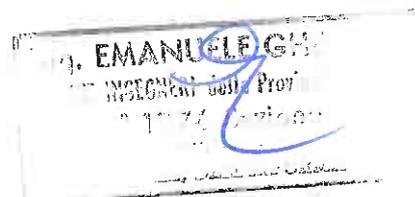


| | | | | |
|-----------------|---------|-----------|-----------------|------|
| | | | | ○ |
| | | | | ○ |
| | | | | ○ |
| Prima emissione | F.C. | E.G. | 16 gennaio 2012 | ○ |
| DESCRIZIONE | REDATTO | APPROVATO | DATA | REV. |



COMUNI DI DAONE, PRASO e BERSONE Provincia di Trento



PROGETTO
PROGETTO ESECUTIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO A SERVIZIO DEGLI EDIFICI PUBBLICI DEI COMUNI DI PRASO, DAONE E BERSONE - STRALCIO 1

OGGETTO
IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO

TITOLO DELL'ELABORATO
RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

UBICAZIONE
COMUNI DI PRASO, BERSONE E DAONE

COMMITTENTE:



E.S.CO. BIM E COMUNI DEL CHIESE
 Via Oreste Barattieri, 11 - 31033 Condino (TN)
 Telefono 0465 621048 - Fax 0465 621720
 bimchiese@bimchiese.it
 comuseo@bimchiese.it

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI:



ING. EMANUELE GHELARDI

Via S. D'Acquisto, 40/y
 56025 - Pontedera (PI)
 tel: 058759229 fax: 058754513
 e-mail: info@primetecsr.it

ING. ALESSANDRO LEONCINI
ING. PAOLO MANNELLI
ING. MARCO GINANNI
P.I. RENZO ANDREINI
ARCH. FABRIZIO CERRAI
GEOM. MAURIZIO MARIOTTI
ING. VITTORIO BARDINI
ING. GIANLUCA BONINI

SCALA

-

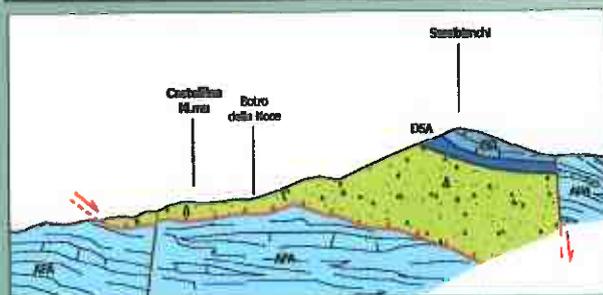
FORMATO

A4

NOME FILE

E423/Relazione geologica.pdf

Elab. 1-42-E



di Dott. Geol. Francesco Calderini
via Cairoli, 3 - 56040 Castellina M.ma (PI)
Studio: via Telesio, 84 - 57016 Vada (LI)
fax +39.0586.787578 - cell. +39.349.6359175
e-mail: francesco.calderini@tin.it
francesco.calderini-2213@postacertificata.gov.it
Ordine dei Geologi della Toscana n° 1401
Codice Fiscale: CLDFNC72R03G702I
Partita I.V.A.: 01992410504

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA A SUPPORTO DEL PROGETTO ESECUTIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO ALIMENTATO A BIOMASSE

**REGIONE TRENINO ALTO-ADIGE
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
COMUNI DI DAONE, PRASO, BERSONE**



Francesco Calderini

LOCALITA' Area compresa tra i capoluoghi comunali di Daone, Praso, Bersone e un piccolo settore del Comune di Pieve di Bono

Committenza:
E.s.Co. B.I.M. e Comuni del Chiese

INDICE

PARAGRAFI

| | |
|-----------------------------|--------------|
| 1. Premessa | pg. 3 |
| 1.1. Obiettivi dello studio | 3 |
| 1.2. Quadro normativo | 3 |
| 1.3. Ubicazione | 3 |
| 1.4. Metodologia d'indagine | 4 |

RELAZIONE GEOLOGICA

| | |
|---|-----------|
| 2. Inquadramento geologico | 5 |
| 3. Geomorfologia e pericolosità geomorfologica | 6 |
| 4. Clima, idrografia e pericolosità idraulica | 7 |
| 5. Idrogeologia | 7 |
| 6. Inquadramento sismico | 7 |
| 7. Indagini geognostiche | 8 |
| 8. Parametrizzazione geotecnica | 11 |
| 9. Modello geologico | 13 |
| 10. Verifiche della stabilità del pendio | 14 |
| 11. Scavi – aspetti tecnici e ambientali | 15 |
| 12. Fattibilità e prescrizioni | 16 |

RELAZIONE SISMICA

| | |
|---|-----------|
| 13. Pericolosità ed azione sismica | 19 |
|---|-----------|

RELAZIONE GEOTECNICA (parte)

| | |
|---|-----------|
| 14. Parametrizzazione geotecnica di progetto | 29 |
| 15. Orientamenti geotecnici | 31 |
| 16. Osservazioni conclusive | 35 |

ALLEGATI

- 1. Corografia**
- 2. Carta geolitologica**
- 3. Bozza Carta Geologica CARG**
- 4. Carta di Sintesi Geologica**
- 4a. Carta di Sintesi Geologica particolare**
- 5. Elaborati indagini geognostiche**
- 6. Documentazione fotografica**
- 7. Verifiche di stabilità del pendio loc. Praso**
- 8. Planimetria e Sezione geologica-sismica-litotecnica interpretativa A-A' loc. Formino**
- 9. Planimetria con ubicazione delle indagini e degli interventi loc. Praso**
- 10. Sezione geologica-sismica-litotecnica interpretativa B-B' loc. Praso**

1. Premessa

Su incarico ricevuto dall'Ing. Emanuele Ghelardi è stata condotta un'indagine geologica-geotecnica sul territorio dei Comuni di Daone, Praso, Bersone e Pieve di Bono (TN), dove è in progetto la realizzazione di un impianto di teleriscaldamento per utenze pubbliche, alimentato a biomassa, per una potenza nominale di 4,2 MW. In particolare il progetto esecutivo, di cui il presente studio è a supporto, riguarda la realizzazione della centrale termica (area interessata pari a circa 65x40 m, con impronta della fondazione pari a circa 35x28 m e altezza massima pari a circa 15 m realizzata contro un versante), della stazione di rilancio (impronta della fondazione pari a circa 13,5x8,5 m e altezza massima pari a circa 5 m), l'installazione delle sottocentrali di utenza e la posa della relativa rete di tubazioni (per una lunghezza complessiva di circa 6.500 m da stendere mediante scavo di profondità circa 1,5 m su sedi stradali esistenti) a servizio delle utenze pubbliche dei tre comuni di Daone, Praso e Bersone. Per ogni ulteriore dettaglio si rimanda comunque agli specifici elaborati progettuali.

1.1. Obiettivi dello studio

Il presente studio si propone lo scopo di effettuare, con dettaglio relativo alle strutture in progetto, una caratterizzazione geologica, geomorfologica, idrogeologica, sismica e geotecnica dei sottosuoli di fondazione che sia in grado di individuare le resistenze geotecniche di progetto in funzione dei vari approcci progettuali di normativa e di indicare le soluzioni più opportune per il superamento delle criticità geologiche emerse nel corso dello studio.

1.2. Quadro normativo

Lo studio effettuato trova i presupposti nella normativa di seguito sinteticamente elencata:

- d.p.r. 328/01
- l. 2 febbraio 1974, n. 64
- d.m. 11/03/1988
- d.m. 14 gennaio 2008: "Nuove" Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare "finalissima" M.I.T.- C.S.L.P. del 2 febbraio 2009, n. 617
- Circolare M.I.T. 11 dicembre 2009
- l.p. 07 agosto 2003, n. 7
- d.g.p. 23 ottobre 2003, n. 2813 e successivi aggiornamenti
- l.p. 27 maggio 2008, n. 5 (Norme di attuazione del P.U.P.)
- d.g.p. 5 settembre 2008, n.2249 (Norme Tecniche di Attuazione della Carta di Sintesi Geologica)
- d.g.p. 27 dicembre 2009, n. 3144
- d.P.R 15 febbraio 2006 e ss.mm.aa. (P.G.U.A.P.)
- d.lgs. 152/06 e ss.mm.ii.: Norme in materia ambientale
- Strumenti Urbanistici provinciali e comunali vigenti

1.3. Ubicazione

L'area in oggetto è situata nei Comuni di Daone, Praso, Bersone e in un piccolo settore del Comune di Pieve di Bono (TN) fino alla locale casa di riposo. L'ubicazione della **rete di tubazioni** è indicata nella cartografia allegata e si sviluppa sostanzialmente lungo le strade pubbliche che collegano i tre capoluoghi comunali, la stazione di rilancio è ubicata al margine orientale della località Formino e la centrale termica risulta posizionata presso il campo sportivo di Praso in località Calchère.

Per quanto riguarda la **centrale termica**:

- le coordinate catastali sono le seguenti: p.f. 1067, 1068, 1070, 1071, 1074 e 1100 nel comune catastale di Praso.
- le coordinate in gradi decimali (WGS 84), riferite circa al baricentro piano della struttura, risultano le seguenti:
10.642147° longitudine;
45.950821° latitudine.
- le coordinate in gradi decimali (ED 50), riferite circa al baricentro piano della struttura, risultano le seguenti:
10,643182° longitudine;
45,951730° latitudine.

Per quanto riguarda la **stazione di rilancio**:

- le coordinate catastali sono le seguenti: p.f. 841 nel comune catastale di Bersone.
- le coordinate in gradi decimali (WGS 84), riferite circa al baricentro piano della struttura, risultano le seguenti:

10,632737° longitudine;

45,946442° latitudine.

- le coordinate in gradi decimali (ED 50), riferite circa al baricentro piano della struttura, risultano le seguenti:

10,633772° longitudine;

45,947351° latitudine.

1.4. Metodologia d'indagine

Al fine della caratterizzazione dei luoghi, in particolare quelli relativi alle opere civili, la metodologia di indagine, in funzione delle problematiche in oggetto e dell'assetto geomorfologico e logistico delle aree interessate, è stata articolata secondo le seguenti fasi:

- ricerca bibliografica preliminare sulle caratteristiche dei terreni affioranti in loco;
- rilevamento diretto delle aree e di loro congrui intorno;
- esecuzione n° 2 prospezioni geofisiche MASW (M1, M2) in prossimità del sito destinato a centrale termica;
- esecuzione n° 1 prospezione geofisica MASW (M3) in prossimità del sito destinato a stazione di rilancio;
- esecuzione n° 1 prospezione geofisica di sismica a rifrazione (ST1) in prossimità del sito destinato a centrale termica;
- esecuzione n° 1 prospezione geofisica speditiva di sismica a rifrazione (ST2) in prossimità del sito destinato a stazione di rilancio;
- esecuzione n° 1 sondaggio a carotaggio continuo (S1) in prossimità del sito destinato a centrale termica;
- esecuzione n° 1 saggio di scavo con escavatore (SC1) in prossimità del sito destinato a stazione di rilancio;
- elaborazione ed interpretazione di tutti i dati acquisiti.

RELAZIONE GEOLOGICA

sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (par. 6.2.1 delle NTC d.m. 14/01/2008 e par. 6.2.1 della Circolare "finalissima" del 2 febbraio 2009, n. 617)

2. Inquadramento geologico

A livello regionale la successione litologica presente è costituita da sedimenti continentali e marini che poggiano su un basamento metamorfico ercinico. Il basamento è costituito da micascisti a biotite e muscovite attribuiti alla formazione degli Scisti di Rendena e presenta un'impronta metamorfica regionale alla quale, localmente, si sovrappone un metamorfismo di contatto dovuto alla messa in posto del plutone terziario dell'Adamello costituito da corpi in prevalenza acidi tonalitici-granodioritici, tagliati a loro volta da frequenti filoni di tipo femico. Al di sopra del basamento cristallino sono presenti le successioni terrigene, vulcaniche e carbonatiche del permo-trias condizionate negli spessori e nelle variazioni laterali di facies, dall'assetto particolarmente articolato ed accidentato del settore più orientale del Bacino Lombardo. I depositi e le forme quaternarie più antichi sono antecedenti l'ultimo grande evento glaciale. A questi sono poi sovrapposti, quasi completamente, i depositi in prevalenza gravitativi e fluvio-torrentizi dell'ultimo massimo glaciale e del post-glaciale. Da segnalare, infatti, l'accumulo dei sedimenti collegati alle alluvioni del fiume Chiese e del torrente Adanà, unitamente all'intensa attività dei versanti che hanno cancellato quasi del tutto le coperture quaternarie precedenti, osservabili solo nei settori più elevati dei rilievi.

La carta geolitologica, allegata alla presente relazione, mette in evidenza la distribuzione delle unità litostratigrafiche e le geometrie dei loro rapporti, in riferimento al territorio indagato e ad un suo vasto intorno.

L'area in esame presenta un substrato costituito da formazioni della successione sedimentaria del permo-trias. In particolare, a partire dalla formazione più antica, nella zona di Daone affiora il **Verrucano Lombardo (VER)** riferibile al Permiano superiore, e costituito nel tratto medio superiore da arenarie rossastre alternate a siltiti rosso-cupo e inferiormente da conglomerati con ciottoli di quarziti, vulcaniti e arenarie di colore rossastro. Nell'area di Formino, ribassati da una faglia diretta NE-SW ubicata ad ovest di Formino, affiorano le prevalenti siltiti della formazione di **Servino (SRV)** riferibile allo Scitico ed in particolare la **Carniola di Bovegno (BOV)** riferibile allo Scitico superiore-Anisico basale. Quest'ultima, affiorante con giacitura suborizzontale nella zona di Formino, in corrispondenza del versante ad est della stazione di rilancio in progetto, è costituita da calcari e calcari dolomitici grigio-chiari e giallastri, spesso vacuolari, talora passanti a breccie autoclastiche per lo più evaporitiche, localmente sono presenti lenti di gessi ed anidriti nella parte inferiore. La Carniola di Bovegno costituisce spesso l'orizzonte stratigrafico lungo il quale si sono impostati sovrascorrimenti o scollamenti tettonici, dal momento che le sue caratteristiche reologiche ne hanno fatto uno dei principali orizzonti deboli della successione sedimentaria subalpina. In prossimità della stessa area si ha il passaggio, tramite un'altra faglia diretta analoga alla precedente (sulla quale comunque permangono anche in letteratura dubbi interpretativi), verso il Calcare di Angolo e il Calcare di Prezzo (Prima unità carbonatica stratificata incompetente), affioranti sino al fondovalle del F. Chiese e del T. Adanà. Il **Calcare di Angolo (ANG)** è riferibile all'Anisico inferiore-medio ed è qui rappresentato da calcari grigi e grigio scuri in strati pluridecimetri (in strati di spessore variabile dai 40 ai 100 cm, spesso amalgamati, planari o vagamente nodulosi) localmente con intercalazioni di livelli costituiti da strati più sottili (spessi 5-15 cm, con rare intercalazioni di argilliti), amalgamati, nodulari e bioturbati, con alla base intercalazioni di livelli decimetrici e metrici di dolomie calcaree vacuolari (simili a quelle della Carniola di Bovegno), marne beige-giallastre stratificate e breccie caotiche ad elementi di calcari grigi e dolomie marroni, inglobate in una matrice marnosa con carniole. Il tetto della formazione è caratteristicamente costituito da alcune decine di metri di lumachella, comprendente il "banco a Brachiopodi" che segna la transizione al Calcare di Prezzo. Lo spessore complessivo della formazione varia tra i 300-500 m.

Il **Calcare di Prezzo (PRZ)** è riferibile all'Anisico superiore e costituito alla base da calcari e calcari marnosi nerastri, sottilmente stratificati, irregolarmente nodulari, alternati a marne argillose, per passare verso l'alto a regolari alternanze di calcari marnosi e marne.

I **depositi quaternari** sono riferibili in maniera indistinta a morene wurmiane e post-wurmiane, depositi fluvio-glaciali e depositi eluvio-colluviali e detritici di versante. Sono costituiti per lo più da materiali fluvio-glaciali e morenici rimaneggiati. I primi si distinguono per la presenza di una pseudo-stratificazione e per la posizione morfologica (in corrispondenza dei tratti di versante a debole pendenza quali i terrazzamenti morfologici). Litologicamente sono costituiti da ghiaie e sabbie limose con ciottoli e clasti. I materiali morenici rimaneggiati sono caratterizzati dalla presenza di accumuli caotici di clasti e blocchi in matrice, quantitativamente variabile, sabbioso-limosa. Si tratta di materiali rimaneggiati dall'azione gravitativa, in quanto frammisti a materiali detritici

ed eluviali. I depositi quaternari appaiono significativi in particolare nella zona di Praso. Un esiguo deposito alluvionale (spessore stimabile di circa 3 m) è presente in corrispondenza dell'ubicazione della stazione di rilancio in progetto presso Formino lungo il Rio Filos. Nella bozza di carta geologica CARG (foglio Bagolino in lavorazione, gentilmente fornita dal Servizio Geologico della P.A.T.) i depositi quaternari sono cartografati, in ordine a criteri allostratigrafici, con maggiore dettaglio e più opportuna differenziazione genetica e litologica. In particolare sono evidenziati, nella zona di Praso, le tilliti indifferenziate a granulometria più grossolana (SGD - puntinato viola) e i depositi di contatto glaciale a granulometria più fine (SGD - righe orizzontali continue e tratteggiate viola).

3. Geomorfologia e pericolosità geomorfologica

L'area in oggetto si trova a mezza costa in corrispondenza dell'intersezione pseudortogonale tra la Valle di Daone sul cui fondovalle scorre il F. Chiese e la Valle Giudicarie Inferiore, solcata in questo tratto, dal T. Adanà.

Il tracciato del teleriscaldamento e le opere civili in progetto interessano i tre capoluoghi comunali di Daone, Bersone e Praso sviluppandosi a quote comprese tra 550 e 820 m slm. Pendenze significative lungo il tracciato della tubazione si riscontrano nel tratto che da Praso scende a Bersone lungo via Roma e in due serie di tornanti presenti lungo la strada tra Formino e Daone.

La stazione di rilancio in progetto è ubicata a Formino in una piccola area subpianeggiante nello stretto fondovalle del Rio Filos, in sinistra idrografica, a quota di circa 639 m slm.

La centrale termica in progetto è ubicata a Praso circa a mezza costa del versante che degrada dalla località Garda verso il fondovalle del Torrente Adanà, con piano di imposta a quota di circa 738 m slm.

Nel dettaglio il tratto di versante interessato dalla nuova edificazione presenta una pendenza media di circa 20°, ma come è bene evidenziato nella planimetria allegata è costituito da terrazzamenti antropici agrari che si articolano in maniera complessa delineando a seconda dei vari settori del pendio la presenza di tre o di quattro terrazzi.

Sostanzialmente i caratteri geomorfologici dei luoghi interessati dal progetto sono dominati da morfologie fluvio-glaciali ed in parte minore da morfologie di versante e fluviali. Gli accumuli di tali litologie costituiscono coperture in genere caratterizzate da proprietà geotecniche medio-buone, i cui spessori assumono una certa variabilità areale, con minimi "pellicolari", per esempio in località Daone.

Sulla base indicativa del P.G.U.A.P. della Provincia Autonoma di Trento il tracciato del teleriscaldamento si sviluppa attraverso aree a pericolosità geologica irrilevante (abitati di Praso e centrale termica, Bersone, Formino e Daone), aree a bassa pericolosità geologica (i tratti compresi tra Praso e Bersone, Bersone e la casa di riposo verso Pieve di Bono, Formino e Daone), aree a **moderata pericolosità geologica** (ad est di Formino, in corrispondenza dell'ubicazione della stazione di rilancio, dove si registra la presenza di un movimento gravitativo attivo, attualmente contenuto alla base da un muro in c.a.), aree ad **elevata pericolosità geologica** (unicamente in corrispondenza dell'attraversamento della tubazione sull'alveo del Rio Filos).

Considerazioni in merito alla potenziale liquefacibilità dei terreni in caso di sisma saranno affrontate nei successivi paragrafi dedicati.

Il rilevamento condotto nelle zone interessate dagli interventi non ha evidenziato (ad eccezione della località di Formino) l'esistenza di forme o movimenti attribuibili a dissesti gravitativi in atto o quiescenti, di erosione diffusa o situazioni al limite dell'equilibrio che possano condizionare gli interventi in progetto.

Per quanto concerne la sede della stazione di rilancio, in località Formino, ostacolato da pendenze e vegetazione, è stato condotto un rilevamento presso il versante ad est dell'edificio in progetto, che ha evidenziato gli aspetti descritti di seguito.

- Dislivello tra la base, sede della stazione, e la sommità del pendio di circa 35-40 m
- Inclinazione media del pendio di circa 50° con valori massima stimabili in circa 60° e speroni (osservati 3) di roccia affiorante pseudoverticale.
- Affiorante costituito da roccia calcarea-dolomitica (Camiola di Bovegno) a stratificazione sub orizzontale molto frantumata e alterata, assimilabile ad una qualità scadente.
- Presenza di tre affioramenti rocciosi (speroni) principali rispettivamente a quote da piano campagna di circa + 7 m, + 15 m e circa +25 m, potenziali sorgenti di materiale
- Falde di detrito sciolto da medio a grossolano presenti ai lati del muro esistente e più piccole localizzate al piede degli speroni ricordati.

- Meccanismo prevalente di collasso per crollo; non si possono escludere colate di detrito comunque contenibili dal muro esistente.
- Esposizione del versante favorevole al crioclastismo (azione gelo-disgelo).
- Presenza di vegetazione di medio-alto fusto che può concorrere all'innescò del dissesto sia con il peso sia con l'azione degli apparati radicali sulla roccia fessurata; osservati alcuni alberi coinvolti in crolli.
- Osservati alcuni blocchi di roccia svincolati dall'ammasso e sostenuti precariamente da radici.
- Dimensione massima dei clasti circa 1 m cubo
- Il muro presente alla base del versante, alto 3,50 m dal p.c. e riempito a tergo dal detrito fino a 2,90 m dal p.c., previo adeguato svuotamento può contenere cadute di massi e colate di detrito provenienti dal primo sperone, ma non appare in grado di contenere la caduta di massi dagli speroni superiori, che peraltro possono acquisire traiettorie impreviste a causa di impatti su roccia e vegetazione.

4. Clima, idrografia e pericolosità idraulica

Stazioni meteorologiche rappresentative per l'area in oggetto indicano temperature medie prossime a 8-9° e precipitazioni medie quantificabili intorno a 1.300 mm annui con massimi nei mesi di maggio e novembre e minimi nei mesi freddi.

Come ricordato l'area in oggetto si trova a mezza costa in corrispondenza dell'intersezione pseudortogonale tra la Valle di Daone sul cui fondovalle scorre il F. Chiese e la Valle Giudicarie Inferiore sede per questo tratto del T. Adanà. Verso questi fondovalle avviene il drenaggio delle acque superficiali dell'area interessata dal progetto. Tali corsi d'acqua risultano comunque molto distanti dalle aree interessate dal progetto e l'unico corso d'acqua realmente significativo appare dunque il Rio Filos, affluente di sinistra del F. Chiese, che in località Formino risulta attraversato dalla tubazione del teleriscaldamento ed interessato in sinistra idrografica dalla costruzione della stazione di rilancio. Tale area non ricade in ambiti fluviali ecologici, paesaggistici ed idraulici del P.G.U.A.P. e come già ricordato nella carta di pericolosità idrogeologica del P.G.U.A.P., l'area di attraversamento del Rio risulta ad **elevata pericolosità idrogeologica**.

Appare comunque evidente che l'attraversamento della tubazione sul F. Filos, non avrà alcuna incidenza sull'assetto idraulico del corso d'acqua in quanto le tubazioni passeranno sotto l'alveo: una volta riempito lo scavo infatti, le condizioni attuali saranno integralmente ristabilite, per cui non vi saranno aumenti di pericolosità a monte e a valle.

5. Idrogeologia

I terreni presenti nell'area, pur nell'ambito di una evidente variabilità litologica, possiedono caratteristiche di permeabilità che possono definirsi medio-buone. Si passa così da litologie di copertura ghiaioso-sabbiose (quindi con un certo grado di permeabilità primaria), a corpi rocciosi (da terrigeni a calcarei) più o meno fratturati (permeabilità secondaria).

Per il sottosuolo interessato dalla costruzione della centrale termica a Praso, si assume cautelativamente la presenza di una falda idrica circa pari alla quota del tetto del substrato roccioso (che in riferimento al sondaggio S1 è stato individuato a circa 9 m dal p.c.).

Per il sottosuolo interessato dalla stazione di rilancio di Formino si prevede la presenza di una falda di subalveo sicuramente inferiore ai 2,40 dal p.c. per la quale quindi le opere in esame sono da considerarsi ininfluenti.

Nello stesso sito le opere di posizionamento delle tubazioni intercetteranno la falda di subalveo in corrispondenza dell'attraversamento in trincea del Rio Filos, ma una volta finito l'intervento e riempita la trincea, le condizioni attuali verranno comunque perfettamente ripristinate.

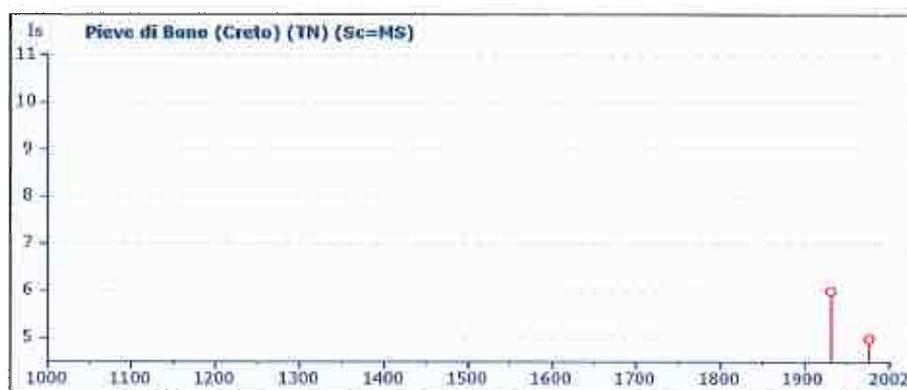
6. Inquadramento sismico

L'area interessata dallo studio appartiene, dal punto di vista sismotettonico, al sistema delle Giudicarie (VIGANÒ *et alii.*, 2008; CARULLI & SLEJKO, 2009). Tale sistema di faglie ha direttrici tettoniche mediamente orientate NNE-SSW e si sviluppa con relativa continuità dal Trentino occidentale alla Pianura Padana. Si ritiene che la sismicità delle Valli Giudicarie (a settentrione) e del Lago di Garda (a meridione) siano correlate a queste strutture di importanza regionale.

Gli eventi sismici rilevati come sismicità strumentale dal Servizio Geologico della P.A.T. nel periodo 1991-2008, la cui magnitudo da durata (MD) varia fra 1.3 e 3.2, si concentrano principalmente lungo la Valle del Chiese. Le profondità ipocentrali calcolate per i terremoti più significativi (MD >2.5) sono comprese entro i primi 20 km circa di spessore crostale.

Per quanto concerne la sismicità dell'area il database macrosismico italiano DBMI04 dell'INGV (Stucchi *et alii*, marzo 2007. DBMI04, Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04. Quaderni di Geofisica, Vol. 49, pp. 38), reperibile al sito <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/> ed utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), indica come evento di maggiore intensità al sito (Is espressa con la scala MCS) quello verificatosi nel 1931 (P1851, 3 agosto) nelle Giudicarie e intensità di 6 MCS. Non sono disponibili dati relativi ai meccanismi focali.

I principali eventi che hanno interessato il territorio dei Comuni di Daone, Bersone e Praso sono indicati nel grafico e nella tabella sottostanti che si riferiscono al Comune di Pieve di Bono località più prossima disponibile nel sito web dell'INGV:



| Seismic history of Pieve di Bono (Creto) | | | | | | |
|--|----------------------|------------------|--------|------|----|------|
| [45.940, 10.640] | | | | | | |
| Total number of earthquakes: 3 | | | | | | |
| Effects | Earthquake occurred: | | | | | |
| Is | Anno Me Gi Or | Area epicentrale | Studio | nMDP | Io | Mw |
| 6 | 1931 04 14 22 13 | GIUDICARIE | DOM | 160 | 6 | 4.89 |
| 5 | 1976 12 13 05 24 | RIVA DEL GARDA | DOM | 128 | 7 | 4.89 |
| 4 | 1989 09 13 21 53 60 | PASUBIO | BMING | 779 | 6 | 4.96 |

Fig. 1 – Dove: Is (Intensità sismica di sito in MCS); Studio (Codice bibliografico dell'elaborato di riferimento, compatto); nMDP (Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto) Io (Intensità massima epicentrale in MCS); Mw (Magnitudo-momento).

7. Indagini geognostiche

In ordine alle prescrizioni indicate in fase di progetto definitivo, sulla base di un programma di indagini progettato dallo scrivente, sono state eseguite indagini geotecniche e geofisiche che si considerano esaustive al fine della determinazione del profilo stratigrafico del sottosuolo e della caratterizzazione fisico-meccanica del sottosuolo di fondazione relativo ai due principali edifici progettati nell'ambito dell'impianto di teleriscaldamento in oggetto. Distinta per località, si riporta una sintesi significativa delle indagini eseguite, i cui dettagli sono presentati in allegato.

Località Praso

- N. 1 *Prospezione geofisica di sismica di superficie con tecnica MASW con onde Rayleigh da 46 m (MASW1 – maggio 2011)*

La linea è stata ubicata lungo la strada che corre alla base del settore centro-orientale dell'edificio in progetto con andamento NE - SW come riportato nella planimetria allegata.

La prospezione sismica è stata programmata con l'obiettivo di parametrizzare il sottosuolo in termini di Vsh ed individuare l'eventuale presenza del bedrock sismico e la sua profondità.

L'indagine, i cui risultati sono riportati in allegato al progetto definitivo, ha messo in evidenza la presenza di due sismostrati. Il più superficiale, corrispondente ai depositi fluvio-glaciali e probabilmente una formazione rocciosa fratturata e alterata, sismicamente indifferenziati, ha uno spessore medio di circa 7,20 metri ed è caratterizzato da valori di Vsh di circa 489 m/s. Al di sotto, compare un bedrock sismico, riferibile ad una formazione rocciosa calcarea fratturata, con valori di Vsh di circa 1.688 m/s.

- N. 1 Prospezione geofisica di sismica di superficie con tecnica a rifrazione con onde SH da 46 m (ST1 – dicembre 2011)

La linea è stata ubicata, nei limiti che la logistica ha permesso, in prossimità del settore centro-orientale dell'edificio con andamento NE - SW come riportato nella planimetria allegata.

La prospezione sismica di superficie è stata programmata con l'obiettivo di parametrizzare il sottosuolo in termini di Vsh ed individuare l'eventuale presenza del bedrock sismico, la sua profondità e la sua geometria.

L'indagine, i cui risultati sono riportati in allegato, ha messo in evidenza la presenza di tre sismostrati, escludendo lo spessore superficiale di circa 0,46 m di terreno areato. Il più superficiale, corrispondente ai depositi fluvio-glaciali, ha uno spessore medio di circa 2,27 metri ed è caratterizzato da valori di Vsh compresi fra 277 e 571 m/s. Al di sotto, in corrispondenza della formazione rocciosa fratturata e alterata, per uno spessore medio di circa 7,75 metri i valori di Vsh oscillano fra 1.294 e 664 m/s. Si giunge infine al bedrock sismico caratterizzato da valori di Vsh di circa e 1.590 m/s.

Preme evidenziare la variazione laterale di velocità relativa al sismostrato intermedio che nel settore di SW della stesa presenta valori di Vsh probabilmente compatibili con un bedrock o con trovanti di grandi dimensioni.

- N. 1 Prospezione geofisica di sismica di superficie con tecnica MASW con onde Rayleigh da 46 m (MASW2 – dicembre 2011)

La linea è stata ubicata lungo la strada che corre in testa al settore centro-occidentale dell'edificio in progetto con andamento NE - SW come riportato nella planimetria allegata.

La prospezione sismica è stata programmata con l'obiettivo di parametrizzare il sottosuolo in termini di Vsh ed individuare la presenza del bedrock sismico e soprattutto la sua profondità.

L'indagine, i cui risultati sono riportati in allegato, ha messo in evidenza la presenza di quattro sismostrati. Il più superficiale, corrispondente probabilmente ad un riporto, ha uno spessore di circa 1,50 metri ed è caratterizzato da valori di Vsh di circa 260 m/s. Il secondo pressoché analogo, corrispondente a depositi di versante e fluvio-glaciali, ha uno spessore di circa 2,10 metri ed è caratterizzato da valori di Vsh di circa 220 m/s. Al di sotto, in corrispondenza della formazione rocciosa fratturata e alterata, per uno spessore di circa 6,00 metri i valori di Vsh sono di circa 500 m/s. Si giunge infine al bedrock sismico caratterizzato da valori di Vsh di circa e 1.350 m/s.

- N. 1 Sondaggio a carotaggio continuo fino ad una profondità di 15 m dal p.c., con esecuzione n. 2 SPT (S1 – dicembre 2011)

Il sondaggio è stato programmato con l'obiettivo di:

- fornire il profilo stratigrafico dei depositi superficiali sino al substrato roccioso (bedrock sismico), attraversandolo per uno spessore significativo di almeno 5m;
- caratterizzare dal punto di vista fisico-meccanico i litotipi attraversati;
- effettuare rilievi e misure sulle eventuali falde acquifere.

Il sondaggio geognostico, identificato con la sigla S1, è stato effettuato a rotazione a carotaggio continuo (ø 101 mm) in data 21.12.2011. Il sondaggio ha raggiunto la profondità di 15.00 m dal p.c. Le granulometrie incontrate non hanno permesso il prelievo di campioni. Le condizioni di fratturazione delle carote non hanno permesso il rilievo dell'R.Q.D. Nel corso del sondaggio sono state effettuate n° 2 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT con punta Raymond, che hanno fornito i seguenti risultati:

| N | data | Profondità in m | tipo di punta | SPT |
|-------------------|------------|-----------------|---------------|----------|
| N _{SPT1} | 21.12.2011 | 2,00 – 2,50 | Raymond | 3-6-12 |
| N _{SPT2} | 21.12.2011 | 4,00 – 4,50 | Raymond | 10-16-50 |

La prova SPT, eseguita in corrispondenza di depositi fluvio-glaciali caratterizzati da granulometrie ghiaioso limoso-sabbiose, ha fatto registrare un valore di 16, indice di una litologia granulare moderatamente addensata.

La prova SPT, eseguita in corrispondenza di litologia rocciosa fratturata e alterata, ha fatto registrare un valore di 66.

Al termine della perforazione sono state effettuate misurazioni della falda con utilizzo di scandaglio elettrico (freatimetro). I risultati delle rilevazioni sono stati riportati nella tabella seguente:

| Fine perforazione | | |
|-------------------|-------|----------------------|
| Data | Ora | Livello (m dal p.c.) |
| 21.12.2011 | 18:30 | 9,00 |

L'indagine, i cui risultati sono riportati in allegato, oltre ad un riporto antropico di circa 0,80 m, ha messo in evidenza la presenza di una litologia costituita da ghiaia e ciottoli con limo sabbioso fino a 3,80 m dal p.c., una sottostante litologia rocciosa calcarea e marnosa fratturata e alterata fino a 9,00 m dal p.c., per passare ad un sottostante substrato roccioso calcareo e marnoso fratturato fino alla quota di interruzione del sondaggio.

Nella tabella seguente è stata riportata la successione litostratigrafica di dettaglio rilevata:

| Profondità metri dal p. c. | DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA |
|----------------------------|--|
| 0,00 – 0,80 | (Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa, sciolto, colore marrone scuro) – Terreno agrario rimaneggiato |
| 0,80 – 1,70 | Ghiaia e ciottoli clastosostenuti, con limo sabbioso, moderatamente addensati, colore marrone beige, clasti da angolosi a subangolosi, moderatamente selezionati, clasti di natura prevalentemente calcarea – ? Detrito di versante/ Deposito fluvio-glaciale |
| 1,70 – 3,80 | Ghiaia e ciottoli clastosostenuti, con limo sabbioso, moderatamente addensati, colore marrone, clasti da subangolosi ad arrotondati, poco selezionati, poligenici. Deposito fluvio-glaciale |
| 3,80 – 9,00 | Calcari grigio scuri stratificati con livelli di marne marrone beige, generale forte reazione ad HCl, non si riconosce l'assetto giaciturale, fratturati ed alterati – Alterazione Calcari di Angolo |
| 9,00 – 15,00 | Calcari grigio scuri stratificati con rari livelli di marne marrone beige, generale forte reazione ad HCl, non si riconosce l'assetto giaciturale, fratturati – Calcari di Angolo |

Località Formino

- N. 1 *Prospezione geofisica di sismica di superficie con tecnica a rifrazione con onde SH da 23 m (ST2 – dicembre 2011)*

La linea è stata ubicata, nei limiti che la logistica ha permesso, in corrispondenza della stazione di rilancio in progetto con andamento N - S come riportato nella planimetria allegata.

La prospezione sismica di superficie è stata programmata con l'obiettivo di fornire un modello di riferimento più attendibile per l'interpretazione della successiva indagine MASW.

L'indagine, i cui risultati sono riportati in allegato, ha messo in evidenza la presenza di tre sismostrati, escludendo lo spessore superficiale di circa 0,20 m di terreno areato. Il più superficiale, corrispondente ai depositi di versante e alluvionali, ha uno spessore medio di circa 2,41 metri ed è caratterizzato da valori di Vsh compresi fra 375 e 454 m/s. Al di sotto, in corrispondenza probabilmente di una formazione rocciosa fratturata e alterata, per uno spessore medio di circa 6,13 metri i valori di Vsh oscillano fra 586 e 588 m/s. Si giunge infine al bedrock sismico caratterizzato da valori di Vsh di circa 1.000 m/s.

- N. 1 *Prospezione geofisica di sismica di superficie con tecnica MASW con onde Rayleigh da 23 m (MASW3 – dicembre 2011)*

La linea è stata ubicata, nei limiti che la logistica ha permesso, in corrispondenza della stazione di rilancio in progetto con andamento N - S come riportato nella planimetria allegata.

La prospezione sismica è stata programmata con l'obiettivo di parametrizzare il sottosuolo in termini di Vsh ed individuare la presenza del bedrock sismico e soprattutto la sua profondità.

L'indagine, i cui risultati sono riportati in allegato, ha messo in evidenza la presenza di quattro sismostrati. Il più superficiale, corrispondente a depositi di versante e alluvionali, ha uno spessore di circa 3,50 metri ed è caratterizzato da valori di Vsh di circa 225 m/s. Al di sotto, in corrispondenza probabilmente di una formazione

rocciosa fratturata e alterata, per uno spessore di circa 2,50 metri i valori di Vsh sono di circa 450 m/s. Si giunge infine al bedrock sismico caratterizzato da valori di Vsh di circa e 1.000 m/s.

- N. 1 Pozzetto geognostico fino ad una profondità di 2,4m dal p.c. (SC1 – dicembre 2011)

Il saggio di scavo è stato programmato con l'obiettivo di:

- fornire il profilo stratigrafico dei primi metri dei depositi superficiali;
- individuare i litotipi del sottosuolo interessato dalle fondazioni;
- effettuare rilievi e misure sulle eventuali falde acquifere.

| Profondità metri dal p. c. | DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA |
|----------------------------|--|
| 0,00 – 0,20 | (Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa, sciolto, colore marrone, presente livello superficiale di miscela cementizia) – Riperto |
| 0,20 – 1,10 | Ghiaia e ciottoli clastosostenuti, con sabbia limosa, colore marrone beige, clasti da angolosi a subangolosi, moderatamente selezionati, clasti di natura prevalentemente calcareo-dolomitica – Detrito di versante (probabile accumulo di frana) |
| 1,10 – 1,25 | Livello di ghiaia con sabbia limosa e presenza di residui organici vegetali (rami d'albero) non mineralizzati, colore marrone scuro – Deposito alluvionale |
| 1,25 – 2,40 | Ghiaia e ciottoli clastosostenuti, con sabbia limosa, moderatamente addensati, colore marrone, clasti da subangolosi ad arrotondati, mediamente selezionati, poligenici. – Deposito alluvionale |

Per tutta la profondità dello scavo non è stata rilevata la presenza di una falda acquifera.

Le indagini eseguite hanno prodotto risultati sufficientemente affidabili al fine di ricostruire adeguati modelli geologici rispetto alle problematiche rilevate ed agli interventi in progetto.

8. Parametrizzazione geotecnica

Come indicato dal d.m. 14/01/08, i valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni di fondazione sono stati ottenuti attraverso l'interpretazione dei risultati di prove e misure in sito, ricordando che "per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato".

A questo scopo sono stati utilizzati i dati provenienti da prove penetrometriche dinamiche realizzate nel sondaggio S1 ed indirettamente dalle indagini geofisiche.

Per il **peso di volume** (γ) sono state utilizzate le correlazioni di Terzaghi e Peck (1948-1967) e di Bowles (1982).

