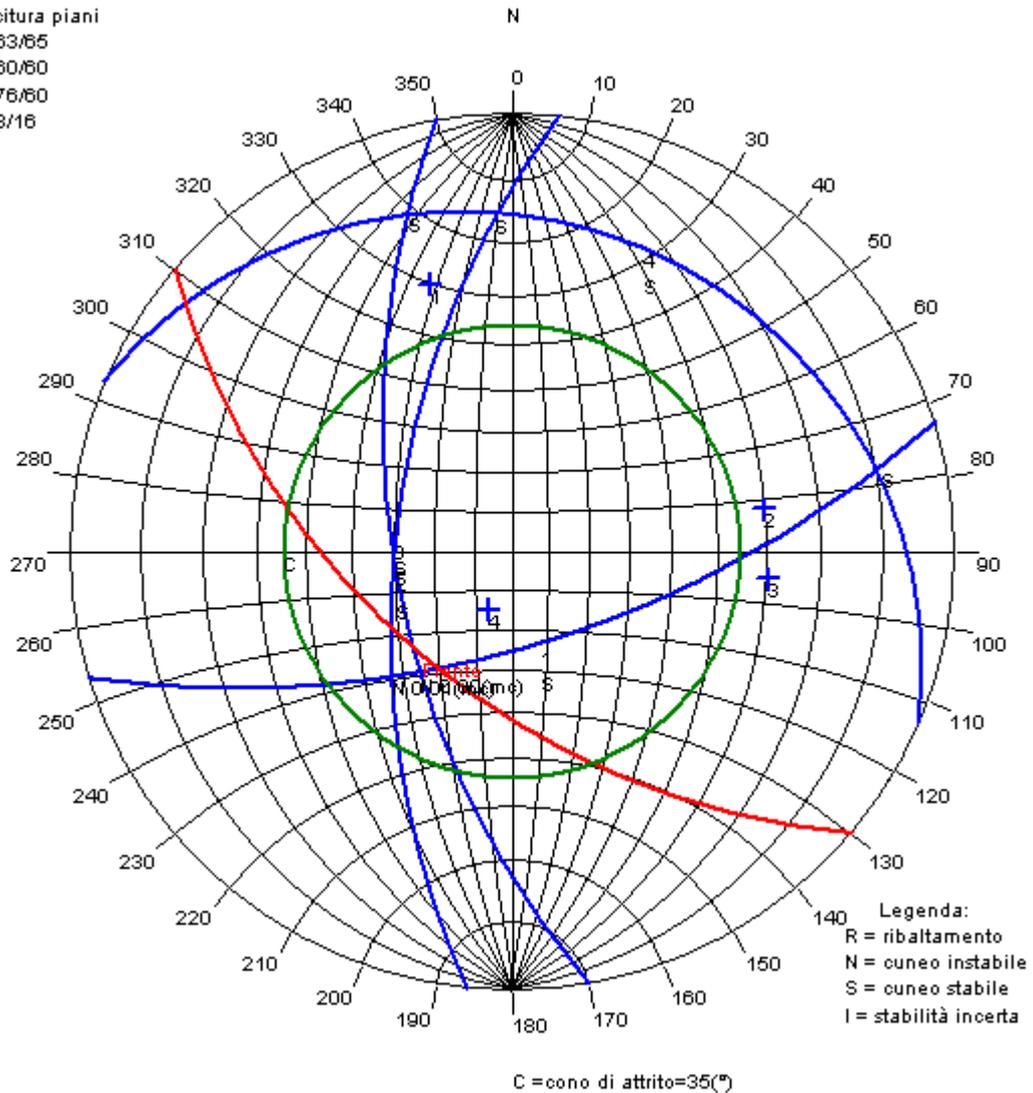
Giacitura piani

1) 163/65

2) 260/60

3) 276/60

4) 23/16



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 220

Inclinazione (°): 55

Cono d'attrito (°): 35

Correzione da applicare a BRMR: -50

Certificato n.7 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

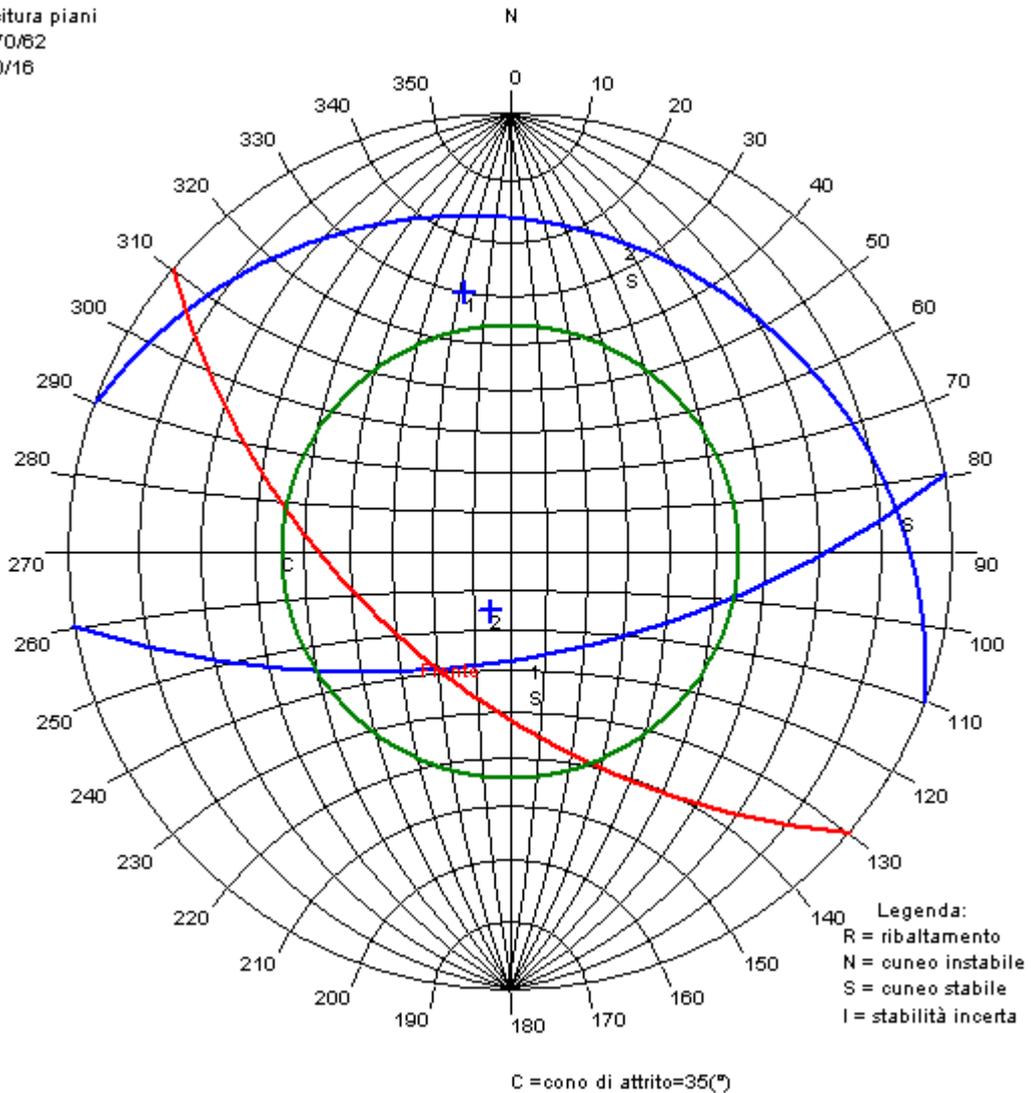
Sigla: S1-V

Diagramma equiangolare equatoriale di Wulff

Giacitura piani

1) 170/82

2) 20/16



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 220

Inclinazione (°): 55

Cono d'attrito (°): 35

Correzione da applicare a BRMR:0

Certificato n.8 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

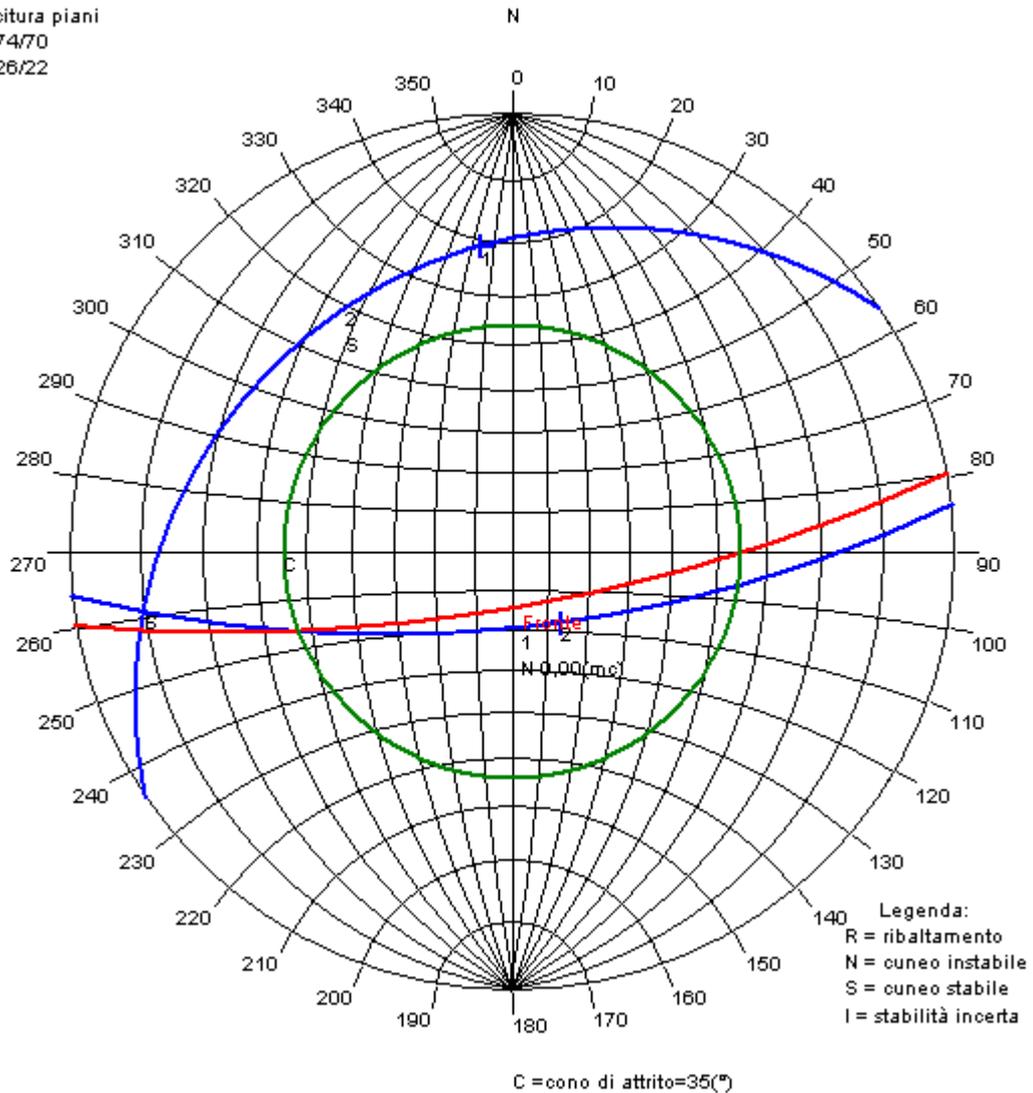
Sigla: S2-O

Diagramma equiangolare equatoriale di Wulff

Giacitura piani

1) 174/70

2) 326/22



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 170

Inclinazione (°): 75

Cono d'attrito (°): 35

Correzione da applicare a BRMR:-25

Certificato n.9 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

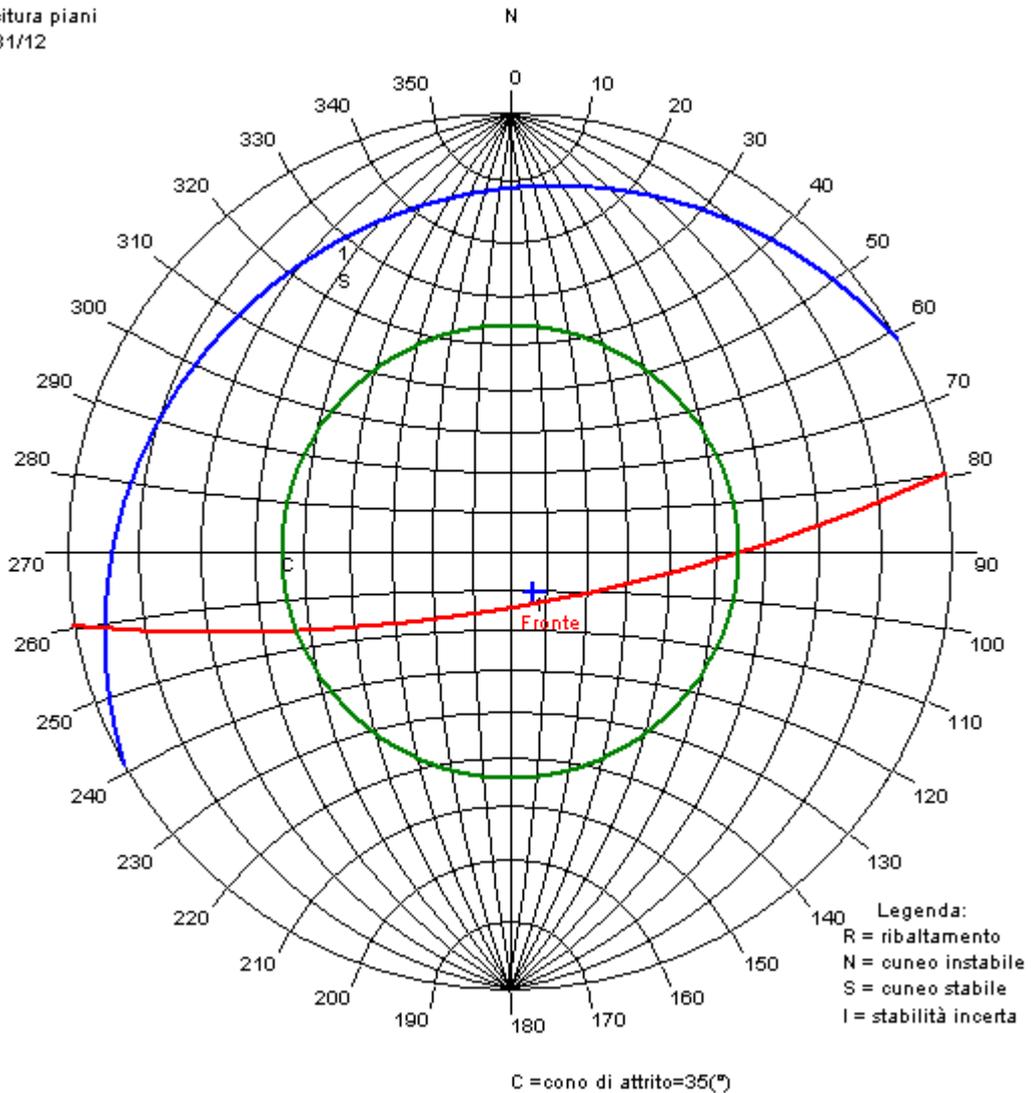
Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S2V