Per l'**angolo di attrito** (ϕ), per litologie granulari, sono state utilizzate le correlazioni di Peck e Hanson (1953, 1974).

I dati ottenuti hanno permesso di giungere ad un significativo quadro geotecnico espresso in termini di valori medi (solo indicativi per la roccia).

Per il sito di **Praso**:

| Unità litotecnica | Formazione | da m | a m | Spessore | V _s (m/s) | N _{spt} | Litologia | Addensamento/ Consistenza/ fratturazione | γ (peso di volume) kN/m ³ | c _u (coesione non drenata) kN/m ² | ϕ' (angolo di resistenza al taglio) ° |
|-------------------|------------|------|------|----------|-------------------------|------------------|-----------|--|---|---|--|
| A | Copertura | 0,00 | 3,80 | 3,80 | 234 | 16 | granulare | Mediamente addensato | 19,32 | - | 32 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|------|-------|-------|-------|----|---------|------------------|-------|---|----|
| B | Roccia alterata | 3,80 | 9,00 | 5,10 | 496 | 66 | lapidea | Molto fratturato | 24,00 | - | 35 |
| C | Roccia (ANG) | 9,00 | 15,00 | >6,00 | 1.554 | - | lapidea | Fratturato | 26,00 | - | 40 |

Per il sito di **Formino**:

| Unità litotecnica | Formazione | da m | a m | Spessore | V_s (m/s) | Nspt | Litologia | Addensamento/ Consistenza/ fratturazione | γ (peso di volume) kN/m ³ | c_u (coesione non drenata) kN/m ² | φ' (angolo di resistenza al taglio) ° |
|-------------------|-----------------|------|-------|----------|----------------|------|-----------|--|---|--|---|
| A | Copertura | 0,00 | 3,50 | 3,50 | 225 | - | granulare | Mediamente addensato | 19,00 | - | 31 |
| B | Roccia alterata | 3,50 | 6,00 | 2,50 | 450 | - | lapidea | Molto fratturato | 22,00 | - | 34 |
| C | Roccia (BOV) | 7,00 | 30,00 | 23,00 | 1.000 | - | lapidea | Fratturato | 24,00 | - | 38 |

Si ricorda che secondo la Circolare "finalissima" M.I.T.- C.S.L.P. del 2 febbraio 2009, n. 617 per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (in fondazioni superficiali o in una frana il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità.

Nei casi specifici trattandosi di fondazioni superficiali, in analogia ai valori medi, per le unità litotecniche di riferimento i **valori caratteristici** sono risultati:

Per il sito di **Praso**:

| Unità litotecnica | Formazione | da m | a m | Spessore | V_s (m/s) | Nspt | Litologia | Addensamento/ Consistenza/ fratturazione | γ_k (peso di volume) kN/m ³ | c_{uk} (coesione non drenata) kN/m ² | φ'_k (angolo di resistenza al taglio) ° |
|-------------------|------------|------|-----|----------|----------------|------|-----------|--|---|---|---|
|-------------------|------------|------|-----|----------|----------------|------|-----------|--|---|---|---|

| | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|------|-------|-------|-------|----|-----------|----------------------|-------|---|----|
| A | Copertura | 0,00 | 3,80 | 3,80 | 234 | 16 | granulare | Mediamente addensato | 19,32 | - | 32 |
| B | Roccia alterata | 3,80 | 9,00 | 5,10 | 496 | 66 | lapidea | Molto fratturato | 24 | - | 35 |
| C | Roccia (ANG) | 9,00 | 15,00 | >6,00 | 1.554 | - | lapidea | Fratturato | 26 | - | 40 |

Per il sito di **Formino**:

| Unità litotecnica | Formazione | da m | a m | Spessore | Vs (m/s) | Nspt | Litologia | Addensamento/ Consistenza/ fratturazione | γ_k (peso di volume) kN/m ³ | c_{uk} (coesione non drenata) kN/m ² | φ'_k (angolo di resistenza al taglio) ° |
|-------------------|-----------------|------|-------|----------|----------|------|-----------|--|---|---|---|
| A | Copertura | 0,00 | 3,50 | 3,50 | 225 | - | granulare | Mediamente addensato | 19,00 | - | 31 |
| B | Roccia alterata | 3,50 | 6,00 | 2,50 | 450 | - | lapidea | Molto fratturato | 22,00 | - | 34 |
| C | Roccia (BOV) | 7,00 | 30,00 | 23,00 | 1.000 | - | lapidea | Fratturato | 24 | - | 38 |

I modelli geologici-geotecnici dei sottosuoli in esame sono rappresentati nelle sezioni allegate.

9. Modello geologico

L'implementazione dei dati di bibliografia con i dati del rilevamento ed i risultati delle indagini geognostiche eseguite evidenzia che gli interventi in progetto insistono su di un'area montana di mezzacosta caratterizzata da un substrato roccioso costituito in parte da litotipi terrigeni (zona di Daone) e in parte da litotipi calcareo-dolomitici (aree di Bersone e Praso). Le coperture presenti sono costituite prevalentemente da depositi quaternari fluvio-glaciali caratterizzati da litologie ghiaiose-ciottolose con sabbia e limo e con sparsi blocchi metrici e decametrici.

Per quanto riguarda l'area di Praso destinata alla costruzione della centrale termica si stima, sulla base delle indagini eseguite, uno spessore della copertura massimo di circa 4 m, sopra un substrato calcareo fratturato e caratterizzato per spessori di circa 5 m da una fascia superficiale di alterazione significativa. Sulla base dell'indagine sismica ST1 si evidenzia la variazione laterale di velocità relativa al sismostrato intermedio che nel settore di SW della stesa presenta valori di Vsh probabilmente compatibili con un bedrock o con trovanti di grandi dimensioni.

La copertura presenta buone caratteristiche geotecniche, che crescono con la profondità passando al substrato alterato e al substrato sano. In quest'area si assume la presenza di una falda idrica circa pari alla quota del tetto del substrato roccioso sano (che in riferimento al sondaggio S1 è stato individuato a circa 9 m dal p.c.).

Per quanto riguarda l'area di Formino destinata alla costruzione della stazione di rilancio si stima, sulla base delle indagini eseguite, uno spessore della copertura, in questo caso un deposito alluvionale, massimo di circa 3,50 m, sopra un substrato calcareo fratturato e caratterizzato per spessori di circa 2,50 m da una fascia di alterazione significativa. All'interno della copertura a circa 1,10 m di profondità dal p.c. per spessori di circa 15 cm è presente un livello costituito con ghiaie e sabbie anche da materiale organico vegetale non mineralizzato, talvolta di dimensioni centimetriche, che si consiglia di superare con la fondazione in progetto. La copertura presenta in generale buone caratteristiche geotecniche che crescono con la profondità passando al substrato alterato e al substrato sano. In quest'area si assume cautelativamente a 3 m dal p.c. la presenza di una falda idrica di subalveo.

Il modello geologico elaborato appare di sufficiente affidabilità con riferimento alle problematiche rilevate ed agli interventi in progetto.

Il modello geologico per i sottosuoli in esame è riportato nelle sezioni allegate, nelle quali si presenta una sintesi comparata dei modelli geologico, sismico e litotecnico.

10. Verifiche della stabilità del pendio

Per quanto concerne la località di Praso, pur non avendo rilevato la presenza di forme gravitative a qualsiasi stadio di attività, su di una sezione, tracciata circa lungo la massima pendenza (circa 20°), intersecante la centrale di teleriscaldamento in progetto, è stata verificata la stabilità del pendio in condizioni attuali ante operam, in fase di cantiere e in fase post operam. Il livello di sicurezza della verifica è generalmente espresso come rapporto tra resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico, e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale. Nel caso specifico la verifica di sicurezza è stata eseguita lungo superfici di scorrimento circolari, in numero sufficiente per ricercare la superficie critica alla quale corrisponde il grado di sicurezza più basso, assumendo le condizioni più sfavorevoli che si possono prevedere e utilizzando un grado di sicurezza accettabile in funzione della affidabilità dei dati rilevati e quindi del livello di conoscenza raggiunto. La verifica, eseguita con il metodo di Jambu (1967), ha tenuto conto delle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del sito nonché delle caratteristiche meccaniche dei terreni. Per i calcoli sono stati utilizzati i parametri di progetto nell'Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2) delle NTC 2008.

Le relazioni di calcolo di tutte le verifiche eseguite, svolte utilizzando il programma Slope 2010 di GeoStru Software, sono riportate in allegato.

In sintesi i risultati delle verifiche di stabilità mostrano che il pendio in esame in **fase ante operam**, sotto l'azione del peso proprio e dell'accelerazione sismica, è caratterizzato nel caso più sfavorevole da un coefficiente di sicurezza pari a **0,87**, con l'evidenza di due zone "critiche" al piede e in testa al pendio.

In **fase di cantiere**, con presenza dello scavo aperto, sotto l'azione del peso proprio, dell'accelerazione sismica, è caratterizzato nel caso più sfavorevole da un coefficiente di sicurezza pari a **0,35**.

In **fase post operam**, sotto l'azione del peso proprio, del peso delle opere in progetto e dell'accelerazione sismica, è caratterizzato nel caso più sfavorevole da un coefficiente di sicurezza ancora pari a **0,35** e da una riduzione del numero di superfici critiche.

Dalle analisi eseguite emerge che allo stato attuale sono presenti situazioni di potenziale instabilità presenti al piede e in testa al pendio considerato, peraltro non riscontrate in campagna. Tale dato si ritiene condizionato da una modellazione del pendio che non comprende vecchi muretti a secco presenti in loco che probabilmente favoriscono le condizioni di stabilità attuali osservate.

Nelle successive fasi di costruzione le condizioni di stabilità decrescono in maniera significativa pertanto è possibile asserire che le opere in progetto, lo scavo in particolare, influiscono negativamente sulla stabilità globale e locale del versante.

Opportune opere di stabilizzazione provvisoria e definitiva devono essere previste secondo le prescrizioni di cui al successivo paragrafo.

11. Scavi – aspetti tecnici e ambientali

Con riferimento generale al progetto si prevedono scavi per la posa delle tubazioni di teleriscaldamento e uno scavo contro un versante per la messa in posto della centrale termica di Praso.

Al fine della valutazione della scavabilità in riferimento al tracciato della **tubazione**, che si ricorda avere una profondità di progetto di circa 1,5 m, si ritiene opportuno operare una valutazione cautelativa in funzione del fatto che le cartografie geologiche consultate appaiono parzialmente discordanti e comunque a scala non adeguata per una valutazione così accurata.

| Litologia presente sul tracciato | Volume (m3) | Percentuale (%) |
|---------------------------------------|--------------|-----------------|
| Terreni granulari sciolti con blocchi | 4.100 | 59,85 |
| Rocce dure | 2.750 | 40,15 |
| Totale | 6.850 | 100,00 |

Per quanto concerne la **centrale termica**, la valutazione è fondata sulla base delle evidenze litologiche emerse dalle indagini.

| Litologia | Volumi (m3) | Percentuale (%) |
|--|--------------|-----------------|
| Terreni granulari con blocchi; roccia alterata | 9.243 | 92,91 |
| Roccia dura | 705 | 7,09 |
| Totale | 9.948 | 100,00 |

I materiali di risulta prodotti dalle operazioni di scavo di terreno finalizzate alla realizzazione delle reti e delle opere di fondazione per le strutture civili dovranno essere trattati come terre e rocce da scavo ai sensi degli artt. 183, 185 e 186 del d.lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

Le terre e rocce da scavo, ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) d.lgs. n. 152/2006, sono classificate come rifiuto speciale la cui gestione deve avvenire nel rispetto delle modalità di deposito temporaneo (art. 183 comma 1 lett. m) e attraverso l'avvio a recupero ovvero a smaltimento in impianti idonei debitamente autorizzati (art. 208, art. 210).

Gli artt. 183, 185 e 186 del d.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., permettono invece la gestione di terre e rocce da scavo al di fuori del regime dei rifiuti in presenza di ben precise e particolari condizioni.

La modifica operata all'art. 185 con la legge 28.01.2008 n. 2 (Legge di conversione del DL 29.11.2008 n.185) comporta l'esclusione dalla materia dei rifiuti, ovvero della gestione quale sottoprodotto, del **suolo non contaminato** e di altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, sempreché sia certo che questo materiale verrà utilizzato ai fini di costruzione **allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato**.

Siffatta formulazione entro le clausole di esclusione che non rinviano ad altre discipline settoriali o specifiche comporta un'esclusione tout court

"1. Non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del presente decreto: ...c-bis) il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato. ..."

Le condizioni obbligatorie e contestuali per cui è possibile la gestione delle terre e rocce da scavo, al di fuori del regime dei rifiuti e al di fuori anche dal regime del "riutilizzo in situ" di cui all'art. 185 come modificato con la legge 28.01.2008 n. 2 (Legge di conversione del DL 29.11.2008 n. 185), sono quelle dettate dall'art. **183 comma 1 lett. p)** - definizione di sottoprodotto - e dall'art. **186 comma 1**:

- siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi **preventivamente individuati e definiti**;
- sin dalla fase della produzione vi sia **certezza dell'integrale utilizzo**;
- l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile **senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari (...)**;
- sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- sia accertato che **non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica (...)**;
- le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali e nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla

destinazione d'uso del medesimo, nonché la **compatibilità (litologia, granulometria, geomeccanica, etc.) con il sito di destinazione;**

- g) la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata. L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito nel rispetto delle condizioni fissate all'articolo 183, comma 1, lettera p).

Infine, secondo il Comma 7-bis dell'art. 186, le terre e rocce da scavo qualora ne siano accertate le caratteristiche ambientali, possono essere utilizzate per interventi di miglioramento ambientale e di siti anche non degradati. Tali interventi devono garantire, nella loro realizzazione finale, una delle seguenti condizioni:

- a) un miglioramento della qualità della copertura arborea o della funzionalità per attività agro-silvo-pastorali;
- b) un miglioramento delle condizioni idrogeologiche rispetto alla tenuta dei versanti e alla raccolta e regimentazione delle acque piovane;
- c) un miglioramento della percezione paesaggistica.

La sussistenza dei suddetti requisiti, ai fini dello svincolo delle terre e rocce da scavo dal regime dei rifiuti nonché i tempi dell'eventuale deposito in attesa di utilizzo che non possono superare di norma un anno, deve avvenire nell'ambito dei procedimenti di approvazione dei progetti da cui si originano tali materiali (VIA, AIA, permesso di costruire ovvero DIA) e ivi verificati dalle amministrazioni competenti (art. 186 comma 2 e 3).

Il soggetto preposto allo svincolo dal regime dei rifiuti non è più l'ente che rilascia l'autorizzazione all'intervento di destinazione, ma quello competente ad autorizzare lo scavo da cui si originano le terre e rocce.

Il riutilizzo del materiale, quale sottoprodotto, avviene pertanto in un ambito diverso da quello di produzione ed il processo di produzione e di riutilizzo non debbono necessariamente essere contemporanei.

Nel caso di utilizzo non contestuale alla produzione, devono essere definite le caratteristiche del sito di deposito ai fini della tutela ambientale; deposito che non può protrarsi per più di un anno, nel caso di riutilizzo in sito differente, ovvero tre anni nel caso di riutilizzo nel medesimo sito.

Lo svincolo dal regime dei rifiuti di terre e rocce da scavo avviene contestualmente al rilascio del permesso a costruire ovvero alla DIA ovvero anche in tempi successivi al perfezionamento delle pratiche edilizie contestualmente alla presentazione di idonea dichiarazione del direttore dei lavori attestante che non abbiano ancora avuto inizio le operazioni di sbancamento (nel caso di deposito già avvenuto della dichiarazione di inizio dei lavori).

Il progetto prevede la gestione di terre e rocce da scavo al di fuori del regime dei rifiuti ai sensi degli artt. 183, 185 e 186 del d.lgs. 152/2006 e s.m.i, avvalendosi della possibilità dello svincolo da detto regime in tempi successivi al perfezionamento delle pratiche edilizie.

12. Fattibilità e prescrizioni

Sulla base della Carta di Sintesi Geologica della Provincia Autonoma di Trento il tracciato del teleriscaldamento in progetto si sviluppa attraverso "aree senza penalità geologiche" (abitati di Praso, Bersone e Formino), "aree di controllo geologico, idrologico, valanghivo e sismico (art. 3) con penalità leggere" (area ad est di Praso – centrale termica – e l'abitato di Daone), "aree di controllo geologico, idrologico, valanghivo e sismico (art. 3) con penalità gravi o medie" (i tratti compresi tra Praso e Bersone, Bersone e la casa di riposo verso Pieve di Bono, Formino e Daone), "**aree di controllo geologico, idrologico, valanghivo e sismico (art. 3) critiche recuperabili**" (in corrispondenza dell'ubicazione della stazione di rilancio ad est di Formino), "**aree ad elevata pericolosità geologica e idrologica (art. 2)**" (in corrispondenza dell'attraversamento del Rio Filos tra Bersone e Formino).

Per area critica recuperabile si intende: "area che, pur essendo interessata da dissesti (area alluvionabile o esondabile limitrofa agli alvei di piena ordinaria con arginatura assente o inadeguata, frane in atto o potenziali, sprofondamenti, valanghe, ecc.), può essere recuperata con adeguati interventi sistematori. L'edificazione e la trasformazione urbanistica ed edilizia non è consentita prima della completa realizzazione delle opere volte all'eliminazione del pericolo. Fanno eccezione i casi in cui:

- l'intervento edilizio proposto costituisca in sé un'opera volta all'eliminazione del pericolo;
- specifici studi ed indagini geologiche attestino che il pericolo non sussiste."

Per aree ad elevata pericolosità geologica e idrologica: "In tali aree, per i particolari caratteri geologici, nivologici e idrologici del suolo o del manto nevoso, ogni intervento può essere causa di gravi danni, o comunque è soggetto ad un alto grado di pericolosità... In tali aree sono inoltre ammesse opere di infrastrutturazione del territorio e bonifiche agrarie purché non in contrasto con il disegno complessivo del PUP.

Per questi interventi devono essere redatte specifiche perizie geologiche, idrologiche e nivologiche in relazione allo specifico tipo di pericolo, estese territorialmente per quanto necessario, che ne accertino la fattibilità per quanto riguarda gli aspetti tecnici, migliorino le condizioni di pericolosità del sito e garantiscano l'assenza di pericolo per le persone."

Per quanto concerne l'area individuata per la stazione di rilancio di Formino si conferma la presenza di un fenomeno gravitativo di prevalente crollo attivo come descritto nei paragrafi precedenti; questo risulta attualmente contenuto, almeno in parte, da un muro in c.a. in buono stato di conservazione che si suppone sia stato costruito al fine di eliminare il pericolo per l'area stradale sottostante. Dai rilevamenti effettuati emerge tuttavia come tale opera non appaia sufficiente a scongiurare fenomeni di crollo che provenendo dagli speroni più alti possano avere impatti e traiettorie in grado di superare tale barriera. Pertanto al fine di eliminare totalmente il pericolo presente **si ritiene necessario prima della costruzione della stazione di rilancio** effettuare le seguenti attività:

- sopralluogo di ditta specializzata in grado di utilizzare anche la tecnica alpinistica;
- disgiungimento dei massi pericolanti o a rischio;
- scarico del detrito a tergo del muro esistente;
- dimensionamento e realizzazione di una sistema di difesa passivo in grado di eliminare, per l'edificio in progetto, il rischio di collisione con massi provenienti dal versante.

Si ritiene indicare quali opere adeguate a tale scopo una o più barriere paramassi inclinate, posizionate sul versante con lunghezze ed altezze in grado di proteggere le opere in progetto oppure in alternativa interventi localizzati costituiti da reti in aderenza e chiodature.

Posizionamento e dimensionamento definitivo sono in ogni caso vincolati all'esito del richiamato sopralluogo. In via indicativa è possibile ipotizzare la realizzazione di una barriera paramassi inclinata, di lunghezza 15 m e altezza minima 3 m da posizionare in prossimità dello sperone basso di roccia

Con riferimento alla profondità di posa della fondazione della stazione di rilancio di Formino **si consiglia**, sulla scorta delle evidenze litologiche richiamate, posizionare la stessa a circa 1,30 m dal p.c.

Con riferimento all'attraversamento delle tubazioni sotto l'alveo del Rio Filos **si consiglia** di operare in tempi rapidi e possibilmente verso la fine del periodo invernale (quindi di secca) in modo da non determinare interferenze sul normale scorrimento delle acque.

In ragione del rischio idraulico che interessa la zona, pur in assenza di studi idraulici per quanto auspicabili, **si consiglia** che in fase di posa in opera della tubazioni siano apportate, verificatane la fattibilità tecnica, modifiche in ampliamento alla luce dell'attraversamento del Rio Filos sotto la strada provinciale in modo da garantire maggiori volumi di deflusso. Tale accorgimento sarà sicuramente migliorativo rispetto alla situazione di pericolosità idraulica attuale.

L'area di Praso interessata dalla centrale termica in progetto non presenta, invece, evidenze di movimenti attivi o quiescenti: si tratta di un versante che è stato oggetto in passato di opere di terrazzamento a probabile finalità agrarie o comunque legate a viabilità rurale. Il pendio al quale sarà addossata la centrale presenta inclinazioni rilevanti a testimonianza delle buone caratteristiche del litotipo morenico-detritico indifferenziato e la presenza di una falda idrica ad una profondità di circa 9 m dal p.c.

In ragione dello scavo previsto per il posizionamento della centrale e a seguito delle verifiche di stabilità effettuate **si prescrive:**

- per la fase di cantiere la realizzazione di adeguate opere provvisorie di contenimento della scarpata e di raccolta e allontanamento delle acque che verosimilmente verranno a giorno in prossimità del piano di posa della fondazione;

- in via definitiva, la realizzazione di adeguate opere di drenaggio delle sopra richiamate acque di falda, l'impermeabilizzazione di fondazione e strutture verticali a contatto con il terreno e un dimensionamento della struttura in grado di contrastare la spinta delle litologie a monte.

Per quanto concerne le opere provvisorie si consiglia la realizzazione di una paratia di micropali tirantata. La profondità dei micropali dovrà attestarsi per circa 1/3 della lunghezza del palo in roccia sana. Per i tiranti si consigliano due ordini, con inclinazione non superiore a 30°, da ubicarsi in testa e intorno alla metà della lunghezza del palo.

Con riferimento in particolare all'assetto "idrogeologico" del sito di Calchère (centrale termica) si indicano più in dettaglio i comportamenti da seguire durante le fasi operative.

Regimazione acque superficiali

Durante la realizzazione dello scavo per la centrale termica si dovranno evitare interferenze con le linee di deflusso dell'acqua di ruscellamento in maniera da mantenere o se necessario, incrementare (mediante fossi o fossetti di guardia e canalette) la rete di drenaggio superficiale esistente. Negli scavi o depressioni ove non sia possibile smaltire le acque per gravità devono essere previsti, esclusivamente per la fase di cantiere, impianti per il sollevamento delle stesse, che evitino ristagni anche temporanei nell'area di cantiere; lo scarico a valle deve avvenire in modo da evitare danni ai terreni altimetricamente più bassi; inoltre deve essere assicurata la captazione e l'allontanamento al di fuori dell'area di cantiere delle eventuali acque sorgive.

Durante le fasi di cantiere si dovranno organizzare i lavori in modo da escludere la presenza di cumuli di materiale che in concomitanza di precipitazioni, possano innescare fenomeni di erosione o di ristagno.

Il progetto finale dovrà prevedere opere volte all'opportuna raccolta, canalizzazione e smaltimento delle acque meteoriche in modo da non determinare fenomeni di erosione dei terreni o di ristagno delle acque.

Scavi e riporti di terreno

Gli scavi per l'esecuzione delle opere in progetto dovranno essere intrapresi in condizioni meteorologiche favorevoli evitando di creare cumuli di terreno che possano mettere a rischio la stabilità del versante.

In caso di esecuzioni dei lavori in periodo piovoso e in ogni caso sulla base di previsioni meteorologiche documentabili che prevedano precipitazioni, si prescrive l'utilizzazione di idonei teli impermeabili da ubicare sull'area di scavo al fine di evitare ruscellamenti, erosioni e infiltrazioni spesso causa scatenante di piccoli e grandi movimenti franosi.

Comunque sempre cautelativamente la direzione lavori dovrà valutare la necessità o meno di procedere nelle operazioni di scavo operando per stati di avanzamento ridotti, in modo da escludere ogni possibilità di rischio durante gli intervalli di fermo cantiere.

Gli eventuali riporti di terreno devono essere eseguiti in strati, assicurando il graduale compattamento dei materiali terrosi, dai quali devono essere separate le frazioni litoidi di maggiori dimensioni. Nelle aree di riporto devono essere sempre garantite le opere necessarie alla regimazione delle acque ed alla difesa da fenomeni erosivi.

Materiali di risulta

Durante le fasi di cantiere i relativi depositi temporanei relativi ai materiali scavati devono essere effettuati in modo da evitare fenomeni erosivi o di ristagno e non devono inoltre essere posti in prossimità di fronti di scavo al fine di evitare sovraccarichi sui fronti stessi.

RELAZIONE SISMICA

sulle modellazione sismica concernente la pericolosità sismica di base del sito di costruzione (par. 3.2 delle NTC D.M. 14/01/2008 e p. 3.2 della Circolare "finalissima" del 2 febbraio 2009, n. 617)

13. Pericolosità ed azione sismica

Pericolosità sismica di base

L'area in esame si trova nei Comuni di Daone, Praso, Bersono e Pieve di Bono (TN), i cui territori sono tutti attualmente classificati in **zona sismica 3** (o.p.c.m. 3519 del 28.04.2006).

Secondo il vigente d.m. 14/01/2008 la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al paragrafo 3.2.2 delle N.T.C.-d.m. 14/01/2008), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel paragrafo 3.2.1 delle N.T.C., nel periodo di riferimento VR, come definito nel paragrafo 2.4 delle N.T.C.

Si premettono di seguito alcune fondamentali definizioni.

- La **vita nominale** di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella tabella seguente e deve essere precisata nei documenti di progetto.

| TIPI DI COSTRUZIONE | | Vita Nominale VN (in anni) |
|---------------------|--|-------------------------------|
| 1 | Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva | ≤ 10 |
| 2 | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale | ≥ 50 |
| 3 | Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica | ≥ 100 |

- La **classe d'uso** delle costruzioni viene così individuata:

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

- Il **periodo di riferimento** dell'azione sismica Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU:

$VR = VN \times CU$. Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella tabella seguente.

| CLASSE D'USO | I | II | III | IV |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| COEFFICIENTE CU | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi (stato limite d'esercizio);
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature (stato limite d'esercizio);
- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali (stato limite ultimo);
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali (stato limite ultimo).

Mediante un approccio "sito dipendente" si calcolano i valori dei parametri spettrali indipendenti (a_g : accelerazione orizzontale massima al sito, F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale, T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) dell'azione sismica di progetto utilizzando le coordinate geografiche del sito in esame, in riferimento al reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 nell'allegato B del d.m. 14/01/2008). Questo reticolo è caratterizzato da una griglia di punti, a parametri noti, nella quale per qualsiasi punto, sempre individuato all'interno di una maglia costituita da quattro punti, si risale ai valori di interesse attraverso un calcolo di interpolazione.

Per quanto concerne la **tubazione** si rileva dalla letteratura più accreditata che le vibrazioni del suolo, ancorché amplificate, prodotte dalla propagazione delle onde sismiche non costituiscono un problema apprezzabile per le condotte interrate poiché l'azione vincolante e smorzante del terreno circostante il tubo impedisce il realizzarsi d'elevate forze d'inerzia, come accade per le strutture superficiali, e il modulo elastico è di gran lunga in grado di sopportare la massima ampiezza di vibrazione prevedibile.

Si trascura quindi tale analisi per la tubazione e la si applica rispettivamente alla centrale termica ed alla stazione di rilancio.

Poste per l'intervento relativo alla **centrale termica** le seguenti coordinate geografiche (ED 50) espresse in gradi decimali:

10,643182° longitudine;
45,951730° latitudine.

Si determinano i parametri d'interesse utilizzando il programma di calcolo commerciale gratuito "PS Parametri Sismici" fornito da GeoStru Software.

| TR [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_C^* [s] |
|--------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0,031 | 2,512 | 0,195 |
| 50 | 0,038 | 2,558 | 0,222 |
| 475 | 0,091 | 2,618 | 0,280 |
| 975 | 0,122 | 2,550 | 0,288 |

E, in osservanza al criterio prestazionale delle N.T.C., nell'ipotesi progettuale relativa a Vita nominale e Classe d'uso dell'edificio in oggetto indicata dal Progettista Strutturista, di seguito riportata.

| Ipotesi di scelta progettuale | |
|-------------------------------|---------------------|
| Vita nominale VN | 50 anni |
| Coefficiente d'uso CU | 1 (classe d'uso II) |

Si ottiene così:

| TR [anni] | Pvr Probabilità | Stati limite | ag [g] | Fo [H] | TC* [s] |
|-----------|-----------------|--------------|--------------|--------|---------|
| 30 | 81% | SLO | 0,031 | 2,512 | 0,195 |
| 50 | 63% | SLD | 0,038 | 2,558 | 0,222 |
| 475 | 10% | SLV | 0,091 | 2,618 | 0,280 |
| 975 | 5% | SLC | 0,122 | 2,550 | 0,288 |

Amplificazione locale – Calcolo Vs30 – Categoria del sottosuolo di fondazione

L'analisi dell'amplificazione sismica locale, basata sull'integrazione delle evidenze geomorfologiche con i risultati delle indagini in sito, ha permesso di evidenziare molteplici aspetti legati alla potenziale amplificazione dinamica dei terreni.

Il fenomeno della **liquefazione** consiste nel quasi totale annullamento della resistenza al taglio di una litologia granulare satura determinata dall'annullamento degli sforzi efficaci, per effetto di sollecitazioni cicliche (sismiche), con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi viscosi.

Secondo il d.m. 14/01/08 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$, dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 2a nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 2b nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

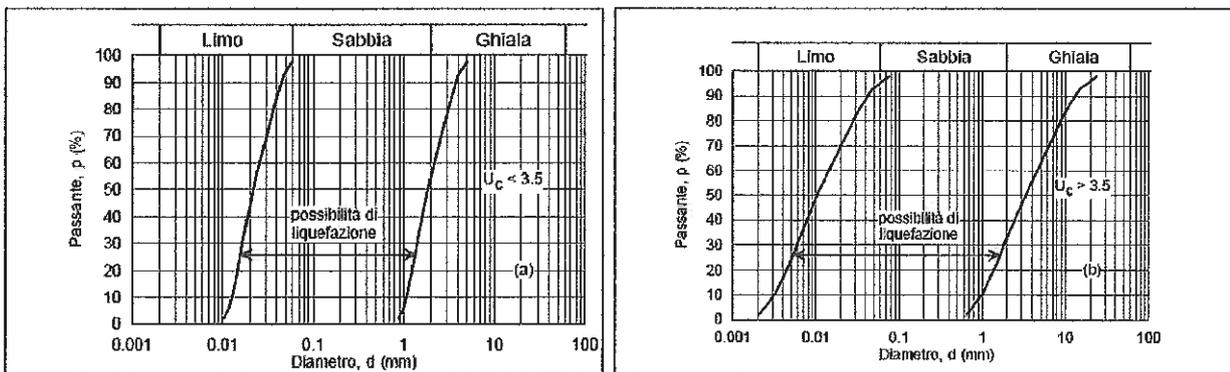


Fig. 2a,b – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione (a- per $U_c < 3,5$; b- per $U_c > 3,5$).

Per il sito in esame si manifesta la condizione 5, trattandosi di depositi di ghiaie e ciottoli clastosostenuti con limo sabbioso pertanto si omette la verifica alla liquefazione.

Nella valutazione dell'**amplificazione topografica** e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, sulla base delle categorie topografiche individuate nella tabella seguente

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |

(Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m).

si utilizzano i valori del coefficiente d'amplificazione topografica **ST** sotto riportati

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | ST |
|-----------------------|--|-----|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,4 |

(La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove ST assume valore unitario).

e, pur considerando l'inclinazione media del tratto di pendio in esame intorno ai 20° , in ragione dell'ubicazione del piano di fondazione dell'edificio in oggetto che tramite uno scavo del versante sarà posizionato di fatto in prossimità della base del tratto di pendio si valuta un Coefficiente di amplificazione topografica **ST pari a 1,0**.

Al fine della valutazione dell'**amplificazione stratigrafica** è stata stimata la classificazione del sottosuolo calcolando, in ottemperanza alle normative vigenti, la media pesata della velocità delle onde sismiche di taglio V_s secondo la seguente espressione

$$V_{s30} = 30 / \sum (h_i / V_i)$$

Dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori a partire dal piano di fondazione dell'edificio.

Per il calcolo del parametro V_{s30} è stata utilizzata una prospezione geofisica di sismica a rifrazione lineare (ST1) tarata con i dati stratigrafici del sondaggio S1, entrambi programmati e realizzati con la supervisione dello scrivente, i cui elaborati sono presentati nella documentazione allegata. Si precisa che tali indagini sono state realizzate anche in approfondimento l dato fornito dall'indagine MASW 1 realizzata in fase di progetto definitivo. Quindi sulla base di quanto esposto si ottiene il seguente valore, riferito cautelativamente al punto dell'energizzazione centrale della stesa (shot 3), considerando il piano di posa della fondazione, individuato a circa -1 m dal p.c. nel punto più a valle della fondazione e con il maggior spessore dello strato "lento":

| |
|---|
| $V_{s30} = 1.067 \text{ m/s}$ |
|---|

Inoltre considerando le seguenti definizioni:

| Categoria | Descrizione |
|-----------|---|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| C | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 |

| | |
|-----------|---|
| | < NSPT ₃₀ < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu ₃₀ < 250 kPa nei terreni a grana fina). |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs ₃₀ inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT ₃₀ < 15 nei terreni a grana grossa e cu ₃₀ < 70 kPa nei terreni a grana fina). |
| E | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s). |
| S1 | Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs ₃₀ inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu ₃₀ < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche. |
| S2 | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti. |

pur prendendo atto che numericamente il sottosuolo in esame è ricompreso nella categoria A, rilevando uno spessore di 1,78 m di terreno a grana grossa a velocità 512 m/s e uno spessore di 7,86 m di roccia fratturata e alterata a velocità 664 m/s, pressoché dello stesso significato sismico, soprastanti un substrato sismico roccioso a velocità di circa 1.590 m/s, si configura un profilo sismico B su A, non compreso tra le categorie ordinarie e pertanto ricadente automaticamente in classe S2. In riferimento a tale attribuzione, già proposta in fase di progetto definitivo, alla luce delle più approfondite indagini eseguite che confermano il significativo contrasto di impedenza tra copertura sismica e substrato, si ritiene cautelativo attribuire il profilo in oggetto alla:

categoria di sottosuolo: E.

Si prosegue poi nella valutazione degli spettri di risposta sismica. L'azione sismica di progetto è data dallo spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali di progetto, valutato a partire dallo spettro di risposta elastico di normativa tramite il fattore di struttura q (si ottiene cioè dallo spettro elastico sostituendo al valore η il fattore 1/q e semplificando). Nel nostro caso si ha:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad Se(T) = a_g \cdot S_s \cdot (F_o/q) \cdot [(T/T_B) + (1/(F_o/q)) \cdot (1-T/T_B)] \\
 T_B \leq T \leq T_C & \quad Se(T) = a_g \cdot S_s \cdot (F_o/q) \\
 T_C \leq T \leq T_D & \quad Se(T) = a_g \cdot S_s \cdot (F_o/q) \cdot (T_C/T) \\
 T_D \leq T & \quad Se(T) = a_g \cdot S_s \cdot (F_o/q) \cdot (T_C \cdot T_D / T^2)
 \end{aligned}$$

dove:

T = periodo di vibrazione

Se = accelerazione spettrale orizzontale

a_g = accelerazione orizzontale massima al suolo per il sito considerato

F_o = fattore di massima amplificazione spettrale

q = fattore di struttura (indicato dal Progettista strutturista)

ed i "parametri dipendenti":

TC = C_c · T_c* è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro

TB = TC / 3 è il periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro

TD = 1,6 + 4,0 · a_g/g è il periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro espresso in secondi

S = S_s · S_T è il coefficiente che tiene conto della categoria del sottosuolo e delle condizioni topografiche essendo:

S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica C_c coefficiente funzione del tipo di sottosuolo.

I valori dei coefficienti S_s, C_c ed S_T sono ottenuti in funzione del tipo di sottosuolo e della categoria topografica dalle seguenti relazioni e da quelle già elencate in precedenza, valide per tutti i valori dei parametri indipendenti a_g, F_o e T_c*.

| Categoria sottosuolo | S _s | C _c |
|----------------------|--|------------------------|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40.Fo.a_g/g \leq 1,20$ | $1,10.(T_C^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \leq 1,70 - 0,60.Fo.a_g/g \leq 1,50$ | $1,05.(T_C^*)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50.Fo.a_g/g \leq 1,80$ | $1,25.(T_C^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10.Fo.a_g/g \leq 1,60$ | $1,15.(T_C^*)^{-0,40}$ |

Si ottengono infine i seguenti coefficienti sismici per le fondazioni (e stabilità dei pendii) degli interventi in oggetto:

| TR [anni] | P _{vr} Probabilità | Stati limite | S _s [-] | C _c [-] | S _t [s] | Kh [-] | Kv [-] | A _{max} [m/s ²] | Beta [-] |
|-----------|-----------------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|---------------|--------------------------------------|--------------|
| 30 | 81% | SLO | 1,600 | 2,210 | 1,000 | 0,010 | ±0,005 | 0,482 | 0,200 |
| 50 | 63% | SLD | 1,600 | 2,100 | 1,000 | 0,012 | ±0,006 | 0,592 | 0,200 |
| 475 | 10% | SLV | 1,600 | 1,910 | 1,000 | 0,029 | ±0,015 | 1,436 | 0,200 |
| 975 | 5% | SLC | 1,600 | 1,890 | 1,000 | 0,047 | ±0,023 | 1,913 | 0,240 |

Si riportano di seguito i grafici degli spettri di progetto in funzione del fattore di struttura (orizzontale pari a 2,88; verticale pari a 1,5), dell'altezza massima dell'edificio (circa 15 m, struttura in cemento armato, per un periodo di riferimento pari a 0,57 secondi) e dello stato limite ipotizzato (SLV). Ulteriori e più approfondite valutazioni potranno essere condotte dal Progettista Strutturista.

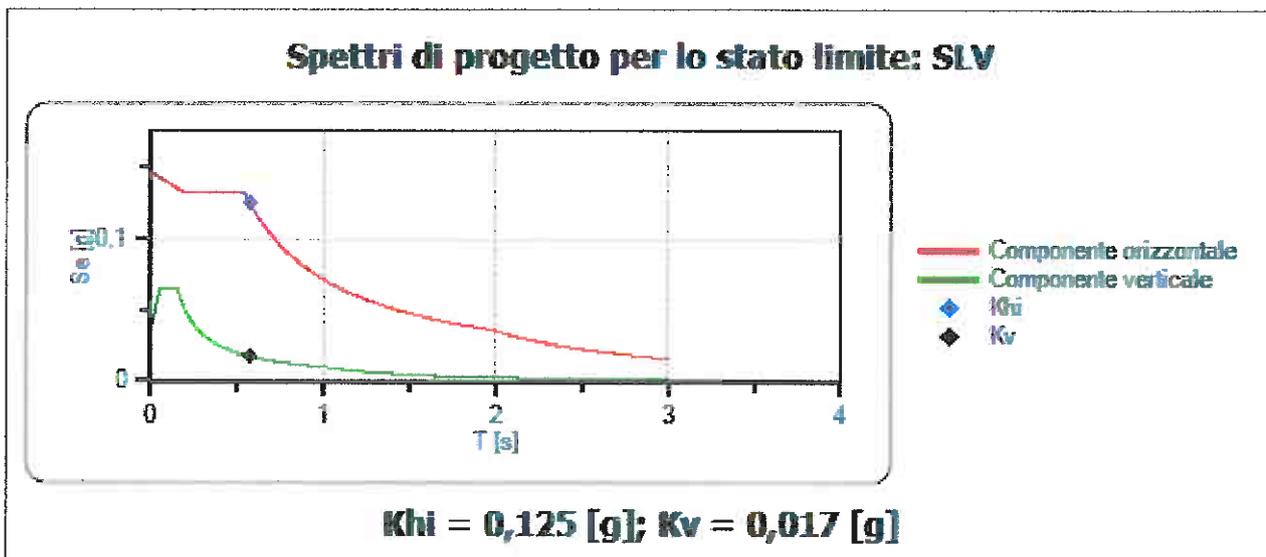


Fig. 3 – Spettro di risposta fondazioni SLV per $q = 2,88$ edificio in c.a. per un'altezza di circa 15 m

Poste per l'intervento relativo alla **stazione di rilancio** di Formino le seguenti coordinate geografiche (ED 50) espresse in gradi decimali:

10,633772° longitudine;
45,947351° latitudine.