Diagramma equiangolare equatoriale di Wulff

Giacitura piani
1) 331/12



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 170

Inclinazione (°): 75

Cono d'attrito (°): 35

Correzione da applicare a BRMR: 0

Certificato n.10 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S3-O

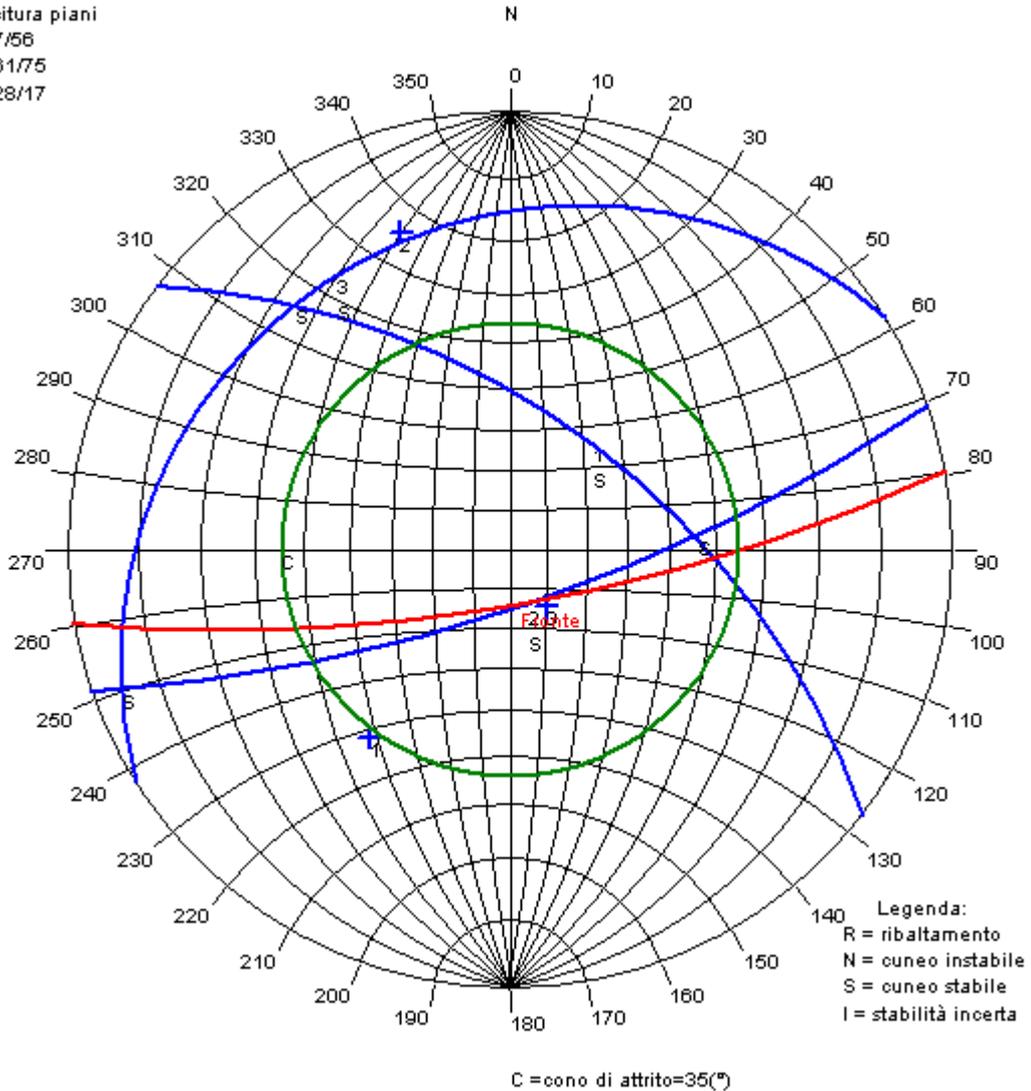
Diagramma equiangolare equatoriale di Wulff

Giacitura piani

1) 37/56

2) 161/75

3) 328/17



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 170

Inclinazione (°): 75

Cono d'attrito (°): 35

Correzione da applicare a BRMR: 0

Certificato n.11 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

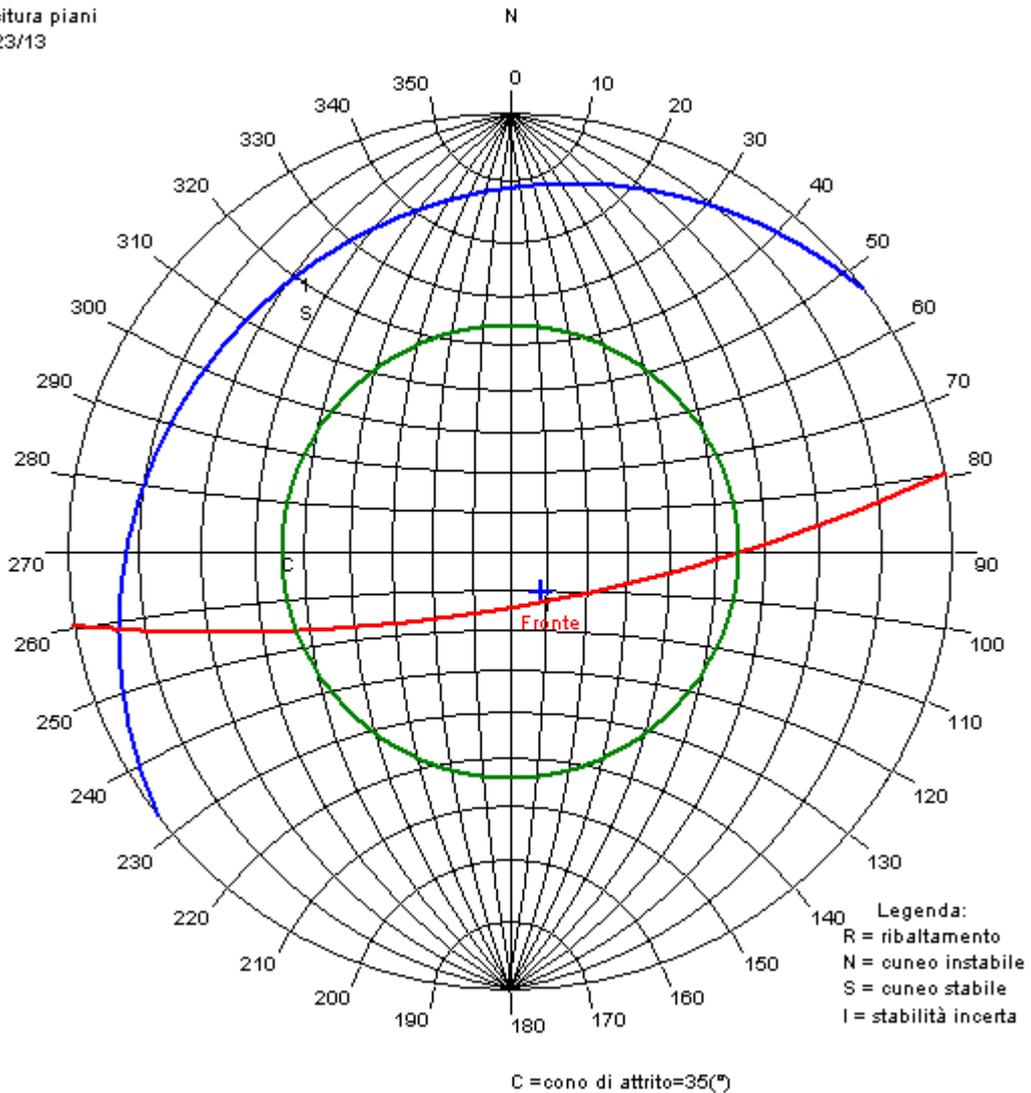
Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S3-V

Diagramma equiangolare equatoriale di Wulff

Giacitura piani
1) 323/13



Giacitura del fronte del versante o dell'asse della galleria

Immersione (°): 170

Inclinazione (°): 75

Cono d'attrito (°): 35

Correzione da applicare a BRMR: 0

Certificato n.12 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

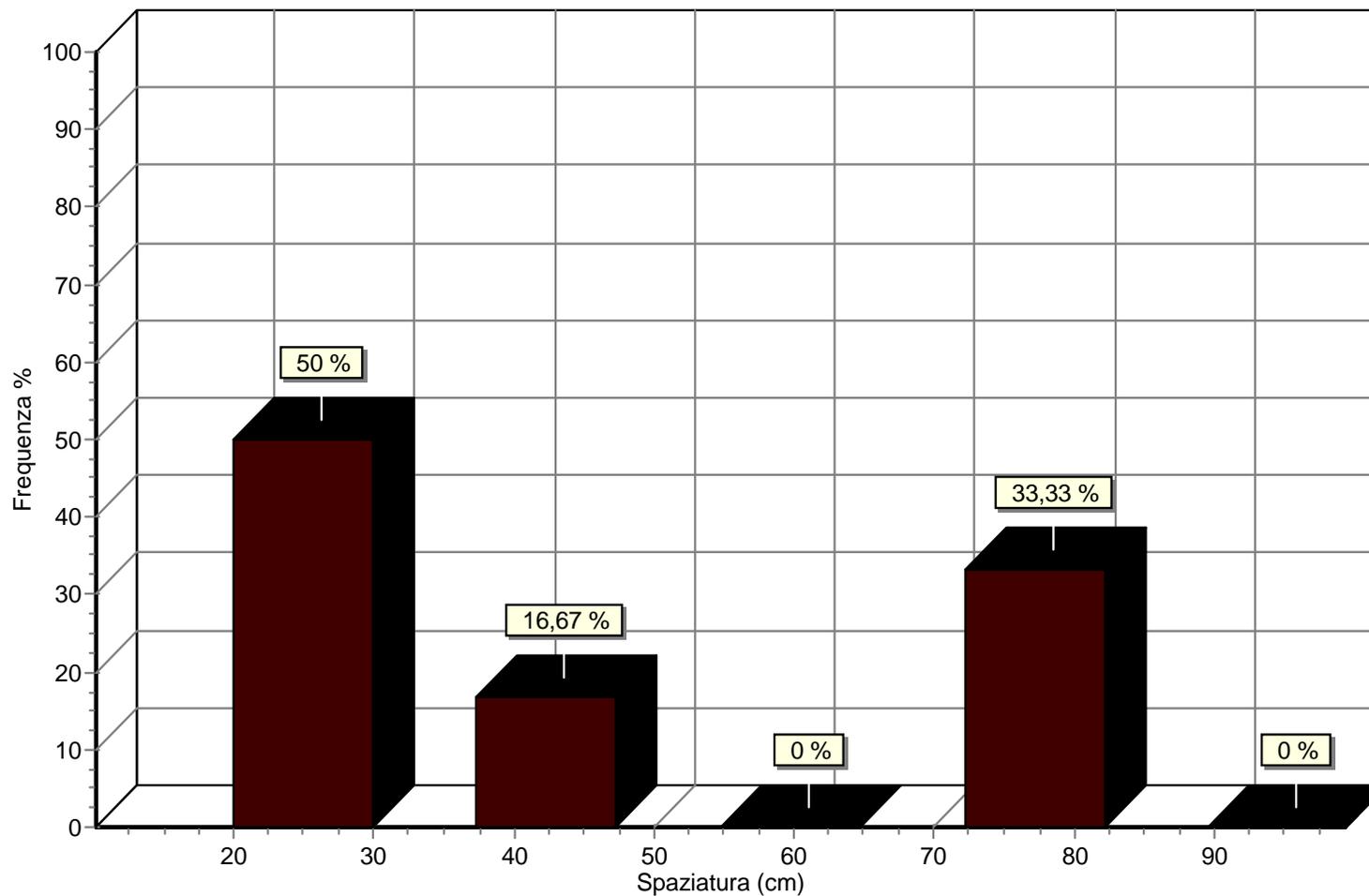
Sigla: S1-O

Analisi della spaziatura delle discontinuità meccaniche

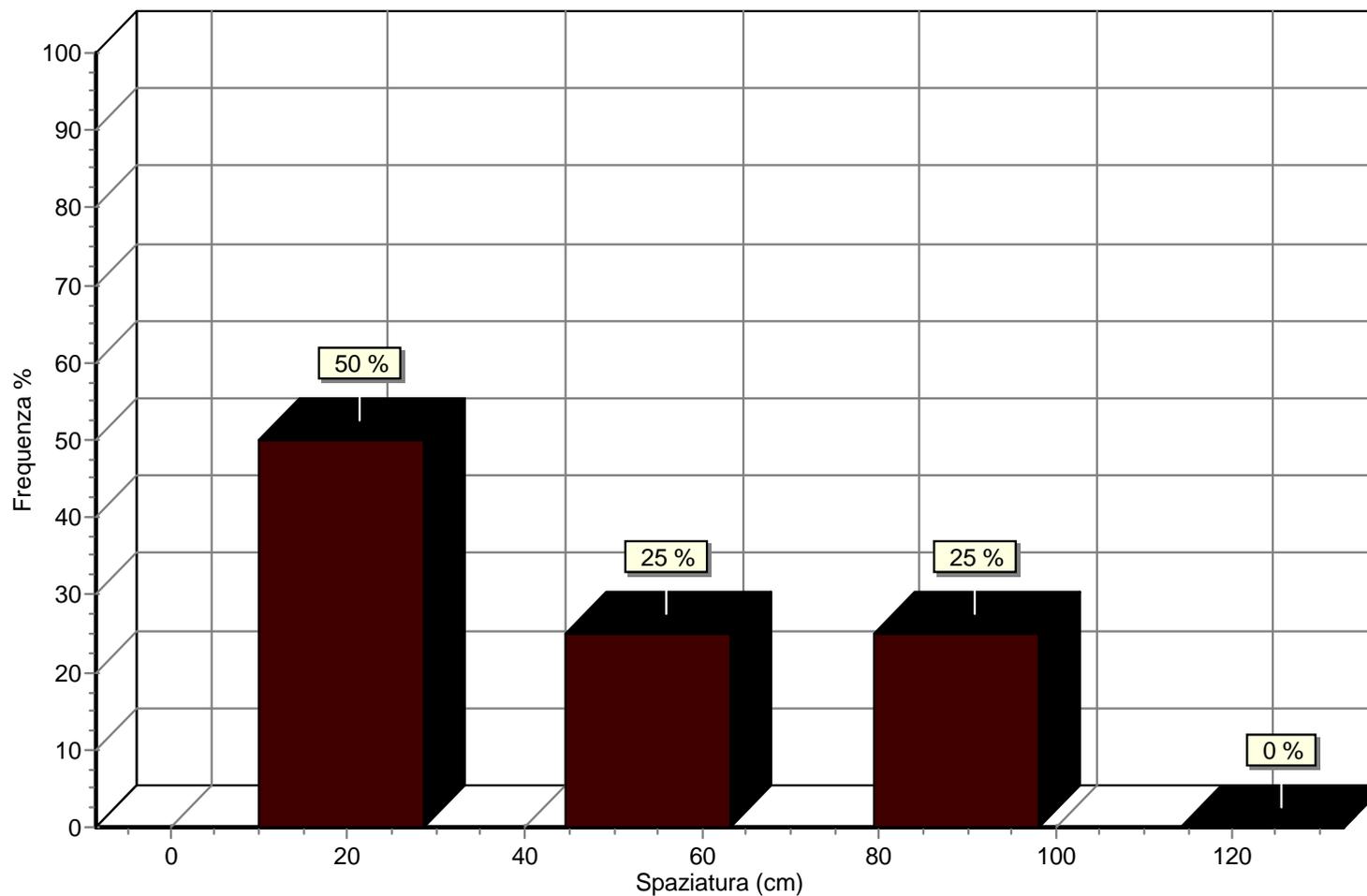
<i>Famiglia</i>	<i>Numero misura</i>	<i>Spaziatura (cm)</i>
1	1	43
	2	73
	3	20
	4	81
	5	31
	6	22
2	1	66
	2	10
	3	23
	4	112
3	1	160
	2	32
4	1	173
	2	176

Spaziatura media (cm) = 73,0

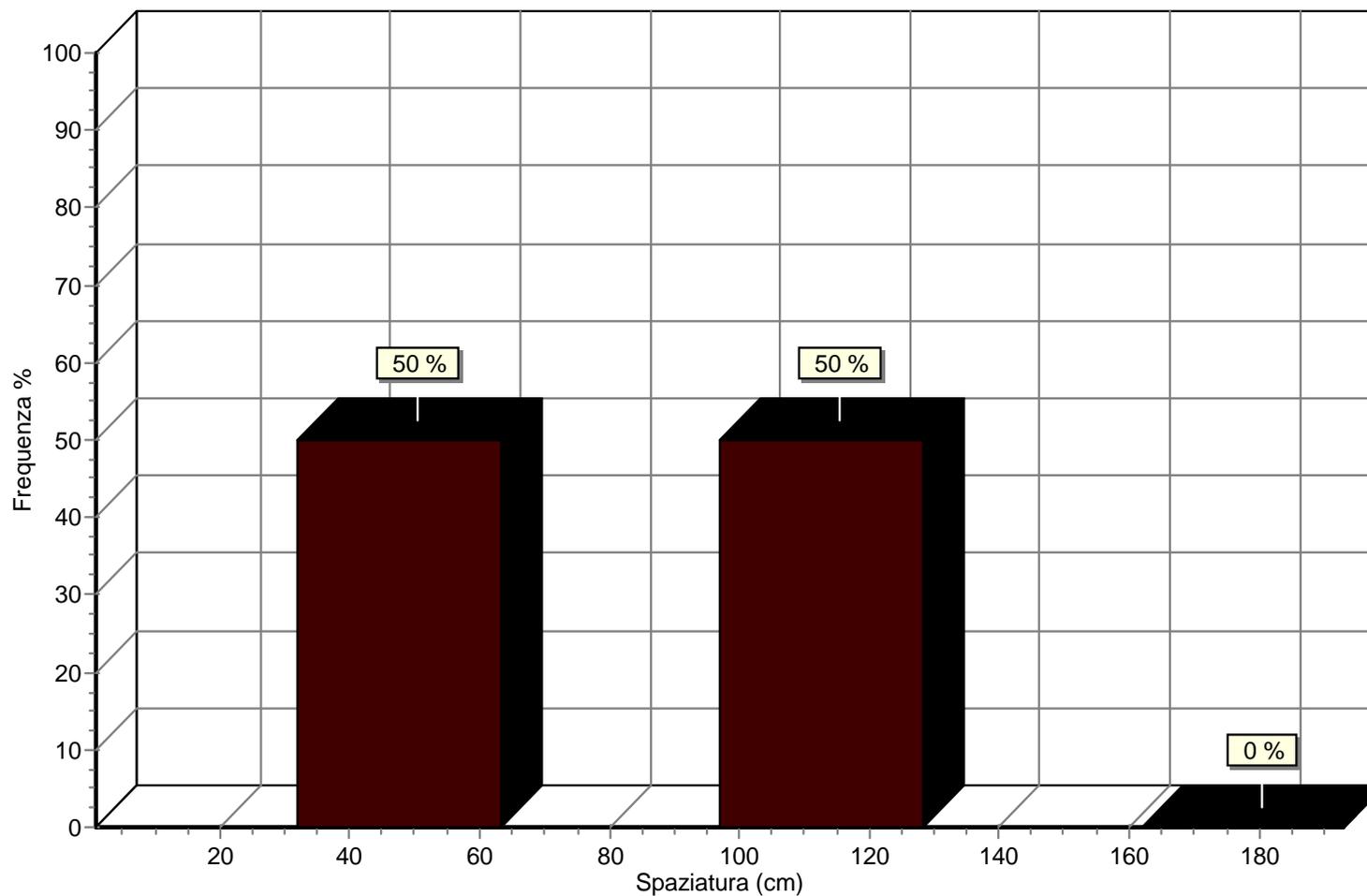
Famiglia: 1 spaziatura media(cm)= 45,0



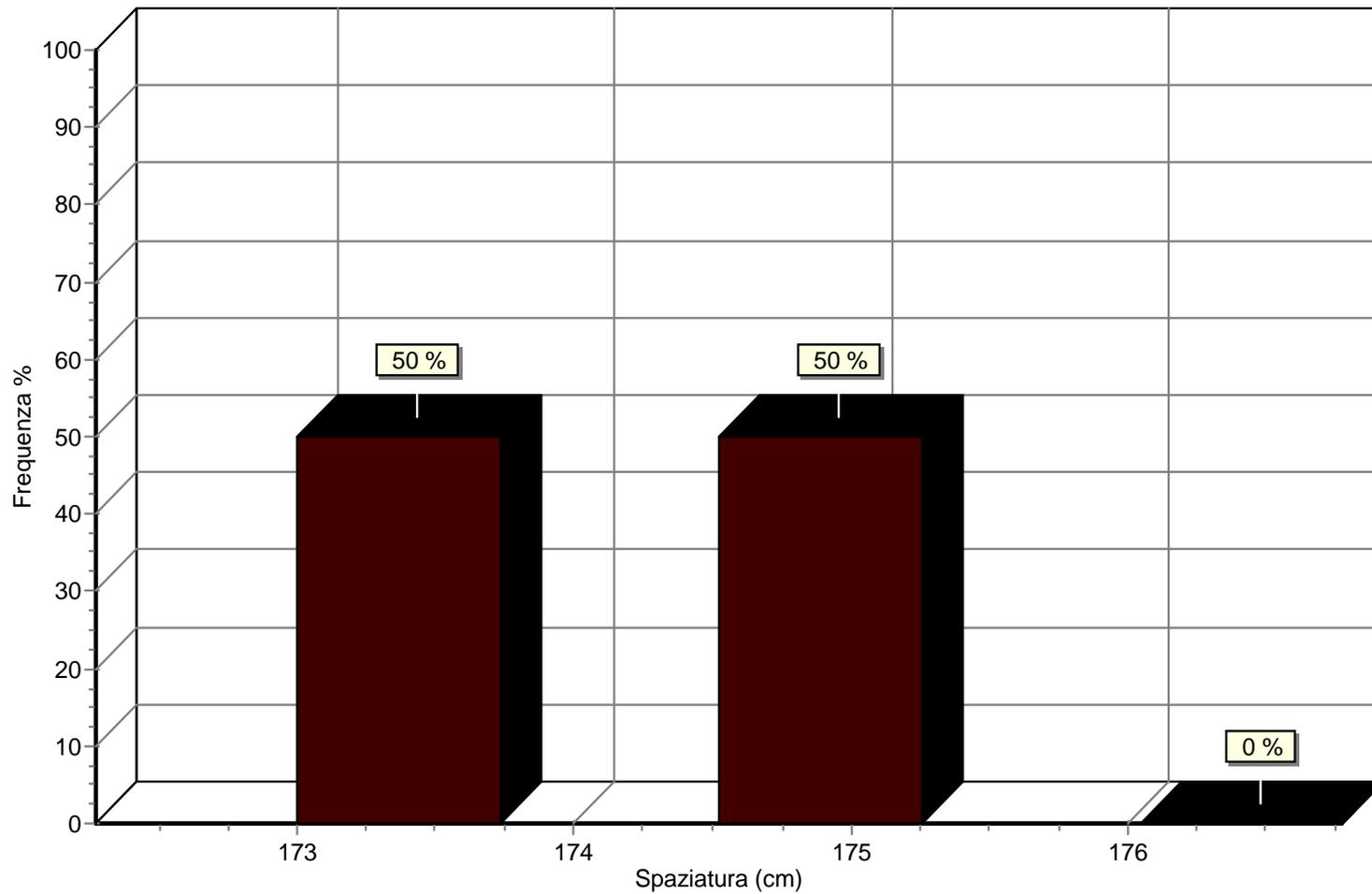
Famiglia: 2 spaziatura media(cm)= 52,0



Famiglia: 3 spaziatura media(cm)= 96,0



Famiglia: 4 spaziatura media(cm)= 174,0



Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

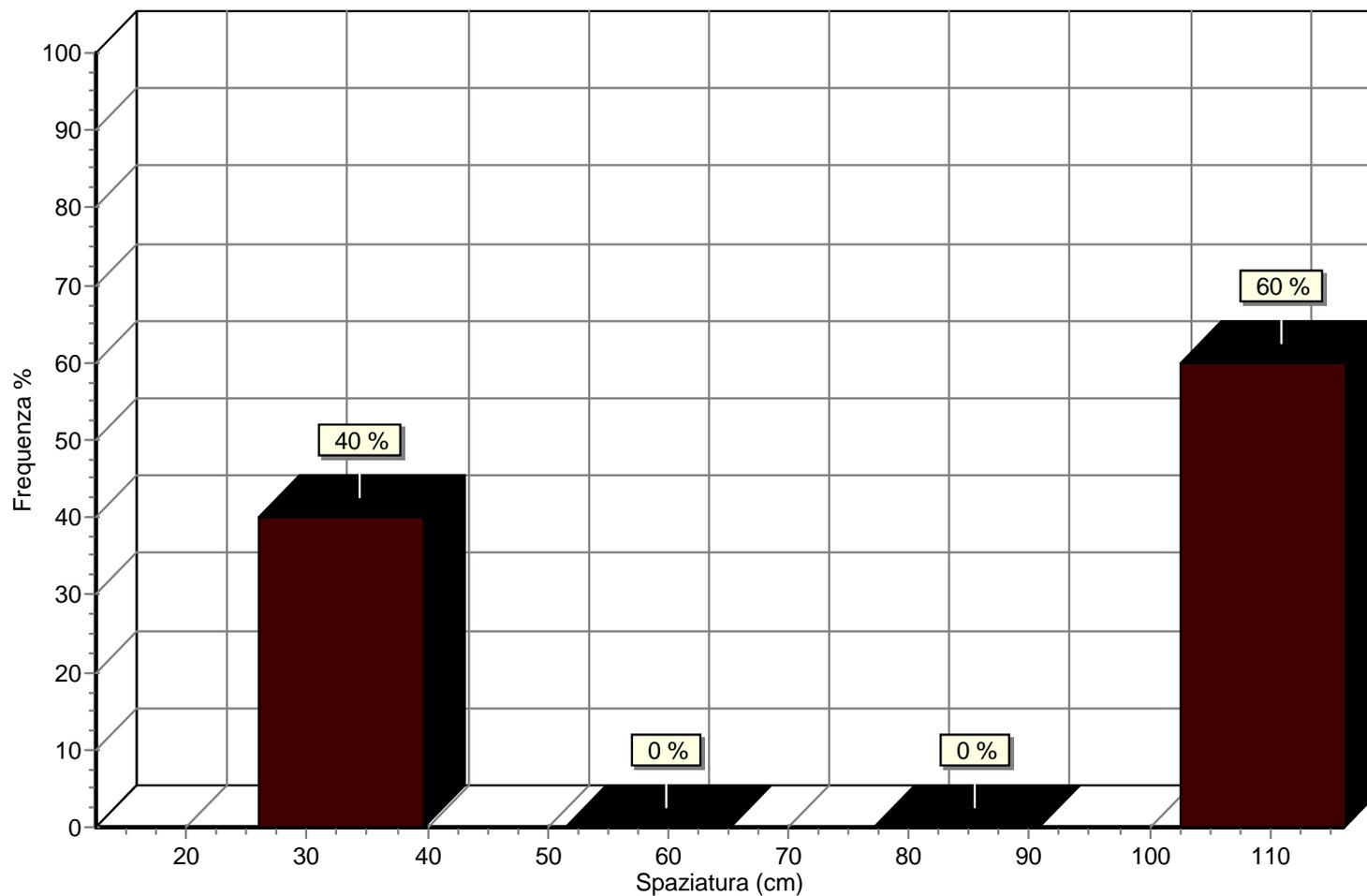
Sigla: S1-V

Analisi della spaziatura delle discontinuità meccaniche

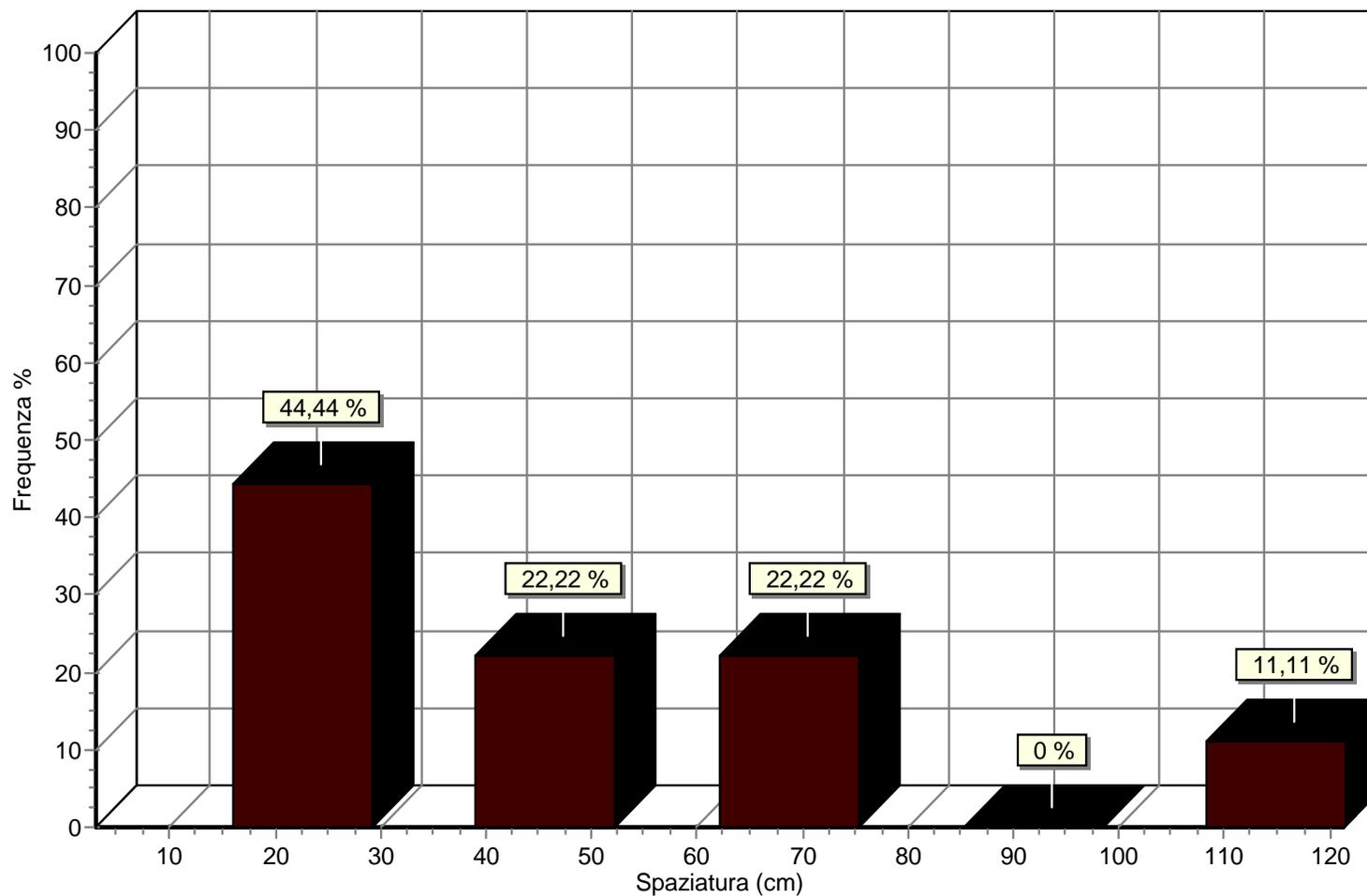
<i>Famiglia</i>	<i>Numero misura</i>	<i>Spaziatura (cm)</i>
1	1	26
	2	33
	3	105
	4	109
	5	107
2	1	16
	2	20
	3	110
	4	27
	5	63
	6	67
	7	49
	8	58
	9	20