Si determinano i parametri d'interesse utilizzando il programma di calcolo commerciale gratuito "PS Parametri Sismici" fornito da GeoStru Software.

| TR [anni] | a _g [g] | F _o [-] | T _C [*] [s] |
|-----------|--------------------|--------------------|---------------------------------|
| 30 | 0,032 | 2,518 | 0,198 |

| | | | |
|-----|--------------|-------|-------|
| 50 | 0,039 | 2,570 | 0,228 |
| 475 | 0,100 | 2,585 | 0,276 |
| 975 | 0,133 | 2,530 | 0,284 |

E, in osservanza al criterio prestazionale delle N.T.C., nell'ipotesi progettuale relativa a Vita nominale e Classe d'uso dell'edificio in oggetto indicata dal Progettista Strutturista, di seguito riportata.

| Ipotesi di scelta progettuale | |
|-------------------------------|----------------------------|
| Vita nominale VN | 50 anni |
| Coefficiente d'uso CU | 1 (classe d'uso II) |

Si ottiene così:

| TR [anni] | Pvr Probabilità | Stati limite | ag [g] | Fo [H] | TC* [s] |
|--------------|--------------------|-----------------|--------------|-----------|------------|
| 30 | 81% | SLO | 0,032 | 2,518 | 0,198 |
| 50 | 63% | SLD | 0,039 | 2,570 | 0,228 |
| 475 | 10% | SLV | 0,100 | 2,585 | 0,276 |
| 975 | 5% | SLC | 0,133 | 2,530 | 0,284 |

Amplificazione locale – Calcolo Vs30 – Categoria del sottosuolo di fondazione

L'analisi dell'amplificazione sismica locale, basata sull'integrazione delle evidenze geomorfologiche con i risultati delle indagini in sito, ha permesso di evidenziare molteplici aspetti legati alla potenziale amplificazione dinamica dei terreni.

Il fenomeno della **liquefazione** consiste nel quasi totale annullamento della resistenza al taglio di una litologia granulare satura determinata dall'annullamento degli sforzi efficaci, per effetto di sollecitazioni cicliche (sismiche), con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi viscosi.

Secondo il d.m. 14/01/08 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$, dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 2a nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $Uc < 3,5$ ed in Figura 2b nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $Uc > 3,5$.

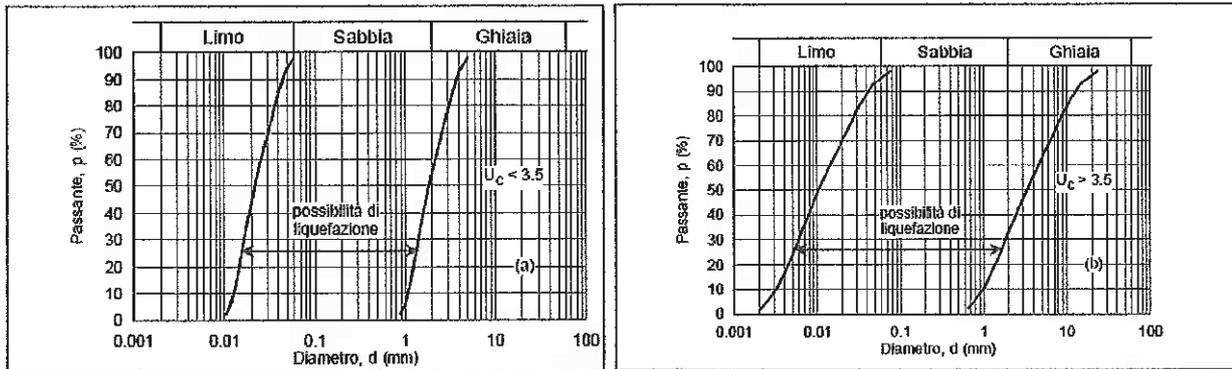


Fig. 4a,b – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione (a- per $U_c < 3,5$; b- per $U_c > 3,5$).

Per il sito in esame si manifesta la condizione 5, trattandosi di depositi di ghiaie e ciottoli clastosostenuti con sabbia limosa, pertanto si omette la verifica alla liquefazione.

Nella valutazione dell'**amplificazione topografica** e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, sulla base delle categorie topografiche individuate nella tabella seguente

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |

(Le susesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m).

si utilizzano i valori del coefficiente d'amplificazione topografica **ST** sotto riportati

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | ST |
|-----------------------|--|-----|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,4 |

(La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove ST assume valore unitario).

ed in ragione dell'ubicazione del piano di fondazione dell'edificio in oggetto su di uno stretto fondovalle pianeggiante si valuta un Coefficiente di amplificazione topografica **ST pari a 1,0**.

Al fine della valutazione dell'**amplificazione stratigrafica** è stata stimata la classificazione del sottosuolo calcolando, in ottemperanza alle normative vigenti, la media pesata della velocità delle onde sismiche di taglio V_s secondo la seguente espressione

$$V_{s30} = 30 / \sum (h_i / V_i)$$

Dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori a partire dal piano di fondazione dell'edificio.

Per il calcolo del parametro V_{s30} è stata condotta un indagine geofisica MASW (M3) implementata da alcune prospezioni sveditive di sismica a rifrazione (ST2), tutto tarato sulla base di un saggio di scavo (SC1) giunto a circa 2,40 m dal p.c. Gli elaborati delle indagini sono presentati nella documentazione allegata.

Quindi sulla base di quanto esposto si ottiene il seguente valore riferito al piano di posa della fondazione consigliato a circa -1,30 m dal p.c.:

$$V_{s30} = 738 \text{ m/s}$$

Inoltre considerando le seguenti definizioni:

| Categoria | Descrizione |
|-----------|--|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| C | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| D | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina). |
| E | <i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s). |
| S1 | Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < cu_{,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche. |
| S2 | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti. |

pur considerando che numericamente il sottosuolo in esame è ricompreso nella categoria B, si rileva uno spessore di 3,5 m di terreno a grana grossa a velocità 225 m/s, soprastante una probabile coltre rocciosa fratturata ed alterata a velocità 450 m/s per uno spessore di 2,5 m, e al di sotto un substrato sismico roccioso a velocità di circa 1000 m/s, si configura un profilo sismico C su B su A, ovvero mediando i valori di copertura, C (284 m/s) su A, pertanto attribuibile alla:

categoria di sottosuolo: E.

Si prosegue poi nella valutazione degli spettri di risposta sismica. L'azione sismica di progetto è data dallo spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali di progetto, valutato a partire dallo spettro di risposta elastico di normativa tramite il fattore di struttura q (si ottiene cioè dallo spettro elastico sostituendo al valore η il fattore $1/q$ e semplificando). Nel nostro caso si ha:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad Se(T) = a_g \cdot S_e(F_0/q) \cdot [(T/T_B) + (1/(F_0/q)) \cdot (1 - T/T_B)] \\
 T_B \leq T \leq T_C & \quad Se(T) = a_g \cdot S_e(F_0/q) \\
 T_C \leq T \leq T_D & \quad Se(T) = a_g \cdot S_e(F_0/q) \cdot (T_C/T) \\
 T_D \leq T & \quad Se(T) = a_g \cdot S_e(F_0/q) \cdot (T_C \cdot T_D / T^2)
 \end{aligned}$$

dove:

- T = periodo di vibrazione
- Se = accelerazione spettrale orizzontale
- a_g = accelerazione orizzontale massima al suolo per il sito considerato
- F_0 = fattore di massima amplificazione spettrale
- q = fattore di struttura (indicato dal Progettista strutturista)

ed i "parametri dipendenti":

$TC = C_c \cdot T_c^*$ è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro

$TB = TC / 3$ è il periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro

$TD = 1,6 + 4,0 \cdot a_g/g$ è il periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro espresso in secondi

$S = S_s \cdot S_T$ è il coefficiente che tiene conto della categoria del sottosuolo e delle condizioni topografiche essendo: S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica C_c coefficiente funzione del tipo di sottosuolo.

I valori dei coefficienti S_s , C_c ed S_T sono ottenuti in funzione del tipo di sottosuolo e della categoria topografica dalle seguenti relazioni e da quelle già elencate in precedenza, valide per tutti i valori dei parametri indipendenti a_g , Fo e T_c^* .

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

Si ottengono infine i seguenti coefficienti sismici per le fondazioni degli interventi in oggetto:

| T_R [anni] | Pvr Probabilità | Stati limite | S_s [-] | C_c [-] | S_T [s] | K_h [-] | K_v [-] | A_{max} [m/s ²] | Beta [-] |
|-----------------|--------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------|-------------|
| 30 | 81% | SLO | 1,600 | 2,200 | 1,000 | 0,010 | +0,005 | 0,498 | 0,200 |
| 50 | 63% | SLD | 1,600 | 2,080 | 1,000 | 0,012 | +0,006 | 0,613 | 0,200 |
| 475 | 10% | SLV | 1,600 | 1,930 | 1,000 | 0,038 | +0,019 | 1,571 | 0,240 |
| 975 | 5% | SLC | 1,600 | 1,900 | 1,000 | 0,051 | +0,026 | 2,090 | 0,240 |

Si riportano di seguito i grafici degli spettri di progetto in funzione del fattore di struttura (orizzontale pari a 3,30; verticale pari a 1,5), dell'altezza massima dell'edificio (circa 5 m, struttura in cemento armato, per un periodo di riferimento pari a 0,25 secondi) e dello stato limite ipotizzato (SLV). Ulteriori e più approfondite valutazioni potranno essere condotte dal Progettista Strutturista.

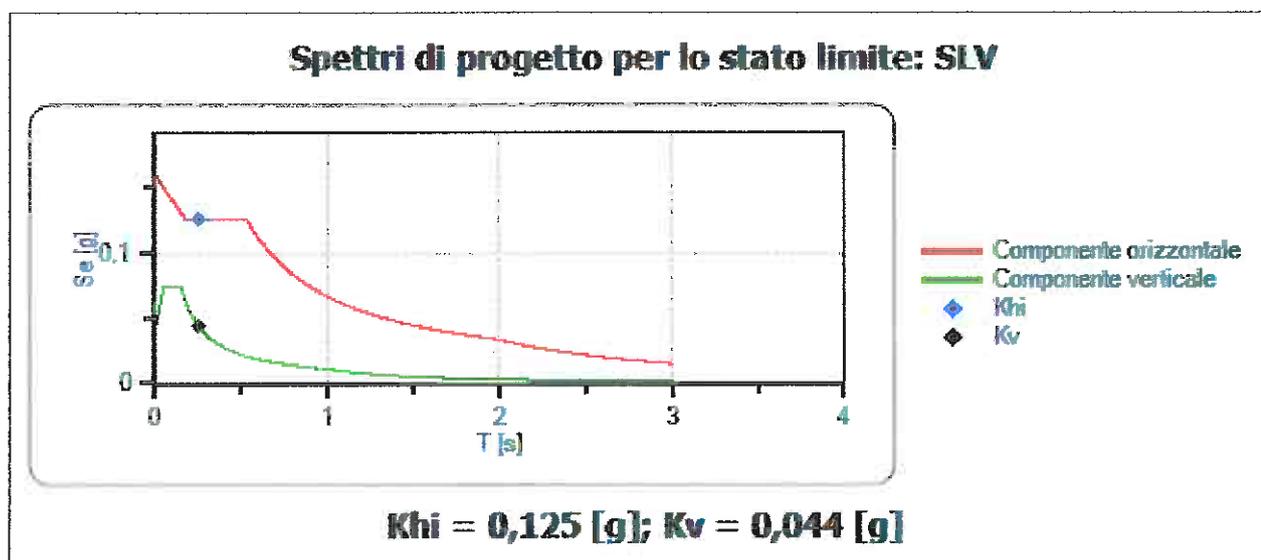


Fig. 5 – Spettro di risposta fondazioni SLV per $q = 3,30$ edificio in c.a. per un'altezza di circa 5 m

RELAZIONE GEOTECNICA

(parte limitata alle resistenze di progetto)

sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno (par. 6.2.2 delle NTC D.M. 14/01/2008 e p. 6.2.2 della Circolare "finalissima" del 2 febbraio 2009, n. 617)

13. Parametrizzazione geotecnica di progetto

Posto che per le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi deve essere rispettata la condizione $E_d \leq R_d$, dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e dove R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico; in considerazione che il valore di progetto della resistenza R_d può essere determinato in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M specificato nella successiva tabella, tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R relativi ai diversi tipi di opera;

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE γ_M | (M1) | (M2) |
|---|---|----------------------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \varphi'_k$ | $\gamma_{\varphi'}$ | 1,00 | 1,25 |
| Coesione efficace | C'_k | $\gamma_{c'}$ | 1,00 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{c_u} | 1,00 | 1,40 |
| Peso dell'unità di volume | γ | γ_{γ} | 1,00 | 1,00 |
| (Rocce) Resistenza a compressione uniaassiale | q_u | γ_{qu} | 1,60 | 1,60 |

sviluppando le seguenti formule:

$$\tan \varphi'_d = \tan \varphi'_k / \gamma_{\varphi'}$$

$$C'_d = C'_k / \gamma_{c'}$$

$$c_{ud} = c_{uk} / \gamma_{c_u}$$

$$\gamma_d = \gamma_k / \gamma_{\gamma}$$

richiamati i valori caratteristici

per il sito di **Praso**:

| Unità litotecnica | Formazione | da m | a m | Spessore | V_s (m/s) | Nspt | Litologia | Addensamento/ Consistenza/ fratturazione | γ_k (peso di volume) kN/m ³ | C_{uk} (coesione non drenata) kN/m ² | φ'_k (angolo di resistenza al taglio) ° |
|-------------------|-----------------|------|-------|----------|----------------|------|-----------|--|---|---|---|
| A | Copertura | 0,00 | 3,80 | 3,80 | 234 | 16 | granulare | Mediamente addensato | 19,32 | - | 32 |
| B | Roccia alterata | 3,80 | 9,00 | 5,10 | 496 | 66 | lapidea | Molto fratturato | 24 | - | 35 |
| C | Roccia (ANG) | 9,00 | 15,00 | >6,00 | 1.554 | - | lapidea | Frattrato | 26 | - | 40 |

e per il sito di **Formino**:

| Unità litotecnica | Formazione | da m | a m | Spessore | V_s (m/s) | Nspt | Litologia | Addensamento/ Consistenza/ fratturazione | γ_k (peso di volume) kN/m^3 | c_{uk} (coesione non drenata) kN/m^2 | φ'_k (angolo di resistenza al taglio) ° |
|-------------------|-----------------|------|-------|----------|----------------|------|-----------|--|--|--|---|
| A | Copertura | 0,00 | 3,50 | 3,50 | 225 | - | granulare | Mediamente addensato | 19,00 | - | 31 |
| B | Roccia alterata | 3,50 | 6,00 | 2,50 | 450 | 66 | lapidea | Molto fratturato | 22,00 | - | 34 |
| C | Roccia (BOV) | 7,00 | 30,00 | 23,00 | 1.000 | - | lapidea | Fratturato | 24 | - | 38 |

per il sito di **Praso** si ottengono i **parametri geotecnici di progetto M1**:

| Unità litotecnica | Formazione | Da m | A m | Spessore | γ_d (peso di volume) kN/m^3 | c_{ud} (coesione non drenata) kN/m^2 | φ'_d (angolo di attrito) ° |
|-------------------|------------|------|------|----------|--|--|--|
| A | | 0,00 | 3,80 | 3,80 | 19,32 | - | 32 |

ed i **parametri geotecnici di progetto M2**:

| Unità litotecnica | Formazione | Da m | A m | Spessore | γ_d (peso di volume) kN/m^3 | c_{ud} (coesione non drenata) kN/m^2 | φ'_d (angolo di attrito) ° |
|-------------------|------------|------|------|----------|--|--|--|
| A | | 0,00 | 3,80 | 3,80 | 19,32 | - | 26,56 |

per il sito di **Formino** si ottengono i **parametri geotecnici di progetto M1**:

| Unità litotecnica | Formazione | Da m | A m | Spessore | γ_d (peso di volume) kN/m^3 | c_{ud} (coesione non drenata) kN/m^2 | φ'_d (angolo di attrito) ° |
|-------------------|------------|------|------|----------|--|--|--|
| A | | 0,00 | 3,50 | 3,50 | 19,00 | - | 31 |

ed i **parametri geotecnici di progetto M2**:

| Unità litotecnica | Formazione | Da m | A m | Spessore | γ_d (peso di volume) kN/m^3 | c_{ud} (coesione non drenata) kN/m^2 | φ'_d (angolo di attrito) ° |
|-------------------|------------|------|------|----------|--|--|--|
| A | | 0,00 | 3,50 | 3,50 | 19,00 | - | 25,67 |

Il progettista Strutturista potrà utilizzare i parametri così individuati in funzione della strategia di progettazione individuata..

14. Orientamenti geotecnici

Verifica dello Stato Limite Ultimo -- Capacità portante del terreno di fondazione in campo statico e dinamico

Nei casi in esame le fondazioni superficiali devono essere verificate almeno con riferimento a meccanismi di rottura per carico limite e scorrimento sul piano di posa.

La verifica della sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) si ottiene con il "Metodo semiprobabilistico dei coefficienti parziali" di sicurezza tramite l'equazione: $Rd \geq Ed$ (dove Ed è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e dove Rd è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico). Rimandando al lavoro dello Strutturista le valutazioni inerenti le azioni di progetto, il valore di progetto della resistenza Rd può essere determinato in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M indicato nel paragrafo precedente e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R relativi ai diversi tipi di opera secondo quanto indicato nella successiva tabella relativa al caso di fondazioni superficiali.

| VERIFICA | COEFFICIENTE PARZIALE (R1) | COEFFICIENTE PARZIALE (R2) | COEFFICIENTE PARZIALE (R3) |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Capacità portante | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,8$ | $\gamma_R = 2,3$ |

Più in generale tali verifiche possono essere condotte seguendo almeno uno dei due approcci indicati di seguito:

Approccio 1:

- Combinazione 1 (STR) (A1+M1+R1);
- Combinazione 2 (GEO) (A2+M2+R2);

Approccio 2:

- Combinazione unica (STR) (A1+M1+R1);
- Combinazione unica (GEO) (A1+M1+R3).

Su indicazione del Progettista Strutturista le verifiche sono condotte con l'Approccio 2 (GEO).

Le verifiche di capacità portante sono eseguite in condizioni non drenate, considerando cautelativamente la falda freatica coincidente con il piano di fondazione dell'intervento. La capacità portante limite può essere stimata attraverso la formula di Brinch-Hansen (1970) considerando gli effetti inerziali legati alla sismicità del sito:

$$Rd = A \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_y \cdot s_y \cdot i_y \cdot b_y \cdot g_y + c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q \right)$$

dove:

- A è l'area della fondazione;
- N_y , N_c ed N_q sono i fattori di capacità portante dipendenti dall'angolo di resistenza al taglio di progetto;
- s_y , s_c ed s_q sono dei fattori di forma funzioni del rapporto tra i lati della fondazione;
- d_c e d_q sono fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa della fondazione;
- i_y , i_c e i_q sono fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del carico e sono trascurati nel caso specifico ;
- b_y , b_c e b_q sono fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base della fondazione e sono trascurati nel caso specifico;

- g_s , g_c e g_q sono fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna e sono trascurati nel caso specifico;
- φ'_d è l'angolo di resistenza al taglio di progetto;
- $c_{u,d}$ è la coesione di progetto;
- γ_{0d} è il peso di volume di progetto del terreno al di sopra della fondazione;
- γ_{1d} è il peso di volume di progetto del terreno al di sotto della fondazione;
- γ'_{1d} è il peso di volume di progetto del terreno saturo al di sotto della fondazione;
- q' è la tensione efficace agente sul piano di posa della fondazione.

Posto per **centrale termica di Praso** in oggetto:

- l'ipotesi di una fondazione a **platea**;
- la falda assente;
- B è la larghezza della fondazione posta pari a 24 m;
- L è la lunghezza maggiore della fondazione pari 35 m;
- A è la superficie di impronta della fondazione pari a 840 mq;
- D è la profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna posta a -1,00 m dal p.c.;

Si ottengono così, trascurando cautelativamente il contributo del sovraccarico del terreno, in funzione delle caratteristiche fondazionali fornite dallo Strutturista i valori di resistenza R_d :

| Approccio-combinazione progettuale | R_d Resistenza statica di progetto del sistema geotecnico (kN) |
|------------------------------------|--|
| (A1+)M1+R3 | 1.586.686,974 (unitaria 19,261 kg/cm²) |

| Approccio-combinazione progettuale | R_d Resistenza dinamica di progetto del sistema geotecnico (kN) |
|------------------------------------|---|
| (A1+)M1+R3 | 1.560.403,832 (unitaria 18,942 kg/cm²) |

Posto per la **stazione di rilancio di Formino** (per la quale si consiglia l'imposta della fondazione a circa -1,30 m dal p.c. allo scopo di superare il livello con presenza di materiali organici vegetali) in oggetto:

- l'ipotesi di una fondazione a **platea**;
- la falda assente;
- B è la larghezza della fondazione posta pari a 8,50 m;
- L è la lunghezza maggiore della fondazione pari 13,50 m;
- A è la superficie di impronta della fondazione pari a 114,75 mq;
- D è la profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna posta a -1,30 m dal p.c.;

Si ottengono così, trascurando cautelativamente il contributo del sovraccarico del terreno, in funzione delle caratteristiche fondazionali fornite dallo Strutturista i valori di resistenza R_d :

| Approccio-combinazione progettuale | R_d Resistenza statica di progetto del sistema geotecnico (kN) |
|------------------------------------|--|
| (A1+)M1+R3 | 85.597,297 (unitaria 7,606 kg/cm²) |

| Approccio-combinazione progettuale | R_d Resistenza dinamica di progetto del sistema geotecnico (kN) |
|------------------------------------|---|
|------------------------------------|---|

| | |
|------------|--|
| (A1+)M1+R3 | 83.641,364 (unitaria 7,433 kg/cm ²) |
|------------|--|

Verifica dello Stato Limite Ultimo – Scorrimento sul piano di posa del terreno di fondazione

Si rimandano le verifiche allo scorrimento sul piano di posa del terreno di fondazione alla relazione del Progettista Strutturista.

Verifica dello Stato Limite d'Esercizio – Cedimenti

Le opere ed i sistemi geotecnici devono essere verificati nei confronti degli stati limite di esercizio (almeno SLD). A tale scopo, il progetto deve esplicitare le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili e le prestazioni attese per l'opera stessa.

Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione $Cd \geq Ed$ (dove Ed è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e Cd è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni).

I valori delle proprietà meccaniche da adoperare nell'analisi sono quelli caratteristici.

I cedimenti immediati (aliquota predominante del cedimento totale in terreni di questo tipo) si manifestano via via che viene applicato il carico durante l'esecuzione dell'opera. Si opera, in ogni caso, una stima dei cedimenti immediati, nell'ipotesi di applicazione di carichi statici e non statici, che può essere ottenuta mediante il metodo di Burland e Burbidge (1984), basato sui risultati di prova SPT. Tale metodo si esplica con la seguente espressione:

$$C_d = F_s \cdot F_b \cdot F_t \cdot [\sigma'_{vo} \cdot B^{0.7} \cdot I_c / 3 + (q' - \sigma'_{vo}) \cdot B^{0.7} \cdot I_c]$$

dove:

C_d = cedimento di progetto

F_t, F_b, F_s = fattori correttivi

σ'_{vo} = tensione verticale efficace al piano di fondazione

B = larghezza (lato corto) della fondazione

I_c = indice di compressibilità dato da $1,706 / (N_{SPT})^{1,4}$

q' = pressione efficace lorda (carico applicato alla fondazione)

N_{SPT} = n° medio di colpi per la profondità significativa, nel caso di N costante o crescente con la profondità

Per la **centrale termica di Praso** si svolge il calcolo per l'ipotesi di fondazione a platea posta a circa -1,00 m dal p.c., $N_{SPT} = 20$ (aumentato del 25% rispetto al valore caratteristico secondo l'indicazione di Terzaghi e Peck per ghiaie e sabbie con ghiaia), e con una pressione di circa 100,52 kN/m² (valore fornito dal Progettista). Si ottengono, nel caso di carichi statici e nel caso di carichi dinamici, i seguenti risultati:

| | Carico statico | Carico dinamico |
|--|----------------|-----------------|
| Cedimenti immediati (mm) | 13,7 | 13,7 |
| Cedimenti differiti nel tempo, dopo 32 anni (mm) | 20,63* | 34,56* |

*con la probabilità del 50% che il cedimento sia in realtà superiore a tale valore.

Considerato che gran parte della fondazione poggerà su litologia rocciosa pressoché incompressibile i cedimenti calcolati per la parte di fondazione a valle possono essere assimilati ai valori di cedimento differenziale.

Per la **stazione di rilancio di Formino** si svolge il calcolo per l'ipotesi di fondazione a platea posta a circa -1,30 m dal p.c., $N_{SPT} = 17,5$ (aumentato del 25% rispetto al valore caratteristico secondo l'indicazione di Terzaghi e Peck per ghiaie e sabbie con ghiaia) e con una pressione di circa 100,52 kN/m² (valore fornito dal Progettista). Si ottengono, nel caso di carichi statici e nel caso di carichi dinamici, i seguenti risultati:

| | Carico statico | Carico dinamico |
|--|----------------|-----------------|
| Cedimenti immediati (mm) | 12,4 | 12,4 |
| Cedimenti differiti nel tempo, dopo 32 anni (mm) | 18,65* | 31,25* |

*con la probabilità del 50% che il cedimento sia in realtà superiore a tale valore.

Tenendo presente i cedimenti ammissibili per varie parti e tipologia di opere.

| Tipo di movimento | Fattore di limitazione | Valore ammissibile |
|-------------------------|---|---|
| cedimento | collegamento a reti di servizi accesso | 15 ÷ 30 cm 30 ÷ 60 cm |
| | probab. di cedimenti differenziali | |
| | • murature portanti • strutture intelaiate • ciminiera, silos | 2,5 ÷ 5 cm 5 ÷ 10 cm 7,5 ÷ 30 cm |
| rotazione rigida (tilt) | stabilità al ribaltamento | dipende dall'altezza e dal peso 0,04 H |
| | rotazione di ciminiera, torri operatività di macchine • macchine tessili • turbogeneratori binari di carro ponte drenaggio di sup. pavimentate | 0,003 L 0,0002 L 0,003 L 0,01 – 0,02 L |
| cedimenti differenziali | murature portanti multipiano murature portanti ad un piano lesioni di intonaci | 0,0005 ÷ 0,001 L 0,001 ÷ 0,02 L 0,001 L |
| | telai in c.a. pareti di strutture a telaio in c.a. telaio in acciaio strutture semplici in acciaio | 0,0025 ÷ 0,004 L 0,003 L 0,002 L 0,005 L |

L = distanza fra due pilastri adiacenti.
I valori ammissibili più elevati si riferiscono a strutture più flessibili ed a condizioni di sottosuolo uniformi; i più ridotti a strutture rigide e condizioni di sottosuolo irregolari.

Fig. 6 – Cedimenti ammissibili (Sowers, 1972)

Considerando inoltre che secondo Skempton e MacDonald (1956) il massimo cedimento tollerabile, per fondazioni a platea su sabbie è dell'ordine di 40-60 mm e quello relativo a cedimenti differenziali è pari a 25 mm. I cedimenti ottenuti in entrambe i casi risultano compatibili con la tipologia di opere in esame.

Verifica della stabilità dei fronti di scavo

Nel caso della centrale termica di Praso trattandosi di scavo realizzato su pendio, è stata preliminarmente verificata l'influenza dello scavo sulle condizioni di stabilità generale del pendio stesso.

E' stata quindi valutata la stabilità dei fronti di scavo verticali a breve termine (in tensioni totali) relativi alla costruzione della centrale determinando le modalità di scavo e le eventuali opere provvisorie necessarie a garantire la stabilità delle litologie durante l'esecuzione dei lavori.

Si utilizza l'approccio 1 – combinazione 2 (A2+M2+R2), applicando al peso di volume della massa potenzialmente instabile il coefficiente A2 pari a $\gamma_{G1}=1$ ed alla fine un coefficiente riduttivo della resistenza globale (R2) del sistema γ_t pari a 1,1 (paragrafo 6.8 delle NTC).

La stabilità dei fronti di scavo è stata valutata utilizzando una formula riconducibile al noto metodo di Taylor (1948) applicato a litologie caratterizzate da coesione e attrito, adattata alle NTC 2008.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i parametri di progetto dell'orizzonte geotecnico superficiale (A) e si è considerato che per gli scavi in progetto sono previste altezze non superiori a 13,00 m.

Il calcolo ha dato come risultato, in condizioni **drenate**, un'altezza critica (Hc) di **2,79 m** con un fattore di sicurezza pari (FS) a **0,23** pertanto non risulta soddisfatta la verifica $Rd \geq Ed$.

Il calcolo ha dato come risultato, in condizioni **non drenate**, un'altezza critica (Hc) di **5,79 m** con un fattore di sicurezza pari (FS) a **0,49** pertanto non risulta soddisfatta la verifica $Rd \geq Ed$.

Considerando più verosimilmente significativi solo gli scavi non in roccia sana, per altezze previste di circa 9 m.

Il calcolo ha dato come risultato, in condizioni **drenate**, un'altezza critica (Hc) di **2,79 m** con un fattore di sicurezza pari (FS) a **0,31** pertanto non risulta soddisfatta la verifica $Rd \geq Ed$.

Il calcolo ha dato come risultato, in condizioni **non drenate**, un'altezza critica (Hc) di **5,79 m** con un fattore di sicurezza pari (FS) a **0,64** pertanto non risulta soddisfatta la verifica $Rd \geq Ed$.

Tutte le verifiche eseguite non risultano soddisfatte e conducono alla necessità, nel breve termine, di opere provvisorie di sostegno per gli scavi da realizzare.

In ogni caso in base alla normativa vigente trattandosi nell'ipotesi considerata di uno scavo a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nel quale è prevista la permanenza di operai, deve essere prevista un'armatura di sostegno delle pareti di scavo.

Coefficiente di sottofondazione KW di Winkler

Si definisce pressione di contatto la pressione unitaria che la fondazione esercita in ciascun punto d'appoggio sul terreno di fondazione. Per coefficiente di sottofondazione si definisce la relazione che esiste tra la pressione di contatto p in ogni punto della fondazione e la relativa deformazione del terreno S :

$$K_w = p / S$$

Nel caso in esame, può essere applicata l'equazione di Terzaghi (1955) che ha suggerito di correlare il coefficiente di sottofondazione con il valore del modulo di reazione k_p calcolato con una prova su piastra di lato uguale a 30 cm. La correlazione proposta per terreni incoerenti è la seguente:

$$K_w \text{ (kg/cm}^3\text{)} = K_p [(B + 0,3) / 2B]^2$$

Correlando k_p con il numero di colpi medio dello strato di fondazione, attraverso la relazione:

$$K_p \text{ (kg/cm}^3\text{)} = N/7,8;$$

in cui: N =numero di colpi SPT medio nello strato di fondazione;

è possibile ricavare k direttamente dai dati di una prova penetrometrica dinamica.

Ottenendo così un coefficiente di sottofondazione variabile in funzione delle ipotesi di progettazione:

posto $B=24$ m (Praso) $KW= 0,52$ (kg/cm³)

posto $B=13,5$ m (Formino) $KW= 0,47$ (kg/cm³)

Il modello geotecnico del sottosuolo in esame è riportato nelle sezioni allegate, nelle quali si presenta una sintesi comparata dei modelli geologico, sismico e geotecnico.

15. Osservazioni conclusive

Lo studio geologico-sismico-geotecnico dei sottosuoli, sui quali sono in progetto gli interventi in esame, ha permesso la definizione di modelli geologici che, opportunamente implementati dalle indagini geognostiche con le quali sono stati individuati i parametri geotecnici caratteristici del sottosuolo, ha portato ad individuare modelli geologici, sismici e geotecnici sufficientemente affidabili per confermare la fattibilità degli interventi programmati ed indirizzare le scelte progettuali con opportune prescrizioni e consigli di cui al paragrafo 12.

Per le opere civili in progetto, sulla base della strategia progettuale indicata dal Progettista Strutturista e in considerazione di parametri e coefficienti sismici elaborati, sono state calcolate le resistenze di progetto da utilizzarsi nelle verifiche allo stato limite ultimo e condotte le verifiche allo stato limite di esercizio.

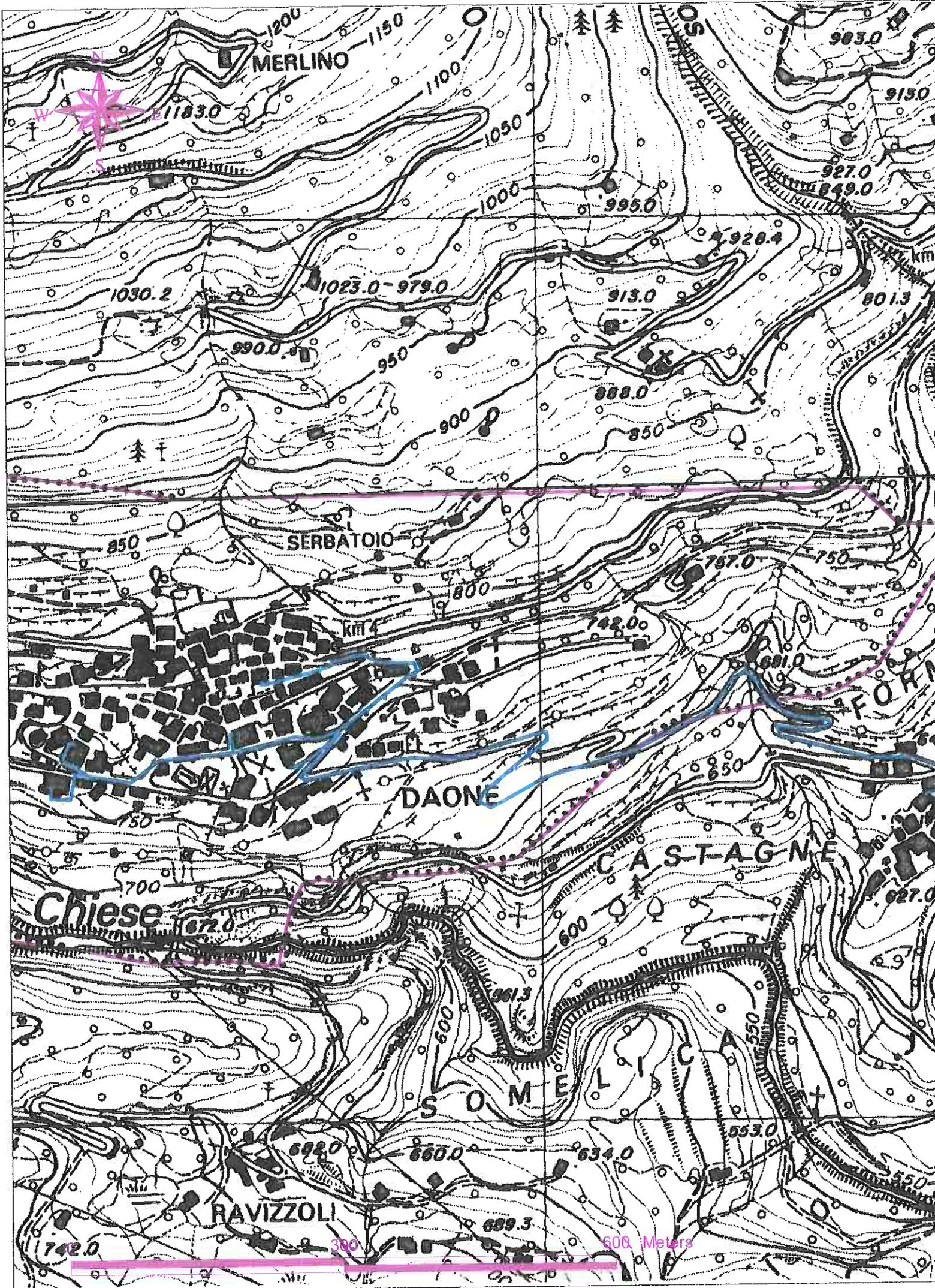
I risultati emersi non hanno evidenziato ulteriori problematiche oltre a quelle già affrontate nella relazione geologica.

Durante l'esecuzione dei lavori deve essere accertata in loco la rispondenza delle indagini geologiche e delle previsioni di progetto con lo stato effettivo delle litologie, ed adottati di conseguenza ulteriori e opportuni modifiche progettuali e/o accorgimenti operativi.

Castellina Marittima, 19 gennaio 2012



Dott. Geol. Francesco Calderini



MERLINO

SERBATOIO

DAONE

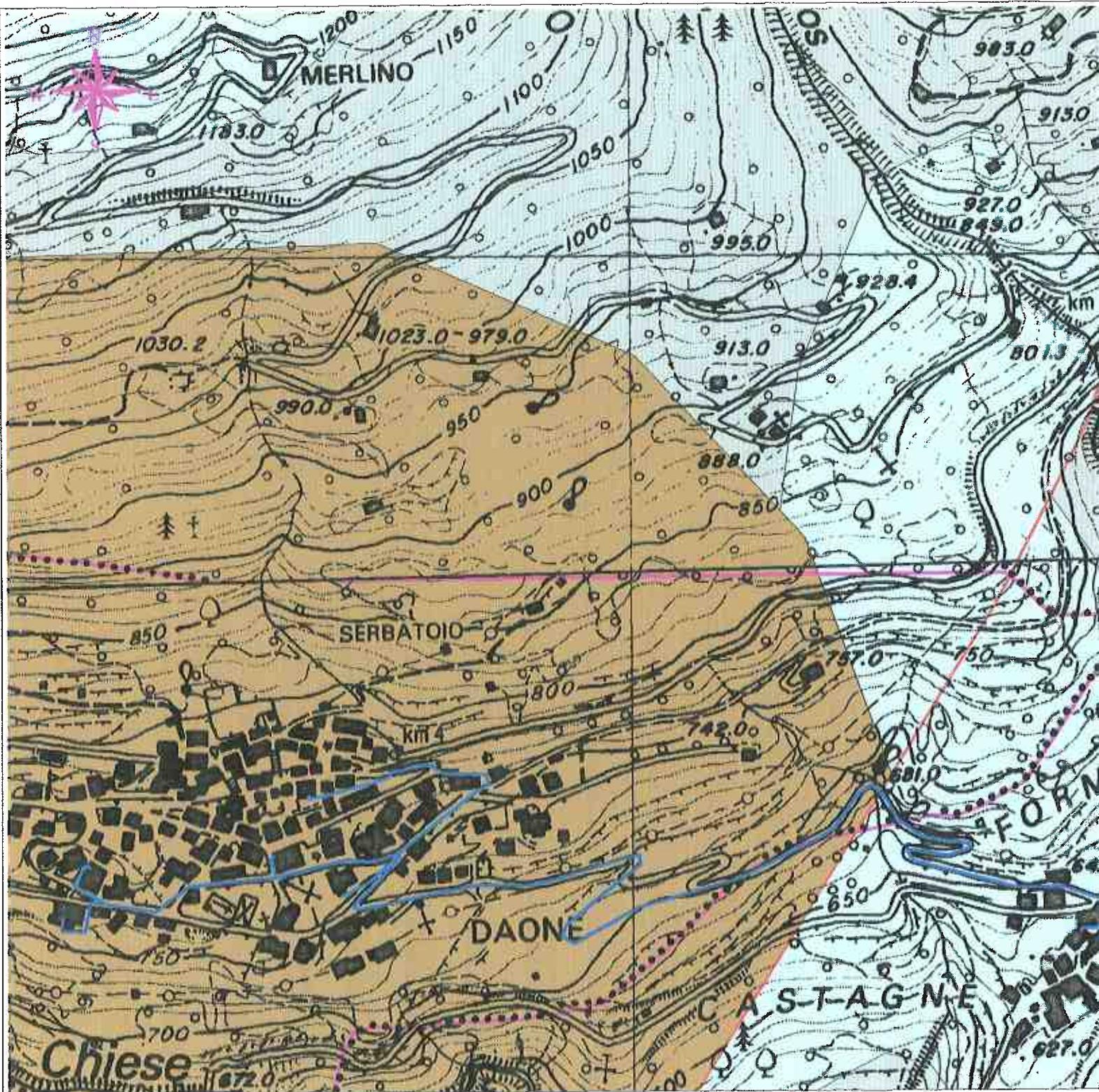
CASTAGNE

S O M E L I C A

RAVIZZOLI

Chiese

600 Meters



LEGENDA

-  Rete di teleriscaldamento
-  Stazione rilancio
-  Centrale termica
-  Confini comunali

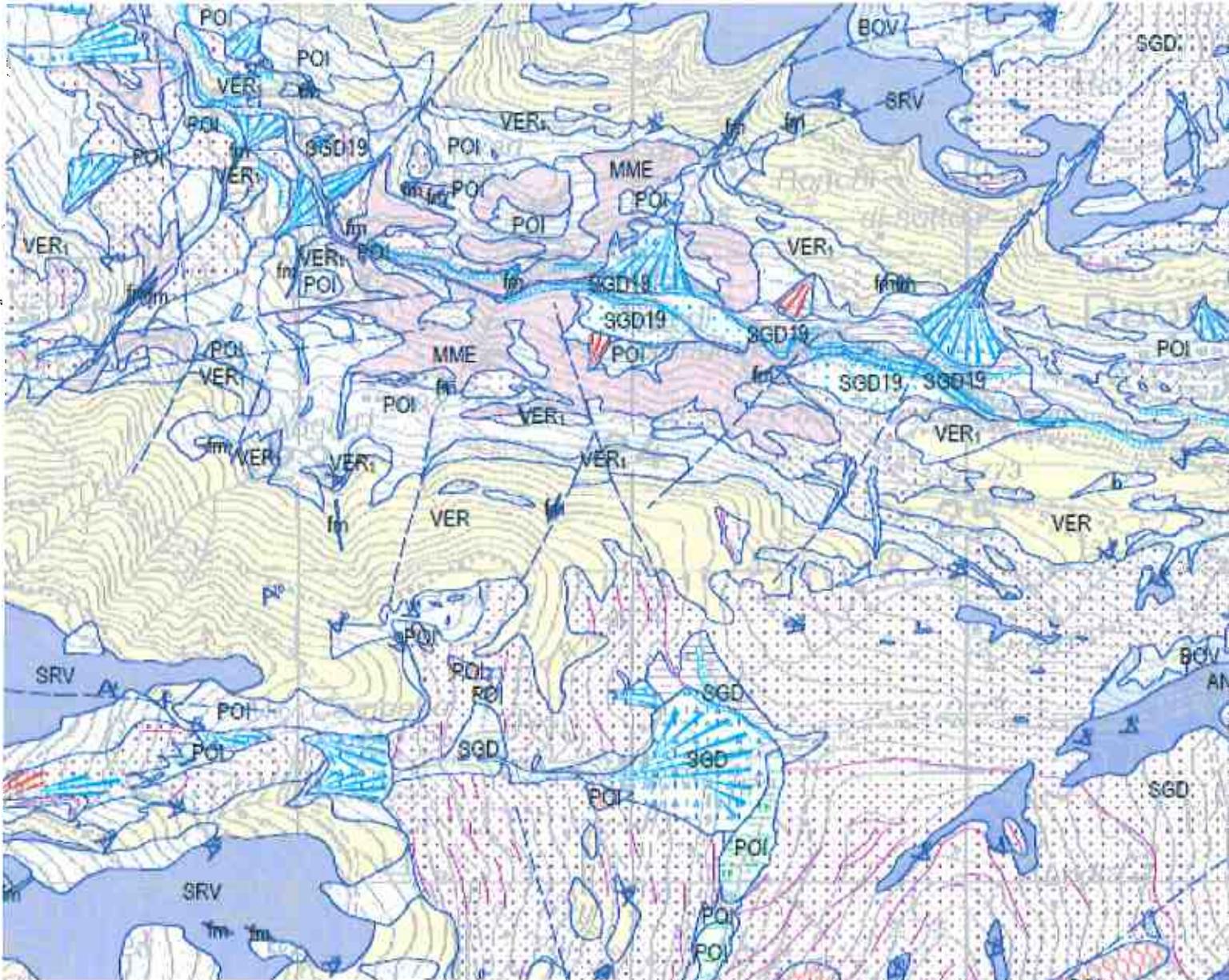
Lineamenti strutturali

-  FAGLIA CERTA

Geologia

-  Depositi detritici, alluvionali e glaciali indistinti.
-  Prima unita' carbonatica stratificata incompetente: Formazione di La Valle, Formazione di Livinallongo, Formazione di S. Cassiano, Calcare di Prezzo, Calcare di Tignes.
-  Prima unita' carbonatica competente: Formazione di Contrin, Dolomia dello Sciliar, Calcare di Esino, Formazione di Breno.
-  Formazione a Bellerophon, Formazione di Werfen, Servino, Carniola.
-  Molassa post-ercinica: Arenarie di Val Gardena, Verrucano lombardo.





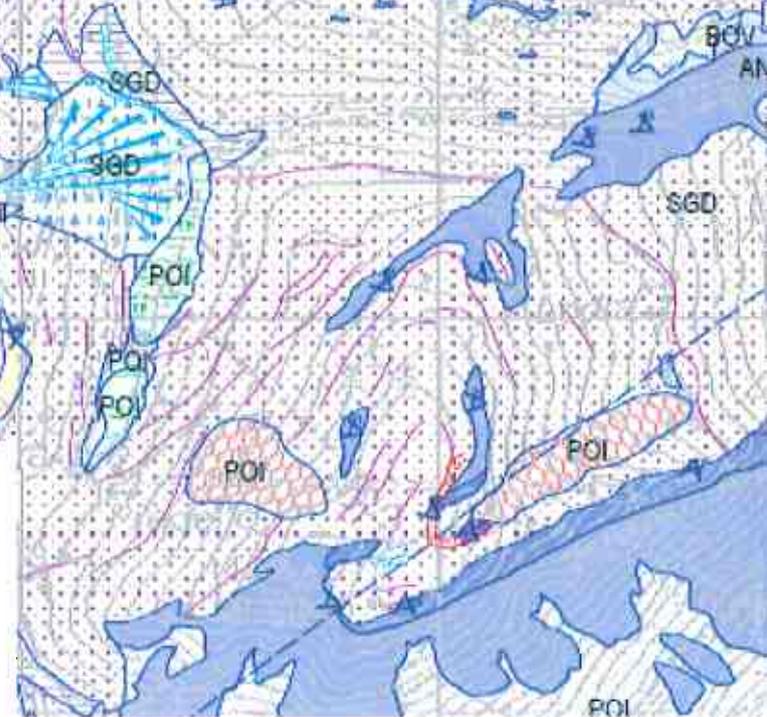
SUCCESSIONE CONTINENTALE NEOGENICO-QUATERNARIA

UNITA' NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI APPARTENENZA

POI SINTEMA DEL PO
 Diamicton e ghiaie con clasti spigolosi (depositi di versante, di frana e di debris-flow). Ghiaie e sabbie stratificate (depositi alluvionali). Limi laminati, argille, torbe (depositi lacustri e di torbiera). Diamicton massivi a blocchi (depositi glaciali).
PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE

UNITA' DEL BACINO DEL CHIESE

SGD SINTEMA DEL GARDA
 Diamicton massivi a supporto di matrice e/o di clasti, talora sovraconsolidati (till d'alloggiamento ed in netto subordine till di ablazione). Limi argilloso massivi, con lenti di diamicton massivi, clasti e ghiaie (depositi di contatto glaciali). Ghiaie massive o grossolanamente stratificate con locali livelli di sabbie e limi; petrografia poligenica, a dominante carbonatico-arenitica; cementazione locale e discontinua (depositi fluviali, fluvio-glaciali e di conoide alluvionale). Blocchi, ghiaie, sabbie e limi, massivi (depositi di debris-flow). Ghiaie e blocchi con clasti da spigolosi a subspigolosi (depositi di versante).
 Superficie limite superiore con morfologie ben conservate, copertura loessica assente; profilo di siltazione con spessore inferiore a 1,0 m; colore della matrice 10-7,5 YR. Spessore massimo oltre 30 m.
 Subinterna di Malè (SGD₁): blocchi, ghiaie, sabbie e limi massivi (depositi di debris-flow). Ghiaie massive o grossolanamente stratificate con locali livelli di sabbie e limi; litologia a dominante carbonatico-arenitica (depositi alluvionali e fluvio-glaciali).
 Subinterna di Valgarnone (SGD₂): diamicton massivi a supporto di matrice e/o di clasti con ciottoli da subspigolosi ad arrotondati di natura locale, provenienti dalle testate vallive (prevalentemente Verrucano Lombardo, Servino, Formazione di Monte Macaone, Calcarea di Angolo) (till d'ablazione e till indifferenziato). Superficie limite superiore caratterizzata da morfologie ben conservate, copertura loessica assente e suolo di spessore limitato. Clasti generalmente non alterati o debolmente alterati.
 Clasti generalmente non alterati o debolmente alterati.
 Subinterna della Valle Aperta (SGD₃): diamicton massivi a supporto di matrice e/o di clasti con ciottoli da subspigolosi ad arrotondati di natura locale (prevalentemente Grandiorite del Bruffone, Verrucano Lombardo, Servino, Formazione di Monte Macaone, Calcarea di Angolo) (till d'ablazione e till indifferenziato). Superficie limite superiore caratterizzata da morfologie ben conservate, copertura loessica assente e suolo di spessore limitato. Clasti generalmente non alterati o debolmente alterati.
 Subinterna della Val Bondone (SGD₄): diamicton massivi a supporto di matrice e/o di clasti con ciottoli da subspigolosi ad arrotondati di natura locale, a carbonati prevalenti (till d'ablazione e till indifferenziato). Superficie limite superiore caratterizzata da morfologie ben conservate, copertura loessica assente e suolo di spessore limitato. Clasti generalmente non alterati o debolmente alterati.
 Subinterna della Val Daone (SGD₅): diamicton massivi a supporto di matrice e/o di clasti, talora sovraconsolidati: clasti di tonaliti prevalenti (Tonalite dell'Adamello centrale, Tonalite dell'Adamello occidentale, Tonalite Re di Castello, Leucotonalite - Grandiorite del Lago Boazzo) con subordinati clasti di Verrucano Lombardo e Calcarea di Angolo (till d'alloggiamento e in netto subordine till d'ablazione). Depositi di rock glacier. Ghiaie massive o grossolanamente stratificate con locali livelli di sabbie e limi (depositi alluvionali e fluvio-glaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da morfologie ben conservate e suolo di spessore limitato.
PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

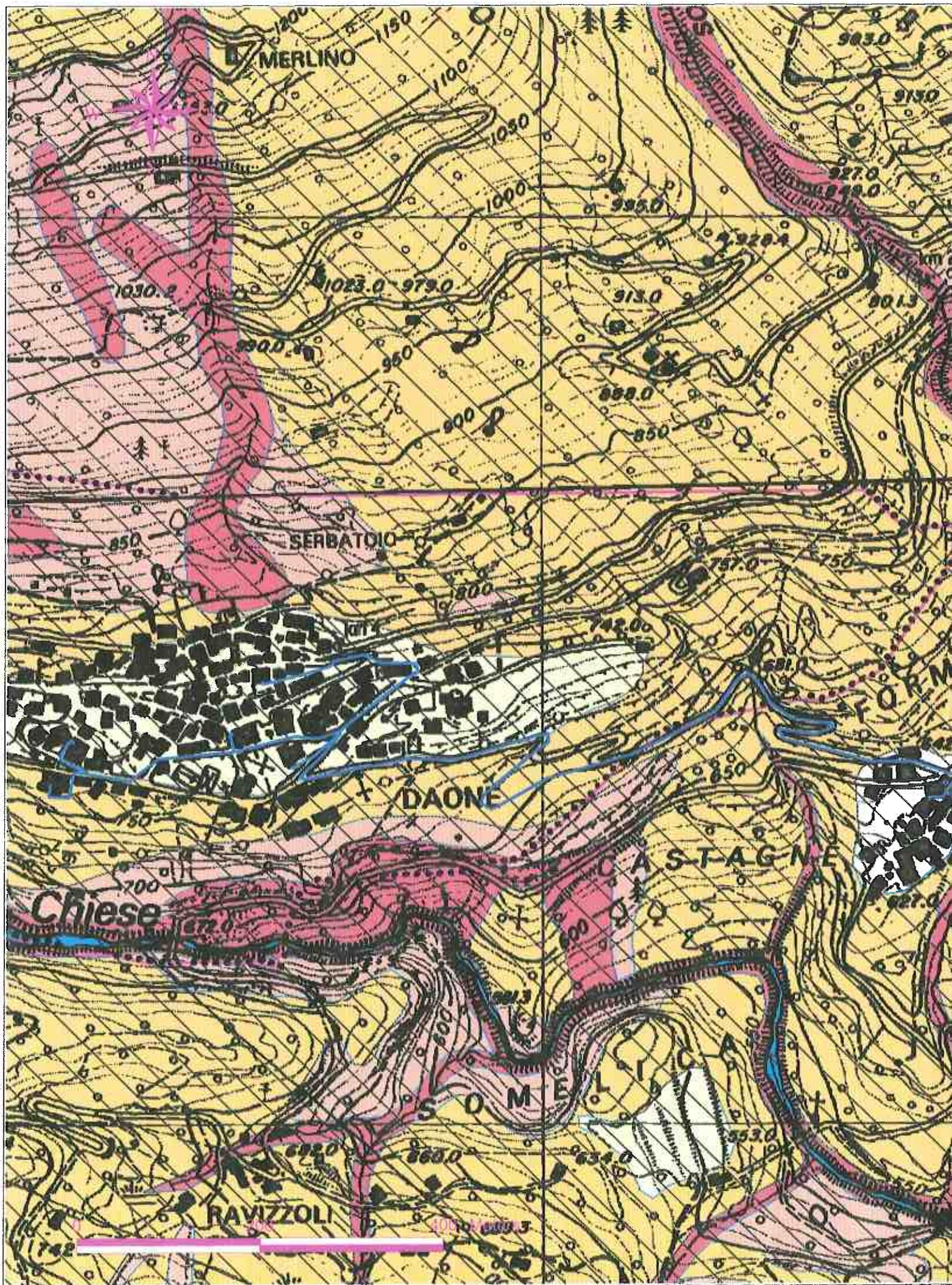


SUCCESSIONE VULCANO-SEDIMENTARIA

WEN FORMAZIONE DI WENGEN
 Arenarie fini, siltiti e marne nerastre finemente meste, con intercalazioni di calcareniti e calcipelagioliti e resti di vegetali. Innumeri nel deposito biancastri a coralli (WEN₂). Bacini intrapietisti. Spessore 0 - 300 m. Facies di contatto: marmo di biotite, calcari a biotite e anfibolo; marmi di biotite, marmi e calcareniti grigi a clasti di granato, K-feldspato.
LADINICO SUPERIORE

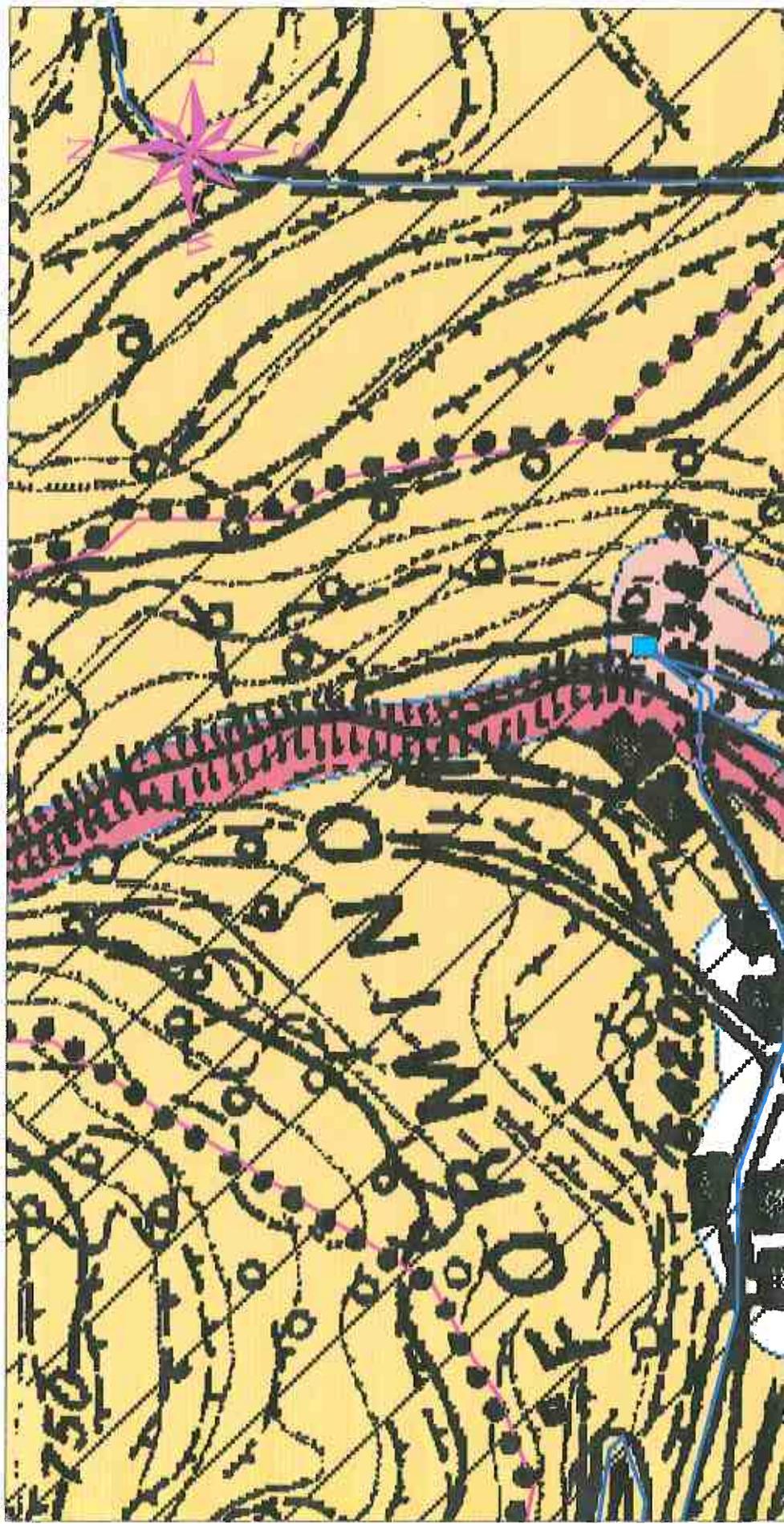
BUC FORMAZIONE DI BUCHENSTEIN
 Calcari micritici scuri, lastriiformi o nodulari, opoli e calciturbiditi. Presenza di tuffi e vulcani. Presenza di ammonioidi e radiolari. Ambiente di contatto: marmo calcareo alternato a corallo, talora con orti di wollastonite al contatto a corindone.
ANISICO SUPERIORE (ILLIRICO p.p.) - LADINICO

PRZ CALCARE DI PREZZO
 Alternanze di calcari marnosi e marne nere. Sono presenti ammonioidi, lamellibranchi e Spessore max 100 m. Facies di contatto: alte tremolite, e di comburibili a biotite, K-feldspato.
ANISICO SUPERIORE (ILLIRICO p.p.)



Allegato n. 4a
Carta di Sintesi Geologica
Particolare

Scala 1:2.000 (base topografica 1:5.000)



Allegato n. 5
Elaborati indagini geognostiche
(20 fogli)



Andrea Casella Geologo

studio tecnico - Piazza Berlinguer 38, 56010 Metato (San Giuliano Terme - PI)

INDAGINI GEO-SISMICHE
IN LOC. "PRASO" E "FORMINO"

REPORT TECNICO



DICEMBRE 2011

INDAGINI GEO-SISMICHE IN LOC. "PRASO" E "FORMINO"

REPORT TECNICO

La presente relazione sintetizza le risultanze di indagini geosismiche effettuate in due aree, loc. "Praso" e "Formino".

In loc. Praso è stata eseguita una linea a rifrazione in onde S, e una linea MASW nell'area immediatamente a monte. In loc. Formino è stata eseguita un'indagine MASW, completata da una indagine seditiva a rifrazione in onde S, per una taratura e verifica dei dati.

GENERALITÀ SULLE PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE

Le indagini sismiche a rifrazione si basano sulla misurazione del tempo necessario perché la perturbazione elastica causata nel terreno da una sorgente di energia pervenga a una serie di strumentazioni di ricezione (geofoni) dopo aver percorso uno strato superficiale di terreno (onde dirette) e superfici di separazione fra strati a velocità crescente verso il basso (mediante onde rifratte).

Le apparecchiature di misurazione, di solito in numero di 12 o 24, sono spaziate regolarmente lungo un allineamento; viene registrato il tempo di arrivo delle onde ad ogni geofono, a costituire un diagramma, detto sismogramma. Il sismogramma registra:

- le onde dirette : che rappresentano la perturbazione che attraversando il solo primo strato va al geofono dalla sorgente di energia;
- le onde riflesse : che vengono riflesse dalle superfici di discontinuità;
- le onde rifratte : date dal raggio che subisce la rifrazione totale e percorre la superficie di discontinuità a velocità pari a quella dello strato più veloce; l'angolo critico di incidenza dipende dal rapporto delle velocità di propagazione delle onde sismiche nei due materiali, secondo la legge di Snell:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{V_1}{V_2}$$

Si ha l'angolo critico quando $\sin \alpha = V_1/V_2$, cioè $\beta = 90^\circ$.

Le spezzate diagrammate in un sistema di riferimento tempi/distanze relativamente ai tempi di primo arrivo sono le *dromocrone* (*travel-time curves*). In ogni dromocrona si hanno punti che possono essere relativi alle onde dirette e alle onde rifratte.

I primi tempi di arrivo sono quelli relativi ai raggi diretti attraverso il primo strato, e la pendenza della linea che passa per tali punti è il reciproco della velocità di questo strato.

A partire da una certa distanza dal punto di energizzazione (detta distanza critica) il tempo impiegato per arrivare al geofono dai raggi che percorrono il tetto dello strato sottostante (più veloce) risulta inferiore a quello degli arrivi diretti. I punti relativi a questi arrivi si allineeranno secondo una retta avente la pendenza di $1/V_2$, e così via per gli strati inferiori.

Il tempo che corrisponde all'intersezione di ciascun segmento di retta con l'asse dei tempi è detto *intercept time*. Questi valori, come quelli della distanza critica, dipendono direttamente dalla velocità dei

materiali e dallo spessore degli strati, e possono quindi essere utilizzati per determinare le profondità dei tetti degli strati stessi.

In sostanza, una volta determinate le varie velocità, vi sono infatti due metodi per determinare le profondità dei vari strati sotto i punti di energizzazione: il metodo dell'intercetta e quello della distanza critica. Una volta note queste entità è poi possibile calcolare la profondità dei vari strati in corrispondenza di ogni geofono, con il metodo ABC (*delay times*) o con il GRM (*generalized Reciprocal Method*).

POSSIBILITÀ E LIMITI DEL METODO SISMICO A RIFRAZIONE

Come è noto, le onde elastiche provocate da una vibrazione si trasmettono nel suolo con velocità differenti per ogni litotipo. Nella prospezione sismica a rifrazione si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione"), che sono le più veloci fra le diverse onde elastiche, o trasversali (onde S o "di taglio") per determinare spessori e andamenti dei livelli presenti.

La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo è compresa tra larghi limiti; per lo stesso litotipo di roccia essa diminuisce col grado di alterazione, di fessurazione e/o di fratturazione. Aumenta di solito, per contro, con la profondità e l'età geologica; sensibili differenze si possono avere, in rocce stratificate, tra le velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi. La velocità delle onde compressionali, diversamente da quelle trasversali, è fortemente influenzata dalla presenza della falda acquifera e dal grado di saturazione.

Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche compressionali (ad esempio roccia fortemente fratturata e materiale detritico saturo con velocità V_p dell'ordine di 1400-1700 m/sec), per cui non necessariamente l'interpretazione sismo-stratigrafica corrisponderà con la reale situazione geologico-stratigrafica.

Il metodo sismico a rifrazione è soggetto inoltre alle seguenti limitazioni:

- un livello potrà essere evidenziato soltanto se la velocità di trasmissione delle onde in esso risulterà superiore a quella dei livelli soprastanti (effetto della inversione di velocità);
- un livello di spessore limitato rispetto al passo dei geofoni e alla sua profondità può non risultare rilevabile;
- un livello di velocità intermedia compreso tra uno strato sovrastante a velocità minore ed uno sottostante a velocità sensibilmente maggiore può non risultare rilevabile perché mascherato dagli "arrivi" dello strato sottostante (effetto dello strato nascosto e "zona oscura");
- aumentando la spaziatura tra i geofoni aumenta la profondità di investigazione ma può ovviamente ridursi la precisione della determinazione della profondità dei limiti di passaggio tra i diversi livelli individuati. In presenza di successioni di livelli con velocità (crescenti) di poco differenti tra loro, orizzonti a velocità intermedia con potenza fino anche a 1/3 del passo adottato possono non essere evidenziati. Il limite tra due orizzonti può quindi in realtà passare "attraverso" un terzo intermedio non evidenziabile;
- analogamente, incrementi graduali di velocità con la profondità danno origine a dromocrone che consentono più schemi interpretativi. Il possibile errore può essere contenuto potendo disporre di sondaggi di taratura e "cercando" sulle dromocrone delle basi sismiche i livelli che abbiano velocità il più possibile simili a quelle ottenute con le tarature.

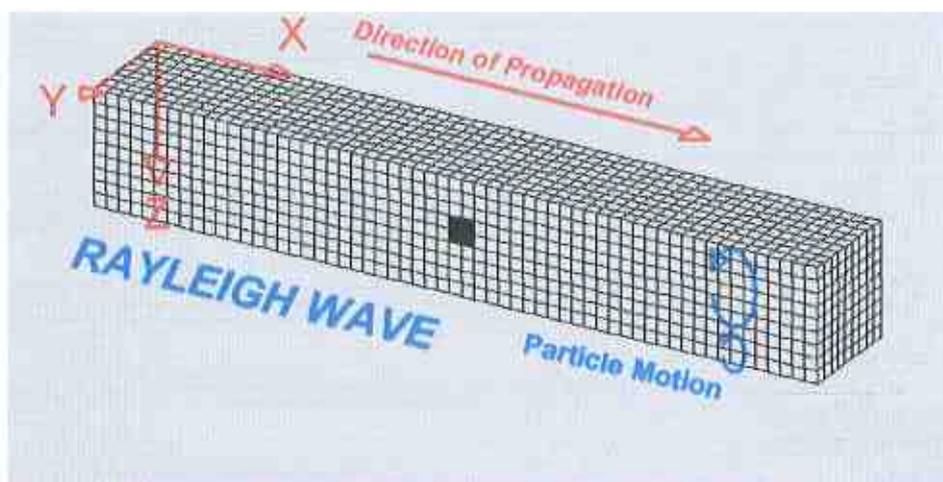
Per contro i moderni metodi di elaborazione del dato sismico consentono di ricostruire la morfologia sepolta di più rifrattori sovrapposti, variamente accidentati e con velocità variabili lungo il profilo, anche in presenza di morfologie di superficie non piane: la buona precisione raggiungibile, specie se si dispone di sondaggi di taratura, consente talora di elevare la prospezione sismica da semplice valutazione qualitativa

a valido supporto quantitativo dell'indagine geognostica.

GENERALITÀ SUL METODO MASW

Le onde sismiche che si propagano in un mezzo si dividono, principalmente, in onde di corpo e onde di superficie. Fra queste ultime si hanno le onde di *Rayleigh*, le onde di *Love* e le onde di *Lamb*.

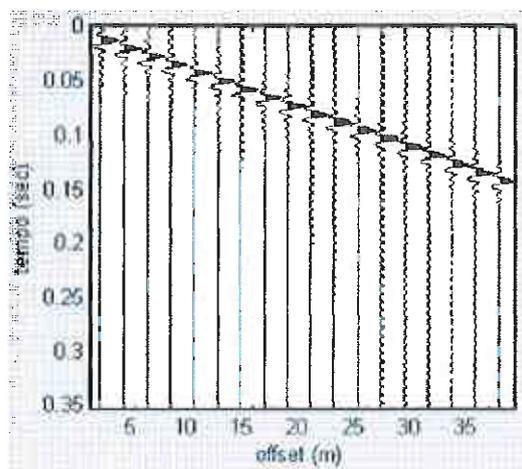
Le onde di *Rayleigh* sono originate dall'interazione fra le onde di pressione e le onde di taglio verticali quando esista una superficie libera in un mezzo omogeneo e isotropo.



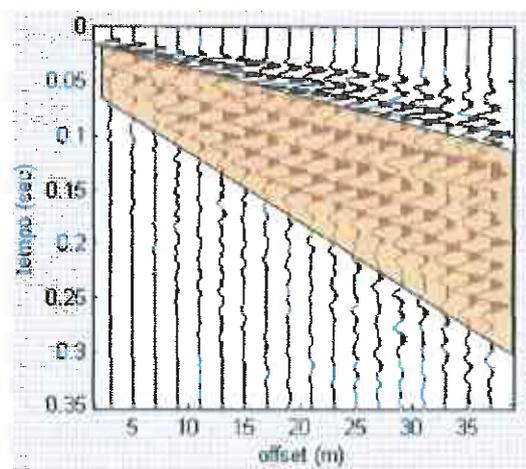
Il moto delle particelle è di tipo ellittico retrogrado, il quale si inverte a una profondità di $\lambda/2\pi$. L'ampiezza dello spostamento decresce secondo una legge esponenziale.

L'energia convertita in onde di Rayleigh è, in percentuale, molto maggiore rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P ed S. Inoltre l'ampiezza delle onde di superficie varia con la radice quadrata di r , e non con r come avviene per le onde di corpo. Le onde di Rayleigh presentano una velocità del 90% circa rispetto a quella delle onde di taglio.

In presenza di un semispazio omogeneo, la velocità di tali onde non varia in funzione della frequenza, non si ha cioè dispersione, la deformazione di un treno di onde dovuta alla variazione della velocità di propagazione in funzione della frequenza. Questa deformazione si manifesta invece quando il terreno presenti una stratificazione; la velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda viene influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a una profondità dell'ordine di $\lambda/2$ circa.



mezzo non stratificato



mezzo stratificato = dispersione

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Quindi una metodologia che utilizzi le onde superficiali è in grado di rilevare variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

Nel caso che l'obiettivo sia di verificare le caratteristiche delle velocità delle onde S nel terreno, questo tipo di indagine è molto utile, in quanto la V_s è il fattore che governa le caratteristiche della dispersione. Inoltre il metodo non è limitato dalla presenza di inversioni di velocità, e presenta una buona risoluzione.

L'indagine secondo la tecnica *MASW* (Multi-channel Analysis of Surface Waves) prevede l'energizzazione mediante sorgente attiva, con registrazione simultanea su 12 o più canali. Vengono utilizzati geofoni a componente verticale sensibili alle basse frequenze (un valore tipico sono 4,5 Hz).

La distanza dalla sorgente di energizzazione e il primo ricevitore condiziona λ_{max} , e quindi la profondità di indagine; anche la lunghezza dello stendimento geofonico è in relazione alla profondità di indagine, mentre la distanza intergeofonica condiziona lo spessore dello strato più sottile rilevabile.

E' importante osservare che nel sismogramma possono comparire diversi tipi di onde: onde di corpo, onde superficiali non piane, onde riverberate dalle disomogeneità superficiali, oltre al rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Questo comporta una difficoltà aggiuntiva nella "lettura" dello spettro di velocità e quindi nella successiva individuazione della curva di dispersione.

Le onde di corpo sono di solito riconoscibili; le onde superficiali riverberate (back scattered) possono risultare prevalenti in un sismogramma quando siano presenti discontinuità orizzontali. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

In sintesi l'indagine comporta:

- l'acquisizione delle onde superficiali (*ground roll*);
- la determinazione di uno spettro di velocità, con velocità di fase in funzione della frequenza;
- l'identificazione della curva di dispersione, cioè la determinazione dei punti che, sullo spettro di velocità, appartengono a un certo modo di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh;
- l'inversione della curva di dispersione, al fine di ottenere il profilo verticale delle V_s .

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando come riferimento la curva di dispersione precedentemente ottenuta. Per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione è necessaria l'assunzione di valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità.

La procedura di inversione utilizzata dal software *winMASW* è legata agli "algoritmi genetici", il quale approccio consente di ottenere risultati più affidabili rispetto ai metodi di inversione basati sulla matrice Jacobiana. E' estremamente utile, per una interpretazione affidabile, poter disporre di dati di riferimento, sia per fornire uno spazio di ricerca iniziale al processo di inversione, sia per effettuare una "modellazione diretta" di ausilio a un corretto "picking" della curva di dispersione.

INDAGINI IN ZONA "PRASO"

Come già accennato, in questa zona è stata eseguita una linea a rifrazione, così articolata:

- n. geofoni: 24 ; - spaziatura fra i geofoni: 2 m ; - n. shots: 5, di cui:

| | | |
|--------------------|-------------------------------|--------------------|
| shot 1 (offset 1): | a 24 m da shot 2 | (coord. = -24,0 m) |
| shot 2 (end 1): | a 1,0 m da geofono 1 | (coord. = 0,0 m) |
| shot 3 (central) | centrale, fra geofoni 12 e 13 | (coord. = 24,0 m) |

shot 4 (end 24) a 1,0 m da geofono 24 (coord. = 48,0 m)
 shot 5 (offset 24) a 24 m da shot 4 (coord. = 72,0 m).



Per la linea geosismica in oggetto si è impiegata un'unità AMBROGEO "ECHO 12-24/2002 Sismic Unit", avente le seguenti caratteristiche principali:

- . numero di canali: 24
- . A/D conversion: 16 bit
- . saturation level: 100 dB
- . sampling: 130 microsec
- . dynamic range: 93 dB
- . sampler interval: 0,296 msec
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . distorsion: 0,01%
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . power: 12 V.

L'attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spazati a 3 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni orizzontali a 4,5 Hz, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo e trave di battuta per l'energizzazione orizzontale. Il software di acquisizione dati è "ECHO 12-24" vers. 7.00.

RISULTATI INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *Winsism 10.0* della *W_geosoft*; tale programma è in grado di convertire i dati della strumentazione Ambrogeo in formato SU (seismic unix) e operare direttamente su tali records per la definizione dei tempi di primo arrivo ed il successivo tracciamento delle *dromocrone* (*travel-time curves*).

Può essere quindi effettuato il calcolo delle velocità, pervenendo alla determinazione delle profondità dei vari strati con il *metodo dell'intercetta* e, successivamente, con il *delay method* (*ABC*).

Alla presente relazione sono allegati :

- il sismogramma, con indicati i tempi dei primi arrivi delle onde S (tacquisiz. = 200 ms) ;
- le dromocrone relative ai suddetti primi arrivi ;
- il profilo schematico tracciato sia con il metodo IT che con il metodo ABC.

Tramite il metodo *IT* si evidenzia la seguente situazione:

| shot 2 | | shot 3 | | shot 4 | |
|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|
| v (m/sec) | prof.base (m) | v (m/sec) | prof.base (m) | v (m/sec) | prof.base (m) |
| 58 | 0.42 | 108 | 0.50 | 113 | 0.467 |
| 277 | 2.22 | 512 | 2.28 | 571 | 2.33 |
| 1294 | 8.78 | 664 | 7.86 | 714 | 6.62 |
| 1590 | | 1590 | | 1590 | |

La ricostruzione operata con il *delay method* (*ABC*) ha consentito di valutare la

profondità del substrato sotto i vari geofoni, con rilevazione più accurata dell'andamento di tale contatto.

RISULTATO INDAGINI MASW

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software *winMASW 4.3 pro*, il quale consente la determinazione di profili della velocità delle onde di taglio Vs tramite modellazione diretta e/o tramite inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi "genetici". Tale programma è in grado di operare sui records in formato .SGY prodotti dalla strumentazione *Ambrogeo* e di effettuare l'analisi delle curve di dispersione in onde di *Rayleigh* e/o onde di *Love*.

Nel caso in oggetto si è analizzata la dispersione in onde di *Rayleigh*, per una linea costituita da 24 geofoni a spaziatura pari a 2,0 m, con shots a offset minimo di 3,0 m.

Alla presente relazione sono allegati:

- il grafico con la rappresentazione dei file dei dati acquisiti ("common-shot gather" – segnale per i vari geofoni nel tempo di acquisizione di 1000 msec);
- lo spettro di velocità conseguente (onde di *Rayleigh*), con indicato il modello preso a riferimento e la curva di dispersione corrispondente al modo fondamentale.

Partendo dai dati delle indagini dirette disponibili in zona si ottiene un modello la cui curva di dispersione è piuttosto attinente (perlomeno entro un certo range di frequenze) allo spettro di velocità ottenuto. Si ha (4 strati):

| strato | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|-----|-----|-----|------|
| VSh da onde <i>Rayleigh</i> (m/sec) | 260 | 220 | 500 | 1350 |
| spessore (m) | 1.5 | 2.1 | 6.0 | |

CONSIDERAZIONI

Alla luce dei dati ottenuti si ha che, a livello della parte di versante intermedia, nella zona di indagine a rifrazione:

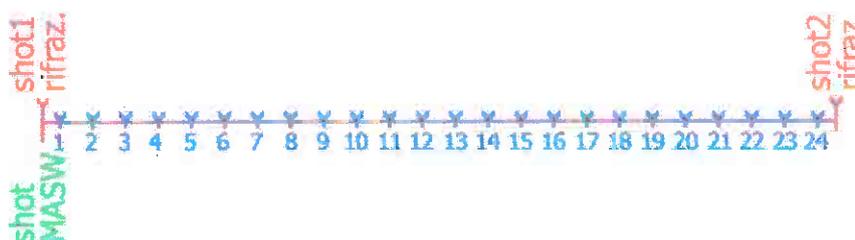
- si intercetta un substrato sismico da ca. 1600 m/s a una profondità variabile da poco meno di 7m a circa 9 m;
- lo strato posto immediatamente sopra ha caratteristiche sensibilmente diverse nella zona di T2 (iniziale), in cui la Vs di quasi 1300 m/s sembrerebbe individuare una porzione rocciosa, anche se meno veloce; sotto T3 e T4 si ha invece una velocità di 650-700 m/s, riferibile a una copertura, anche se piuttosto veloce ;
- ancora più in superficie si ha uno strato di spessore poco superiore ai 2m, piuttosto lento in T2 e di Vs superiore ai 500 m/s sotto T3 e T4; è poi presente uno strato di alterazione di modesto spessore.

Nella zona superiore, interessata dalla linea MASW, si ha un modello in cui i primi 2 strati corrisponderebbero a riporto, detrito e depositi più superficiali, il terzo strato potrebbe essere dato dallo strato di alterazione della roccia e, a partire da poco più di 9 m, si intercetterebbe il substrato caratterizzato da maggiore velocità.

INDAGINI IN ZONA "FORMINO"

In questa zona, dato il limitato spazio a disposizione, è stata effettuata una indagine MASW con 24 geofoni, a passo intergeofonico di 1,0 m e offset minimo shot di 1,0 m. Sulla stessa linea è stata effettuata anche un'indagine a rifrazione in onde S speditiva, con 2 soli end-shots.

Lo schema della linea geo-sismica è il seguente:



Per la linea geosismica in oggetto si è impiegata la stessa unità AMBROGEO "ECHO 12-24/2002 precedentemente descritta.

RISULTATI INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

Data la modesta estensione dell'area disponibile, l'indagine a rifrazione è stata di tipo speditivo, effettuando 2 soli end-shots, con tempo di acquisizione di 200 ms. Elaborando i dati in base alle dromocrone corrispondenti con il metodo *IT* si è comunque ottenuto un modello schematico delle Vs, da utilizzare anche come base di partenza per la successiva elaborazione dell'indagine MASW.

E' stato evidenziato quanto segue:

| shot 1 | | shot 2 | |
|-----------|---------------|-----------|---------------|
| v (m/sec) | prof.base (m) | v (m/sec) | prof.base (m) |
| 80 | 0.25 | 81 | 0.16 |
| 375 | 2.18 | 454 | 2.65 |
| 586 | 5.91 | 588 | 6.35 |
| 1000 | | 1000 | |

La ricostruzione così operata sembra evidenziare un substrato sismico a una profondità dell'ordine dei 6 m; al di sopra è presente uno strato che potrebbe corrispondere alla formazione rocciosa alterata e, più in superficie, una copertura di spessore inferiore ai 3m.

RISULTATO INDAGINE MASW

Si è operato analogamente al caso della zona di Praso, operando diverse modellazioni

dirette, a partire dai dati ottenuti dall'indagine a rifrazione, ed effettuando anche una inversione dopo picking del modo fondamentale sullo spettro di velocità.

Alla presente relazione sono allegati:

- il grafico con la rappresentazione dei file dei dati acquisiti ("common-shot gather" – segnale per i vari geofoni nel tempo di acquisizione di 1000 msec);
- lo spettro di velocità conseguente (onde di *Rayleigh*), con indicate le curve di dispersione corrispondenti (primi 2 modi) ai diversi modelli presi in considerazione, prendendo come punto di partenza i risultati della linea a rifrazione speditiva.
- l'elaborazione mediante picking e inversione.