Spaziatura media (cm) = 57,8

Famiglia: 1 spaziatura media(cm)= 76,0



Famiglia: 2 spaziatura media(cm)= 47,0



Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

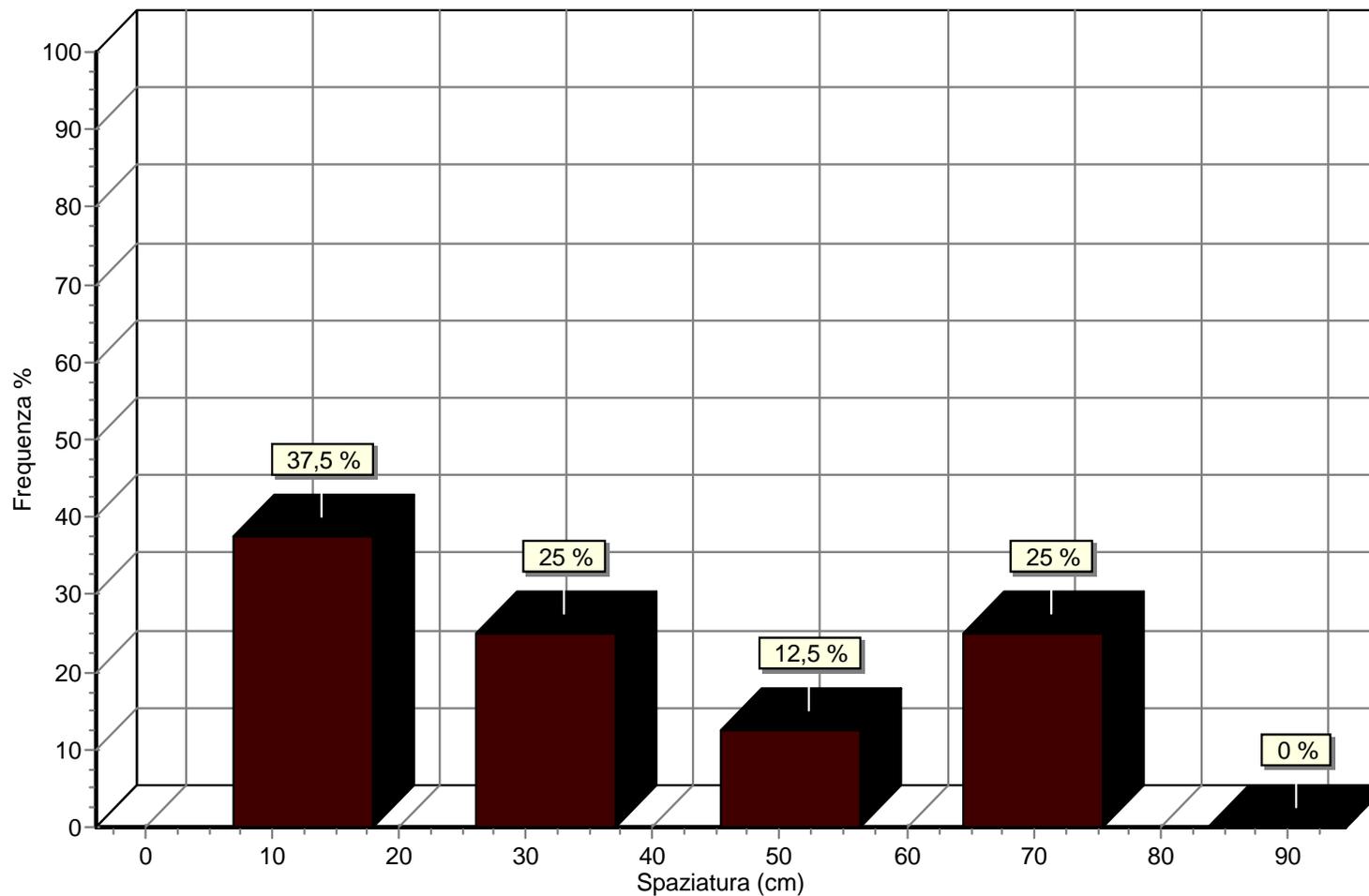
Sigla: S2-O

Analisi della spaziatura delle discontinuità meccaniche

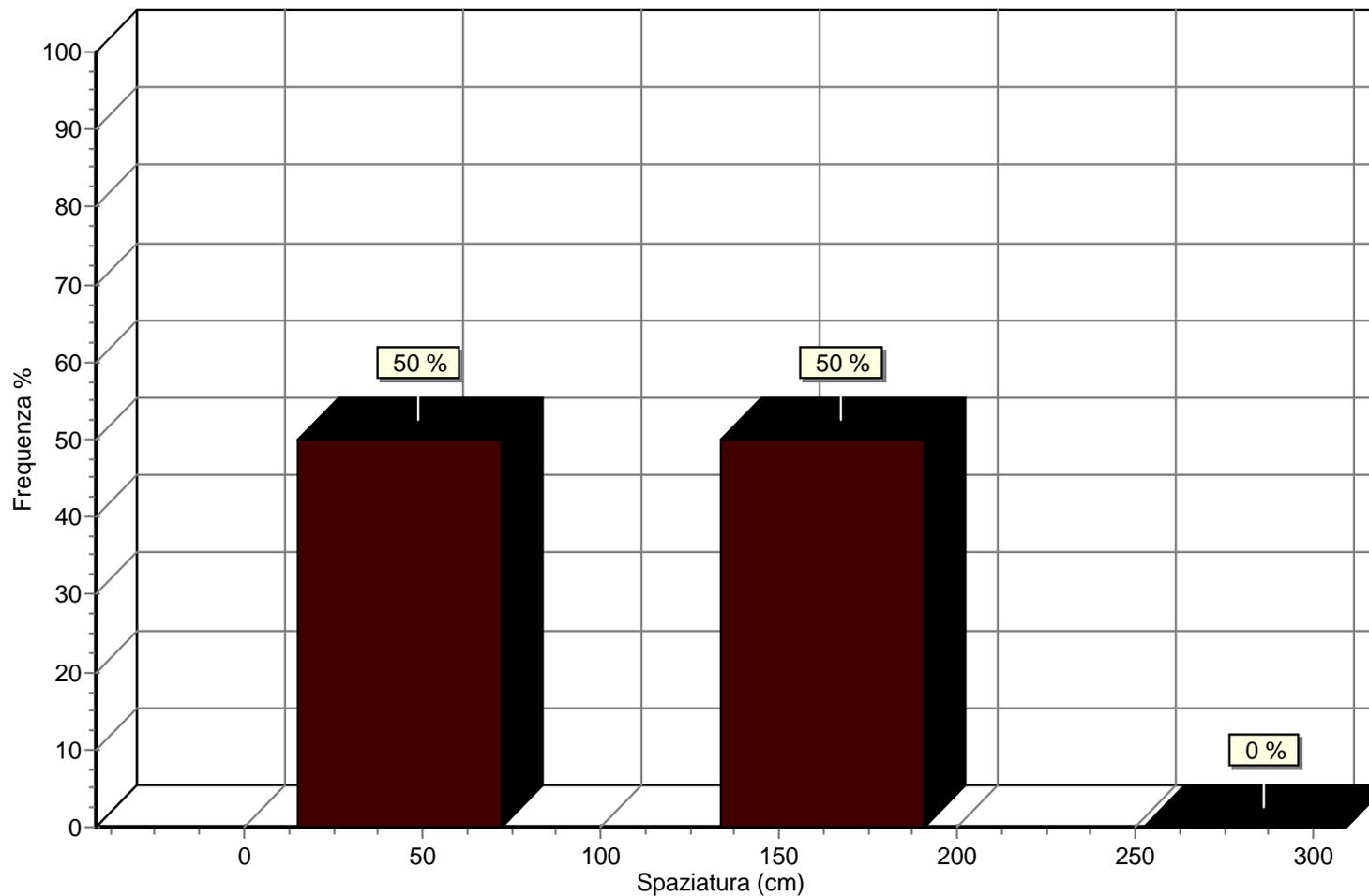
<i>Famiglia</i>	<i>Numero misura</i>	<i>Spaziatura (cm)</i>
1	1	7
	2	58
	3	15
	4	73
	5	35
	6	82
	7	30
	8	22
2	1	15
	2	249

Spaziatura media (cm) = 58,6

Famiglia: 1 spaziatura media(cm)= 40,0



Famiglia: 2 spaziatura media(cm)= 132,0



Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

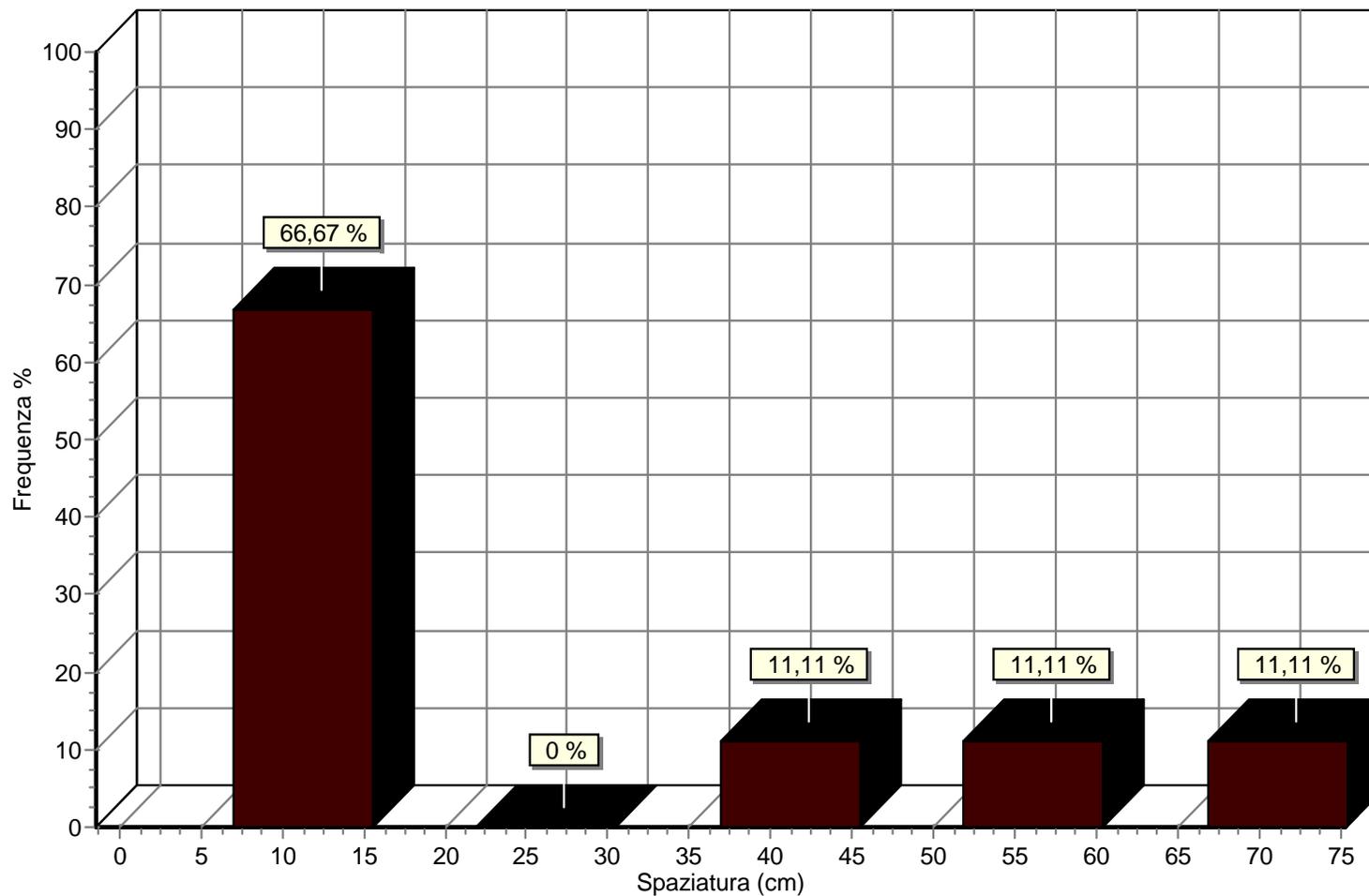
Sigla: S2-V

Analisi della spaziatura delle discontinuità meccaniche

<i>Famiglia</i>	<i>Numero misura</i>	<i>Spaziatura (cm)</i>
1	1	42
	2	66
	3	16
	4	17
	5	17
	6	7
	7	10
	8	13
	9	68