Nei vari casi (ipotizzando sia 4 che 3 sismo-strati) si ottengono comunque modelli geosismici che non si differenziano particolarmente fra loro, ovvero:

Con il modello diretto:

| strato | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|--------------|
| VSh da onde <i>Rayleigh</i> (m/sec) | 120 170 225 | 370 340 450 | 550 580 1000 | 1000 1000 |
| spessore (m) | 1,4 2,0 3,5 | 2,0 2,0 2,5 | 3,5 3,5 | |

Con il procedimento per inversione:

| strato | 1 | 2 | 3 |
|--|-----|-----|-----|
| VSh da onde <i>Rayleigh</i> (m/sec) | 150 | 303 | 878 |
| spessore (m) | 1,4 | 3,4 | |

Anche l'indagine MASW confermerebbe quindi la presenza, al di sopra del substrato roccioso, di uno strato di copertura, ma anche di uno strato a velocità intermedia (450-580 m/sec) che potrebbe corrispondere allo spessore più alterato/fessurato della formazione rocciosa stessa.

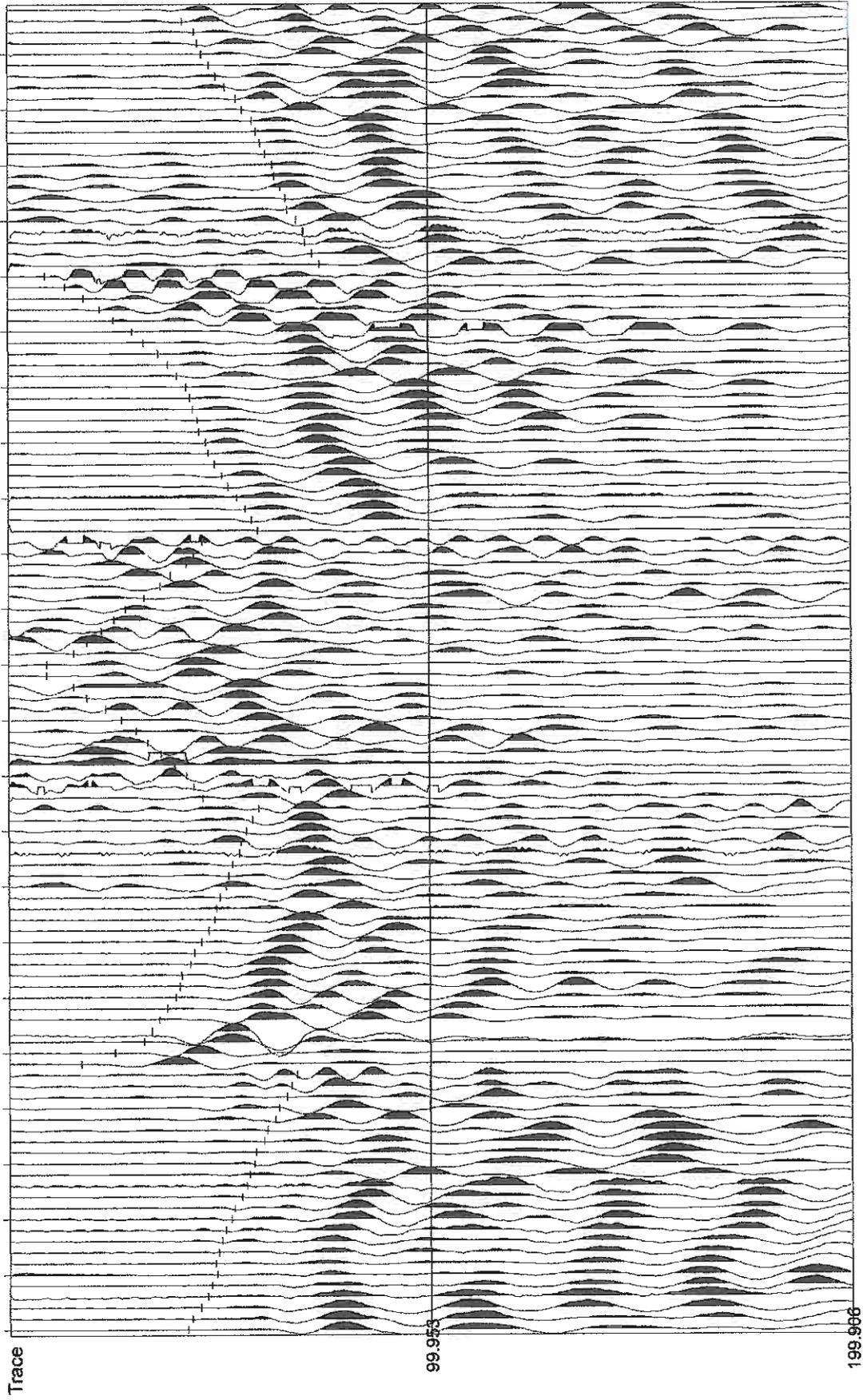
ALLEGATI :

- ZONA PRASO: INDAGINE A RIFRAZIONE
 - . SISMOGRAMMA PRIMI ARRIVI ONDE S
 - . DROMOCRONE PRIMI ARRIVI ONDE S
 - . PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO METODI IT E ABC
- ZONA PRASO: INDAGINE MASW
 - . COMMON-SHOT GATHER – SPETTRO DI VELOCITA' CON CURVA DI DISPERSIONE E MODELLO CORRISPONDENTE

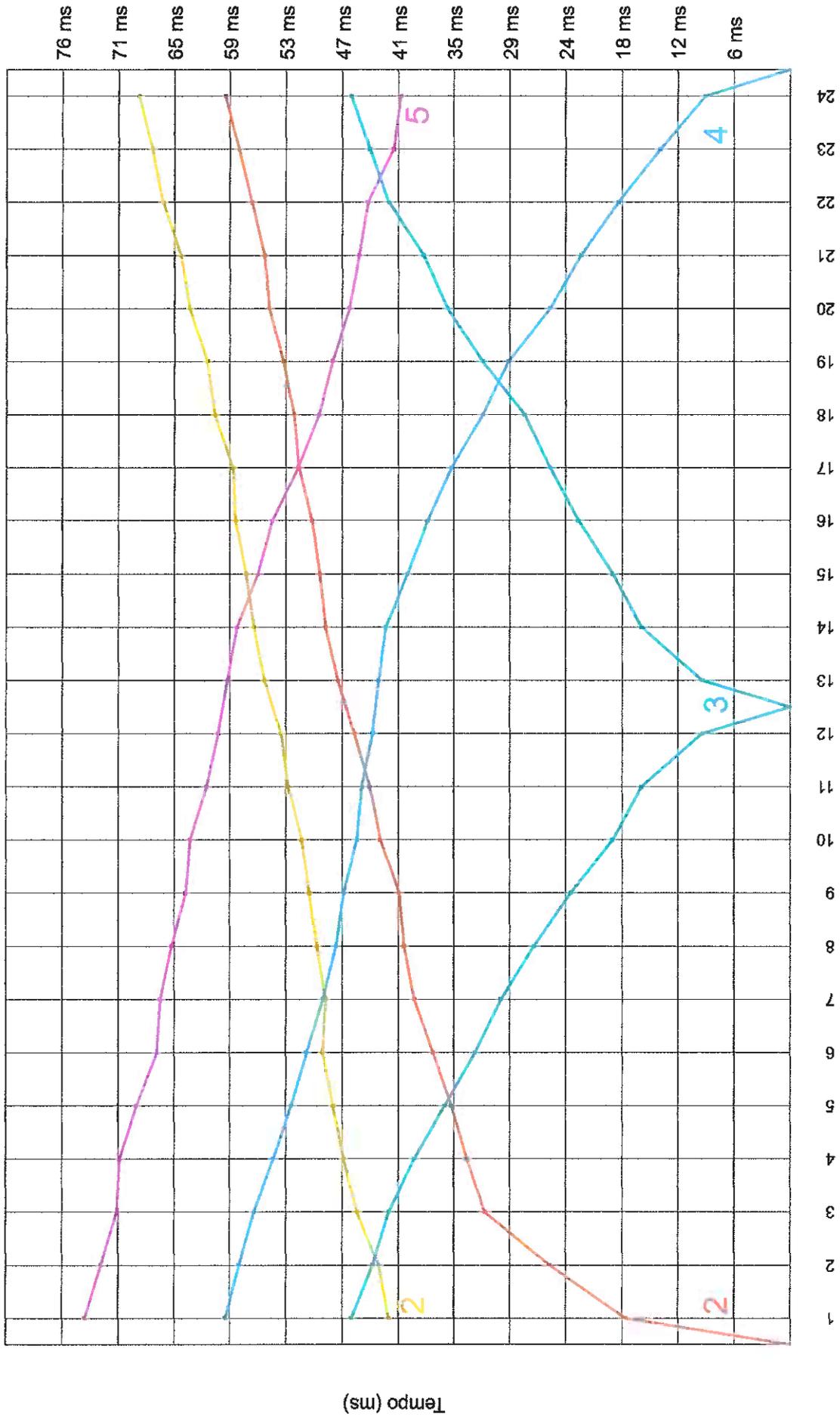
- ZONA FORMINO: INDAGINE A RIFRAZIONE SPEDITIVA
 - . DROMOCRONE PRIMI ARRIVI ONDE S E SISMOSTRATIGRAFIA SCHEMATICA DA METODO IT
- ZONA FORMINO: INDAGINE MASW
 - . COMMON-SHOT GATHER E SPETTRO DI DISPERSIONE – CURVE DI DISPERSIONE CORRISPONDENTI A DIVERSI MODELLI DIRETTI
 - . ELABORAZIONE PER PICKING ED INVERSIONE

San Giuliano Terme, Dicembre 2011

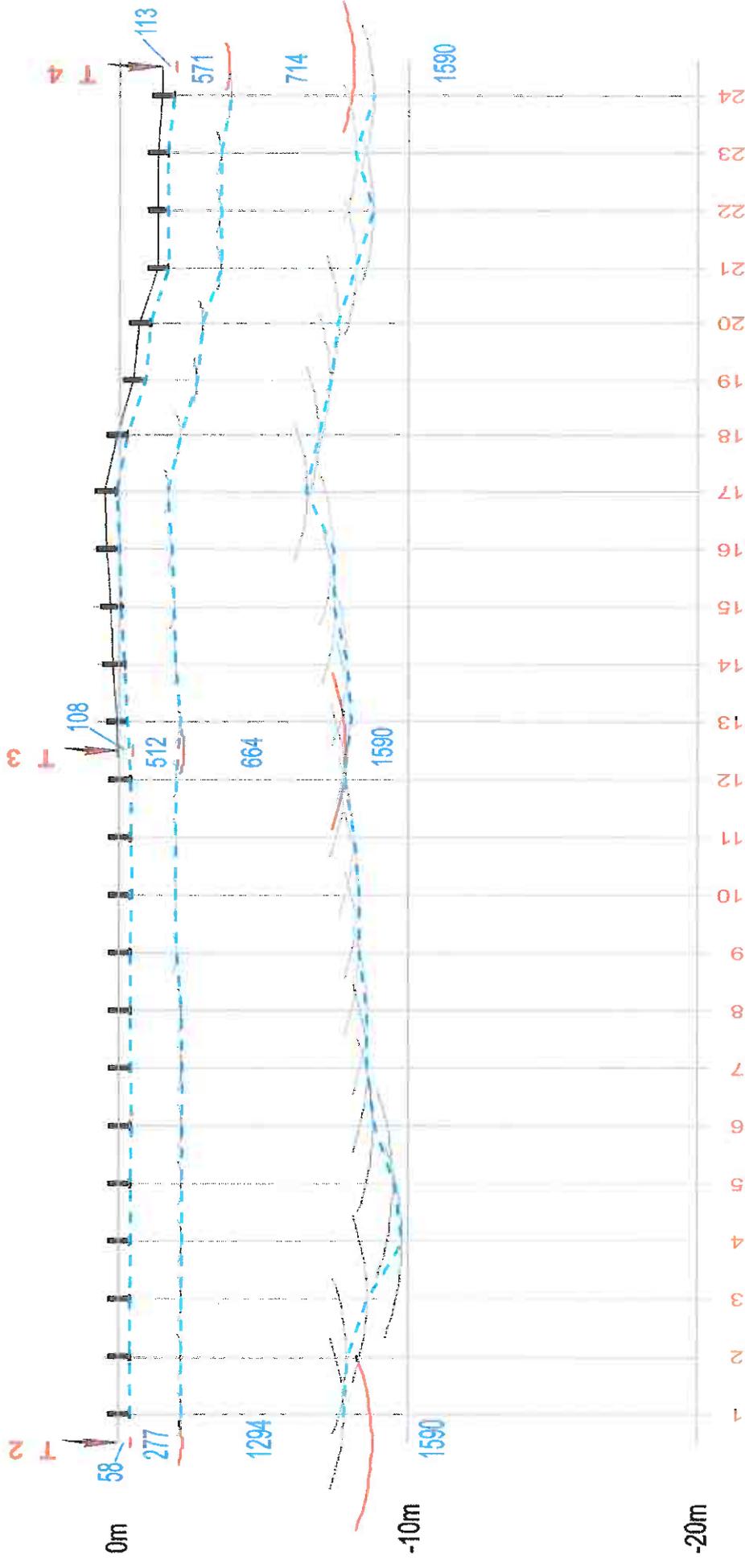




INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE LOC. "PRASO" - SISMOGRAMMA PRIMI ARRIVI ONDE S



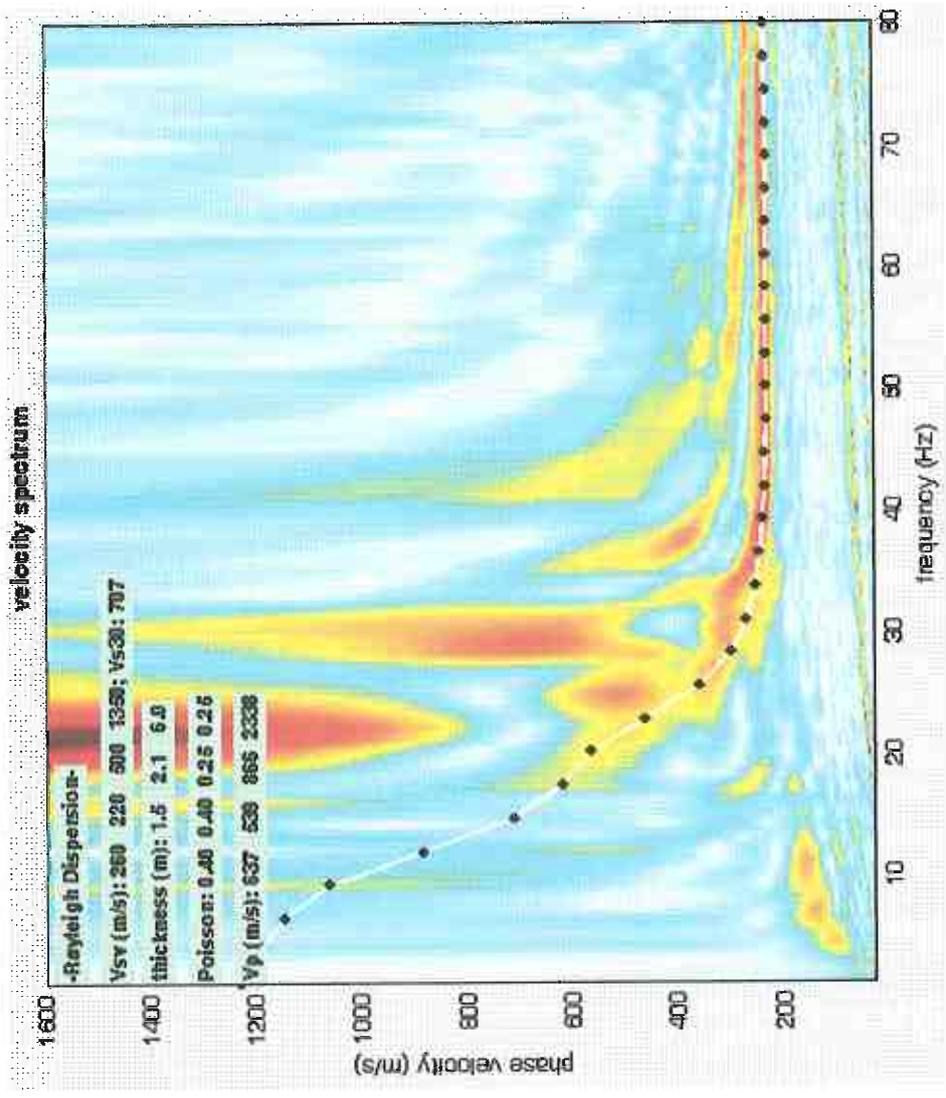
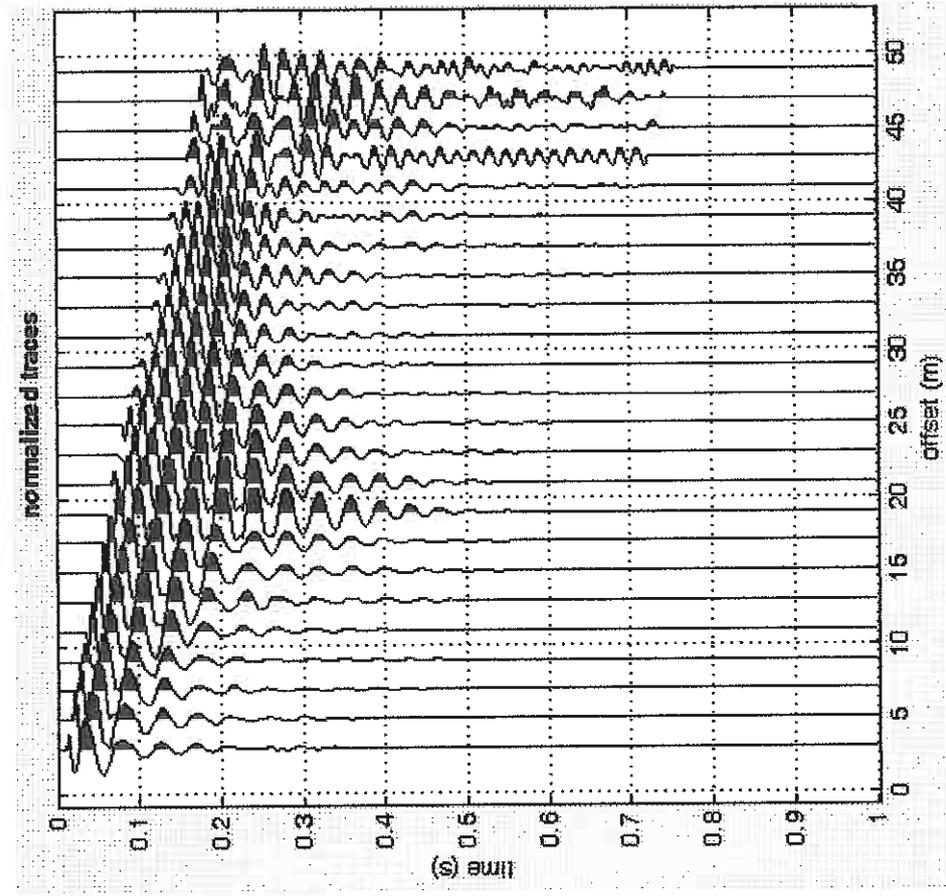
INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE LOC. "PRASO" - DROMOCRONE PRIMI ARRIVI ONDE S



| SHOT 2 | | SHOT 3 | | SHOT 4 | |
|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| Vs | prof. base | Vs | prof. base | Vs | prof. base |
| 58 | 0.42 | 108 | 0.5 | 113 | 0.46 |
| 277 | 2.22 | 512 | 2.28 | 571 | 2.33 |
| 1294 | 8.78 | 664 | 7.86 | 714 | 6.62 |
| 1590 | | 1590 | | 1590 | |

LOC. PRASO - INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE S
 PROFILO METODI IT/ABC

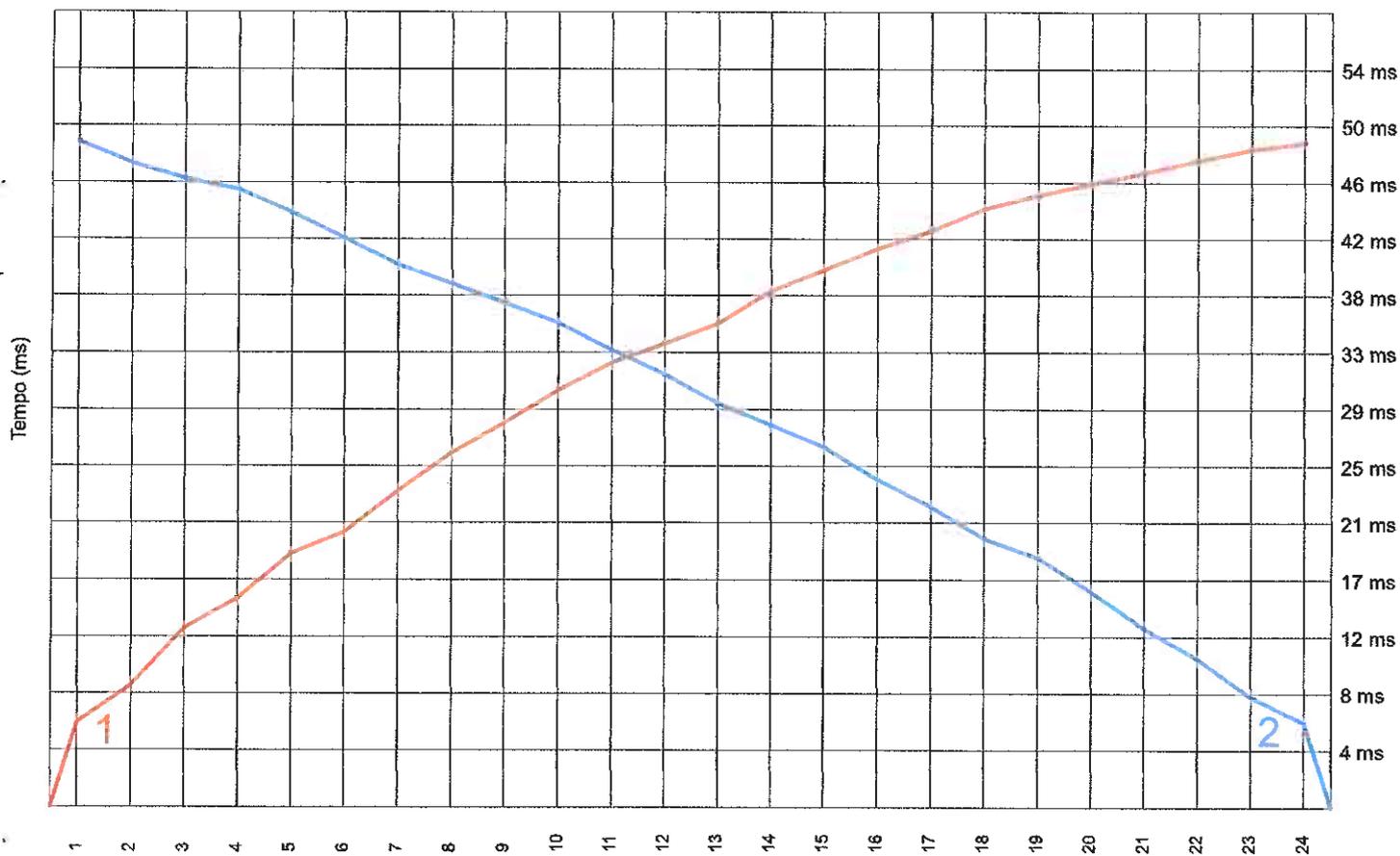
SISMOSTRATIGRAFIA DA METODO IT



COMMON-SHOT GATHER

CURVA DI DISPERSIONE E MODELLO DIRETTO CORRISPONDENTE

INDAGINE MASW LOC. "PRASO ALTA"

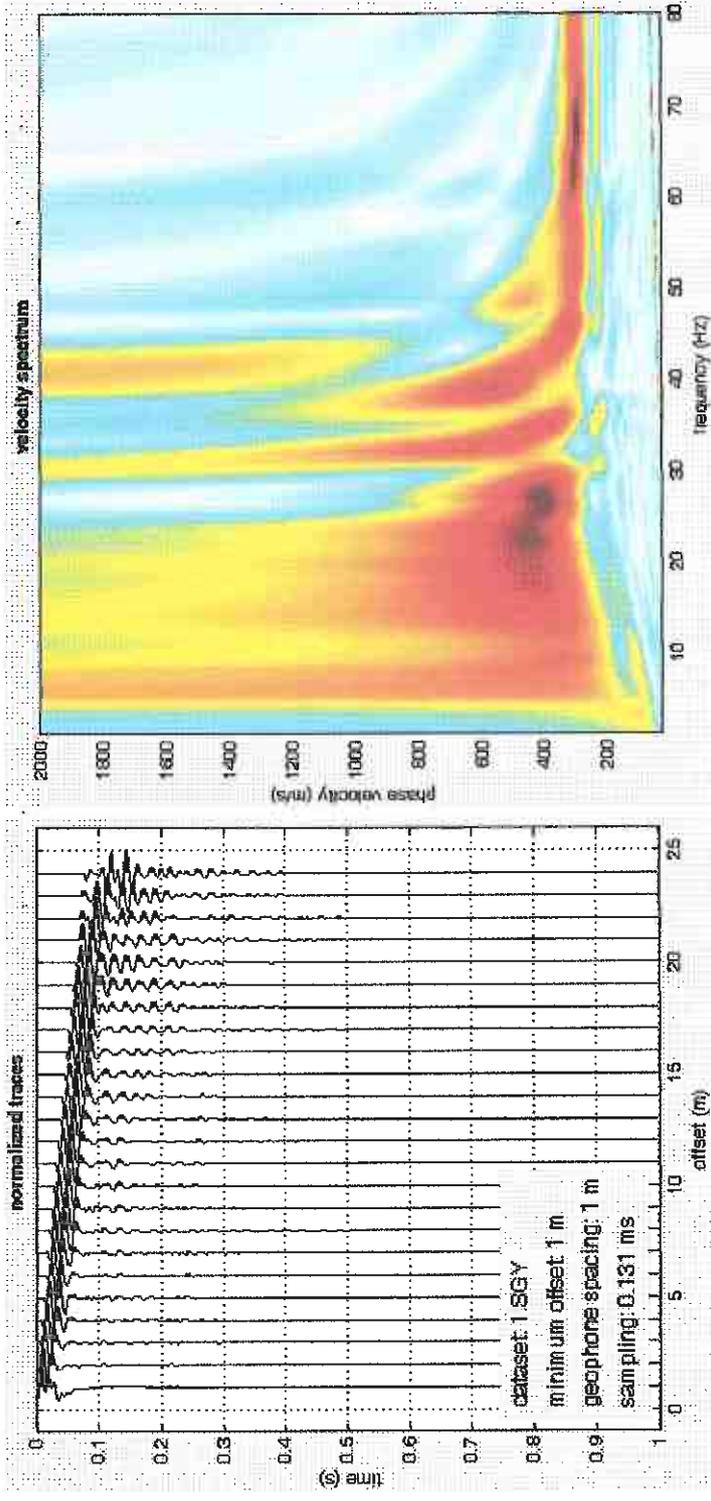


DROMOCRONE PRIMI ARRIVI

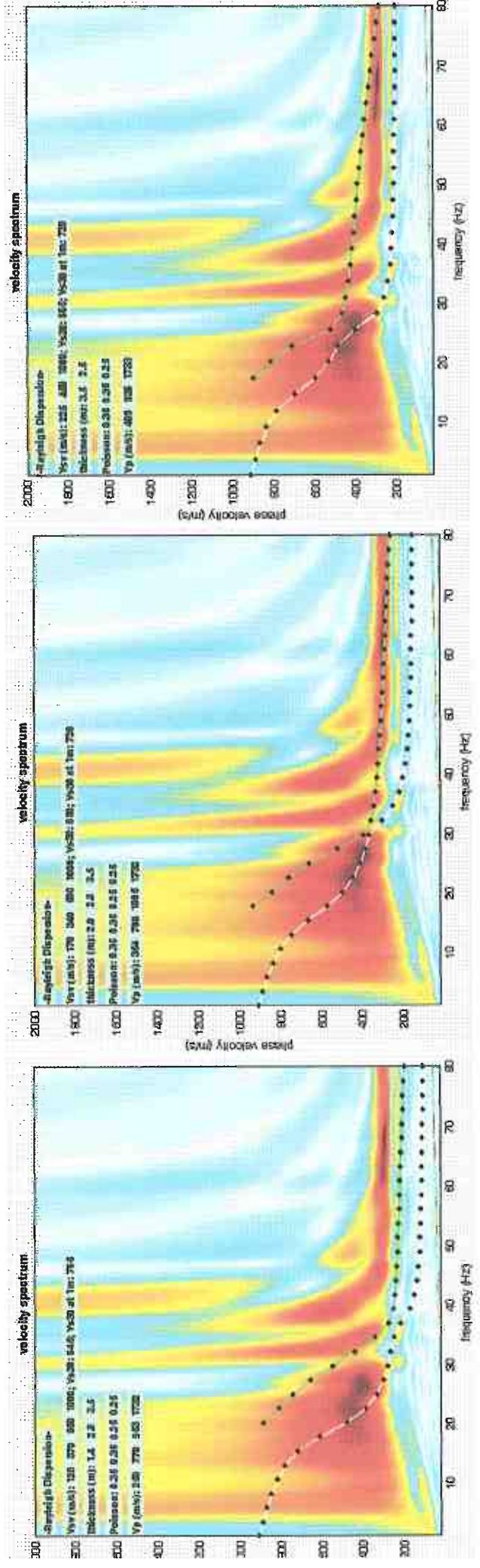
| SHOT 1 | | SHOT 2 | |
|--------|------------|--------|------------|
| Vs | prof. base | Vs | prof. base |
| 80 | 0.25 | 81 | 0.16 |
| 375 | 2.18 | 454 | 2.65 |
| 586 | 5.91 | 588 | 6.35 |
| 1000 | | 1000 | |

SISMOSTRATIGRAFIA RISULTANTE (METODO IT)

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE SPEDITIVA IN ONDE S LOC. FORMINO

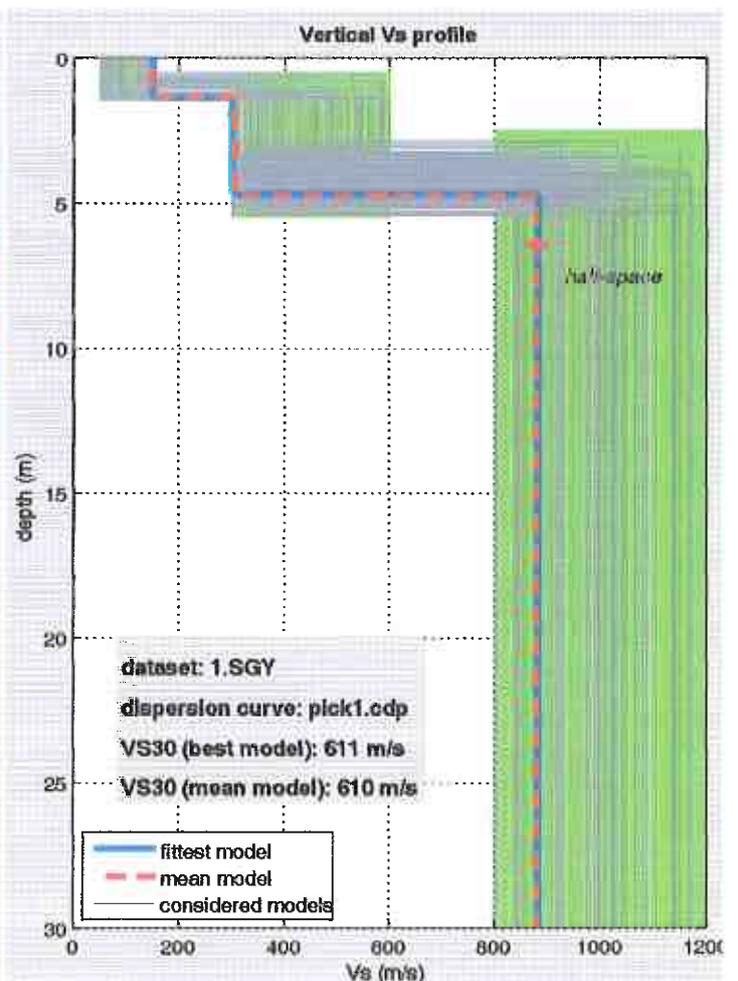
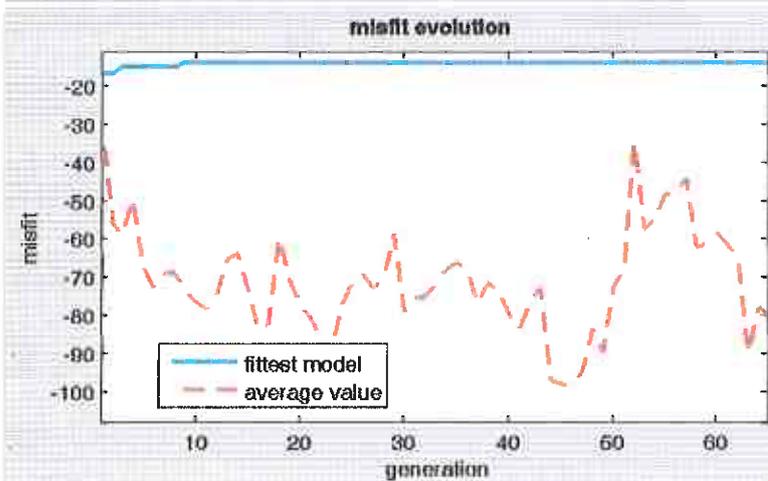
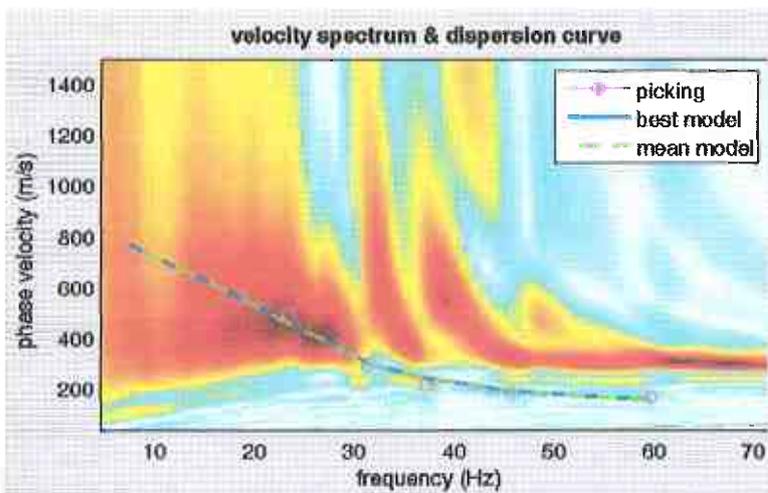
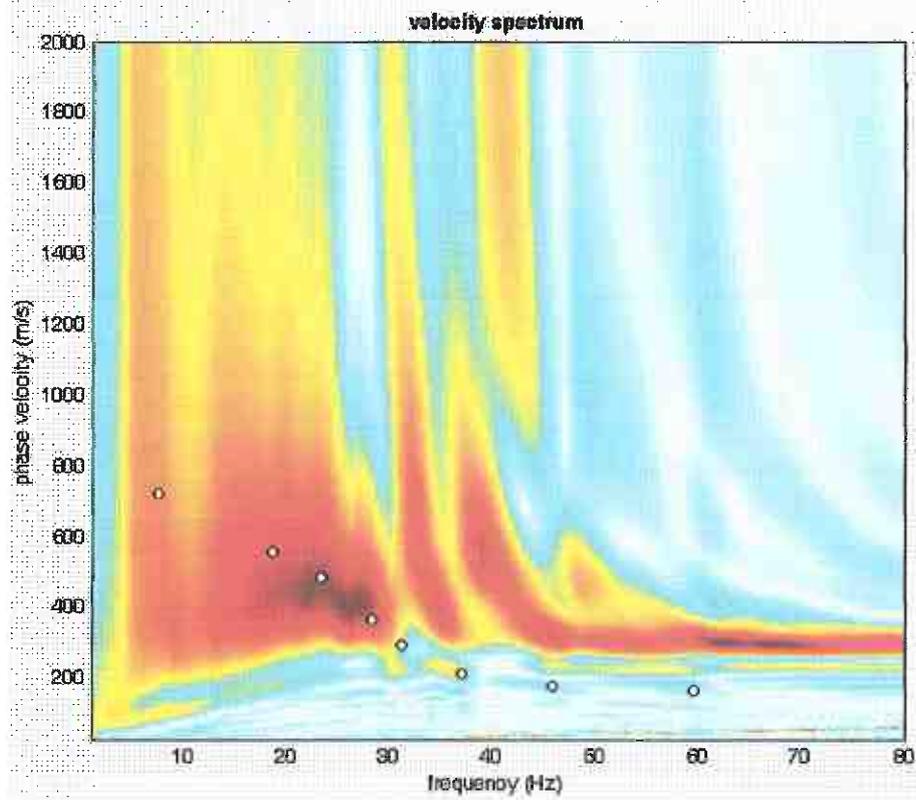


COMMON-SHOT GATHER
 E SPETTRO DI DISPERSIONE



INDAGINE MASW LOC. FORMINO

CURVE DI DISPERSIONE CORRISPONDENTI A DIVERSI MODELLI DIRETTI



INDAGINE MASW LOC. FORMINO

ELABORAZIONE PER PICKING E INVERSIONE

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

| | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|-------|------------------------|--------------|-------|-----------|
| Committente | E.s.Co BIM Chiese | | | 21/12/2011 | | |
| Località | Praso | | | Sondaggio N° | 1 | |
| Quota Sondaggio | 15 | [m] | Metodo di perforazione | Rotazione | | |
| Prof. falda dal piano campagna | 9,00 | [m] | φ di perforazione | 100 | Quota | 750 s.l.m |

| Stratigrafia | Falda | Descrizione | Prof. | Prof. Camp | Camp. Tipo | SPT | |
|--------------|-------|---|-------|------------|------------|-------|---------|
| | | | | | | Prof. | N colpi |
| 0 | | Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa, | | | | | |
| 1 | | Ghiaia e ciottoli clastosostenuti con limo sabbioso, moderatamente addensati, clasti da angolosi a subangolosi, beige | 0,8 | | | | |
| 2 | | Ghiaia e ciottoli clastosostenuti con limo sabbioso, moderatamente addensati, clasti da subangolosi ad arrotondati, marrone | 1,7 | | | 2 | 3 |
| 3 | | | | | | | 6 |
| 4 | | Calcari grigio scuro stratificati con livelli di marna beige, fratturati e alterati | 3,80 | | | 4,00 | 10,00 |
| 5 | | | | | | | 16,00 |
| 6 | | | | | | | 50,00 |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | Calcari grigio scuro stratificati con rari livelli di marna beige, fratturati | 9,00 | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | FINE FORO | 15,00 | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |

LEGENDA:

C.I. = Campione indisturbato

C.D. = Campione disturbato



S1 – Cassetta 1 – da 0 a 5 m



S1 – Cassetta 2 – da 5 a 10 m



S1 – Cassetta 3 – da 10 a 15 m

Stratigrafia

pozzetto geognostico

SC 1

DATA: 19/12/2011

LOCALITA_ Formino

COORDINATE

MEZZO MECCANICO: Escavatore

SUPERVISIONE: Dott. Geol. Francesco Calderini

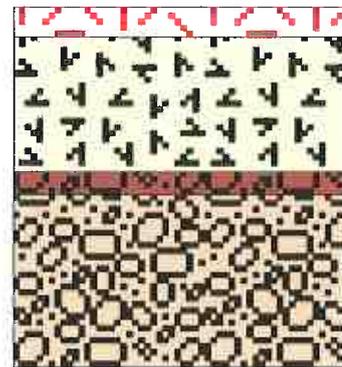
PROFONDITA': 2,40 m (limiti di operatività del braccio del mezzo meccanico)

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA:

- da 0,00 a 0,20 m: ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa colore marrone, presente livello superficiale di miscela cementizia
- da 0,20 a 1,10 m: ghiaia e ciottoli clastosostenuti con sabbia limosa, colore marrone beige, clasti da angolosi a subangolosi, moderatamente selezionati, clasti di natura prevalentemente calcareo dolomitica
- da 1,10 a 1,25 m: livello di ghiaia con sabbia limosa e presenza di residui organici vegetali (rami d'albero) non mineralizzati, colore marrone scuro
- da 1,25 a 2,40 m: ghiaia e ciottoli clastosostenuti, con sabbia limosa, moderatamente addensati, colore marrone, clasti da subangolosi ad arrotondati, mediamente selezionati, poligenici

LIVELLO FALDA: non presente

p.c.