Spaziatura media (cm) = 28,0

Famiglia: 1 spaziatura media(cm)= 28,0



Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

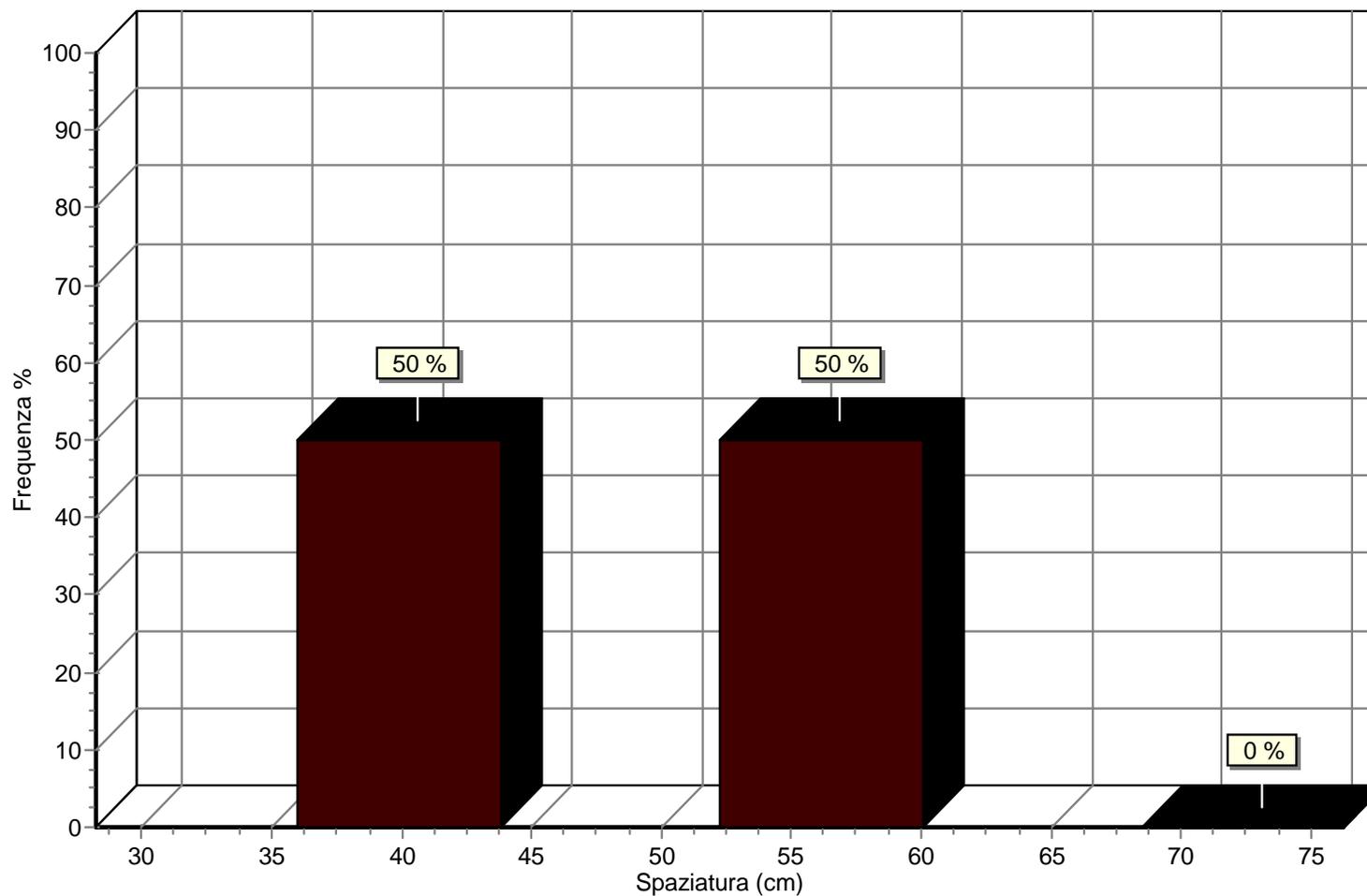
Sigla: S3-O

Analisi della spaziatura delle discontinuità meccaniche

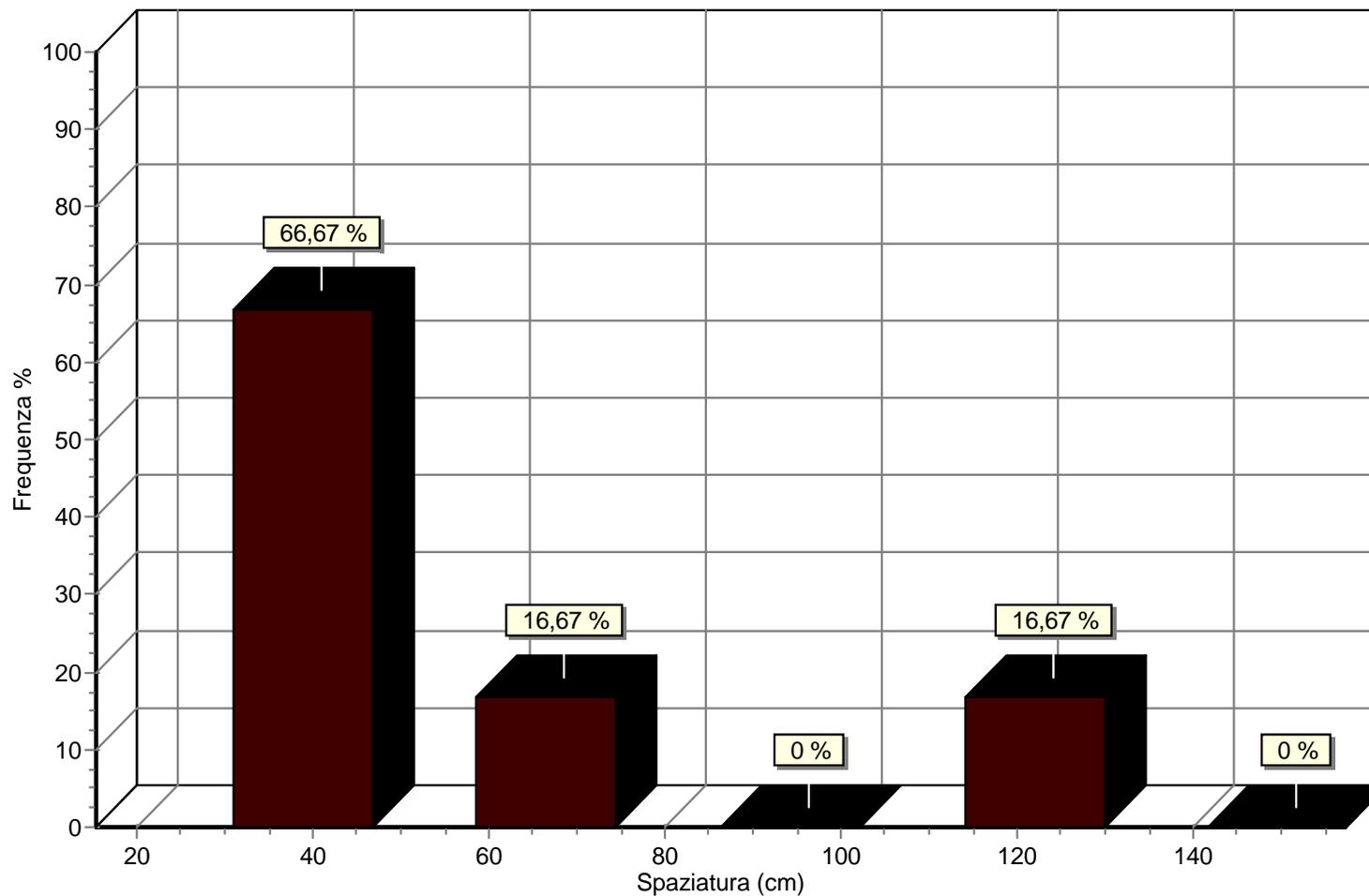
<i>Famiglia</i>	<i>Numero misura</i>	<i>Spaziatura (cm)</i>
1	1	36
	2	68
2	1	31
	2	70
	3	55
	4	51
	5	44
	6	128
3	1	70
	2	44
	3	175

Spaziatura media (cm) = 70,1

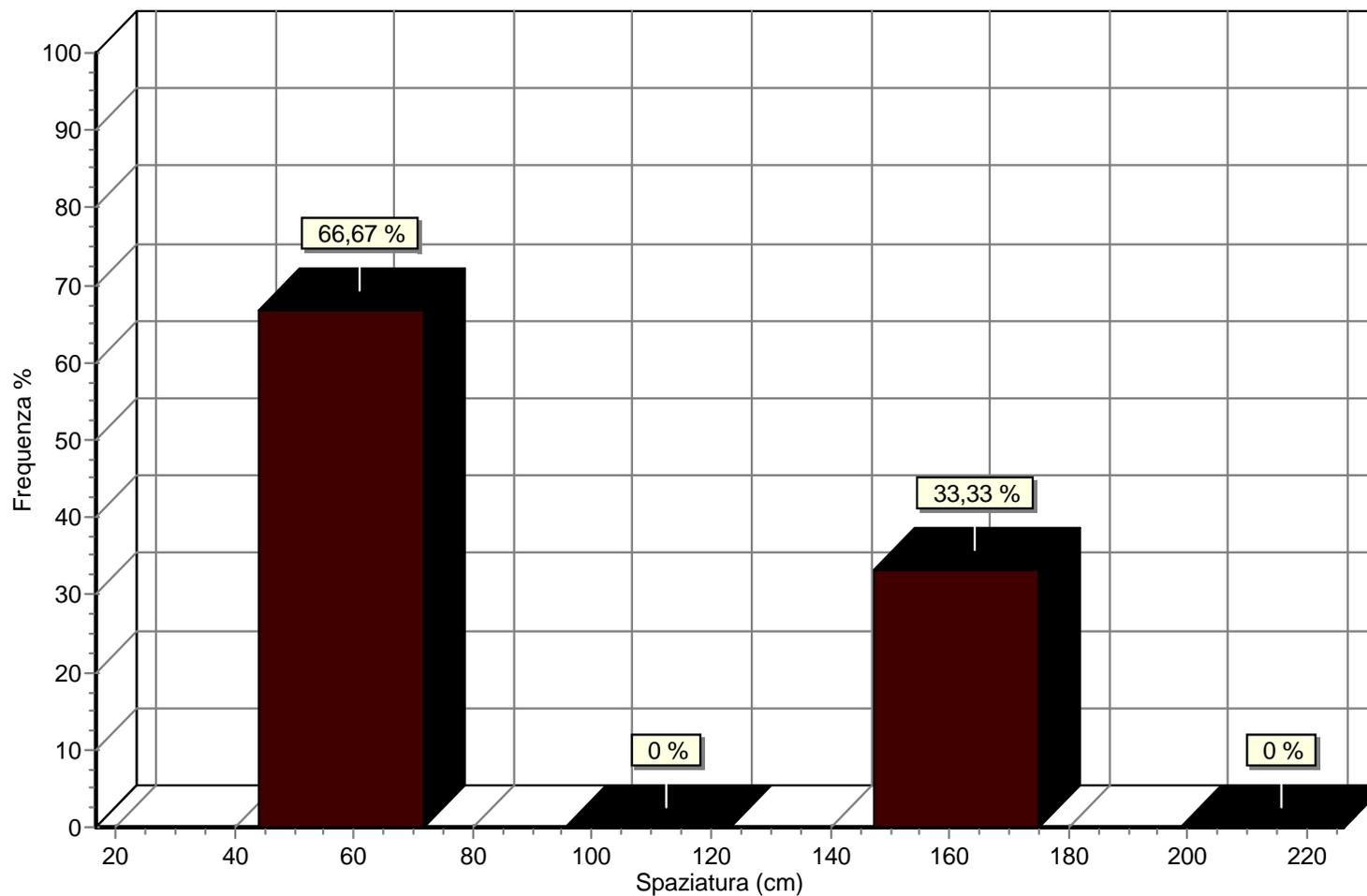
Famiglia: 1 spaziatura media(cm)= 52,0



Famiglia: 2 spaziatura media(cm)= 63,0



Famiglia: 3 spaziatura media(cm)= 96,0



Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

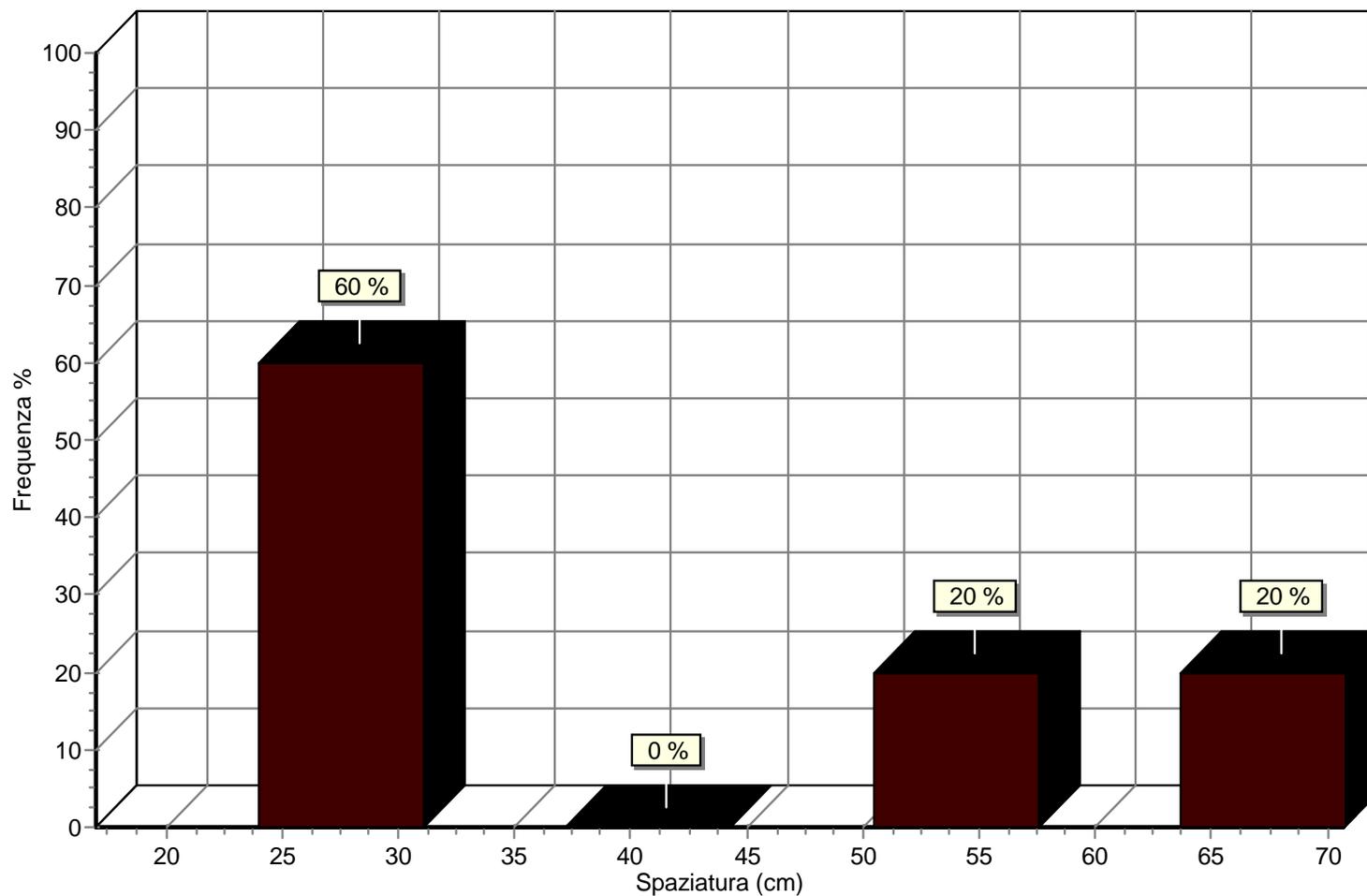
Sigla: S3-V

Analisi della spaziatura delle discontinuità meccaniche

<i>Famiglia</i>	<i>Numero misura</i>	<i>Spaziatura (cm)</i>
1	1	54
	2	24
	3	67
	4	36
	5	29

Spaziatura media (cm) = 42,0

Famiglia: 1 spaziatura media(cm)= 42,0



Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S1-O

Stima del Joint Compressive Strength (J.C.S.) con il martello di Schmidt

<i>Famiglia</i>	<i>Indice misurato</i>	<i>Condizione superficie giunto</i>	<i>Angolo di misura (°)</i>	<i>Indice corretto</i>	<i>J.C.S. (MPa)</i>
1	49	0	45	48	152
2	41	0	0	41	100
3	43	0	45	42	109

Peso di volume della roccia (kN/mc): **27,48** Angolo di attrito di base (°): **35**

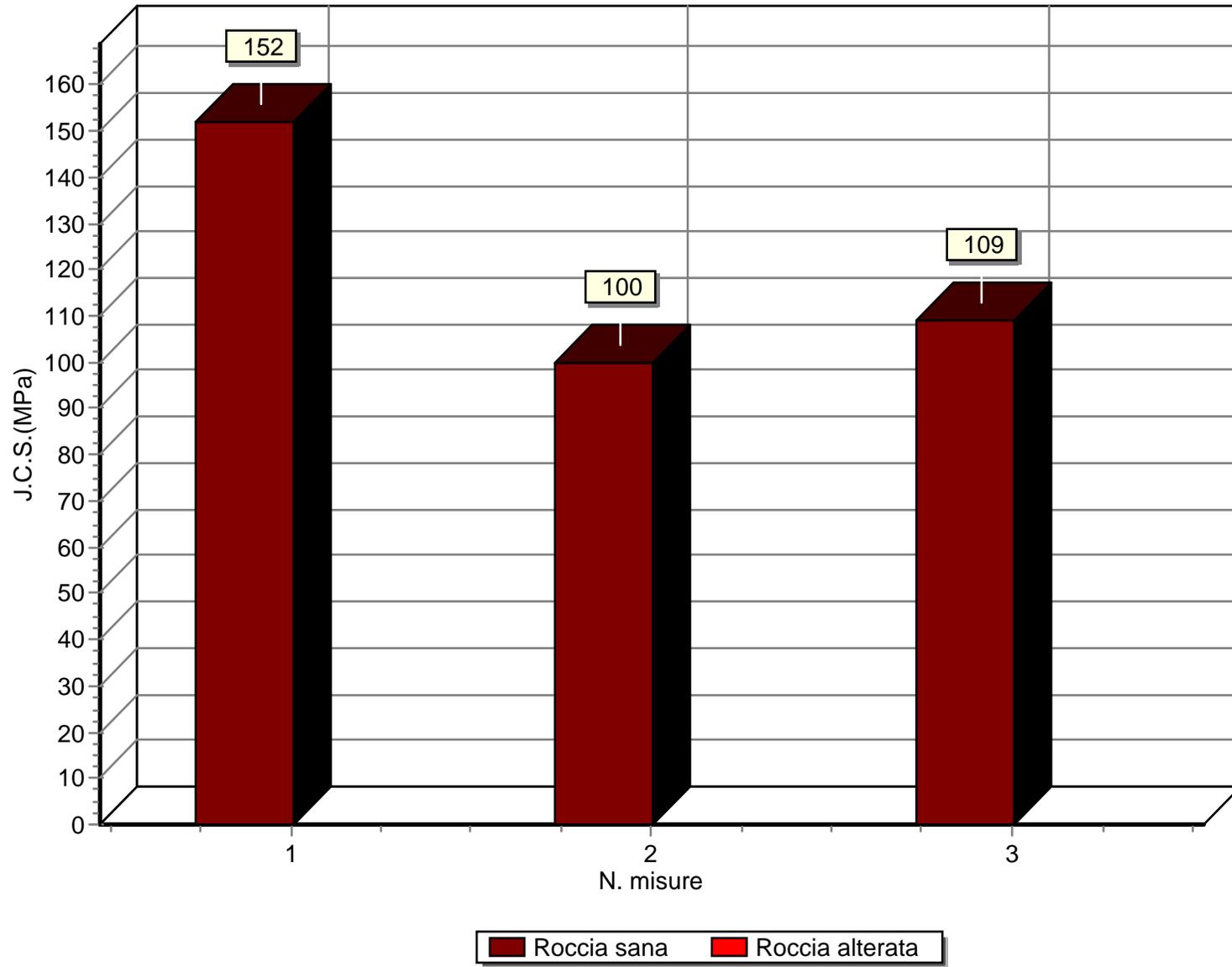
Angolo di attrito residuo (°): **15** J.C.S. medio roccia sana (MPa): **120**

J.C.S. medio roccia alterata (MPa): **0**

Condizione superficie giunto: 0=roccia sana - 1=roccia alterata

N.B.: nella colonna angolo inserire l'inclinazione dello strumento rispetto all'orizzontale.