Allegato n. 6

Documentazione fotografica



Foto n. 1 – Versante in frana - particolare, Formino



Foto n. 4 – MASW 3, Formino



Foto n. 2 – Attraversamento del Rio Filos, Formino



Foto n. 5 – Saggio di scavo SC1, Formino



Foto n. 3 – ST2, Formino



Foto n. 6 – SC1, livello con materiale organico, Formino



Foto n. 7 – MASW 1, Praso



Foto n. 8 – ST1, Praso

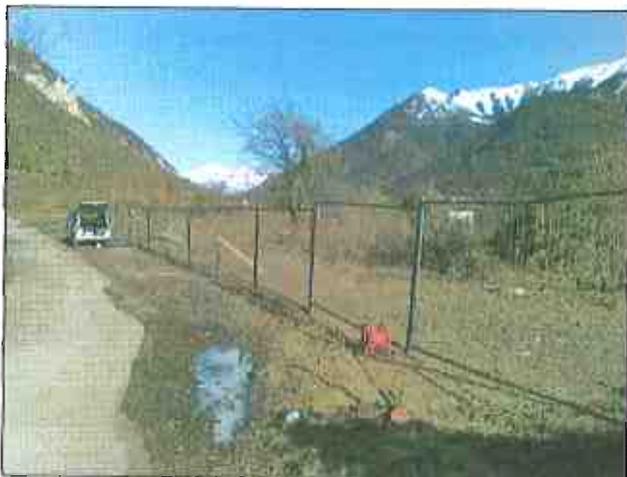


Foto n. 9 – MASW 2, Praso

Allegato n. 7
Verifiche della stabilità del pendio
(44 fogli)

RELAZIONE DI CALCOLO

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (t) e confrontate con la resistenza disponibile (t_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = t_f / t$.

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu ecc.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;

n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i

$(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;

$(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;

n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;

$(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;

una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

mentre le equazioni a disposizione sono:

Equazioni di equilibrio dei momenti n

Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n

Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n

Equazioni relative al criterio di rottura n

Totale numero di equazioni $4n$

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2) - (4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quando si fa l'assunzione che

N_i sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di FELLENIUS (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

n valori delle forze normali N_i ;

n valori delle forze da taglio T_i ;

1 fattore di sicurezza.

Incognite $(2n+1)$

Le equazioni a disposizione sono:

n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;

n equazioni relative al criterio di rottura;

1 equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

Metodo di BISHOP (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$SF_v = 0$, $SM_0 = 0$, Criterio di rottura.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di DX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $DX = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di *Bishop ordinario*, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

Metodo di JANBU (1967)

Janbu estese il metodo di *Bishop* a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio) a tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$

Assumendo $DX_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario.

Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici.

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

W: peso concio

K_o : Coefficiente sismico orizzontale

K_v : Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti K_o e K_v in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{\max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq S_S \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1(S_T = 1.0) \quad T2(S_T = 1.20) \quad T3(S_T = 1.20) \quad T4(S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Con l'OPCM 3274 e successive modifiche, i coefficienti sismici orizzontale K_o e verticale K_v che interessano tutte le masse vengono calcolati come:

$$K_o = S \cdot (a_g/g) \quad K_v = 0.5 \cdot K_o$$

S: fattore dipendente dal tipo di suolo secondo lo schema:

tipo A - $S=1$;

tipo B - $S=1.25$;

tipo C - $S=1.25$;

tipo E - S=1.25;
tipo D - S=1.35.

Per pendii con inclinazione superiore a 15° e dislivello superiore a 30 m, l'azione sismica deve essere incrementata moltiplicandola per il coefficiente di amplificazione topografica S_T :

$S_T \geq 1,2$ per siti in prossimità del ciglio superiore di pendii scoscesi isolati;

$S_T \geq 1,4$ per siti prossimi alla sommità di profili topografici aventi larghezza in testa molto inferiore alla larghezza alla base e pendenza media > 30°; $S_T \geq 1,2$ per siti dello stesso tipo ma pendenza media inferiore.

L'applicazione del **D.M. 88** e successive modifiche ed integrazioni è consentito mediante l'inserimento del coefficiente sismico orizzontale K_o in funzione delle Categorie Sismiche secondo il seguente schema: I Cat. $K_o=0.1$; II Cat. $K_o=0.07$; III Cat. $K_o=0.04$

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$K_o = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$$

a_{gR} : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

γ_I : fattore di importanza,

S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale K_v è definito in funzione di K_o , e vale:

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_o$$

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia m'n e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Fase ante operam Praso 1

Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

| | |
|--------------------------------------|------|
| Numero di strati | 3,0 |
| Numero dei concii | 10,0 |
| Superficie di forma circolare | |

Maglia dei Centri

| | |
|--|----------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi | 1,75 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 739,21 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs | 59,09 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys | 772,41 m |
| Passo di ricerca | 10,0 |
| Numero di celle lungo x | 20,0 |
| Numero di celle lungo y | 20,0 |

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

| | |
|----------------------|---------------------|
| Descrizione: | Praso (TN) |
| Latitudine: | 45,9517 |
| Longitudine: | 10,6432 |
| Tipo opera: | 2 - Opere ordinarie |
| Classe d'uso: | Classe II |
| Vita nominale: | 50,0 [anni] |
| Vita di riferimento: | 50,0 [anni] |

Parametri sismici su sito di riferimento

| | |
|------------------------|----|
| Categoria sottosuolo: | E |
| Categoria topografica: | T1 |

| S.L. Stato limite | TR Tempo ritorno [anni] | ag [m/s ²] | FO [H] | TC* [sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O. | 30,0 | 0,3 | 2,51 | 0,2 |
| S.L.D. | 50,0 | 0,37 | 2,56 | 0,22 |
| S.L.V. | 475,0 | 0,89 | 2,62 | 0,28 |
| S.L.C. | 975,0 | 1,2 | 2,55 | 0,29 |

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

| S.L. Stato limite | amax [m/s ²] | beta [H] | kh [H] | kv [sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O. | 0,48 | 0,2 | 0,0098 | 0,0049 |
| S.L.D. | 0,592 | 0,2 | 0,0121 | 0,006 |
| S.L.V. | 1,424 | 0,2 | 0,029 | 0,0145 |
| S.L.C. | 1,92 | 0,24 | 0,047 | 0,0235 |

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,029

Coefficiente azione sismica verticale 0,015

Vertici profilo

| N | X m | y m |
|---|--------|--------|
| 1 | 0,0 | 735,0 |
| 2 | 10,0 | 735,0 |
| 3 | 17,0 | 739,0 |
| 4 | 26,0 | 740,0 |
| 5 | 33,0 | 743,0 |
| 6 | 38,0 | 744,0 |
| 7 | 49,0 | 750,0 |
| 8 | 60,0 | 750,5 |

Falda

| Nr. | X m | y m |
|-----|--------|--------|
| 1 | 0,0 | 727,43 |
| 2 | 0,8 | 727,35 |
| 3 | 3,57 | 727,06 |
| 4 | 5,39 | 727,06 |
| 5 | 10,08 | 727,06 |
| 6 | 16,98 | 731,46 |
| 7 | 25,98 | 732,32 |
| 8 | 32,87 | 734,91 |
| 9 | 41,3 | 737,69 |

| | | |
|----|-------|--------|
| 10 | 45,39 | 740,05 |
| 11 | 49,24 | 741,8 |
| 12 | 60,0 | 742,0 |

Vertici strato1

| N | X m | y m |
|---|--------|--------|
| 1 | 0,0 | 731,0 |
| 2 | 10,0 | 731,0 |
| 3 | 17,0 | 735,0 |
| 4 | 26,0 | 736,0 |
| 5 | 33,0 | 739,0 |
| 6 | 38,0 | 740,0 |
| 7 | 49,0 | 746,0 |
| 8 | 60,0 | 746,0 |

Vertici strato2

| N | X m | y m |
|---|--------|--------|
| 1 | 0,0 | 726,0 |
| 2 | 10,0 | 726,0 |
| 3 | 17,0 | 730,0 |
| 4 | 26,0 | 731,0 |
| 5 | 33,0 | 734,0 |
| 6 | 38,0 | 735,0 |
| 7 | 49,0 | 741,0 |
| 8 | 60,0 | 741,0 |

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

| Strato | c (kN/m ²) | Fi (°) | G (kN/m ³) | Gs (kN/m ³) | K (Kg/cm ³) | Litologia |
|--------|---------------------------|-----------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
| 1 | 0 | 32 | 19,32 | | 0,00 | Ghiaia e ciottoli con limo sabbioso |
| 2 | 0 | 35 | 24 | | 0,00 | Substrato calcaeo fratturato e alterato |
| 3 | 0 | 40 | 26 | | 0,00 | Substrato calcaeo |

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

| Strato | G0 (KPa) | G (KPa) | Dr (%) | OCR | IP (%) |
|--------|-------------|------------|-----------|-----|-----------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

Risultati analisi pendio

| | |
|----------------------------|----------|
| Fs minimo individuato | 0,87 |
| Ascissa centro superficie | 10,35 m |
| Ordinata centro superficie | 745,85 m |
| Raggio superficie | 9,95 m |

Numero di superfici esaminate....(666)

| Nº | Xo | Yo | Ro | Fs |
|----|------|-------|------|-------|
| 1 | 6,1 | 740,0 | 6,7 | 12,28 |
| 2 | 7,5 | 739,2 | 7,1 | 2,97 |
| 3 | 8,9 | 740,0 | 5,2 | 1,20 |
| 4 | 10,4 | 739,2 | 4,9 | 1,11 |
| 5 | 11,8 | 740,0 | 5,9 | 1,04 |
| 6 | 13,2 | 739,2 | 4,1 | 1,04 |
| 7 | 14,7 | 740,0 | 3,4 | 1,08 |
| 8 | 16,1 | 739,2 | 2,9 | 1,61 |
| 9 | 17,5 | 740,0 | 4,3 | 2,31 |
| 10 | 19,0 | 739,2 | 10,6 | 2,56 |
| 11 | 20,4 | 740,0 | 12,7 | 2,40 |
| 12 | 21,8 | 739,2 | 11,9 | 2,62 |
| 13 | 23,3 | 740,0 | 11,3 | 2,70 |
| 14 | 24,7 | 739,2 | 11,9 | 2,73 |
| 15 | 26,1 | 740,0 | 12,6 | 3,00 |
| 16 | 27,6 | 739,2 | 3,3 | 20,00 |
| 17 | 29,0 | 740,0 | 3,0 | 20,00 |
| 18 | 30,4 | 739,2 | 5,6 | 20,00 |
| 19 | 31,9 | 740,0 | 3,2 | 20,00 |
| 20 | 33,3 | 739,2 | 5,1 | 20,00 |
| 21 | 34,7 | 740,0 | 4,9 | 20,00 |
| 22 | 36,2 | 739,2 | 5,3 | 20,00 |
| 23 | 37,6 | 740,0 | 5,1 | 20,00 |
| 24 | 39,0 | 739,2 | 6,6 | 20,00 |
| 25 | 40,5 | 740,0 | 6,6 | 20,00 |
| 26 | 41,9 | 739,2 | 6,8 | 20,00 |
| 27 | 43,3 | 740,0 | 6,7 | 20,00 |
| 28 | 44,8 | 739,2 | 9,1 | 20,00 |
| 29 | 46,2 | 740,0 | 9,3 | 20,00 |
| 30 | 47,6 | 739,2 | 11,2 | 20,00 |
| 31 | 49,1 | 740,0 | 10,6 | 20,00 |
| 32 | 50,5 | 739,2 | 11,3 | 20,00 |
| 33 | 51,9 | 740,0 | 11,1 | 20,00 |
| 34 | 53,4 | 739,2 | 12,2 | 20,00 |
| 35 | 6,1 | 741,7 | 8,0 | 11,54 |
| 36 | 7,5 | 740,9 | 8,9 | 2,42 |
| 37 | 8,9 | 741,7 | 7,3 | 1,27 |
| 38 | 10,4 | 740,9 | 6,2 | 0,94 |
| 39 | 11,8 | 741,7 | 6,1 | 0,89 |
| 40 | 13,2 | 740,9 | 4,3 | 0,89 |
| 41 | 14,7 | 741,7 | 5,0 | 1,20 |
| 42 | 16,1 | 740,9 | 4,0 | 1,57 |
| 43 | 17,5 | 741,7 | 11,5 | 2,11 |
| 44 | 19,0 | 740,9 | 10,6 | 2,37 |
| 45 | 20,4 | 741,7 | 12,7 | 2,33 |
| 46 | 21,8 | 740,9 | 13,4 | 2,38 |
| 47 | 23,3 | 741,7 | 12,7 | 2,46 |
| 48 | 24,7 | 740,9 | 12,0 | 2,56 |
| 49 | 26,1 | 741,7 | 3,2 | 1,84 |
| 50 | 27,6 | 740,9 | 3,1 | 1,99 |
| 51 | 29,0 | 741,7 | 3,4 | 1,68 |
| 52 | 30,4 | 740,9 | 12,0 | 2,54 |
| 53 | 31,9 | 741,7 | 6,7 | 2,54 |
| 54 | 33,3 | 740,9 | 3,0 | 20,00 |
| 55 | 34,7 | 741,7 | 3,5 | 20,00 |
| 56 | 36,2 | 740,9 | 4,6 | 20,00 |
| 57 | 37,6 | 741,7 | 3,5 | 20,00 |
| 58 | 39,0 | 740,9 | 4,9 | 20,00 |
| 59 | 40,5 | 741,7 | 4,8 | 20,00 |
| 60 | 41,9 | 740,9 | 6,5 | 20,00 |
| 61 | 43,3 | 741,7 | 6,4 | 20,00 |
| 62 | 44,8 | 740,9 | 8,0 | 20,00 |
| 63 | 46,2 | 741,7 | 9,6 | 20,00 |
| 64 | 47,6 | 740,9 | 9,5 | 20,00 |
| 65 | 49,1 | 741,7 | 8,8 | 20,00 |
| 66 | 50,5 | 740,9 | 10,0 | 20,00 |
| 67 | 51,9 | 741,7 | 9,8 | 20,00 |
| 68 | 53,4 | 740,9 | 10,7 | 20,00 |
| 69 | 6,1 | 743,4 | 9,8 | 4,73 |
| 70 | 7,5 | 742,5 | 10,0 | 2,10 |
| 71 | 8,9 | 743,4 | 8,5 | 0,94 |
| 72 | 10,4 | 742,5 | 8,4 | 1,10 |
| 73 | 11,8 | 743,4 | 7,5 | 0,92 |
| 74 | 13,2 | 742,5 | 5,8 | 0,94 |
| 75 | 14,7 | 743,4 | 6,5 | 1,30 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 76 | 16,1 | 742,5 | 5,6 | 1,66 |
| 77 | 17,5 | 743,4 | 13,2 | 2,09 |
| 78 | 19,0 | 742,5 | 12,2 | 2,19 |
| 79 | 20,4 | 743,4 | 12,8 | 2,20 |
| 80 | 21,8 | 742,5 | 11,8 | 2,36 |
| 81 | 23,3 | 743,4 | 12,4 | 2,33 |
| 82 | 24,7 | 742,5 | 5,5 | 2,33 |
| 83 | 26,1 | 743,4 | 4,1 | 1,42 |
| 84 | 27,6 | 742,5 | 3,8 | 1,46 |
| 85 | 29,0 | 743,4 | 4,4 | 1,39 |
| 86 | 30,4 | 742,5 | 3,3 | 1,61 |
| 87 | 31,9 | 743,4 | 3,9 | 1,87 |
| 88 | 33,3 | 742,5 | 6,9 | 2,26 |
| 89 | 34,7 | 743,4 | 15,6 | 1,96 |
| 90 | 36,2 | 742,5 | 3,6 | 20,00 |
| 91 | 37,6 | 743,4 | 15,7 | 18,97 |
| 92 | 39,0 | 742,5 | 4,2 | 20,00 |
| 93 | 40,5 | 743,4 | 14,1 | 2,23 |
| 94 | 41,9 | 742,5 | 5,5 | 20,00 |
| 95 | 43,3 | 743,4 | 6,2 | 20,00 |
| 96 | 44,8 | 742,5 | 8,5 | 20,00 |
| 97 | 46,2 | 743,4 | 8,3 | 20,00 |
| 98 | 47,6 | 742,5 | 8,9 | 20,00 |
| 99 | 49,1 | 743,4 | 6,9 | 20,00 |
| 100 | 50,5 | 742,5 | 8,7 | 20,00 |
| 101 | 51,9 | 743,4 | 7,7 | 20,00 |
| 102 | 53,4 | 742,5 | 9,4 | 20,00 |
| 103 | 7,5 | 744,2 | 10,3 | 1,80 |
| 104 | 8,9 | 745,0 | 10,3 | 0,98 |
| 105 | 10,4 | 744,2 | 8,9 | 0,89 |
| 106 | 11,8 | 745,0 | 9,4 | 1,04 |
| 107 | 13,2 | 744,2 | 7,8 | 1,11 |
| 108 | 14,7 | 745,0 | 7,7 | 1,37 |
| 109 | 16,1 | 744,2 | 7,1 | 1,75 |
| 110 | 17,5 | 745,0 | 14,4 | 2,03 |
| 111 | 19,0 | 744,2 | 13,8 | 2,06 |
| 112 | 20,4 | 745,0 | 14,4 | 2,11 |
| 113 | 21,8 | 744,2 | 13,4 | 2,25 |
| 114 | 23,3 | 745,0 | 13,9 | 2,29 |
| 115 | 24,7 | 744,2 | 5,9 | 1,97 |
| 116 | 26,1 | 745,0 | 6,2 | 1,45 |
| 117 | 27,6 | 744,2 | 6,0 | 1,47 |
| 118 | 29,0 | 745,0 | 6,2 | 1,42 |
| 119 | 30,4 | 744,2 | 3,3 | 1,28 |
| 120 | 31,9 | 745,0 | 3,8 | 1,59 |
| 121 | 33,3 | 744,2 | 9,6 | 1,96 |
| 122 | 34,7 | 745,0 | 10,1 | 1,87 |
| 123 | 36,2 | 744,2 | 14,6 | 1,87 |
| 124 | 37,6 | 745,0 | 3,8 | 1,78 |
| 125 | 39,0 | 744,2 | 16,4 | 1,99 |
| 126 | 40,5 | 745,0 | 11,5 | 1,96 |
| 127 | 41,9 | 744,2 | 14,7 | 2,22 |
| 128 | 43,3 | 745,0 | 15,8 | 2,35 |
| 129 | 44,8 | 744,2 | 7,3 | 20,00 |
| 130 | 46,2 | 745,0 | 6,3 | 20,00 |
| 131 | 47,6 | 744,2 | 6,6 | 20,00 |
| 132 | 49,1 | 745,0 | 5,6 | 20,00 |
| 133 | 50,5 | 744,2 | 6,4 | 20,00 |
| 134 | 51,9 | 745,0 | 6,6 | 20,00 |
| 135 | 53,4 | 744,2 | 7,6 | 20,00 |
| 136 | 8,9 | 746,7 | 12,1 | 1,03 |
| 137 | 10,4 | 745,8 | 10,0 | 0,87 |
| 138 | 11,8 | 746,7 | 10,6 | 1,07 |
| 139 | 13,2 | 745,8 | 9,8 | 1,25 |
| 140 | 14,7 | 746,7 | 10,2 | 1,52 |
| 141 | 16,1 | 745,8 | 9,4 | 1,82 |
| 142 | 17,5 | 746,7 | 15,0 | 1,99 |
| 143 | 19,0 | 745,8 | 14,7 | 2,00 |
| 144 | 20,4 | 746,7 | 15,1 | 2,09 |
| 145 | 21,8 | 745,8 | 14,8 | 2,12 |
| 146 | 23,3 | 746,7 | 18,8 | 2,08 |
| 147 | 24,7 | 745,8 | 7,4 | 1,76 |
| 148 | 26,1 | 746,7 | 7,7 | 1,36 |
| 149 | 27,6 | 745,8 | 6,4 | 1,22 |
| 150 | 29,0 | 746,7 | 6,7 | 1,29 |
| 151 | 30,4 | 745,8 | 4,5 | 1,26 |
| 152 | 31,9 | 746,7 | 4,7 | 1,54 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 153 | 33,3 | 745,8 | 11,0 | 1,81 |
| 154 | 34,7 | 746,7 | 11,4 | 1,73 |
| 155 | 36,2 | 745,8 | 14,3 | 1,78 |
| 156 | 37,6 | 746,7 | 3,5 | 1,22 |
| 157 | 39,0 | 745,8 | 4,2 | 1,45 |
| 158 | 40,5 | 746,7 | 4,3 | 1,26 |
| 159 | 41,9 | 745,8 | 5,8 | 1,80 |
| 160 | 43,3 | 746,7 | 7,0 | 1,70 |
| 161 | 44,8 | 745,8 | 11,3 | 2,34 |
| 162 | 46,2 | 746,7 | 10,3 | 2,34 |
| 163 | 47,6 | 745,8 | 5,3 | 20,00 |
| 164 | 49,1 | 746,7 | 3,8 | 20,00 |
| 165 | 50,5 | 745,8 | 4,6 | 20,00 |
| 166 | 51,9 | 746,7 | 4,5 | 20,00 |
| 167 | 53,4 | 745,8 | 6,0 | 20,00 |
| 168 | 8,9 | 748,3 | 12,9 | 0,87 |
| 169 | 10,4 | 747,5 | 11,6 | 0,94 |
| 170 | 11,8 | 748,3 | 12,5 | 1,17 |
| 171 | 13,2 | 747,5 | 11,3 | 1,32 |
| 172 | 14,7 | 748,3 | 11,9 | 1,60 |
| 173 | 16,1 | 747,5 | 10,7 | 1,89 |
| 174 | 17,5 | 748,3 | 17,7 | 1,93 |
| 175 | 19,0 | 747,5 | 15,4 | 1,99 |
| 176 | 20,4 | 748,3 | 17,9 | 2,00 |
| 177 | 21,8 | 747,5 | 19,5 | 2,11 |
| 178 | 23,3 | 748,3 | 20,2 | 2,02 |
| 179 | 24,7 | 747,5 | 9,4 | 1,68 |
| 180 | 26,1 | 748,3 | 9,3 | 1,33 |
| 181 | 27,6 | 747,5 | 7,5 | 1,16 |
| 182 | 29,0 | 748,3 | 7,2 | 1,19 |
| 183 | 30,4 | 747,5 | 7,0 | 1,45 |
| 184 | 31,9 | 748,3 | 9,4 | 1,60 |
| 185 | 33,3 | 747,5 | 11,1 | 1,70 |
| 186 | 34,7 | 748,3 | 9,3 | 1,61 |
| 187 | 36,2 | 747,5 | 5,8 | 1,58 |
| 188 | 37,6 | 748,3 | 5,4 | 1,15 |
| 189 | 39,0 | 747,5 | 3,7 | 0,99 |
| 190 | 40,5 | 748,3 | 6,8 | 1,28 |
| 191 | 41,9 | 747,5 | 6,0 | 1,40 |
| 192 | 43,3 | 748,3 | 7,2 | 1,47 |
| 193 | 44,8 | 747,5 | 6,3 | 1,64 |
| 194 | 46,2 | 748,3 | 4,3 | 1,64 |
| 195 | 47,6 | 747,5 | 7,1 | 2,56 |
| 196 | 49,1 | 748,3 | 7,3 | 2,89 |
| 197 | 50,5 | 747,5 | 9,1 | 3,60 |
| 198 | 51,9 | 748,3 | 7,7 | 4,66 |
| 199 | 53,4 | 747,5 | 5,2 | 20,00 |
| 200 | 7,5 | 749,2 | 14,5 | 1,10 |
| 201 | 8,9 | 750,0 | 14,3 | 0,92 |
| 202 | 10,4 | 749,2 | 12,6 | 0,92 |
| 203 | 11,8 | 750,0 | 13,9 | 1,23 |
| 204 | 13,2 | 749,2 | 11,9 | 1,34 |
| 205 | 14,7 | 750,0 | 13,2 | 1,67 |
| 206 | 16,1 | 749,2 | 15,2 | 1,90 |
| 207 | 17,5 | 750,0 | 18,7 | 1,91 |
| 208 | 19,0 | 749,2 | 18,6 | 1,91 |
| 209 | 20,4 | 750,0 | 19,5 | 1,94 |
| 210 | 21,8 | 749,2 | 20,9 | 2,02 |
| 211 | 23,3 | 750,0 | 12,6 | 1,85 |
| 212 | 24,7 | 749,2 | 9,4 | 1,20 |
| 213 | 26,1 | 750,0 | 10,2 | 1,15 |
| 214 | 27,6 | 749,2 | 9,4 | 1,23 |
| 215 | 29,0 | 750,0 | 10,1 | 1,40 |
| 216 | 30,4 | 749,2 | 9,3 | 1,55 |
| 217 | 31,9 | 750,0 | 10,1 | 1,55 |
| 218 | 33,3 | 749,2 | 9,3 | 1,55 |
| 219 | 34,7 | 750,0 | 10,0 | 1,43 |
| 220 | 36,2 | 749,2 | 7,1 | 1,40 |
| 221 | 37,6 | 750,0 | 7,1 | 1,09 |
| 222 | 39,0 | 749,2 | 6,6 | 1,11 |
| 223 | 40,5 | 750,0 | 8,1 | 1,17 |
| 224 | 41,9 | 749,2 | 7,6 | 1,28 |
| 225 | 43,3 | 750,0 | 6,8 | 1,26 |
| 226 | 44,8 | 749,2 | 5,0 | 1,32 |
| 227 | 46,2 | 750,0 | 2,9 | 1,10 |
| 228 | 47,6 | 749,2 | 2,5 | 1,71 |
| 229 | 49,1 | 750,0 | 3,3 | 2,48 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|------|
| 230 | 50,5 | 749,2 | 7,9 | 3,44 |
| 231 | 51,9 | 750,0 | 6,5 | 4,68 |
| 232 | 53,4 | 749,2 | 6,2 | 7,63 |
| 233 | 8,9 | 751,7 | 15,8 | 0,97 |
| 234 | 10,4 | 750,8 | 14,0 | 0,98 |
| 235 | 11,8 | 751,7 | 15,3 | 1,29 |
| 236 | 13,2 | 750,8 | 13,4 | 1,42 |
| 237 | 14,7 | 751,7 | 16,5 | 1,72 |
| 238 | 16,1 | 750,8 | 16,5 | 1,86 |
| 239 | 17,5 | 751,7 | 17,8 | 1,88 |
| 240 | 19,0 | 750,8 | 20,2 | 1,92 |
| 241 | 20,4 | 751,7 | 21,1 | 1,89 |
| 242 | 21,8 | 750,8 | 15,7 | 2,03 |
| 243 | 23,3 | 751,7 | 14,2 | 1,84 |
| 244 | 24,7 | 750,8 | 11,1 | 1,17 |
| 245 | 26,1 | 751,7 | 11,9 | 1,19 |
| 246 | 27,6 | 750,8 | 11,0 | 1,28 |
| 247 | 29,0 | 751,7 | 11,8 | 1,44 |
| 248 | 30,4 | 750,8 | 10,9 | 1,52 |
| 249 | 31,9 | 751,7 | 11,7 | 1,46 |
| 250 | 33,3 | 750,8 | 10,9 | 1,44 |
| 251 | 34,7 | 751,7 | 11,4 | 1,34 |
| 252 | 36,2 | 750,8 | 7,7 | 1,14 |
| 253 | 37,6 | 751,7 | 9,4 | 1,13 |
| 254 | 39,0 | 750,8 | 8,8 | 1,12 |
| 255 | 40,5 | 751,7 | 8,2 | 1,00 |
| 256 | 41,9 | 750,8 | 7,9 | 1,15 |
| 257 | 43,3 | 751,7 | 6,4 | 1,01 |
| 258 | 44,8 | 750,8 | 5,3 | 1,12 |
| 259 | 46,2 | 751,7 | 4,2 | 1,12 |
| 260 | 47,6 | 750,8 | 3,2 | 1,47 |
| 261 | 49,1 | 751,7 | 4,3 | 2,37 |
| 262 | 50,5 | 750,8 | 7,6 | 3,30 |
| 263 | 51,9 | 751,7 | 7,3 | 4,38 |
| 264 | 53,4 | 750,8 | 6,0 | 7,57 |
| 265 | 8,9 | 753,3 | 17,3 | 1,03 |
| 266 | 10,4 | 752,5 | 17,1 | 1,20 |
| 267 | 11,8 | 753,3 | 16,7 | 1,35 |
| 268 | 13,2 | 752,5 | 14,8 | 1,52 |
| 269 | 14,7 | 753,3 | 17,9 | 1,76 |
| 270 | 16,1 | 752,5 | 17,8 | 1,82 |
| 271 | 17,5 | 753,3 | 19,2 | 1,84 |
| 272 | 19,0 | 752,5 | 17,0 | 1,87 |
| 273 | 20,4 | 753,3 | 22,8 | 1,90 |
| 274 | 21,8 | 752,5 | 24,2 | 1,91 |
| 275 | 23,3 | 753,3 | 13,6 | 1,18 |
| 276 | 24,7 | 752,5 | 12,7 | 1,15 |
| 277 | 26,1 | 753,3 | 13,5 | 1,23 |
| 278 | 27,6 | 752,5 | 12,7 | 1,32 |
| 279 | 29,0 | 753,3 | 13,5 | 1,45 |
| 280 | 30,4 | 752,5 | 12,6 | 1,47 |
| 281 | 31,9 | 753,3 | 13,4 | 1,38 |
| 282 | 33,3 | 752,5 | 12,5 | 1,35 |
| 283 | 34,7 | 753,3 | 10,2 | 1,23 |
| 284 | 36,2 | 752,5 | 8,7 | 0,87 |
| 285 | 37,6 | 753,3 | 10,4 | 1,01 |
| 286 | 39,0 | 752,5 | 8,9 | 0,95 |
| 287 | 40,5 | 753,3 | 10,3 | 1,03 |
| 288 | 41,9 | 752,5 | 7,7 | 0,97 |
| 289 | 43,3 | 753,3 | 7,1 | 0,96 |
| 290 | 44,8 | 752,5 | 6,1 | 1,08 |
| 291 | 46,2 | 753,3 | 5,7 | 1,21 |
| 292 | 47,6 | 752,5 | 4,5 | 1,55 |
| 293 | 49,1 | 753,3 | 7,1 | 2,35 |
| 294 | 50,5 | 752,5 | 6,4 | 3,22 |
| 295 | 51,9 | 753,3 | 7,9 | 4,33 |
| 296 | 53,4 | 752,5 | 5,6 | 8,04 |
| 297 | 7,5 | 754,1 | 19,1 | 1,00 |
| 298 | 8,9 | 755,0 | 18,9 | 1,08 |
| 299 | 10,4 | 754,1 | 18,6 | 1,25 |
| 300 | 11,8 | 755,0 | 18,2 | 1,41 |
| 301 | 13,2 | 754,1 | 18,0 | 1,60 |
| 302 | 14,7 | 755,0 | 21,1 | 1,75 |
| 303 | 16,1 | 754,1 | 19,2 | 1,79 |
| 304 | 17,5 | 755,0 | 20,5 | 1,82 |
| 305 | 19,0 | 754,1 | 18,4 | 1,83 |
| 306 | 20,4 | 755,0 | 24,1 | 1,79 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|------|
| 307 | 21,8 | 754,1 | 16,8 | 1,86 |
| 308 | 23,3 | 755,0 | 15,3 | 1,15 |
| 309 | 24,7 | 754,1 | 14,4 | 1,17 |
| 310 | 26,1 | 755,0 | 15,2 | 1,27 |
| 311 | 27,6 | 754,1 | 14,3 | 1,37 |
| 312 | 29,0 | 755,0 | 15,1 | 1,42 |
| 313 | 30,4 | 754,1 | 14,2 | 1,40 |
| 314 | 31,9 | 755,0 | 14,8 | 1,32 |
| 315 | 33,3 | 754,1 | 13,7 | 1,30 |
| 316 | 34,7 | 755,0 | 13,3 | 1,20 |
| 317 | 36,2 | 754,1 | 11,8 | 1,13 |
| 318 | 37,6 | 755,0 | 11,3 | 0,92 |
| 319 | 39,0 | 754,1 | 11,8 | 1,05 |
| 320 | 40,5 | 755,0 | 11,1 | 0,99 |
| 321 | 41,9 | 754,1 | 9,6 | 1,02 |
| 322 | 43,3 | 755,0 | 9,0 | 1,06 |
| 323 | 44,8 | 754,1 | 6,6 | 1,00 |
| 324 | 46,2 | 755,0 | 7,6 | 1,38 |
| 325 | 47,6 | 754,1 | 5,3 | 1,58 |
| 326 | 49,1 | 755,0 | 8,9 | 2,36 |
| 327 | 50,5 | 754,1 | 8,0 | 3,07 |
| 328 | 51,9 | 755,0 | 8,6 | 4,08 |
| 329 | 53,4 | 754,1 | 6,4 | 7,81 |
| 330 | 6,1 | 756,6 | 21,1 | 0,89 |
| 331 | 7,5 | 755,8 | 20,7 | 1,05 |
| 332 | 8,9 | 756,6 | 20,4 | 1,14 |
| 333 | 10,4 | 755,8 | 20,1 | 1,31 |
| 334 | 11,8 | 756,6 | 19,7 | 1,48 |
| 335 | 13,2 | 755,8 | 21,2 | 1,60 |
| 336 | 14,7 | 756,6 | 22,5 | 1,70 |
| 337 | 16,1 | 755,8 | 20,6 | 1,75 |
| 338 | 17,5 | 756,6 | 21,9 | 1,77 |
| 339 | 19,0 | 755,8 | 19,8 | 1,81 |
| 340 | 20,4 | 756,6 | 21,0 | 1,78 |
| 341 | 21,8 | 755,8 | 18,4 | 1,81 |
| 342 | 23,3 | 756,6 | 16,9 | 1,13 |
| 343 | 24,7 | 755,8 | 16,1 | 1,20 |
| 344 | 26,1 | 756,6 | 16,9 | 1,32 |
| 345 | 27,6 | 755,8 | 16,0 | 1,41 |
| 346 | 29,0 | 756,6 | 16,8 | 1,37 |
| 347 | 30,4 | 755,8 | 15,9 | 1,34 |
| 348 | 31,9 | 756,6 | 16,0 | 1,28 |
| 349 | 33,3 | 755,8 | 14,8 | 1,24 |
| 350 | 34,7 | 756,6 | 14,3 | 1,12 |
| 351 | 36,2 | 755,8 | 12,8 | 1,01 |
| 352 | 37,6 | 756,6 | 14,2 | 1,04 |
| 353 | 39,0 | 755,8 | 12,7 | 1,00 |
| 354 | 40,5 | 756,6 | 12,1 | 0,98 |
| 355 | 41,9 | 755,8 | 10,6 | 1,01 |
| 356 | 43,3 | 756,6 | 10,0 | 1,06 |
| 357 | 44,8 | 755,8 | 8,5 | 1,14 |
| 358 | 46,2 | 756,6 | 8,0 | 1,33 |
| 359 | 47,6 | 755,8 | 7,0 | 1,78 |
| 360 | 49,1 | 756,6 | 10,2 | 2,39 |
| 361 | 50,5 | 755,8 | 10,0 | 3,05 |
| 362 | 51,9 | 756,6 | 8,5 | 5,05 |
| 363 | 53,4 | 755,8 | 8,0 | 6,76 |
| 364 | 7,5 | 757,5 | 22,2 | 1,10 |
| 365 | 8,9 | 758,3 | 22,0 | 1,20 |
| 366 | 10,4 | 757,5 | 21,6 | 1,36 |
| 367 | 11,8 | 758,3 | 21,3 | 1,55 |
| 368 | 13,2 | 757,5 | 22,7 | 1,62 |
| 369 | 14,7 | 758,3 | 24,0 | 1,67 |
| 370 | 16,1 | 757,5 | 22,0 | 1,73 |
| 371 | 17,5 | 758,3 | 23,3 | 1,76 |
| 372 | 19,0 | 757,5 | 21,2 | 1,79 |
| 373 | 20,4 | 758,3 | 26,7 | 1,76 |
| 374 | 21,8 | 757,5 | 20,0 | 1,79 |
| 375 | 23,3 | 758,3 | 18,6 | 1,16 |
| 376 | 24,7 | 757,5 | 17,7 | 1,24 |
| 377 | 26,1 | 758,3 | 18,5 | 1,36 |
| 378 | 27,6 | 757,5 | 17,6 | 1,39 |
| 379 | 29,0 | 758,3 | 18,3 | 1,33 |
| 380 | 30,4 | 757,5 | 17,1 | 1,31 |
| 381 | 31,9 | 758,3 | 19,1 | 1,23 |
| 382 | 33,3 | 757,5 | 15,8 | 1,19 |
| 383 | 34,7 | 758,3 | 15,4 | 1,02 |