JCS medio roccia sana(MPa)= 120-JCS medio roccia alterata(MPa)= 0



Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S2-O

Stima del Joint Compressive Strength (J.C.S.) con il martello di Schmidt

<i>Famiglia</i>	<i>Indice misurato</i>	<i>Condizione superficie giunto</i>	<i>Angolo di misura (°)</i>	<i>Indice corretto</i>	<i>J.C.S. (MPa)</i>
1	49	0	45	48	152

Peso di volume della roccia (kN/mc): **27,48** Angolo di attrito di base (°): **35**

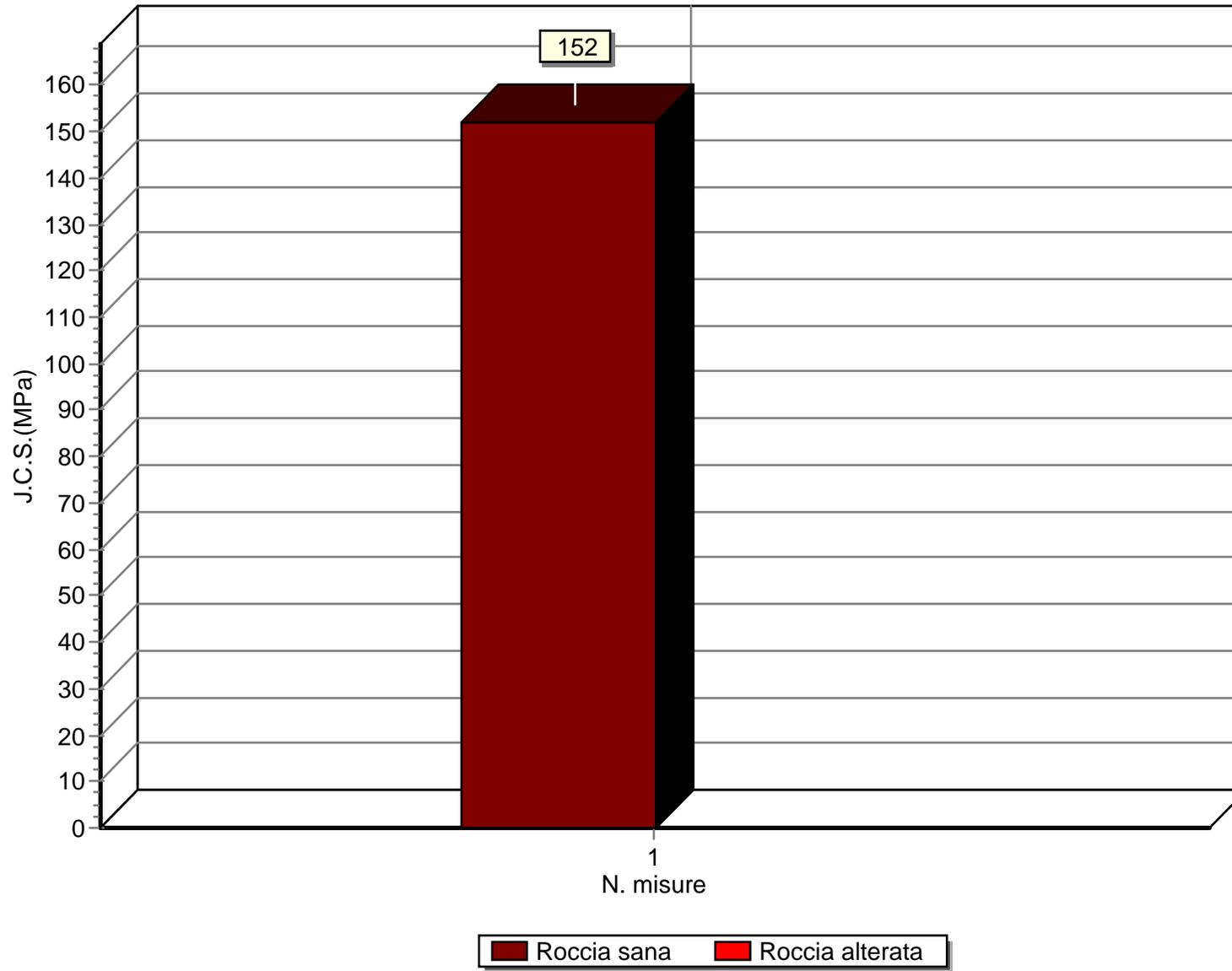
Angolo di attrito residuo (°): **15** J.C.S. medio roccia sana (MPa): **152**

J.C.S. medio roccia alterata (MPa): **0**

Condizione superficie giunto: 0=roccia sana - 1=roccia alterata

N.B.: nella colonna angolo inserire l'inclinazione dello strumento rispetto all'orizzontale.

JCS medio roccia sana(MPa)= 152-JCS medio roccia alterata(MPa)= 0



Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S3-V

Stima del Joint Compressive Strength (J.C.S.) con il martello di Schmidt

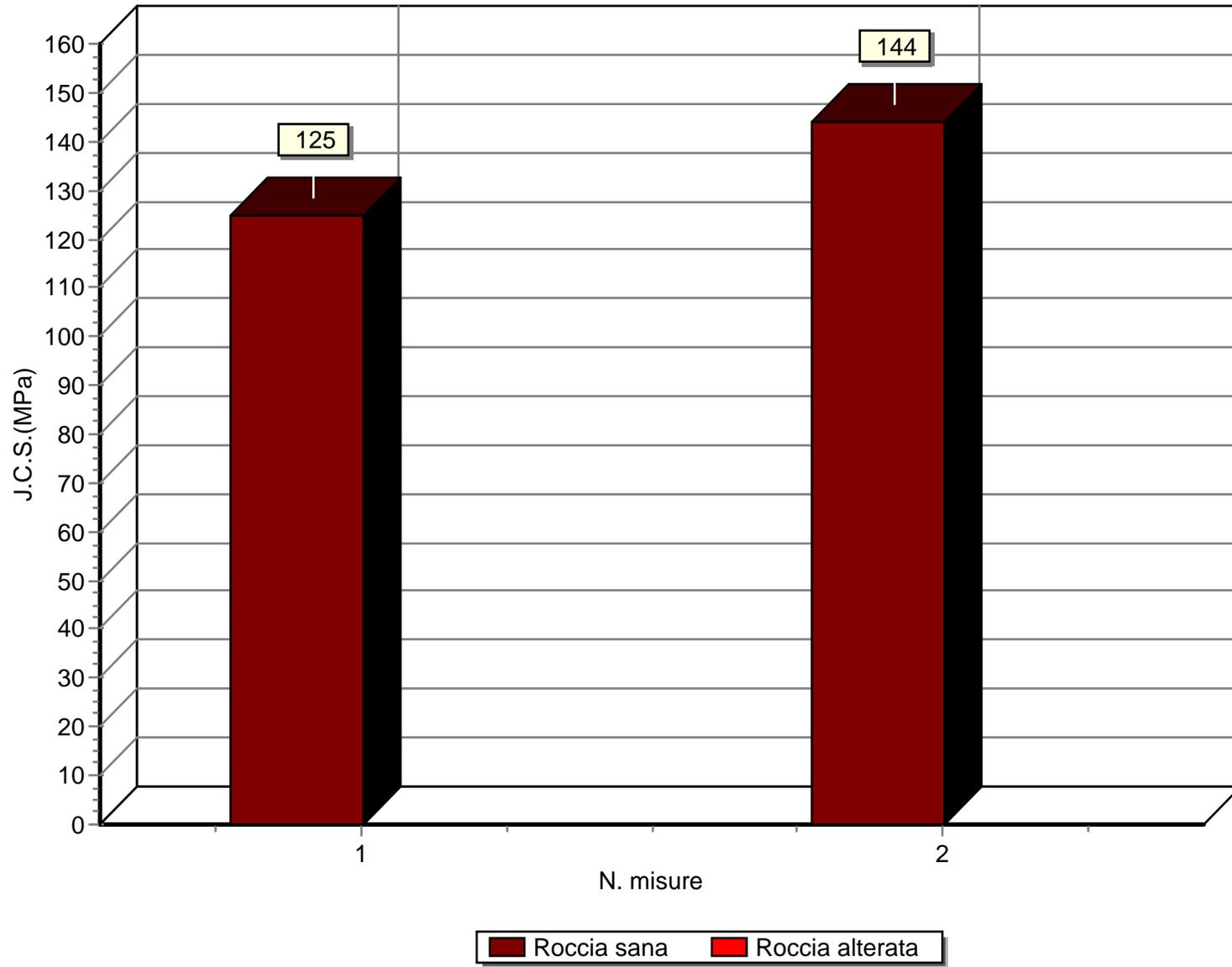
<i>Famiglia</i>	<i>Indice misurato</i>	<i>Condizione superficie giunto</i>	<i>Angolo di misura (°)</i>	<i>Indice corretto</i>	<i>J.C.S. (MPa)</i>
1	45	0	0	45	125
2	48	0	45	47	144

Peso di volume della roccia (kN/mc): **27,48** Angolo di attrito di base (°): **35**
Angolo di attrito residuo (°): **15** J.C.S. medio roccia sana (MPa): **134**
J.C.S. medio roccia alterata (MPa): **0**

Condizione superficie giunto: 0=roccia sana - 1=roccia alterata

N.B.: nella colonna angolo inserire l'inclinazione dello strumento rispetto all'orizzontale.

JCS medio roccia sana(MPa)= 134-JCS medio roccia alterata(MPa)= 0



Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S1-O

Stima dell'indice R.Q.D. (Rock Quality Designation)

<i>Famiglia</i>	<i>Numero misura</i>
1	43
	73
	20
	81
	31
	22
2	66
	10
	23
	112
3	160
	32
4	173
	176

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Famiglia

Numero misura

Volume roccioso unitario (mc)= 0,0

Metodo di calcolo: Priest e Hudson (1976)

Rock Quality Designation % = 99

Certificato n.22 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S1-V

Stima dell'indice R.Q.D. (Rock Quality Designation)

<i>Famiglia</i>	<i>Numero misura</i>
1	26
	33
	105
	109
	107
2	16
	20
	110
	27
	63
	67
	49
	58
	20

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Famiglia

Numero misura

Volume roccioso unitario (mc)= 0,0

Metodo di calcolo: Priest e Hudson (1976)

Rock Quality Designation % = 99

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S2-O

Stima dell'indice R.Q.D. (Rock Quality Designation)

<i>Famiglia</i>		<i>Numero misura</i>	
	1	7	
		58	
		15	
		73	
		35	
		82	
		30	
		22	
	2	15	
		249	

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Famiglia

Numero misura

Volume roccioso unitario (mc)= 0,0

Metodo di calcolo: Priest e Hudson (1976)

Rock Quality Designation % = 99

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S2-V

Stima dell'indice R.Q.D. (Rock Quality Designation)

<i>Famiglia</i>	<i>Numero misura</i>
1	42
	66
	16
	17
	17
	7
	10
	13
	68

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Famiglia

Numero misura

Volume roccioso unitario (mc)= 0,0

Metodo di calcolo: Priest e Hudson (1976)

Rock Quality Designation % = 95

Certificato n.25 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S3-O

Stima dell'indice R.Q.D. (Rock Quality Designation)

<i>Famiglia</i>	<i>Numero misura</i>
1	36
	68
2	31
	70
	55
	51
	44
	128
3	70
	44
	175

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Famiglia

Numero misura

Volume roccioso unitario (mc)= 0,04 Metodo di calcolo: Priest e Hudson (1976)

Rock Quality Designation % = 99

Certificato n.26 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S3-V

Stima dell'indice R.Q.D. (Rock Quality Designation)

Famiglia

Numero misura

<i>Famiglia</i>	<i>Numero misura</i>
1	54
	24
	67
	36
	29

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Famiglia

Numero misura

Volume roccioso unitario (mc)= 0,07 Metodo di calcolo: Priest e Hudson (1976)

Rock Quality Designation % = 98

Certificato n.27 del

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S1-O

Classificazione C.S.I.R.- Rock Mass Rating 1989 (Bieniawski)

CLASSE	BRMR (stimato)	RMR (stimato)	Qualità dell' ammasso roccioso	Coesione (kPa)	Angolo d'attrito(°)
IV	82	22	Scadente	410	46

A1 - Resistenza roccia integra

Resistenza alla compressione monoassiale (MPa)= 120,0

A1 = 11

A2 - Rock Quality Designation

Rock Quality Designation (R.Q.D.) % = 99

A2 = 20

A3 - Spaziatura dei giunti

Spaziatura media dei giunti (cm) = 73,00

A3 = 12

A4 - Condizione dei giunti

Lunghezza media dei giunti (m):

Indice parziale = 4

Apertura media dei giunti (mm):

Indice parziale = 4

Rugosità media dei giunti:

Indice parziale = 5

Riempimento medio dei giunti (mm):

Indice parziale = 6

Condizione di alterazione dei giunti:

Indice parziale = 5

A4 = 24

A5 - Condizioni idrauliche

A5 = 15

A6 - Orientamento dei giunti

A6 = -60

$$\text{BRMR (Basic RMR)} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

$$\text{RMR} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6$$

$$\text{GSI (Geological Strength Index)} = A1 + A2 + A3 + A4 + 10 = 77$$

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S2-O

Classificazione C.S.I.R.- Rock Mass Rating 1989 (Bieniawski)

CLASSE	BRMR (stimato)	RMR (stimato)	Qualità dell' ammasso roccioso	Coesione (kPa)	Angolo d'attrito(°)
III	79	54	Discreta	395	44

A1 - Resistenza roccia integra

Resistenza alla compressione monoassiale (MPa)= 152,0

A1 = 12

A2 - Rock Quality Designation

Rock Quality Designation (R.Q.D.) % = 99

A2 = 20

A3 - Spaziatura dei giunti

Spaziatura media dei giunti (cm) = 58,60

A3 = 11

A4 - Condizione dei giunti

Lunghezza media dei giunti (m):

Indice parziale = 4

Apertura media dei giunti (mm):

Indice parziale = 1

Rugosità media dei giunti:

Indice parziale = 5

Riempimento medio dei giunti (mm):

Indice parziale = 6

Condizione di alterazione dei giunti:

Indice parziale = 5

A4 = 21

A5 - Condizioni idrauliche

A5 = 15

A6 - Orientamento dei giunti

A6 = -25

$$\text{BRMR (Basic RMR)} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

$$\text{RMR} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6$$

$$\text{GSI (Geological Strength Index)} = A1 + A2 + A3 + A4 + 10 = 74$$

Dott. Geol. Ugo Ugati

Viale Mons. L. Di Liegro n. 1-80045 Pompei (NA)-Tel. e Fax 081.8599053

Committente: Comune di Positano (SA)

Località: Liparlati

Descrizione: Interv. Mitigazione rischio crolli

Note:

Sigla: S3-V

Classificazione C.S.I.R.- Rock Mass Rating 1989 (Bieniawski)

CLASSE	BRMR (stimato)	RMR (stimato)	Qualità dell' ammasso roccioso	Coesione (kPa)	Angolo d'attrito(°)
II	77	77	Buona	385	43

A1 - Resistenza roccia integra

Resistenza alla compressione monoassiale (MPa)= 134,0

A1 = 11

A2 - Rock Quality Designation

Rock Quality Designation (R.Q.D.) % = 98

A2 = 20

A3 - Spaziatura dei giunti

Spaziatura media dei giunti (cm) = 42,00

A3 = 10

A4 - Condizione dei giunti

Lunghezza media dei giunti (m):

Indice parziale = 4

Apertura media dei giunti (mm):

Indice parziale = 1

Rugosità media dei giunti:

Indice parziale = 5

Riempimento medio dei giunti (mm):

Indice parziale = 6

Condizione di alterazione dei giunti:

Indice parziale = 5

A4 = 21

A5 - Condizioni idrauliche

A5 = 15

A6 - Orientamento dei giunti

A6 = 0

$$\text{BRMR (Basic RMR)} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

$$\text{RMR} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6$$

$$\text{GSI (Geological Strength Index)} = A1 + A2 + A3 + A4 + 10 = 72$$

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

14,48866

LATITUDINE

40,63084

Ricerca per comune

REGIONE

Campania

PROVINCIA

Salerno

COMUNE

Positano

Elaborazioni grafiche

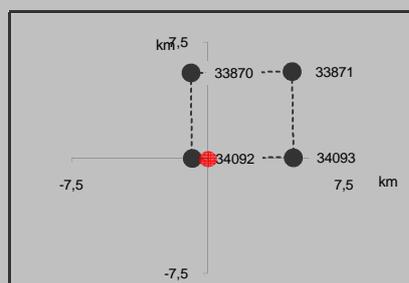
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