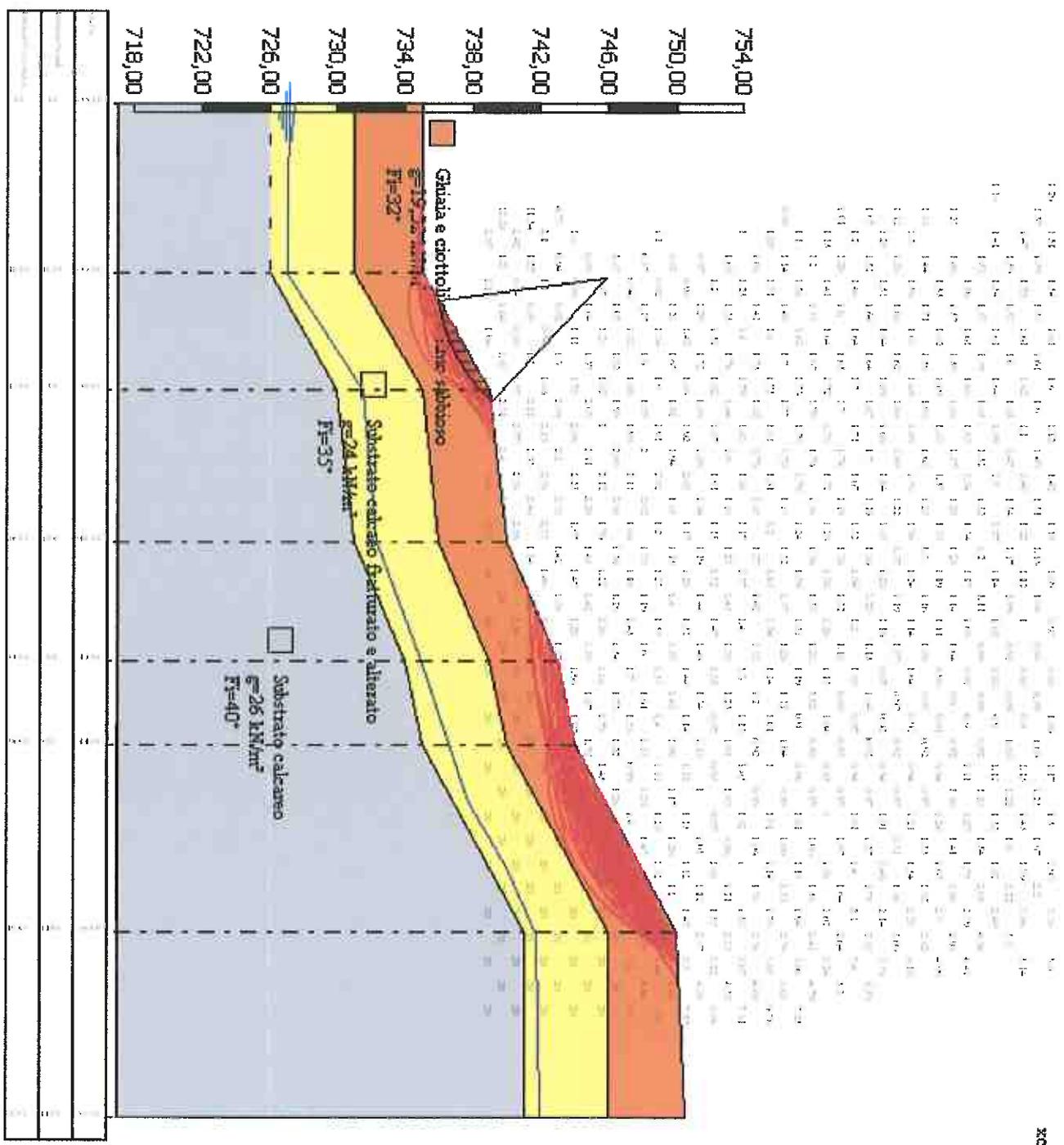
| | | | | |
|-----|------|-------|------|------|
| 384 | 36,2 | 757,5 | 13,9 | 0,90 |
| 385 | 37,6 | 758,3 | 15,1 | 0,98 |
| 386 | 39,0 | 757,5 | 13,6 | 0,96 |
| 387 | 40,5 | 758,3 | 13,1 | 0,97 |
| 388 | 41,9 | 757,5 | 11,5 | 1,01 |
| 389 | 43,3 | 758,3 | 11,1 | 1,06 |
| 390 | 44,8 | 757,5 | 9,5 | 1,15 |
| 391 | 46,2 | 758,3 | 10,4 | 1,56 |
| 392 | 47,6 | 757,5 | 8,9 | 1,94 |
| 393 | 49,1 | 758,3 | 12,2 | 2,41 |
| 394 | 50,5 | 757,5 | 10,7 | 3,06 |
| 395 | 51,9 | 758,3 | 10,2 | 4,79 |
| 396 | 53,4 | 757,5 | 8,9 | 7,25 |
| 397 | 6,1 | 760,0 | 24,3 | 1,01 |
| 398 | 7,5 | 759,1 | 23,8 | 1,15 |
| 399 | 8,9 | 760,0 | 23,6 | 1,26 |
| 400 | 10,4 | 759,1 | 23,2 | 1,41 |
| 401 | 11,8 | 760,0 | 24,4 | 1,60 |
| 402 | 13,2 | 759,1 | 24,2 | 1,64 |
| 403 | 14,7 | 760,0 | 25,5 | 1,65 |
| 404 | 16,1 | 759,1 | 23,5 | 1,72 |
| 405 | 17,5 | 760,0 | 24,8 | 1,70 |
| 406 | 19,0 | 759,1 | 22,6 | 1,78 |
| 407 | 20,4 | 760,0 | 28,0 | 1,74 |
| 408 | 21,8 | 759,1 | 28,1 | 1,72 |
| 409 | 23,3 | 760,0 | 20,3 | 1,19 |
| 410 | 24,7 | 759,1 | 19,4 | 1,28 |
| 411 | 26,1 | 760,0 | 20,2 | 1,38 |
| 412 | 27,6 | 759,1 | 19,3 | 1,36 |
| 413 | 29,0 | 760,0 | 19,5 | 1,32 |
| 414 | 30,4 | 759,1 | 20,4 | 1,26 |
| 415 | 31,9 | 760,0 | 20,2 | 1,18 |
| 416 | 33,3 | 759,1 | 16,9 | 1,13 |
| 417 | 34,7 | 760,0 | 16,4 | 0,89 |
| 418 | 36,2 | 759,1 | 16,7 | 1,04 |
| 419 | 37,6 | 760,0 | 16,2 | 0,93 |
| 420 | 39,0 | 759,1 | 14,6 | 0,95 |
| 421 | 40,5 | 760,0 | 14,1 | 0,97 |
| 422 | 41,9 | 759,1 | 12,6 | 1,00 |
| 423 | 43,3 | 760,0 | 12,2 | 1,07 |
| 424 | 44,8 | 759,1 | 12,0 | 1,36 |
| 425 | 46,2 | 760,0 | 11,5 | 1,64 |
| 426 | 47,6 | 759,1 | 12,5 | 2,02 |
| 427 | 49,1 | 760,0 | 12,0 | 2,64 |
| 428 | 50,5 | 759,1 | 11,6 | 3,24 |
| 429 | 51,9 | 760,0 | 11,3 | 5,20 |
| 430 | 6,1 | 761,6 | 25,9 | 1,07 |
| 431 | 7,5 | 760,8 | 25,4 | 1,20 |
| 432 | 8,9 | 761,6 | 25,1 | 1,32 |
| 433 | 10,4 | 760,8 | 24,7 | 1,46 |
| 434 | 11,8 | 761,6 | 25,9 | 1,64 |
| 435 | 13,2 | 760,8 | 25,7 | 1,64 |
| 436 | 14,7 | 761,6 | 26,9 | 1,64 |
| 437 | 16,1 | 760,8 | 25,0 | 1,70 |
| 438 | 17,5 | 761,6 | 26,2 | 1,67 |
| 439 | 19,0 | 760,8 | 30,0 | 1,71 |
| 440 | 20,4 | 761,6 | 29,4 | 1,70 |
| 441 | 21,8 | 760,8 | 29,4 | 1,67 |
| 442 | 23,3 | 761,6 | 21,8 | 1,19 |
| 443 | 24,7 | 760,8 | 21,0 | 1,32 |
| 444 | 26,1 | 761,6 | 21,8 | 1,36 |
| 445 | 27,6 | 760,8 | 20,7 | 1,34 |
| 446 | 29,0 | 761,6 | 22,7 | 1,23 |
| 447 | 30,4 | 760,8 | 21,5 | 1,20 |
| 448 | 31,9 | 761,6 | 21,3 | 1,15 |
| 449 | 33,3 | 760,8 | 17,9 | 1,05 |
| 450 | 34,7 | 761,6 | 19,2 | 1,04 |
| 451 | 36,2 | 760,8 | 17,7 | 0,97 |
| 452 | 37,6 | 761,6 | 17,2 | 0,92 |
| 453 | 39,0 | 760,8 | 15,7 | 0,94 |
| 454 | 40,5 | 761,6 | 15,2 | 0,97 |
| 455 | 41,9 | 760,8 | 13,7 | 1,01 |
| 456 | 43,3 | 761,6 | 14,7 | 1,27 |
| 457 | 44,8 | 760,8 | 13,1 | 1,40 |
| 458 | 46,2 | 761,6 | 12,7 | 1,75 |
| 459 | 47,6 | 760,8 | 13,6 | 2,10 |
| 460 | 49,1 | 761,6 | 14,4 | 2,58 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|------|
| 461 | 50,5 | 760,8 | 12,8 | 3,40 |
| 462 | 51,9 | 761,6 | 12,6 | 5,58 |
| 463 | 6,1 | 763,3 | 27,5 | 1,12 |
| 464 | 7,5 | 762,4 | 27,0 | 1,25 |
| 465 | 8,9 | 763,3 | 26,7 | 1,38 |
| 466 | 10,4 | 762,4 | 26,3 | 1,51 |
| 467 | 11,8 | 763,3 | 27,5 | 1,68 |
| 468 | 13,2 | 762,4 | 27,2 | 1,64 |
| 469 | 14,7 | 763,3 | 28,4 | 1,62 |
| 470 | 16,1 | 762,4 | 26,4 | 1,69 |
| 471 | 17,5 | 763,3 | 27,7 | 1,68 |
| 472 | 19,0 | 762,4 | 31,4 | 1,68 |
| 473 | 20,4 | 763,3 | 30,8 | 1,66 |
| 474 | 21,8 | 762,4 | 30,8 | 1,64 |
| 475 | 23,3 | 763,3 | 23,3 | 1,22 |
| 476 | 24,7 | 762,4 | 22,7 | 1,35 |
| 477 | 26,1 | 763,3 | 25,3 | 1,37 |
| 478 | 27,6 | 762,4 | 24,0 | 1,28 |
| 479 | 29,0 | 763,3 | 23,9 | 1,19 |
| 480 | 30,4 | 762,4 | 22,6 | 1,16 |
| 481 | 31,9 | 763,3 | 20,6 | 1,07 |
| 482 | 33,3 | 762,4 | 19,1 | 0,87 |
| 483 | 34,7 | 763,3 | 20,3 | 0,97 |
| 484 | 36,2 | 762,4 | 18,8 | 0,92 |
| 485 | 37,6 | 763,3 | 18,3 | 0,92 |
| 486 | 39,0 | 762,4 | 16,8 | 0,94 |
| 487 | 40,5 | 763,3 | 16,4 | 0,97 |
| 488 | 41,9 | 762,4 | 14,9 | 1,01 |
| 489 | 43,3 | 763,3 | 15,8 | 1,31 |
| 490 | 44,8 | 762,4 | 14,3 | 1,46 |
| 491 | 46,2 | 763,3 | 15,1 | 1,86 |
| 492 | 47,6 | 762,4 | 16,0 | 2,14 |
| 493 | 49,1 | 763,3 | 14,5 | 3,06 |
| 494 | 50,5 | 762,4 | 14,1 | 3,59 |
| 495 | 6,1 | 764,9 | 29,2 | 1,18 |
| 496 | 7,5 | 764,1 | 28,6 | 1,30 |
| 497 | 8,9 | 764,9 | 28,3 | 1,44 |
| 498 | 10,4 | 764,1 | 27,9 | 1,56 |
| 499 | 11,8 | 764,9 | 29,1 | 1,71 |
| 500 | 13,2 | 764,1 | 28,7 | 1,63 |
| 501 | 14,7 | 764,9 | 30,0 | 1,59 |
| 502 | 16,1 | 764,1 | 28,0 | 1,69 |
| 503 | 17,5 | 764,9 | 29,2 | 1,68 |
| 504 | 19,0 | 764,1 | 30,9 | 1,69 |
| 505 | 20,4 | 764,9 | 32,2 | 1,63 |
| 506 | 21,8 | 764,1 | 32,2 | 1,58 |
| 507 | 23,3 | 764,9 | 24,8 | 1,25 |
| 508 | 24,7 | 764,1 | 24,3 | 1,36 |
| 509 | 26,1 | 764,9 | 26,4 | 1,30 |
| 510 | 27,6 | 764,1 | 25,1 | 1,24 |
| 511 | 29,0 | 764,9 | 25,0 | 1,16 |
| 512 | 30,4 | 764,1 | 23,7 | 1,14 |
| 513 | 31,9 | 764,9 | 23,4 | 1,08 |
| 514 | 33,3 | 764,1 | 21,8 | 1,04 |
| 515 | 34,7 | 764,9 | 21,4 | 0,91 |
| 516 | 36,2 | 764,1 | 19,9 | 0,91 |
| 517 | 37,6 | 764,9 | 19,5 | 0,92 |
| 518 | 39,0 | 764,1 | 17,9 | 0,94 |
| 519 | 40,5 | 764,9 | 17,6 | 0,97 |
| 520 | 41,9 | 764,1 | 17,4 | 1,21 |
| 521 | 43,3 | 764,9 | 17,0 | 1,35 |
| 522 | 44,8 | 764,1 | 15,5 | 1,54 |
| 523 | 46,2 | 764,9 | 18,8 | 1,92 |
| 524 | 47,6 | 764,1 | 17,2 | 2,21 |
| 525 | 49,1 | 764,9 | 17,0 | 2,82 |
| 526 | 50,5 | 764,1 | 14,3 | 6,18 |
| 527 | 6,1 | 766,6 | 30,8 | 1,23 |
| 528 | 8,9 | 766,6 | 29,9 | 1,49 |
| 529 | 10,4 | 765,8 | 31,0 | 1,55 |
| 530 | 11,8 | 766,6 | 32,2 | 1,57 |
| 531 | 13,2 | 765,8 | 30,3 | 1,62 |
| 532 | 14,7 | 766,6 | 31,5 | 1,59 |
| 533 | 16,1 | 765,8 | 29,5 | 1,69 |
| 534 | 17,5 | 766,6 | 32,5 | 1,68 |
| 535 | 19,0 | 765,8 | 34,2 | 1,63 |
| 536 | 20,4 | 766,6 | 27,7 | 1,57 |
| 537 | 21,8 | 765,8 | 33,6 | 1,57 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|------|
| 538 | 23,3 | 766,6 | 26,3 | 1,28 |
| 539 | 24,7 | 765,8 | 25,5 | 1,38 |
| 540 | 26,1 | 766,6 | 27,6 | 1,25 |
| 541 | 27,6 | 765,8 | 26,3 | 1,19 |
| 542 | 29,0 | 766,6 | 26,2 | 1,14 |
| 543 | 30,4 | 765,8 | 24,9 | 1,11 |
| 544 | 31,9 | 766,6 | 24,5 | 1,04 |
| 545 | 33,3 | 765,8 | 23,0 | 0,98 |
| 546 | 34,7 | 766,6 | 22,6 | 0,90 |
| 547 | 36,2 | 765,8 | 21,0 | 0,91 |
| 548 | 37,6 | 766,6 | 20,7 | 0,92 |
| 549 | 39,0 | 765,8 | 19,1 | 0,94 |
| 550 | 40,5 | 766,6 | 20,1 | 1,16 |
| 551 | 41,9 | 765,8 | 18,6 | 1,24 |
| 552 | 43,3 | 766,6 | 18,3 | 1,41 |
| 553 | 44,8 | 765,8 | 17,9 | 1,67 |
| 554 | 46,2 | 766,6 | 20,0 | 1,98 |
| 555 | 47,6 | 765,8 | 18,5 | 2,30 |
| 556 | 49,1 | 766,6 | 18,3 | 2,98 |
| 557 | 50,5 | 765,8 | 16,9 | 4,09 |
| 558 | 8,9 | 768,3 | 33,0 | 1,53 |
| 559 | 10,4 | 767,4 | 32,6 | 1,56 |
| 560 | 11,8 | 768,3 | 33,7 | 1,53 |
| 561 | 13,2 | 767,4 | 31,8 | 1,61 |
| 562 | 14,7 | 768,3 | 33,0 | 1,59 |
| 563 | 16,1 | 767,4 | 31,0 | 1,68 |
| 564 | 17,5 | 768,3 | 35,8 | 1,65 |
| 565 | 19,0 | 767,4 | 33,8 | 1,63 |
| 566 | 20,4 | 768,3 | 29,3 | 1,52 |
| 567 | 21,8 | 767,4 | 30,9 | 1,54 |
| 568 | 23,3 | 768,3 | 27,9 | 1,32 |
| 569 | 24,7 | 767,4 | 28,8 | 1,34 |
| 570 | 26,1 | 768,3 | 28,8 | 1,20 |
| 571 | 27,6 | 767,4 | 27,5 | 1,17 |
| 572 | 29,0 | 768,3 | 27,4 | 1,11 |
| 573 | 30,4 | 767,4 | 26,1 | 1,08 |
| 574 | 31,9 | 768,3 | 25,7 | 0,99 |
| 575 | 33,3 | 767,4 | 24,1 | 0,91 |
| 576 | 34,7 | 768,3 | 23,7 | 0,89 |
| 577 | 36,2 | 767,4 | 22,2 | 0,90 |
| 578 | 37,6 | 768,3 | 21,9 | 0,92 |
| 579 | 39,0 | 767,4 | 21,7 | 1,11 |
| 580 | 40,5 | 768,3 | 21,3 | 1,18 |
| 581 | 41,9 | 767,4 | 19,8 | 1,27 |
| 582 | 43,3 | 768,3 | 20,8 | 1,54 |
| 583 | 44,8 | 767,4 | 19,2 | 1,75 |
| 584 | 46,2 | 768,3 | 21,3 | 2,05 |
| 585 | 47,6 | 767,4 | 19,8 | 2,39 |
| 586 | 49,1 | 768,3 | 18,6 | 4,36 |
| 587 | 50,5 | 767,4 | 18,3 | 4,41 |
| 588 | 4,6 | 769,1 | 33,1 | 1,16 |
| 589 | 7,5 | 769,1 | 32,1 | 1,41 |
| 590 | 8,9 | 769,9 | 33,2 | 1,59 |
| 591 | 10,4 | 769,1 | 34,1 | 1,54 |
| 592 | 11,8 | 769,9 | 35,3 | 1,53 |
| 593 | 13,2 | 769,1 | 33,4 | 1,61 |
| 594 | 14,7 | 769,9 | 34,6 | 1,60 |
| 595 | 16,1 | 769,1 | 34,3 | 1,64 |
| 596 | 17,5 | 769,9 | 35,5 | 1,63 |
| 597 | 19,0 | 769,1 | 37,1 | 1,59 |
| 598 | 20,4 | 769,9 | 30,8 | 1,47 |
| 599 | 21,8 | 769,1 | 32,4 | 1,50 |
| 600 | 23,3 | 769,9 | 29,3 | 1,34 |
| 601 | 24,7 | 769,1 | 30,0 | 1,27 |
| 602 | 26,1 | 769,9 | 30,0 | 1,17 |
| 603 | 27,6 | 769,1 | 28,7 | 1,14 |
| 604 | 29,0 | 769,9 | 28,7 | 1,09 |
| 605 | 30,4 | 769,1 | 27,2 | 1,05 |
| 606 | 31,9 | 769,9 | 26,8 | 0,91 |
| 607 | 33,3 | 769,1 | 25,3 | 0,88 |
| 608 | 34,7 | 769,9 | 25,0 | 0,89 |
| 609 | 36,2 | 769,1 | 23,4 | 0,90 |
| 610 | 37,6 | 769,9 | 24,4 | 1,08 |
| 611 | 39,0 | 769,1 | 22,9 | 1,12 |
| 612 | 40,5 | 769,9 | 22,6 | 1,22 |
| 613 | 41,9 | 769,1 | 21,1 | 1,32 |
| 614 | 43,3 | 769,9 | 22,1 | 1,60 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|------|
| 615 | 44,8 | 769,1 | 21,7 | 1,82 |
| 616 | 46,2 | 769,9 | 21,5 | 2,22 |
| 617 | 47,6 | 769,1 | 21,2 | 2,49 |
| 618 | 49,1 | 769,9 | 21,2 | 3,30 |
| 619 | 6,1 | 771,6 | 35,7 | 1,37 |
| 620 | 7,5 | 770,7 | 35,1 | 1,47 |
| 621 | 8,9 | 771,6 | 36,2 | 1,59 |
| 622 | 10,4 | 770,7 | 34,3 | 1,75 |
| 623 | 11,8 | 771,6 | 36,9 | 1,53 |
| 624 | 13,2 | 770,7 | 35,0 | 1,61 |
| 625 | 14,7 | 771,6 | 36,1 | 1,61 |
| 626 | 16,1 | 770,7 | 35,8 | 1,62 |
| 627 | 17,5 | 771,6 | 37,0 | 1,60 |
| 628 | 19,0 | 770,7 | 31,3 | 1,10 |
| 629 | 20,4 | 771,6 | 32,4 | 1,43 |
| 630 | 21,8 | 770,7 | 33,9 | 1,46 |
| 631 | 23,3 | 771,6 | 32,5 | 1,31 |
| 632 | 24,7 | 770,7 | 31,3 | 1,22 |
| 633 | 26,1 | 771,6 | 31,2 | 1,15 |
| 634 | 27,6 | 770,7 | 30,0 | 1,12 |
| 635 | 29,0 | 771,6 | 29,9 | 1,06 |
| 636 | 30,4 | 770,7 | 28,4 | 1,00 |
| 637 | 31,9 | 771,6 | 28,0 | 0,88 |
| 638 | 33,3 | 770,7 | 26,5 | 0,88 |
| 639 | 34,7 | 771,6 | 26,2 | 0,89 |
| 640 | 36,2 | 770,7 | 24,7 | 0,90 |
| 641 | 37,6 | 771,6 | 25,7 | 1,09 |
| 642 | 39,0 | 770,7 | 24,1 | 1,15 |
| 643 | 40,5 | 771,6 | 23,9 | 1,25 |
| 644 | 41,9 | 770,7 | 23,6 | 1,45 |
| 645 | 43,3 | 771,6 | 23,4 | 1,67 |
| 646 | 44,8 | 770,7 | 23,0 | 1,89 |
| 647 | 46,2 | 771,6 | 24,1 | 2,20 |
| 648 | 47,6 | 770,7 | 21,5 | 3,06 |
| 649 | 50,5 | 770,7 | 21,2 | 5,14 |
| 650 | 4,6 | 772,4 | 36,4 | 1,26 |
| 651 | 7,5 | 772,4 | 36,8 | 1,51 |
| 652 | 10,4 | 772,4 | 37,3 | 1,54 |
| 653 | 13,2 | 772,4 | 36,5 | 1,61 |
| 654 | 16,1 | 772,4 | 37,4 | 1,60 |
| 655 | 19,0 | 772,4 | 32,8 | 1,12 |
| 656 | 21,8 | 772,4 | 33,5 | 1,42 |
| 657 | 24,7 | 772,4 | 32,5 | 1,18 |
| 658 | 27,6 | 772,4 | 31,3 | 1,09 |
| 659 | 30,4 | 772,4 | 29,6 | 0,93 |
| 660 | 33,3 | 772,4 | 27,7 | 0,88 |
| 661 | 36,2 | 772,4 | 27,2 | 1,06 |
| 662 | 39,0 | 772,4 | 25,4 | 1,17 |
| 663 | 41,9 | 772,4 | 24,9 | 1,50 |
| 664 | 44,8 | 772,4 | 25,5 | 1,93 |
| 665 | 47,6 | 772,4 | 22,9 | 3,38 |
| 666 | 50,5 | 772,4 | 22,7 | 5,60 |

xc = 10,35 yrc = 745,85 Rc = 9,95 Fs=0,87



Fase di cantiere Praso 2

Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

| | |
|-------------------|------|
| Numero di strati | 3,0 |
| Numero dei conchi | 10,0 |

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

| | |
|--|----------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi | 31,0 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 750,62 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs | 53,8 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys | 766,79 m |
| Passo di ricerca | 10,0 |
| Numero di celle lungo x | 20,0 |
| Numero di celle lungo y | 20,0 |

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

| | |
|----------------------|---------------------|
| Descrizione: | Praso (TN) |
| Latitudine: | 45,9517 |
| Longitudine: | 10,6432 |
| Tipo opera: | 2 - Opere ordinarie |
| Classe d'uso: | Classe II |
| Vita nominale: | 50,0 [anni] |
| Vita di riferimento: | 50,0 [anni] |

Parametri sismici su sito di riferimento

| | |
|------------------------|----|
| Categoria sottosuolo: | E |
| Categoria topografica: | T1 |

| S.L. Stato limite | TR Tempo ritorno [anni] | ag [m/s ²] | F0 [-] | TC* [sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O. | 30,0 | 0,3 | 2,51 | 0,2 |
| S.L.D. | 50,0 | 0,37 | 2,56 | 0,22 |
| S.L.V. | 475,0 | 0,89 | 2,62 | 0,28 |
| S.L.C. | 975,0 | 1,2 | 2,55 | 0,29 |

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

| S.L. Stato limite | amax [m/s ²] | beta [-] | kh [-] | kv [sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O. | 0,48 | 0,2 | 0,0098 | 0,0049 |
| S.L.D. | 0,592 | 0,2 | 0,0121 | 0,006 |
| S.L.V. | 1,424 | 0,2 | 0,029 | 0,0145 |
| S.L.C. | 1,92 | 0,24 | 0,047 | 0,0235 |

| | |
|---|-------|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0,029 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0,015 |

Vertici profilo

| N | X m | y m |
|---|--------|--------|
| 1 | 0,0 | 735,0 |

| | | |
|----|------|-------|
| 2 | 10,0 | 735,0 |
| 3 | 17,0 | 738,0 |
| 4 | 26,0 | 738,0 |
| 5 | 33,0 | 738,0 |
| 6 | 38,0 | 738,0 |
| 7 | 49,0 | 738,0 |
| 8 | 49,0 | 747,0 |
| 9 | 54,0 | 750,0 |
| 10 | 60,0 | 750,5 |

Falda

| Nr. | X m | y m |
|-----|--------|--------|
| 1 | 0,0 | 727,43 |
| 2 | 0,8 | 727,35 |
| 3 | 3,57 | 727,06 |
| 4 | 5,39 | 727,06 |
| 5 | 10,08 | 727,06 |
| 6 | 16,98 | 731,46 |
| 7 | 25,98 | 732,32 |
| 8 | 32,87 | 734,91 |
| 9 | 41,3 | 737,69 |
| 10 | 48,98 | 737,99 |
| 11 | 49,24 | 741,8 |
| 12 | 60,0 | 742,0 |

Vertici strato1

| N | X m | y m |
|---|--------|--------|
| 1 | 0,0 | 731,0 |
| 2 | 10,0 | 731,0 |
| 3 | 17,0 | 735,0 |
| 4 | 26,0 | 736,0 |
| 5 | 33,0 | 738,0 |
| 6 | 38,0 | 738,0 |
| 7 | 49,0 | 738,0 |
| 8 | 49,0 | 746,0 |
| 9 | 60,0 | 746,0 |

Vertici strato2

| N | X m | y m |
|----|--------|--------|
| 1 | 0,0 | 726,0 |
| 2 | 10,0 | 726,0 |
| 3 | 17,0 | 730,0 |
| 4 | 26,0 | 731,0 |
| 5 | 33,0 | 734,0 |
| 6 | 38,0 | 735,0 |
| 7 | 43,0 | 738,0 |
| 8 | 49,0 | 738,0 |
| 9 | 49,0 | 741,0 |
| 10 | 60,0 | 741,0 |

Stratigrafia

c: coesione; F_i : Angolo di attrito; G: Peso Specifico; G_s : Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

| Strato | c (kN/m ²) | F_i (°) | G (kN/m ³) | G_s (kN/m ³) | K (Kg/cm ³) | Litologia |
|--------|---------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|---|
| 1 | 0 | 32 | 19,32 | | 0,00 | Ghiaia e ciottoli con limo sabbioso |
| 2 | 0 | 35 | 24 | | 0,00 | Substrato |

| | | | | | | | |
|---|---|----|----|--|------|--|------------------------------------|
| | | | | | | | calcao fratturato e alterato |
| 3 | 0 | 40 | 26 | | 0,00 | | Substrato calcareo |

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

| Strato | G0 (KPa) | G (KPa) | Dr (%) | OCR | IP (%) |
|--------|-------------|------------|-----------|-----|-----------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

Risultati analisi pendio

| | |
|----------------------------|----------|
| Fs minimo individuato | 0,35 |
| Ascissa centro superficie | 39,55 m |
| Ordinata centro superficie | 753,45 m |
| Raggio superficie | 14,25 m |

Numero di superfici esaminate....(757)