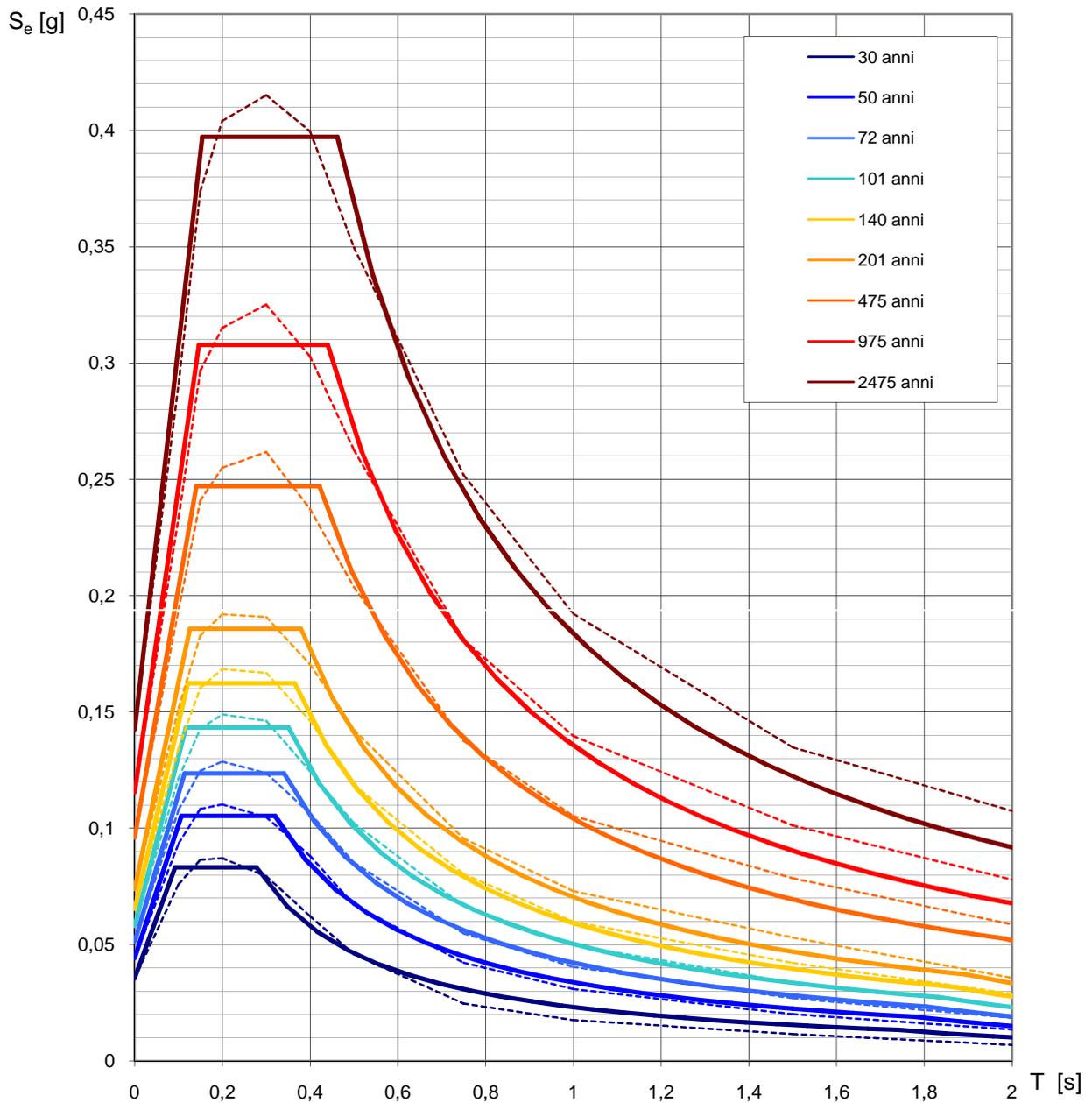
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento

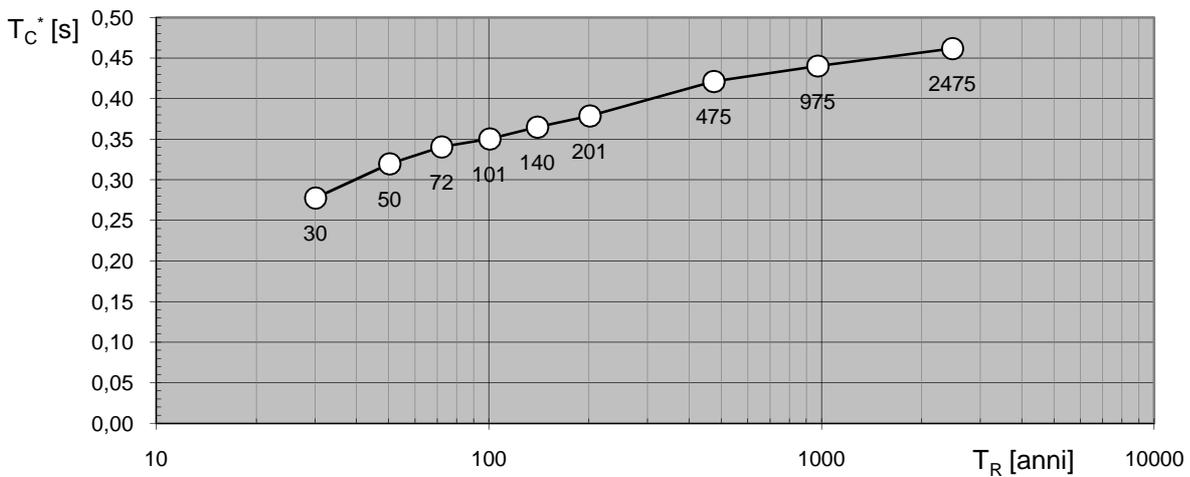
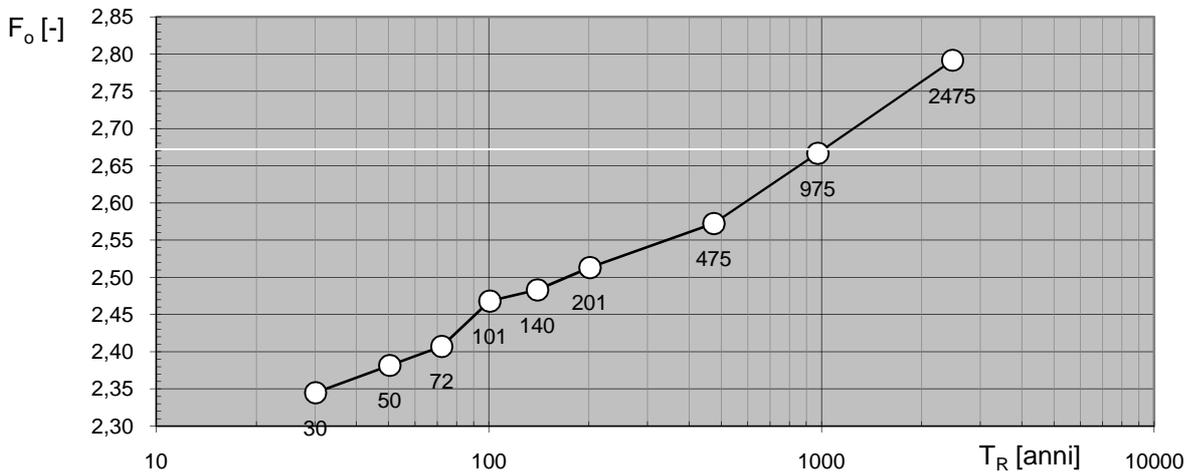
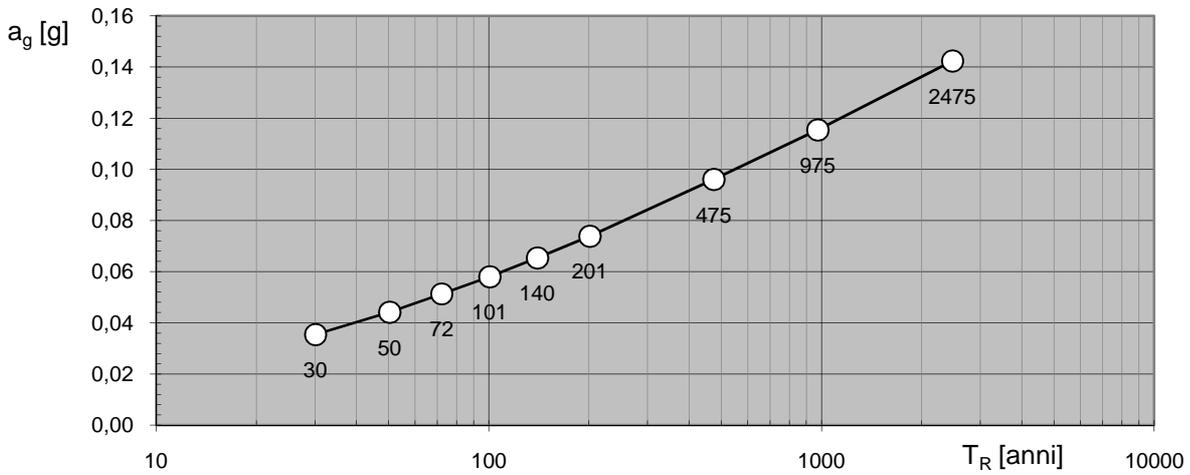


NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,035	2,345	0,278
50	0,044	2,382	0,320
72	0,051	2,407	0,341
101	0,058	2,468	0,351
140	0,065	2,483	0,365
201	0,074	2,513	0,379
475	0,096	2,572	0,421
975	0,115	2,667	0,440
2475	0,142	2,792	0,462

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="30"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="50"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="475"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="975"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

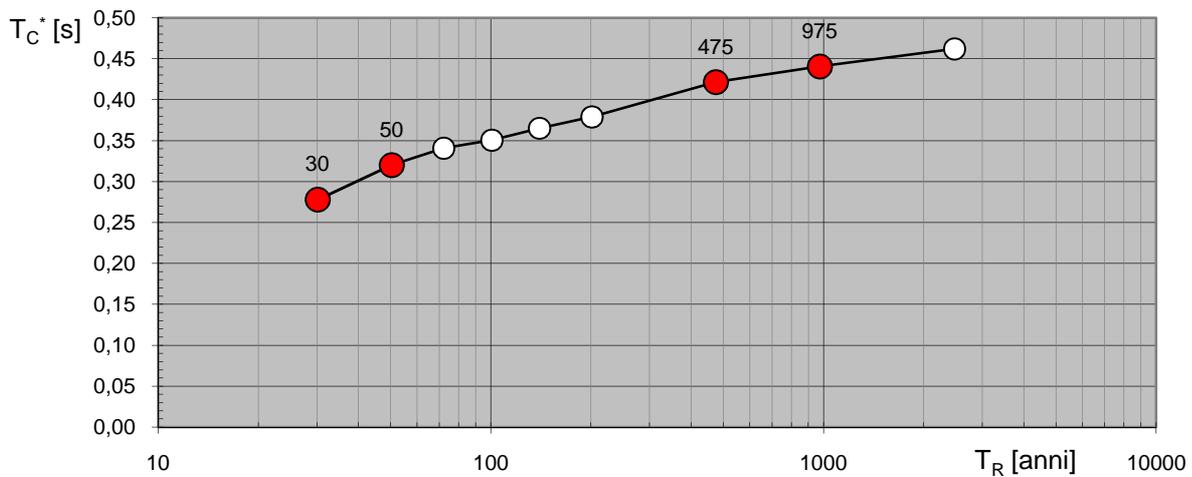
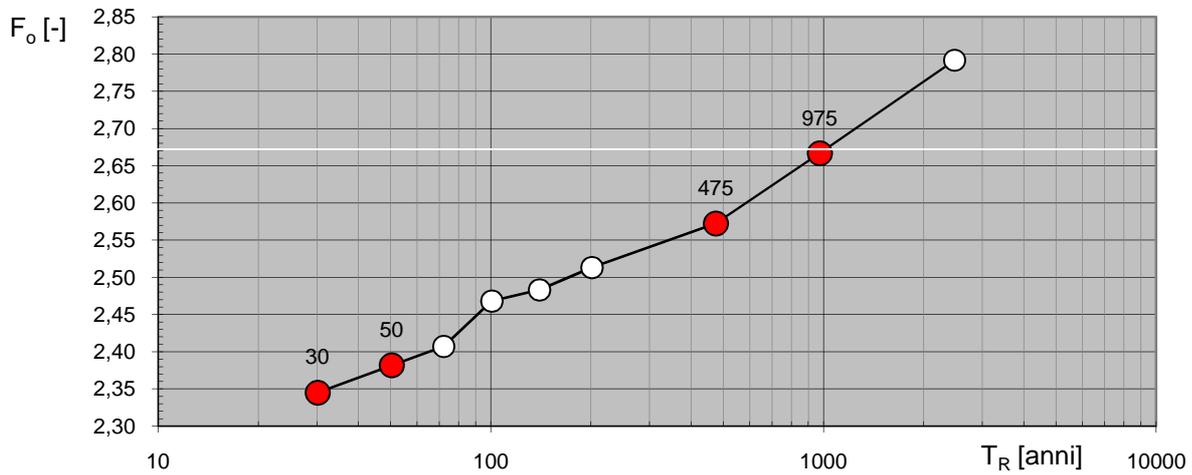
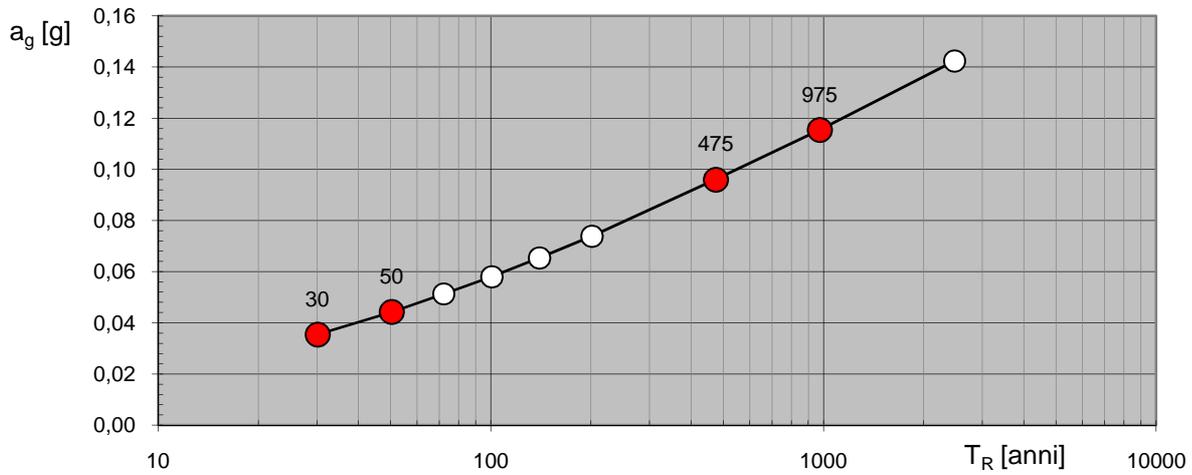
INTRO

FASE 1

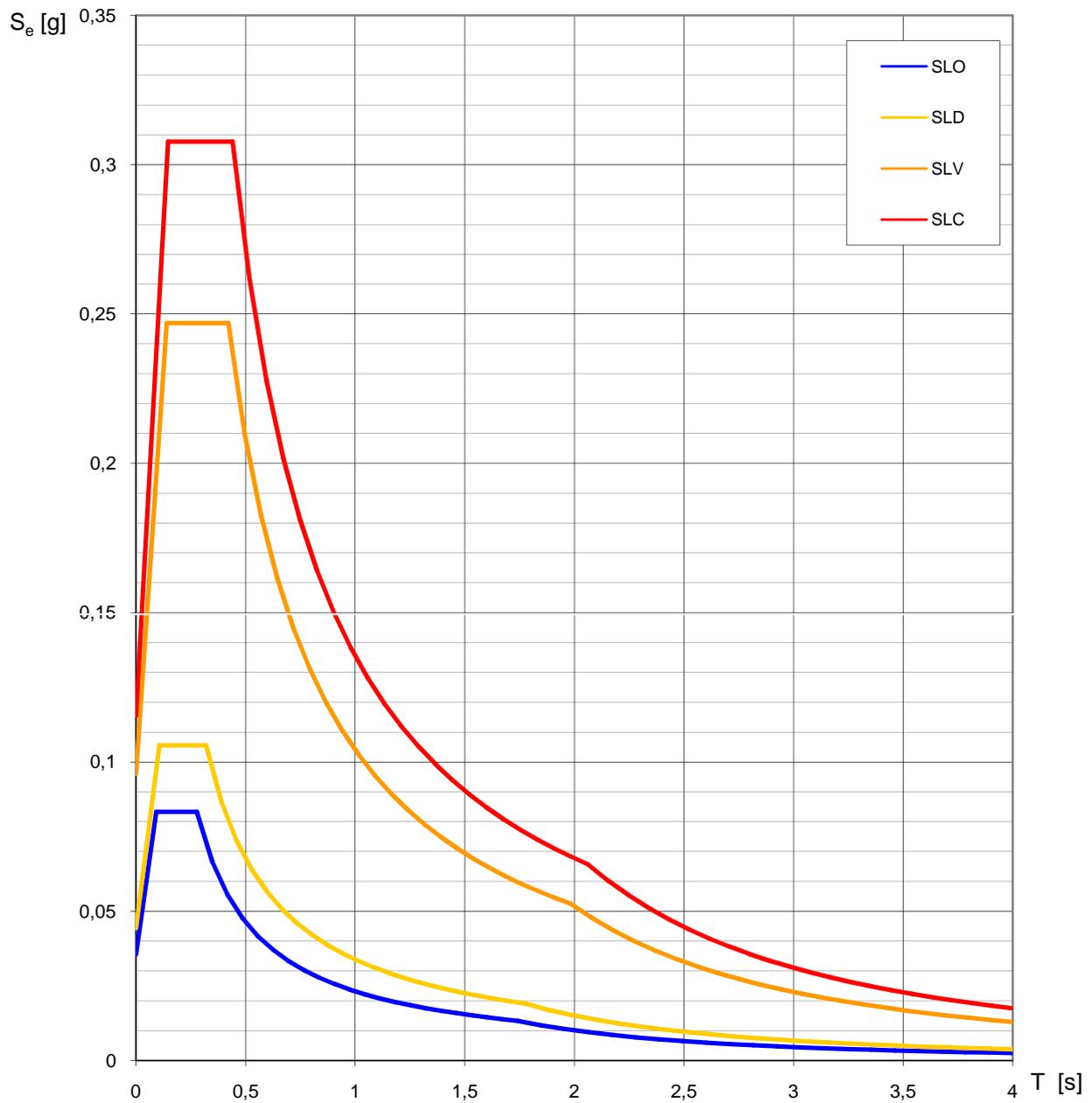
FASE 2

FASE 3

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,036	2,345	0,278
SLD	50	0,044	2,382	0,320
SLV	475	0,096	2,572	0,421
SLC	975	0,115	2,667	0,440

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **A** info

Categoria topografica **T4** info

$S_S = 1,000$

$C_C = 1,000$ info

$h/H = 1,000$

$S_T = 1,400$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1,000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore $q_o = 1,5$

Regol. in altezza **sì** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore $q = 1,5$

$\eta = 0,667$ info

Elaborazioni

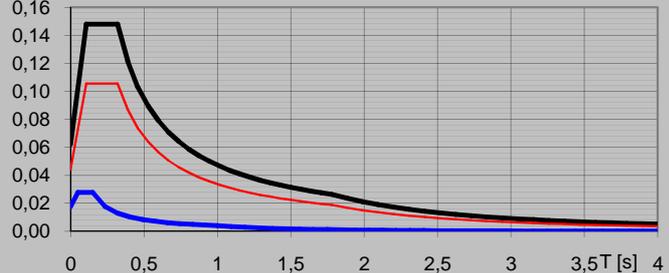
Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

$S_{d,o}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]

- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

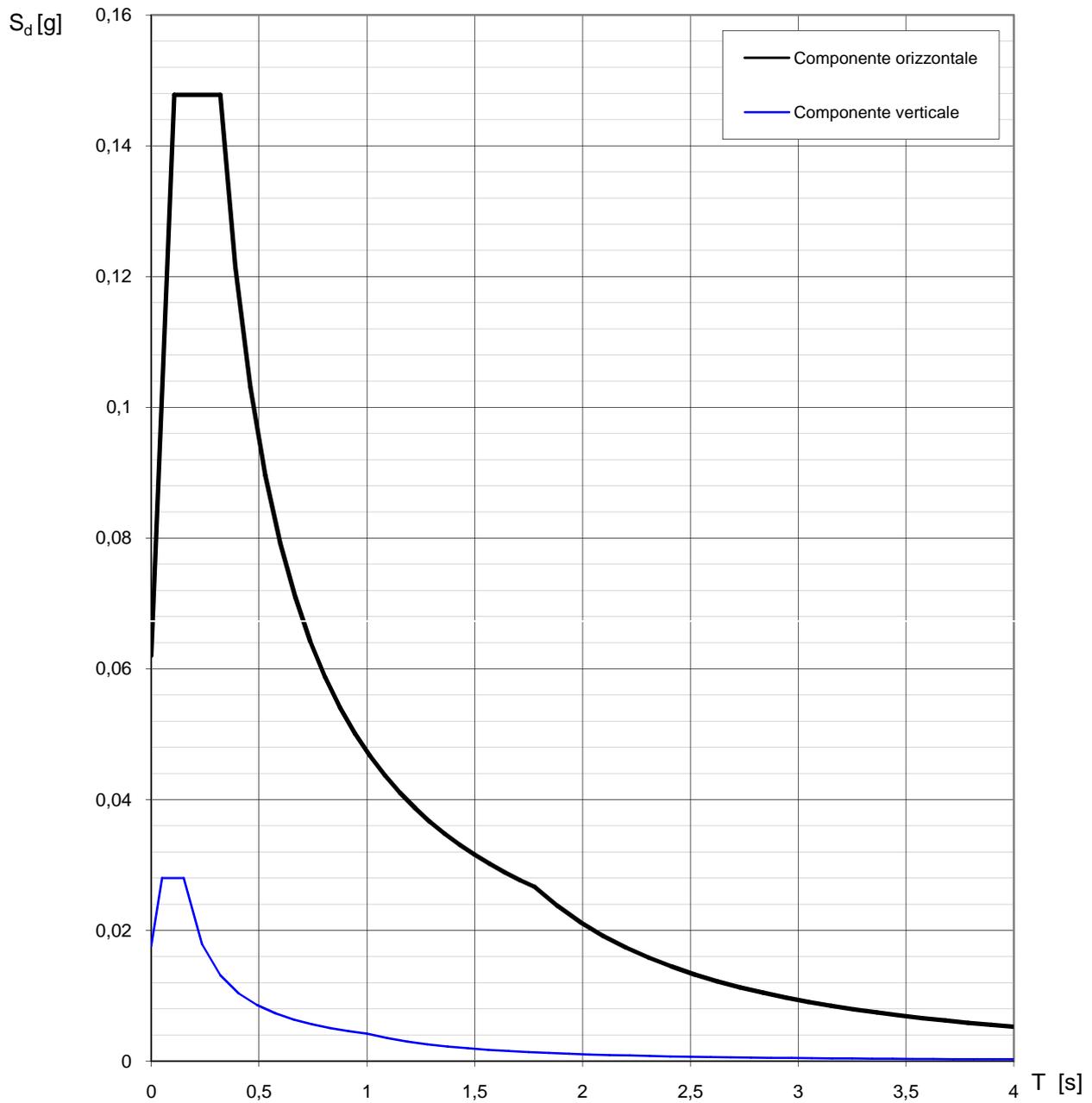


INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,044 g
F_o	2,382
T_c^*	0,320 s
S_s	1,000
C_c	1,000
S_T	1,400
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,400
η	1,000
T_B	0,107 s
T_C	0,320 s
T_D	1,777 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,062
T_B ←	0,107	0,148
T_C ←	0,320	0,148
	0,390	0,121
	0,459	0,103
	0,528	0,090
	0,598	0,079
	0,667	0,071
	0,737	0,064
	0,806	0,059
	0,875	0,054
	0,945	0,050
	1,014	0,047
	1,083	0,044
	1,153	0,041
	1,222	0,039
	1,292	0,037
	1,361	0,035
	1,430	0,033
	1,500	0,032
	1,569	0,030
	1,638	0,029
	1,708	0,028
T_D ←	1,777	0,027
	1,883	0,024
	1,989	0,021
	2,095	0,019
	2,201	0,017
	2,306	0,016
	2,412	0,014
	2,518	0,013
	2,624	0,012
	2,730	0,011
	2,836	0,010
	2,942	0,010
	3,047	0,009
	3,153	0,008
	3,259	0,008
	3,365	0,007
	3,471	0,007
	3,577	0,007
	3,682	0,006
	3,788	0,006
	3,894	0,006
	4,000	0,005

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{qv}	0,013 g
S_S	1,000
S_T	1,400
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,677
S	1,400
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,018
$T_B \leftarrow$	0,050	0,028
$T_C \leftarrow$	0,150	0,028
	0,235	0,018
	0,320	0,013
	0,405	0,010
	0,490	0,009
	0,575	0,007
	0,660	0,006
	0,745	0,006
	0,830	0,005
	0,915	0,005
$T_D \leftarrow$	1,000	0,004
	1,094	0,004
	1,188	0,003
	1,281	0,003
	1,375	0,002
	1,469	0,002
	1,563	0,002
	1,656	0,002
	1,750	0,001
	1,844	0,001
	1,938	0,001
	2,031	0,001
	2,125	0,001
	2,219	0,001
	2,313	0,001
	2,406	0,001
	2,500	0,001
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,000
	3,063	0,000
	3,156	0,000
	3,250	0,000
	3,344	0,000
	3,438	0,000
	3,531	0,000
	3,625	0,000
	3,719	0,000
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **A** info

Categoria topografica **T4** info

$S_S =$ **1,000**

$C_C =$ **1,000** info

$h/H =$ **1,000**

$S_T =$ **1,400** info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5** $\eta =$ **1,000** info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **1,5** Regol. in altezza **sì** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1,5** $\eta =$ **0,667** info

Elaborazioni

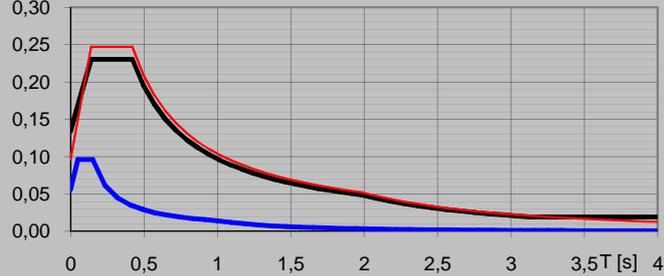
Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

$S_{d,o}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]

- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

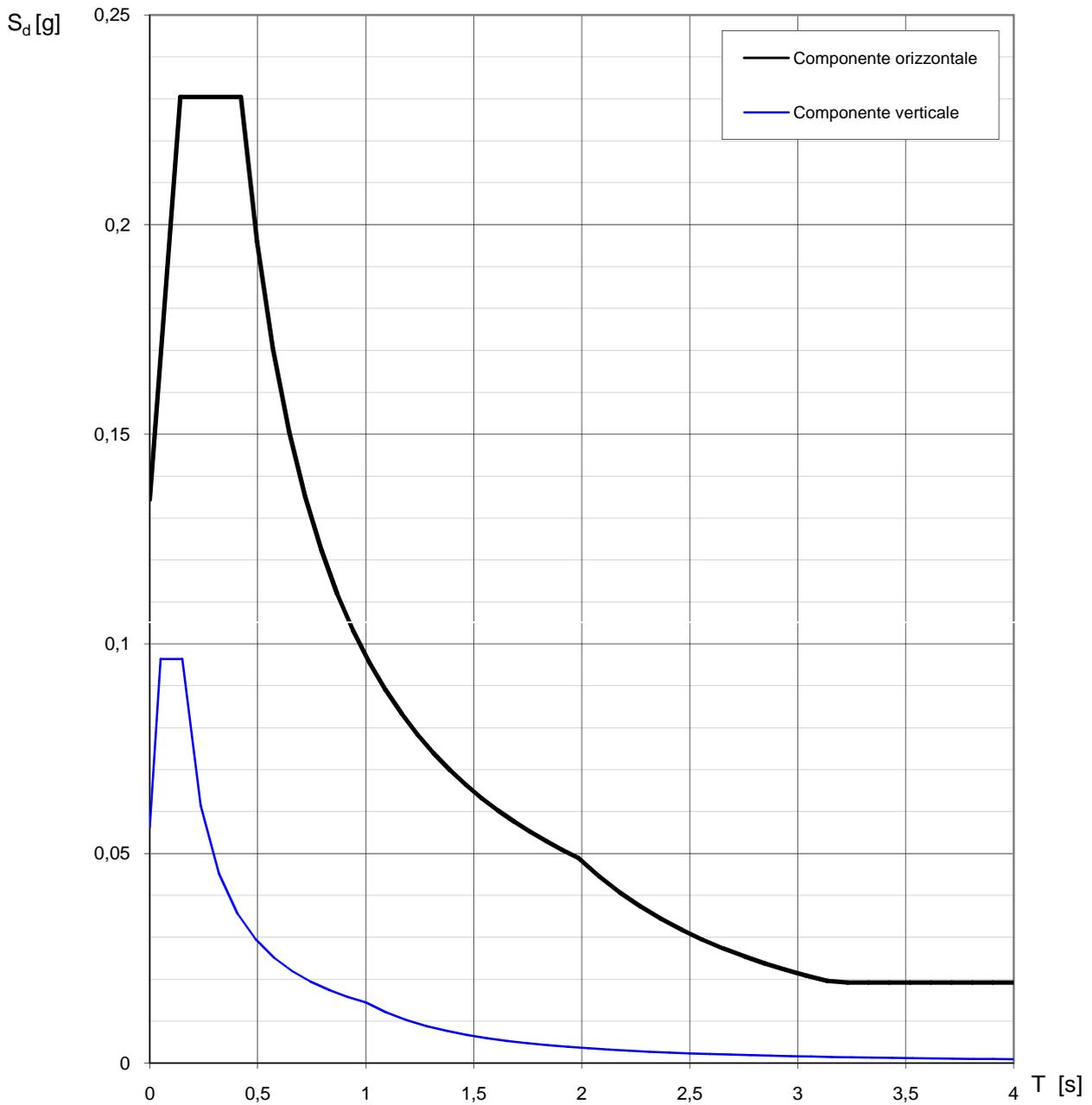


INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,096 g
F_o	2,572
T_c^*	0,421 s
S_s	1,000
C_c	1,000
S_T	1,400
q	1,500

Parametri dipendenti

S	1,400
η	0,667
T_B	0,140 s
T_C	0,421 s
T_D	1,984 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,134
$T_B \leftarrow$	0,140	0,230
$T_C \leftarrow$	0,421	0,230
	0,496	0,196
	0,570	0,170
	0,645	0,151
	0,719	0,135
	0,793	0,122
	0,868	0,112
	0,942	0,103
	1,017	0,096
	1,091	0,089
	1,165	0,083
	1,240	0,078
	1,314	0,074
	1,389	0,070
	1,463	0,066
	1,538	0,063
	1,612	0,060
	1,686	0,058
	1,761	0,055
	1,835	0,053
	1,910	0,051
$T_D \leftarrow$	1,984	0,049
	2,080	0,045
	2,176	0,041
	2,272	0,037
	2,368	0,034
	2,464	0,032
	2,560	0,029
	2,656	0,027
	2,752	0,025
	2,848	0,024
	2,944	0,022
	3,040	0,021
	3,136	0,020
	3,232	0,019
	3,328	0,019
	3,424	0,019
	3,520	0,019
	3,616	0,019
	3,712	0,019
	3,808	0,019
	3,904	0,019
	4,000	0,019

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0,040 g
S_S	1,000
S_T	1,400
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,076
S	1,400
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,056
$T_B \leftarrow$	0,050	0,096
$T_C \leftarrow$	0,150	0,096
	0,235	0,062
	0,320	0,045
	0,405	0,036
	0,490	0,030
	0,575	0,025
	0,660	0,022
	0,745	0,019
	0,830	0,017
	0,915	0,016
$T_D \leftarrow$	1,000	0,014
	1,094	0,012
	1,188	0,010
	1,281	0,009
	1,375	0,008
	1,469	0,007
	1,563	0,006
	1,656	0,005
	1,750	0,005
	1,844	0,004
	1,938	0,004
	2,031	0,004
	2,125	0,003
	2,219	0,003
	2,313	0,003
	2,406	0,002
	2,500	0,002
	2,594	0,002
	2,688	0,002
	2,781	0,002
	2,875	0,002
	2,969	0,002
	3,063	0,002
	3,156	0,001
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.