| N° | Xo | Yo | Ro | Fs |
|----|------|-------|------|-------|
| 1 | 31,0 | 750,6 | 20,2 | 10,27 |
| 2 | 31,6 | 751,0 | 22,8 | 2,09 |
| 3 | 32,1 | 750,6 | 22,4 | 2,00 |
| 4 | 32,7 | 751,0 | 18,4 | 10,86 |
| 5 | 33,3 | 750,6 | 22,4 | 1,92 |
| 6 | 33,8 | 751,0 | 20,6 | 1,78 |
| 7 | 34,4 | 750,6 | 20,1 | 1,79 |
| 8 | 35,0 | 751,0 | 20,5 | 1,67 |
| 9 | 35,6 | 750,6 | 20,0 | 1,61 |
| 10 | 36,1 | 751,0 | 19,6 | 1,50 |
| 11 | 36,7 | 750,6 | 19,1 | 1,44 |
| 12 | 37,3 | 751,0 | 18,7 | 1,34 |
| 13 | 37,8 | 750,6 | 18,1 | 1,29 |
| 14 | 38,4 | 751,0 | 17,7 | 1,18 |
| 15 | 39,0 | 750,6 | 17,2 | 1,13 |
| 16 | 39,5 | 751,0 | 16,8 | 1,03 |
| 17 | 40,1 | 750,6 | 16,3 | 0,98 |
| 18 | 40,7 | 751,0 | 12,4 | 0,41 |
| 19 | 41,3 | 750,6 | 11,9 | 0,38 |
| 20 | 41,8 | 751,0 | 11,7 | 0,46 |
| 21 | 42,4 | 750,6 | 11,2 | 0,42 |
| 22 | 43,0 | 751,0 | 10,9 | 0,69 |
| 23 | 43,5 | 750,6 | 10,3 | 0,51 |
| 24 | 44,1 | 751,0 | 10,1 | 0,42 |
| 25 | 44,7 | 750,6 | 10,9 | 0,59 |
| 26 | 45,3 | 751,0 | 9,2 | 0,51 |
| 27 | 45,8 | 750,6 | 10,0 | 0,61 |
| 28 | 46,4 | 751,0 | 7,0 | 0,50 |
| 29 | 47,0 | 750,6 | 10,5 | 0,87 |
| 30 | 47,5 | 751,0 | 6,3 | 0,61 |
| 31 | 48,1 | 750,6 | 5,1 | 0,59 |
| 32 | 48,7 | 751,0 | 7,0 | 0,84 |
| 33 | 49,2 | 750,6 | 7,6 | 0,95 |
| 34 | 49,8 | 751,0 | 6,4 | 1,03 |
| 35 | 50,4 | 750,6 | 4,4 | 0,86 |
| 36 | 51,0 | 751,0 | 3,6 | 0,93 |
| 37 | 51,5 | 750,6 | 3,1 | 0,99 |
| 38 | 52,1 | 751,0 | 3,2 | 1,13 |
| 39 | 52,7 | 750,6 | 2,7 | 1,28 |
| 40 | 53,2 | 751,0 | 2,8 | 1,53 |
| 41 | 53,8 | 750,6 | 2,9 | 1,93 |
| 42 | 31,0 | 751,4 | 23,2 | 2,18 |
| 43 | 31,6 | 751,8 | 23,6 | 1,97 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 44 | 32,1 | 751,4 | 23,2 | 2,01 |
| 45 | 32,7 | 751,8 | 19,2 | 10,82 |
| 46 | 33,3 | 751,4 | 21,0 | 1,82 |
| 47 | 33,8 | 751,8 | 21,4 | 1,78 |
| 48 | 34,4 | 751,4 | 21,0 | 1,74 |
| 49 | 35,0 | 751,8 | 20,7 | 1,60 |
| 50 | 35,6 | 751,4 | 20,2 | 1,56 |
| 51 | 36,1 | 751,8 | 19,8 | 1,46 |
| 52 | 36,7 | 751,4 | 19,2 | 1,40 |
| 53 | 37,3 | 751,8 | 18,9 | 1,29 |
| 54 | 37,8 | 751,4 | 18,3 | 1,24 |
| 55 | 38,4 | 751,8 | 17,9 | 1,10 |
| 56 | 39,0 | 751,4 | 17,4 | 1,07 |
| 57 | 39,5 | 751,8 | 17,0 | 0,97 |
| 58 | 40,1 | 751,4 | 16,4 | 0,93 |
| 59 | 40,7 | 751,8 | 12,8 | 0,44 |
| 60 | 41,3 | 751,4 | 12,3 | 0,40 |
| 61 | 41,8 | 751,8 | 12,1 | 0,48 |
| 62 | 42,4 | 751,4 | 11,5 | 0,43 |
| 63 | 43,0 | 751,8 | 11,2 | 0,47 |
| 64 | 43,5 | 751,4 | 10,6 | 0,50 |
| 65 | 44,1 | 751,8 | 10,4 | 0,55 |
| 66 | 44,7 | 751,4 | 11,2 | 0,57 |
| 67 | 45,3 | 751,8 | 8,2 | 0,49 |
| 68 | 45,8 | 751,4 | 7,6 | 0,54 |
| 69 | 46,4 | 751,8 | 7,4 | 0,52 |
| 70 | 47,0 | 751,4 | 11,8 | 0,87 |
| 71 | 47,5 | 751,8 | 6,6 | 0,60 |
| 72 | 48,1 | 751,4 | 10,8 | 1,05 |
| 73 | 48,7 | 751,8 | 5,8 | 0,81 |
| 74 | 49,2 | 751,4 | 9,7 | 0,95 |
| 75 | 49,8 | 751,8 | 6,2 | 0,96 |
| 76 | 50,4 | 751,4 | 5,2 | 0,92 |
| 77 | 51,0 | 751,8 | 4,1 | 0,90 |
| 78 | 51,5 | 751,4 | 4,2 | 1,11 |
| 79 | 52,1 | 751,8 | 3,9 | 1,16 |
| 80 | 52,7 | 751,4 | 3,3 | 1,30 |
| 81 | 53,2 | 751,8 | 3,7 | 1,59 |
| 82 | 53,8 | 751,4 | 3,3 | 1,91 |
| 83 | 31,0 | 752,2 | 24,0 | 2,05 |
| 84 | 31,6 | 752,6 | 22,2 | 9,94 |
| 85 | 32,1 | 752,2 | 21,8 | 10,59 |
| 86 | 32,7 | 752,6 | 22,2 | 1,89 |
| 87 | 33,3 | 752,2 | 24,0 | 1,88 |
| 88 | 33,8 | 752,6 | 21,9 | 1,74 |
| 89 | 34,4 | 752,2 | 21,3 | 1,67 |
| 90 | 35,0 | 752,6 | 20,9 | 1,56 |
| 91 | 35,6 | 752,2 | 20,4 | 1,49 |
| 92 | 36,1 | 752,6 | 20,0 | 1,39 |
| 93 | 36,7 | 752,2 | 19,4 | 1,32 |
| 94 | 37,3 | 752,6 | 19,1 | 1,22 |
| 95 | 37,8 | 752,2 | 18,5 | 1,16 |
| 96 | 38,4 | 752,6 | 18,1 | 1,07 |
| 97 | 39,0 | 752,2 | 17,6 | 1,02 |
| 98 | 39,5 | 752,6 | 13,9 | 0,35 |
| 99 | 40,1 | 752,2 | 13,3 | 0,55 |
| 100 | 40,7 | 752,6 | 13,2 | 0,36 |
| 101 | 41,3 | 752,2 | 12,6 | 0,43 |
| 102 | 41,8 | 752,6 | 13,9 | 0,51 |
| 103 | 42,4 | 752,2 | 11,8 | 0,45 |
| 104 | 43,0 | 752,6 | 11,6 | 0,49 |
| 105 | 43,5 | 752,2 | 11,0 | 0,51 |
| 106 | 44,1 | 752,6 | 10,7 | 0,56 |
| 107 | 44,7 | 752,2 | 11,4 | 0,58 |
| 108 | 45,3 | 752,6 | 9,9 | 0,62 |
| 109 | 45,8 | 752,2 | 9,3 | 0,66 |
| 110 | 46,4 | 752,6 | 7,8 | 0,53 |
| 111 | 47,0 | 752,2 | 7,2 | 0,65 |
| 112 | 47,5 | 752,6 | 7,0 | 0,61 |
| 113 | 48,1 | 752,2 | 10,9 | 0,94 |
| 114 | 48,7 | 752,6 | 6,0 | 0,75 |
| 115 | 49,2 | 752,2 | 9,8 | 1,16 |
| 116 | 49,8 | 752,6 | 5,5 | 0,88 |
| 117 | 50,4 | 752,2 | 4,9 | 0,92 |
| 118 | 51,0 | 752,6 | 4,7 | 0,94 |
| 119 | 51,5 | 752,2 | 4,6 | 1,10 |
| 120 | 52,1 | 752,6 | 4,3 | 1,17 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 121 | 52,7 | 752,2 | 4,3 | 1,40 |
| 122 | 53,2 | 752,6 | 4,0 | 1,61 |
| 123 | 53,8 | 752,2 | 3,9 | 1,92 |
| 124 | 31,0 | 753,0 | 22,6 | 9,38 |
| 125 | 31,6 | 753,5 | 25,2 | 1,94 |
| 126 | 32,1 | 753,0 | 24,8 | 1,92 |
| 127 | 32,7 | 753,5 | 23,0 | 1,93 |
| 128 | 33,3 | 753,0 | 22,4 | 1,89 |
| 129 | 33,8 | 753,5 | 22,1 | 1,71 |
| 130 | 34,4 | 753,0 | 21,5 | 1,63 |
| 131 | 35,0 | 753,5 | 21,2 | 1,53 |
| 132 | 35,6 | 753,0 | 20,6 | 1,46 |
| 133 | 36,1 | 753,5 | 20,2 | 1,35 |
| 134 | 36,7 | 753,0 | 19,6 | 1,28 |
| 135 | 37,3 | 753,5 | 21,1 | 1,32 |
| 136 | 37,8 | 753,0 | 20,5 | 1,27 |
| 137 | 38,4 | 753,5 | 20,1 | 1,16 |
| 138 | 39,0 | 753,0 | 19,5 | 1,11 |
| 139 | 39,5 | 753,5 | 14,3 | 0,35 |
| 140 | 40,1 | 753,0 | 13,7 | 0,43 |
| 141 | 40,7 | 753,5 | 13,5 | 0,39 |
| 142 | 41,3 | 753,0 | 14,5 | 0,58 |
| 143 | 41,8 | 753,5 | 12,8 | 0,42 |
| 144 | 42,4 | 753,0 | 12,2 | 0,43 |
| 145 | 43,0 | 753,5 | 12,0 | 0,52 |
| 146 | 43,5 | 753,0 | 11,3 | 0,53 |
| 147 | 44,1 | 753,5 | 9,8 | 0,53 |
| 148 | 44,7 | 753,0 | 9,2 | 0,48 |
| 149 | 45,3 | 753,5 | 9,1 | 0,53 |
| 150 | 45,8 | 753,0 | 9,6 | 0,67 |
| 151 | 46,4 | 753,5 | 9,4 | 0,70 |
| 152 | 47,0 | 753,0 | 8,8 | 0,73 |
| 153 | 47,5 | 753,5 | 7,2 | 0,66 |
| 154 | 48,1 | 753,0 | 6,6 | 0,82 |
| 155 | 48,7 | 753,5 | 7,2 | 0,78 |
| 156 | 49,2 | 753,0 | 8,9 | 1,19 |
| 157 | 49,8 | 753,5 | 6,7 | 0,94 |
| 158 | 50,4 | 753,0 | 5,3 | 0,90 |
| 159 | 51,0 | 753,5 | 6,0 | 1,10 |
| 160 | 51,5 | 753,0 | 5,4 | 1,17 |
| 161 | 52,1 | 753,5 | 5,2 | 1,27 |
| 162 | 52,7 | 753,0 | 4,7 | 1,43 |
| 163 | 53,2 | 753,5 | 5,2 | 1,71 |
| 164 | 53,8 | 753,0 | 5,5 | 1,96 |
| 165 | 31,0 | 753,9 | 25,6 | 1,97 |
| 166 | 31,6 | 754,3 | 23,8 | 9,48 |
| 167 | 32,1 | 753,9 | 23,4 | 2,00 |
| 168 | 32,7 | 754,3 | 23,2 | 1,92 |
| 169 | 33,3 | 753,9 | 22,7 | 1,79 |
| 170 | 33,8 | 754,3 | 22,3 | 9,89 |
| 171 | 34,4 | 753,9 | 21,7 | 1,60 |
| 172 | 35,0 | 754,3 | 21,4 | 10,60 |
| 173 | 35,6 | 753,9 | 20,8 | 1,42 |
| 174 | 36,1 | 754,3 | 20,5 | 11,20 |
| 175 | 36,7 | 753,9 | 21,7 | 1,37 |
| 176 | 37,3 | 754,3 | 19,6 | 11,86 |
| 177 | 37,8 | 753,9 | 19,0 | 12,11 |
| 178 | 38,4 | 754,3 | 20,3 | 1,09 |
| 179 | 39,0 | 753,9 | 14,8 | 0,36 |
| 180 | 39,5 | 754,3 | 14,7 | 0,38 |
| 181 | 40,1 | 753,9 | 15,6 | 0,46 |
| 182 | 40,7 | 754,3 | 13,9 | 0,42 |
| 183 | 41,3 | 753,9 | 13,4 | 0,51 |
| 184 | 41,8 | 754,3 | 14,5 | 0,57 |
| 185 | 42,4 | 753,9 | 12,6 | 0,50 |
| 186 | 43,0 | 754,3 | 12,4 | 0,56 |
| 187 | 43,5 | 753,9 | 11,7 | 0,50 |
| 188 | 44,1 | 754,3 | 11,5 | 0,62 |
| 189 | 44,7 | 753,9 | 9,7 | 0,61 |
| 190 | 45,3 | 754,3 | 9,5 | 0,70 |
| 191 | 45,8 | 753,9 | 8,9 | 0,59 |
| 192 | 46,4 | 754,3 | 9,6 | 0,77 |
| 193 | 47,0 | 753,9 | 7,8 | 0,63 |
| 194 | 47,5 | 754,3 | 8,4 | 0,85 |
| 195 | 48,1 | 753,9 | 7,8 | 0,87 |
| 196 | 48,7 | 754,3 | 7,3 | 0,83 |
| 197 | 49,2 | 753,9 | 6,8 | 0,89 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 198 | 49,8 | 754,3 | 6,8 | 0,93 |
| 199 | 50,4 | 753,9 | 6,6 | 1,05 |
| 200 | 51,0 | 754,3 | 6,5 | 1,12 |
| 201 | 51,5 | 753,9 | 5,9 | 1,18 |
| 202 | 52,1 | 754,3 | 5,7 | 1,31 |
| 203 | 52,7 | 753,9 | 5,1 | 1,45 |
| 204 | 53,2 | 754,3 | 5,6 | 1,76 |
| 205 | 53,8 | 753,9 | 6,3 | 1,99 |
| 206 | 31,0 | 754,7 | 24,2 | 8,97 |
| 207 | 31,6 | 755,1 | 26,6 | 1,90 |
| 208 | 32,1 | 754,7 | 26,0 | 1,88 |
| 209 | 32,7 | 755,1 | 23,5 | 10,93 |
| 210 | 33,3 | 754,7 | 25,0 | 1,82 |
| 211 | 33,8 | 755,1 | 24,6 | 1,73 |
| 212 | 34,4 | 754,7 | 24,0 | 1,62 |
| 213 | 35,0 | 755,1 | 23,5 | 1,52 |
| 214 | 35,6 | 754,7 | 21,1 | 11,01 |
| 215 | 36,1 | 755,1 | 20,8 | 11,70 |
| 216 | 36,7 | 754,7 | 21,9 | 1,30 |
| 217 | 37,3 | 755,1 | 19,8 | 12,39 |
| 218 | 37,8 | 754,7 | 20,9 | 1,14 |
| 219 | 38,4 | 755,1 | 15,8 | 0,39 |
| 220 | 39,0 | 754,7 | 15,2 | 0,41 |
| 221 | 39,5 | 755,1 | 15,1 | 0,43 |
| 222 | 40,1 | 754,7 | 14,5 | 0,45 |
| 223 | 40,7 | 755,1 | 14,4 | 0,42 |
| 224 | 41,3 | 754,7 | 13,8 | 0,48 |
| 225 | 41,8 | 755,1 | 13,6 | 0,48 |
| 226 | 42,4 | 754,7 | 13,0 | 0,55 |
| 227 | 43,0 | 755,1 | 11,5 | 0,47 |
| 228 | 43,5 | 754,7 | 12,1 | 0,61 |
| 229 | 44,1 | 755,1 | 10,8 | 0,63 |
| 230 | 44,7 | 754,7 | 10,1 | 0,54 |
| 231 | 45,3 | 755,1 | 9,6 | 0,62 |
| 232 | 45,8 | 754,7 | 9,0 | 0,58 |
| 233 | 46,4 | 755,1 | 9,7 | 0,63 |
| 234 | 47,0 | 754,7 | 9,1 | 0,70 |
| 235 | 47,5 | 755,1 | 8,6 | 0,78 |
| 236 | 48,1 | 754,7 | 8,0 | 0,80 |
| 237 | 48,7 | 755,1 | 8,7 | 0,96 |
| 238 | 49,2 | 754,7 | 7,0 | 0,83 |
| 239 | 49,8 | 755,1 | 9,1 | 1,04 |
| 240 | 50,4 | 754,7 | 6,8 | 1,00 |
| 241 | 51,0 | 755,1 | 6,8 | 1,10 |
| 242 | 51,5 | 754,7 | 6,4 | 1,21 |
| 243 | 52,1 | 755,1 | 7,0 | 1,43 |
| 244 | 52,7 | 754,7 | 6,3 | 1,57 |
| 245 | 53,2 | 755,1 | 6,8 | 1,82 |
| 246 | 53,8 | 754,7 | 6,8 | 2,03 |
| 247 | 31,0 | 755,5 | 25,0 | 8,83 |
| 248 | 31,6 | 755,9 | 24,7 | 9,67 |
| 249 | 32,1 | 755,5 | 26,2 | 1,87 |
| 250 | 32,7 | 755,9 | 25,8 | 1,79 |
| 251 | 33,3 | 755,5 | 25,2 | 1,76 |
| 252 | 33,8 | 755,9 | 24,8 | 1,71 |
| 253 | 34,4 | 755,5 | 24,2 | 1,59 |
| 254 | 35,0 | 755,9 | 23,8 | 1,48 |
| 255 | 35,6 | 755,5 | 23,1 | 1,41 |
| 256 | 36,1 | 755,9 | 22,8 | 1,32 |
| 257 | 36,7 | 755,5 | 20,4 | 12,06 |
| 258 | 37,3 | 755,9 | 21,7 | 1,15 |
| 259 | 37,8 | 755,5 | 21,1 | 1,09 |
| 260 | 38,4 | 755,9 | 16,2 | 0,45 |
| 261 | 39,0 | 755,5 | 15,6 | 0,48 |
| 262 | 39,5 | 755,9 | 15,5 | 0,50 |
| 263 | 40,1 | 755,5 | 14,9 | 0,44 |
| 264 | 40,7 | 755,9 | 14,8 | 0,52 |
| 265 | 41,3 | 755,5 | 14,2 | 0,54 |
| 266 | 41,8 | 755,9 | 14,0 | 0,52 |
| 267 | 42,4 | 755,5 | 14,6 | 0,57 |
| 268 | 43,0 | 755,9 | 13,2 | 0,57 |
| 269 | 43,5 | 755,5 | 11,4 | 0,61 |
| 270 | 44,1 | 755,9 | 13,2 | 0,72 |
| 271 | 44,7 | 755,5 | 13,8 | 0,81 |
| 272 | 45,3 | 755,9 | 13,3 | 0,76 |
| 273 | 45,8 | 755,5 | 10,3 | 0,62 |
| 274 | 46,4 | 755,9 | 11,1 | 0,72 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 275 | 47,0 | 755,5 | 9,2 | 0,70 |
| 276 | 47,5 | 755,9 | 8,8 | 0,78 |
| 277 | 48,1 | 755,5 | 9,3 | 0,85 |
| 278 | 48,7 | 755,9 | 10,1 | 1,09 |
| 279 | 49,2 | 755,5 | 9,5 | 0,98 |
| 280 | 49,8 | 755,9 | 8,3 | 1,03 |
| 281 | 50,4 | 755,5 | 8,0 | 1,12 |
| 282 | 51,0 | 755,9 | 7,9 | 1,21 |
| 283 | 51,5 | 755,5 | 6,9 | 1,24 |
| 284 | 52,1 | 755,9 | 7,5 | 1,48 |
| 285 | 52,7 | 755,5 | 6,8 | 1,63 |
| 286 | 53,2 | 755,9 | 7,3 | 1,89 |
| 287 | 53,8 | 755,5 | 7,3 | 2,09 |
| 288 | 31,0 | 756,3 | 25,3 | 9,01 |
| 289 | 31,6 | 756,7 | 25,0 | 10,07 |
| 290 | 32,1 | 756,3 | 26,4 | 1,86 |
| 291 | 32,7 | 756,7 | 26,0 | 1,78 |
| 292 | 33,3 | 756,3 | 23,5 | 10,71 |
| 293 | 33,8 | 756,7 | 23,2 | 11,06 |
| 294 | 34,4 | 756,3 | 22,6 | 11,16 |
| 295 | 35,0 | 756,7 | 24,0 | 1,44 |
| 296 | 35,6 | 756,3 | 23,4 | 1,37 |
| 297 | 36,1 | 756,7 | 23,0 | 1,28 |
| 298 | 36,7 | 756,3 | 22,4 | 1,22 |
| 299 | 37,3 | 756,7 | 22,0 | 11,71 |
| 300 | 37,8 | 756,3 | 16,8 | 0,38 |
| 301 | 38,4 | 756,7 | 16,7 | 0,46 |
| 302 | 39,0 | 756,3 | 16,1 | 0,48 |
| 303 | 39,5 | 756,7 | 18,7 | 0,58 |
| 304 | 40,1 | 756,3 | 15,4 | 0,45 |
| 305 | 40,7 | 756,7 | 15,3 | 0,53 |
| 306 | 41,3 | 756,3 | 14,7 | 0,53 |
| 307 | 41,8 | 756,7 | 14,4 | 0,57 |
| 308 | 42,4 | 756,3 | 13,8 | 0,57 |
| 309 | 43,0 | 756,7 | 13,3 | 0,55 |
| 310 | 43,5 | 756,3 | 12,7 | 0,62 |
| 311 | 44,1 | 756,7 | 12,2 | 0,69 |
| 312 | 44,7 | 756,3 | 12,8 | 0,79 |
| 313 | 45,3 | 756,7 | 12,4 | 0,74 |
| 314 | 45,8 | 756,3 | 11,7 | 0,84 |
| 315 | 46,4 | 756,7 | 12,5 | 0,90 |
| 316 | 47,0 | 756,3 | 10,6 | 0,77 |
| 317 | 47,5 | 756,7 | 10,2 | 0,93 |
| 318 | 48,1 | 756,3 | 9,6 | 0,86 |
| 319 | 48,7 | 756,7 | 9,2 | 0,90 |
| 320 | 49,2 | 756,3 | 8,6 | 0,94 |
| 321 | 49,8 | 756,7 | 8,6 | 1,00 |
| 322 | 50,4 | 756,3 | 8,2 | 1,11 |
| 323 | 51,0 | 756,7 | 8,2 | 1,21 |
| 324 | 51,5 | 756,3 | 7,9 | 1,34 |
| 325 | 52,1 | 756,7 | 7,9 | 1,53 |
| 326 | 52,7 | 756,3 | 8,0 | 1,70 |
| 327 | 53,2 | 756,7 | 8,5 | 1,92 |
| 328 | 53,8 | 756,3 | 7,9 | 2,15 |
| 329 | 31,0 | 757,1 | 25,6 | 9,42 |
| 330 | 31,6 | 757,5 | 27,3 | 1,85 |
| 331 | 32,1 | 757,1 | 26,7 | 1,82 |
| 332 | 32,7 | 757,5 | 24,4 | 10,92 |
| 333 | 33,3 | 757,1 | 23,8 | 10,96 |
| 334 | 33,8 | 757,5 | 25,3 | 1,59 |
| 335 | 34,4 | 757,1 | 22,9 | 11,14 |
| 336 | 35,0 | 757,5 | 22,6 | 11,68 |
| 337 | 35,6 | 757,1 | 23,6 | 1,34 |
| 338 | 36,1 | 757,5 | 23,3 | 11,47 |
| 339 | 36,7 | 757,1 | 21,1 | 13,78 |
| 340 | 37,3 | 757,5 | 17,8 | 0,43 |
| 341 | 37,8 | 757,1 | 18,7 | 0,49 |
| 342 | 38,4 | 757,5 | 17,1 | 0,47 |
| 343 | 39,0 | 757,1 | 16,5 | 0,49 |
| 344 | 39,5 | 757,5 | 16,4 | 0,50 |
| 345 | 40,1 | 757,1 | 15,9 | 0,52 |
| 346 | 40,7 | 757,5 | 15,7 | 0,60 |
| 347 | 41,3 | 757,1 | 15,1 | 0,48 |
| 348 | 41,8 | 757,5 | 15,8 | 0,63 |
| 349 | 42,4 | 757,1 | 14,0 | 0,55 |
| 350 | 43,0 | 757,5 | 14,7 | 0,66 |
| 351 | 43,5 | 757,1 | 12,9 | 0,60 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 352 | 44,1 | 757,5 | 12,4 | 0,60 |
| 353 | 44,7 | 757,1 | 11,8 | 0,66 |
| 354 | 45,3 | 757,5 | 11,3 | 0,76 |
| 355 | 45,8 | 757,1 | 13,2 | 0,95 |
| 356 | 46,4 | 757,5 | 11,5 | 0,86 |
| 357 | 47,0 | 757,1 | 10,9 | 0,84 |
| 358 | 47,5 | 757,5 | 11,8 | 0,92 |
| 359 | 48,1 | 757,1 | 11,1 | 0,91 |
| 360 | 48,7 | 757,5 | 10,7 | 1,06 |
| 361 | 49,2 | 757,1 | 10,1 | 1,05 |
| 362 | 49,8 | 757,5 | 10,0 | 1,15 |
| 363 | 50,4 | 757,1 | 9,6 | 1,23 |
| 364 | 51,0 | 757,5 | 9,5 | 1,33 |
| 365 | 51,5 | 757,1 | 9,1 | 1,43 |
| 366 | 52,1 | 757,5 | 9,0 | 1,60 |
| 367 | 52,7 | 757,1 | 9,2 | 1,75 |
| 368 | 53,2 | 757,5 | 8,5 | 2,07 |
| 369 | 53,8 | 757,1 | 8,4 | 2,23 |
| 370 | 31,0 | 757,9 | 27,9 | 1,91 |
| 371 | 31,6 | 758,3 | 27,5 | 1,84 |
| 372 | 32,1 | 757,9 | 25,0 | 10,92 |
| 373 | 32,7 | 758,3 | 24,7 | 10,94 |
| 374 | 33,3 | 757,9 | 24,1 | 10,90 |
| 375 | 33,8 | 758,3 | 23,8 | 11,37 |
| 376 | 34,4 | 757,9 | 24,9 | 1,48 |
| 377 | 35,0 | 758,3 | 24,6 | 11,09 |
| 378 | 35,6 | 757,9 | 23,9 | 11,23 |
| 379 | 36,1 | 758,3 | 23,6 | 11,73 |
| 380 | 36,7 | 757,9 | 21,4 | 15,34 |
| 381 | 37,3 | 758,3 | 18,3 | 0,41 |
| 382 | 37,8 | 757,9 | 17,7 | 0,46 |
| 383 | 38,4 | 758,3 | 17,6 | 0,50 |
| 384 | 39,0 | 757,9 | 18,3 | 0,57 |
| 385 | 39,5 | 758,3 | 16,9 | 0,53 |
| 386 | 40,1 | 757,9 | 16,3 | 0,53 |
| 387 | 40,7 | 758,3 | 15,9 | 0,58 |
| 388 | 41,3 | 757,9 | 15,2 | 0,51 |
| 389 | 41,8 | 758,3 | 16,0 | 0,64 |
| 390 | 42,4 | 757,9 | 14,1 | 0,55 |
| 391 | 43,0 | 758,3 | 13,7 | 0,70 |
| 392 | 43,5 | 757,9 | 14,3 | 0,65 |
| 393 | 44,1 | 758,3 | 15,2 | 0,78 |
| 394 | 44,7 | 757,9 | 13,2 | 0,75 |
| 395 | 45,3 | 758,3 | 12,8 | 0,98 |
| 396 | 45,8 | 757,9 | 12,2 | 0,78 |
| 397 | 46,4 | 758,3 | 11,8 | 0,84 |
| 398 | 47,0 | 757,9 | 12,4 | 0,96 |
| 399 | 47,5 | 758,3 | 12,1 | 1,02 |
| 400 | 48,1 | 757,9 | 11,4 | 1,00 |
| 401 | 49,2 | 757,9 | 10,5 | 1,08 |
| 402 | 49,8 | 758,3 | 10,4 | 1,15 |
| 403 | 50,4 | 757,9 | 10,0 | 1,23 |
| 404 | 51,0 | 758,3 | 9,9 | 1,35 |
| 405 | 51,5 | 757,9 | 9,5 | 1,47 |
| 406 | 52,1 | 758,3 | 9,5 | 1,67 |
| 407 | 52,7 | 757,9 | 9,7 | 1,80 |
| 408 | 53,2 | 758,3 | 9,7 | 2,05 |
| 409 | 53,8 | 757,9 | 9,1 | 2,32 |
| 410 | 31,0 | 758,7 | 28,2 | 1,87 |
| 411 | 31,6 | 759,1 | 26,0 | 11,53 |
| 412 | 32,1 | 758,7 | 25,3 | 10,92 |
| 413 | 32,7 | 759,1 | 25,1 | 11,37 |
| 414 | 33,3 | 758,7 | 24,4 | 11,51 |
| 415 | 33,8 | 759,1 | 24,2 | 11,83 |
| 416 | 34,4 | 758,7 | 23,6 | 12,06 |
| 417 | 35,0 | 759,1 | 24,9 | 11,05 |
| 418 | 35,6 | 758,7 | 22,7 | 13,62 |
| 419 | 36,1 | 759,1 | 20,9 | 0,48 |
| 420 | 36,7 | 758,7 | 18,9 | 0,45 |
| 421 | 37,3 | 759,1 | 18,8 | 0,49 |
| 422 | 37,8 | 758,7 | 19,5 | 0,49 |
| 423 | 38,4 | 759,1 | 18,1 | 0,48 |
| 424 | 39,0 | 758,7 | 17,5 | 0,53 |
| 425 | 39,5 | 759,1 | 17,1 | 0,54 |
| 426 | 40,1 | 758,7 | 16,5 | 0,61 |
| 427 | 40,7 | 759,1 | 17,3 | 0,62 |
| 428 | 41,3 | 758,7 | 15,4 | 0,49 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 429 | 41,8 | 759,1 | 15,0 | 0,63 |
| 430 | 42,4 | 758,7 | 14,3 | 0,56 |
| 431 | 43,0 | 759,1 | 15,2 | 0,67 |
| 432 | 43,5 | 758,7 | 14,5 | 0,66 |
| 433 | 44,1 | 759,1 | 14,2 | 0,79 |
| 434 | 44,7 | 758,7 | 13,5 | 0,68 |
| 435 | 45,3 | 759,1 | 13,1 | 0,82 |
| 436 | 45,8 | 758,7 | 12,5 | 0,80 |
| 437 | 46,4 | 759,1 | 12,1 | 0,80 |
| 438 | 47,0 | 758,7 | 11,4 | 0,81 |
| 439 | 47,5 | 759,1 | 12,4 | 0,97 |
| 440 | 48,1 | 758,7 | 11,8 | 0,99 |
| 441 | 48,7 | 759,1 | 11,5 | 1,03 |
| 442 | 49,2 | 758,7 | 10,8 | 1,08 |
| 443 | 49,8 | 759,1 | 10,8 | 1,16 |
| 444 | 50,4 | 758,7 | 10,4 | 1,26 |
| 445 | 51,0 | 759,1 | 10,4 | 1,39 |
| 446 | 51,5 | 758,7 | 9,9 | 1,52 |
| 447 | 52,7 | 758,7 | 10,3 | 1,87 |
| 448 | 53,8 | 758,7 | 9,7 | 2,43 |
| 449 | 31,0 | 759,5 | 28,5 | 1,88 |
| 450 | 31,6 | 759,9 | 26,3 | 11,26 |
| 451 | 32,1 | 759,5 | 25,7 | 11,32 |
| 452 | 32,7 | 759,9 | 25,4 | 11,42 |
| 453 | 33,3 | 759,5 | 26,5 | 10,82 |
| 454 | 33,8 | 759,9 | 26,2 | 10,86 |
| 455 | 34,4 | 759,5 | 23,9 | 12,73 |
| 456 | 35,0 | 759,9 | 25,2 | 11,36 |
| 457 | 35,6 | 759,5 | 24,5 | 11,60 |
| 458 | 36,1 | 759,9 | 21,4 | 0,47 |
| 459 | 36,7 | 759,5 | 19,4 | 0,44 |
| 460 | 37,3 | 759,9 | 20,6 | 0,52 |
| 461 | 37,8 | 759,5 | 18,7 | 0,48 |
| 462 | 38,4 | 759,9 | 19,7 | 0,59 |
| 463 | 39,0 | 759,5 | 17,8 | 0,56 |
| 464 | 39,5 | 759,9 | 17,3 | 0,55 |
| 465 | 40,1 | 759,5 | 18,0 | 0,59 |
| 466 | 40,7 | 759,9 | 16,3 | 0,58 |
| 467 | 41,3 | 759,5 | 15,6 | 0,66 |
| 468 | 41,8 | 759,9 | 16,5 | 0,66 |
| 469 | 42,4 | 759,5 | 15,9 | 0,71 |
| 470 | 43,0 | 759,9 | 15,5 | 0,68 |
| 471 | 43,5 | 759,5 | 14,8 | 0,63 |
| 472 | 44,1 | 759,9 | 14,4 | 0,80 |
| 473 | 44,7 | 759,5 | 13,8 | 0,76 |
| 474 | 45,3 | 759,9 | 13,4 | 0,78 |
| 475 | 45,8 | 759,5 | 12,8 | 0,79 |
| 476 | 46,4 | 759,9 | 13,8 | 1,06 |
| 477 | 47,0 | 759,5 | 13,1 | 0,93 |
| 478 | 47,5 | 759,9 | 12,8 | 0,98 |
| 479 | 48,1 | 759,5 | 12,1 | 1,01 |
| 480 | 48,7 | 759,9 | 11,9 | 1,03 |
| 481 | 49,2 | 759,5 | 12,6 | 1,21 |
| 482 | 49,8 | 759,9 | 12,6 | 1,30 |
| 483 | 50,4 | 759,5 | 12,0 | 1,37 |
| 484 | 51,0 | 759,9 | 11,9 | 1,49 |
| 485 | 51,5 | 759,5 | 11,4 | 1,59 |
| 486 | 52,1 | 759,9 | 11,4 | 1,77 |
| 487 | 52,7 | 759,5 | 10,8 | 1,94 |
| 488 | 53,2 | 759,9 | 10,8 | 2,26 |
| 489 | 53,8 | 759,5 | 10,3 | 2,57 |
| 490 | 31,0 | 760,3 | 28,8 | 1,88 |
| 491 | 31,6 | 760,7 | 28,4 | 10,00 |
| 492 | 32,1 | 760,3 | 26,1 | 11,57 |
| 493 | 32,7 | 760,7 | 25,8 | 11,78 |
| 494 | 33,3 | 760,3 | 25,2 | 12,05 |
| 495 | 33,8 | 760,7 | 26,5 | 11,26 |
| 496 | 34,4 | 760,3 | 24,3 | 13,49 |
| 497 | 35,0 | 760,7 | 22,6 | 0,49 |
| 498 | 35,6 | 760,3 | 22,0 | 0,45 |
| 499 | 36,1 | 760,7 | 20,5 | 0,47 |
| 500 | 36,7 | 760,3 | 19,9 | 0,44 |
| 501 | 37,3 | 760,7 | 19,7 | 0,56 |
| 502 | 37,8 | 760,3 | 19,1 | 0,48 |
| 503 | 38,4 | 760,7 | 18,6 | 0,61 |
| 504 | 39,0 | 760,3 | 18,0 | 0,57 |
| 505 | 39,5 | 760,7 | 18,9 | 0,64 |

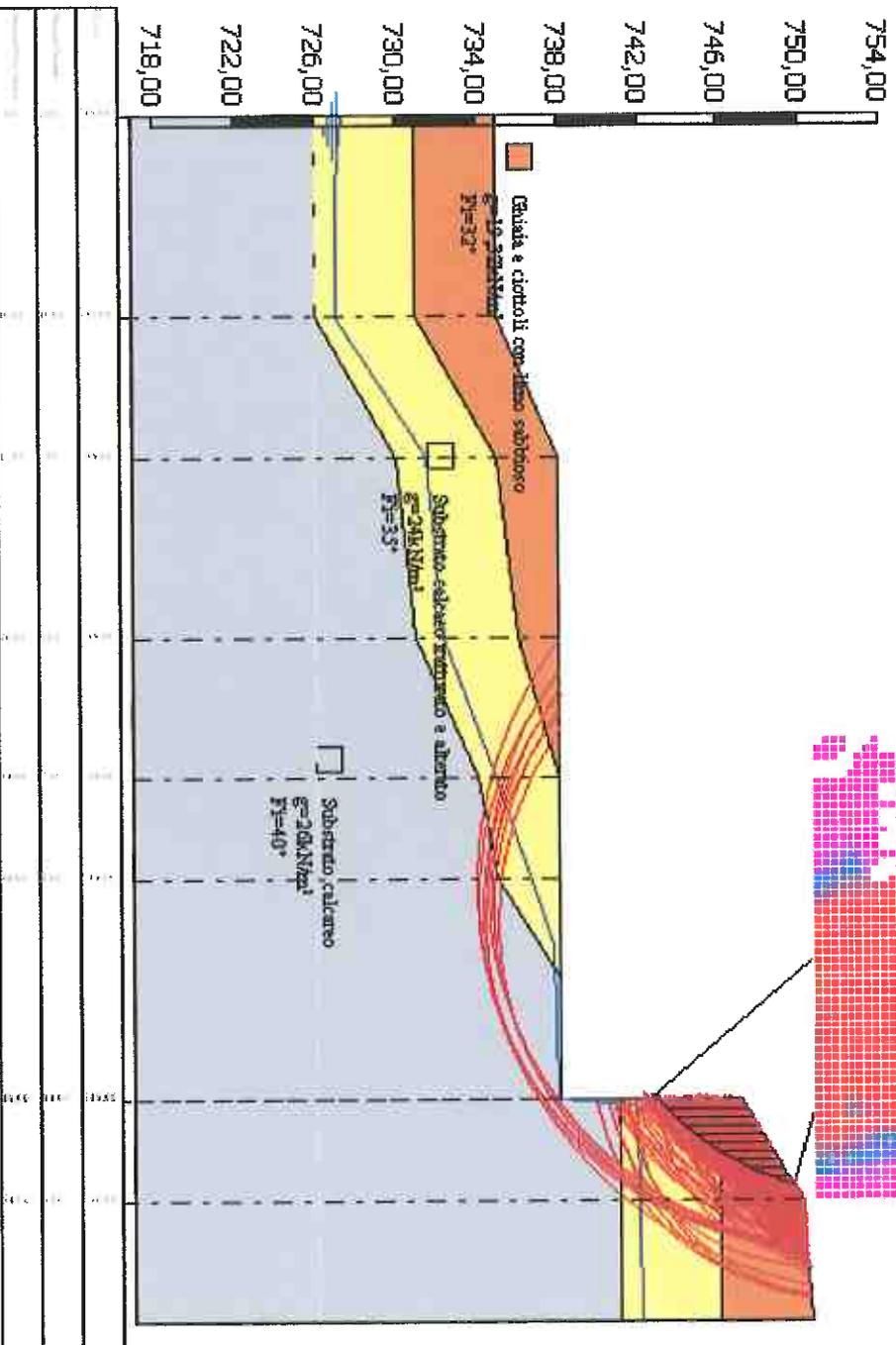
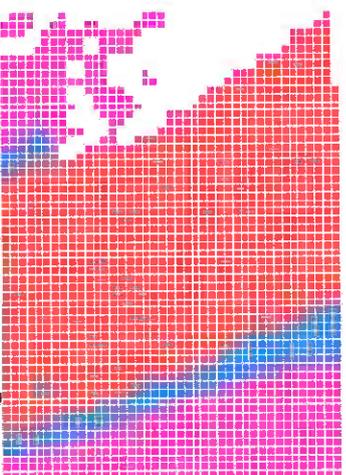
| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 506 | 40,1 | 760,3 | 18,2 | 0,61 |
| 507 | 40,7 | 760,7 | 17,8 | 0,60 |
| 508 | 41,3 | 760,3 | 17,2 | 0,63 |
| 509 | 41,8 | 760,7 | 16,8 | 0,67 |
| 510 | 42,4 | 760,3 | 16,1 | 0,65 |
| 511 | 43,0 | 760,7 | 15,8 | 0,71 |
| 512 | 43,5 | 760,3 | 16,5 | 0,74 |
| 513 | 44,1 | 760,7 | 14,7 | 0,75 |
| 514 | 44,7 | 760,3 | 14,1 | 0,75 |
| 515 | 45,3 | 760,7 | 15,1 | 0,83 |
| 516 | 45,8 | 760,3 | 14,5 | 0,86 |
| 517 | 46,4 | 760,7 | 15,6 | 1,09 |
| 518 | 47,0 | 760,3 | 13,5 | 0,96 |
| 519 | 47,5 | 760,7 | 13,2 | 0,97 |
| 520 | 48,1 | 760,3 | 12,5 | 1,00 |
| 521 | 50,4 | 760,3 | 12,5 | 1,40 |
| 522 | 51,0 | 760,7 | 12,5 | 1,53 |
| 523 | 51,5 | 760,3 | 11,9 | 1,64 |
| 524 | 52,1 | 760,7 | 11,9 | 1,85 |
| 525 | 52,7 | 760,3 | 11,4 | 2,04 |
| 526 | 53,2 | 760,7 | 11,4 | 2,41 |
| 527 | 31,0 | 761,1 | 27,3 | 12,12 |
| 528 | 31,6 | 761,5 | 28,8 | 10,30 |
| 529 | 32,1 | 761,1 | 26,4 | 11,59 |
| 530 | 32,7 | 761,5 | 26,2 | 12,45 |
| 531 | 33,3 | 761,1 | 27,2 | 11,07 |
| 532 | 33,8 | 761,5 | 26,9 | 11,31 |
| 533 | 34,4 | 761,1 | 24,7 | 14,53 |
| 534 | 35,0 | 761,5 | 23,1 | 0,49 |
| 535 | 35,6 | 761,1 | 22,4 | 0,52 |
| 536 | 36,1 | 761,5 | 21,0 | 0,48 |
| 537 | 36,7 | 761,1 | 20,3 | 0,47 |
| 538 | 37,3 | 761,5 | 19,9 | 0,51 |
| 539 | 37,8 | 761,1 | 19,3 | 0,49 |
| 540 | 38,4 | 761,5 | 20,2 | 0,59 |
| 541 | 39,0 | 761,1 | 19,5 | 0,56 |
| 542 | 39,5 | 761,5 | 20,5 | 0,67 |
| 543 | 40,1 | 761,1 | 18,5 | 0,58 |
| 544 | 40,7 | 761,5 | 19,5 | 0,69 |
| 545 | 41,3 | 761,1 | 17,4 | 0,65 |
| 546 | 41,8 | 761,5 | 17,1 | 0,65 |
| 547 | 42,4 | 761,1 | 16,4 | 0,67 |
| 548 | 43,0 | 761,5 | 16,1 | 0,70 |
| 549 | 43,5 | 761,1 | 15,4 | 0,73 |
| 550 | 44,1 | 761,5 | 16,5 | 0,79 |
| 551 | 44,7 | 761,1 | 15,8 | 0,80 |
| 552 | 45,3 | 761,5 | 15,5 | 0,88 |
| 553 | 45,8 | 761,1 | 14,8 | 0,87 |
| 554 | 46,4 | 761,5 | 14,6 | 0,93 |
| 555 | 47,0 | 761,1 | 13,9 | 0,95 |
| 556 | 48,7 | 761,5 | 14,3 | 1,21 |
| 557 | 49,2 | 761,1 | 13,6 | 1,26 |
| 558 | 49,8 | 761,5 | 13,6 | 1,35 |
| 559 | 50,4 | 761,1 | 13,0 | 1,43 |
| 560 | 51,0 | 761,5 | 13,0 | 1,58 |
| 561 | 51,5 | 761,1 | 12,5 | 1,70 |
| 562 | 52,7 | 761,1 | 12,0 | 2,14 |
| 563 | 53,2 | 761,5 | 12,1 | 2,60 |
| 564 | 53,8 | 761,1 | 11,5 | 3,01 |
| 565 | 31,0 | 761,9 | 29,4 | 9,79 |
| 566 | 31,6 | 762,3 | 29,1 | 10,78 |
| 567 | 32,1 | 761,9 | 28,5 | 11,75 |
| 568 | 32,7 | 762,3 | 28,2 | 11,48 |
| 569 | 33,3 | 761,9 | 26,0 | 13,50 |
| 570 | 33,8 | 762,3 | 24,3 | 0,45 |
| 571 | 34,4 | 761,9 | 23,7 | 0,57 |
| 572 | 35,0 | 762,3 | 23,5 | 0,54 |
| 573 | 35,6 | 761,9 | 22,9 | 0,57 |
| 574 | 36,1 | 762,3 | 22,6 | 0,53 |
| 575 | 36,7 | 761,9 | 21,9 | 0,54 |
| 576 | 37,3 | 762,3 | 21,5 | 0,55 |
| 577 | 37,8 | 761,9 | 20,8 | 0,53 |
| 578 | 38,4 | 762,3 | 20,5 | 0,62 |
| 579 | 39,0 | 761,9 | 19,8 | 0,64 |
| 580 | 39,5 | 762,3 | 19,4 | 0,64 |
| 581 | 40,1 | 761,9 | 18,8 | 0,66 |
| 582 | 40,7 | 762,3 | 18,4 | 0,65 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 583 | 41,3 | 761,9 | 17,7 | 0,68 |
| 584 | 41,8 | 762,3 | 18,8 | 0,82 |
| 585 | 42,4 | 761,9 | 18,1 | 0,83 |
| 586 | 43,0 | 762,3 | 17,8 | 0,76 |
| 587 | 43,5 | 761,9 | 17,2 | 0,83 |
| 588 | 44,1 | 762,3 | 16,9 | 0,79 |
| 589 | 44,7 | 761,9 | 16,2 | 0,92 |
| 590 | 45,3 | 762,3 | 15,9 | 0,88 |
| 591 | 45,8 | 761,9 | 15,2 | 0,91 |
| 592 | 46,4 | 762,3 | 15,0 | 0,91 |
| 593 | 48,1 | 761,9 | 15,0 | 1,17 |
| 594 | 48,7 | 762,3 | 14,8 | 1,23 |
| 595 | 49,8 | 762,3 | 14,1 | 1,38 |
| 596 | 50,4 | 761,9 | 13,6 | 1,47 |
| 597 | 31,0 | 762,7 | 29,8 | 9,88 |
| 598 | 31,6 | 763,2 | 27,9 | 12,38 |
| 599 | 32,1 | 762,7 | 28,8 | 11,37 |
| 600 | 32,7 | 763,2 | 28,6 | 11,44 |
| 601 | 33,3 | 762,7 | 26,4 | 13,93 |
| 602 | 33,8 | 763,2 | 24,8 | 0,50 |
| 603 | 34,4 | 762,7 | 24,2 | 0,48 |
| 604 | 35,0 | 763,2 | 23,9 | 0,51 |
| 605 | 35,6 | 762,7 | 24,6 | 0,55 |
| 606 | 36,1 | 763,2 | 22,8 | 0,57 |
| 607 | 36,7 | 762,7 | 22,2 | 0,58 |
| 608 | 37,3 | 763,2 | 21,8 | 0,54 |
| 609 | 37,8 | 762,7 | 21,1 | 0,55 |
| 610 | 38,4 | 763,2 | 20,7 | 0,60 |
| 611 | 39,0 | 762,7 | 20,1 | 0,54 |
| 612 | 39,5 | 763,2 | 21,2 | 0,67 |
| 613 | 40,1 | 762,7 | 19,1 | 0,63 |
| 614 | 40,7 | 763,2 | 18,7 | 0,72 |
| 615 | 41,3 | 762,7 | 18,0 | 0,67 |
| 616 | 41,8 | 763,2 | 19,2 | 0,80 |
| 617 | 42,4 | 762,7 | 18,5 | 0,75 |
| 618 | 43,0 | 763,2 | 18,2 | 0,88 |
| 619 | 43,5 | 762,7 | 17,5 | 0,82 |
| 620 | 44,1 | 763,2 | 17,3 | 0,81 |
| 621 | 44,7 | 762,7 | 16,6 | 0,86 |
| 622 | 45,3 | 763,2 | 16,3 | 0,88 |
| 623 | 45,8 | 762,7 | 15,7 | 0,90 |
| 624 | 47,0 | 762,7 | 16,3 | 1,11 |
| 625 | 49,8 | 763,2 | 14,7 | 1,42 |
| 626 | 31,0 | 763,6 | 28,5 | 12,21 |
| 627 | 31,6 | 764,0 | 28,3 | 12,76 |
| 628 | 32,1 | 763,6 | 29,2 | 11,58 |
| 629 | 32,7 | 764,0 | 27,5 | 13,79 |
| 630 | 33,3 | 763,6 | 25,4 | 0,51 |
| 631 | 33,8 | 764,0 | 25,2 | 0,53 |
| 632 | 34,4 | 763,6 | 24,5 | 0,54 |
| 633 | 35,0 | 764,0 | 24,1 | 0,54 |
| 634 | 35,6 | 763,6 | 23,5 | 0,55 |
| 635 | 36,1 | 764,0 | 23,1 | 0,56 |
| 636 | 36,7 | 763,6 | 22,4 | 0,63 |
| 637 | 37,3 | 764,0 | 22,1 | 0,57 |
| 638 | 37,8 | 763,6 | 21,4 | 0,65 |
| 639 | 38,4 | 764,0 | 21,0 | 0,59 |
| 640 | 39,0 | 763,6 | 20,4 | 0,66 |
| 641 | 39,5 | 764,0 | 21,5 | 0,67 |
| 642 | 40,1 | 763,6 | 19,4 | 0,63 |
| 643 | 40,7 | 764,0 | 20,5 | 0,68 |
| 644 | 41,3 | 763,6 | 19,8 | 0,73 |
| 645 | 41,8 | 764,0 | 19,6 | 0,80 |
| 646 | 42,4 | 763,6 | 18,9 | 0,79 |
| 647 | 43,0 | 764,0 | 18,6 | 0,88 |
| 648 | 43,5 | 763,6 | 17,9 | 0,88 |
| 649 | 44,1 | 764,0 | 17,7 | 0,85 |
| 650 | 44,7 | 763,6 | 18,6 | 0,95 |
| 651 | 45,3 | 764,0 | 18,4 | 0,93 |
| 652 | 45,8 | 763,6 | 17,7 | 1,03 |
| 653 | 46,4 | 764,0 | 17,5 | 1,04 |
| 654 | 47,0 | 763,6 | 16,8 | 1,13 |
| 655 | 47,5 | 764,0 | 16,7 | 1,16 |
| 656 | 49,2 | 763,6 | 15,2 | 1,34 |
| 657 | 31,0 | 764,4 | 30,6 | 11,59 |
| 658 | 31,6 | 764,8 | 30,3 | 11,66 |
| 659 | 32,1 | 764,4 | 28,1 | 13,47 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 660 | 32,7 | 764,8 | 26,5 | 0,51 |
| 661 | 33,3 | 764,4 | 25,8 | 0,48 |
| 662 | 33,8 | 764,8 | 25,4 | 0,53 |
| 663 | 34,4 | 764,4 | 24,8 | 0,54 |
| 664 | 35,0 | 764,8 | 24,4 | 0,54 |
| 665 | 35,6 | 764,4 | 25,2 | 0,60 |
| 666 | 36,1 | 764,8 | 23,4 | 0,60 |
| 667 | 36,7 | 764,4 | 22,7 | 0,62 |
| 668 | 37,3 | 764,8 | 22,4 | 0,62 |
| 669 | 37,8 | 764,4 | 21,7 | 0,63 |
| 670 | 38,4 | 764,8 | 21,3 | 0,59 |
| 671 | 39,0 | 764,4 | 22,2 | 0,73 |
| 672 | 39,5 | 764,8 | 21,9 | 0,65 |
| 673 | 40,1 | 764,4 | 21,2 | 0,73 |
| 674 | 40,7 | 764,8 | 20,9 | 0,74 |
| 675 | 41,3 | 764,4 | 20,2 | 0,74 |
| 676 | 41,8 | 764,8 | 19,9 | 0,81 |
| 677 | 42,4 | 764,4 | 19,3 | 0,81 |
| 678 | 43,0 | 764,8 | 19,0 | 0,83 |
| 679 | 44,1 | 764,8 | 18,1 | 0,84 |
| 680 | 44,7 | 764,4 | 19,0 | 0,98 |
| 681 | 45,3 | 764,8 | 18,9 | 1,01 |
| 682 | 47,5 | 764,8 | 17,2 | 1,18 |
| 683 | 48,1 | 764,4 | 16,5 | 1,23 |
| 684 | 48,7 | 764,8 | 16,4 | 1,31 |
| 685 | 49,2 | 764,4 | 15,8 | 1,38 |
| 686 | 31,0 | 765,2 | 31,0 | 11,94 |
| 687 | 31,6 | 765,6 | 29,2 | 13,46 |
| 688 | 32,1 | 765,2 | 27,1 | 0,50 |
| 689 | 32,7 | 765,6 | 26,8 | 0,49 |
| 690 | 33,3 | 765,2 | 26,1 | 0,49 |
| 691 | 33,8 | 765,6 | 25,7 | 0,53 |
| 692 | 34,4 | 765,2 | 25,1 | 0,53 |
| 693 | 35,0 | 765,6 | 26,2 | 0,59 |
| 694 | 35,6 | 765,2 | 24,0 | 0,60 |
| 695 | 36,1 | 765,6 | 23,7 | 0,60 |
| 696 | 36,7 | 765,2 | 24,5 | 0,63 |
| 697 | 37,3 | 765,6 | 25,7 | 0,69 |
| 698 | 37,8 | 765,2 | 22,0 | 0,63 |
| 699 | 38,4 | 765,6 | 23,2 | 0,65 |
| 700 | 39,0 | 765,2 | 22,5 | 0,69 |
| 701 | 39,5 | 765,6 | 22,2 | 0,67 |
| 702 | 40,1 | 765,2 | 21,6 | 0,74 |
| 703 | 40,7 | 765,6 | 21,3 | 0,75 |
| 704 | 41,3 | 765,2 | 22,2 | 0,88 |
| 705 | 41,8 | 765,6 | 20,4 | 0,78 |
| 706 | 42,4 | 765,2 | 19,7 | 0,79 |
| 707 | 43,0 | 765,6 | 19,4 | 0,82 |
| 708 | 43,5 | 765,2 | 18,8 | 0,83 |
| 709 | 44,1 | 765,6 | 20,2 | 0,97 |
| 710 | 44,7 | 765,2 | 19,5 | 1,01 |
| 711 | 45,3 | 765,6 | 19,4 | 1,02 |
| 712 | 45,8 | 765,2 | 18,7 | 1,06 |
| 713 | 46,4 | 765,6 | 18,6 | 1,11 |
| 714 | 47,5 | 765,6 | 17,8 | 1,20 |
| 715 | 48,1 | 765,2 | 17,1 | 1,25 |
| 716 | 31,0 | 766,0 | 31,4 | 12,61 |
| 717 | 31,6 | 766,4 | 28,1 | 0,51 |
| 718 | 32,1 | 766,0 | 27,4 | 0,51 |
| 719 | 32,7 | 766,4 | 27,0 | 0,49 |
| 720 | 33,3 | 766,0 | 26,4 | 0,57 |
| 721 | 33,8 | 766,4 | 26,0 | 0,53 |
| 722 | 34,4 | 766,0 | 25,4 | 0,54 |
| 723 | 35,0 | 766,4 | 25,0 | 0,55 |
| 724 | 35,6 | 766,0 | 24,3 | 0,60 |
| 725 | 36,1 | 766,4 | 24,0 | 0,61 |
| 726 | 36,7 | 766,0 | 23,3 | 0,62 |
| 727 | 37,3 | 766,4 | 24,6 | 0,66 |
| 728 | 37,8 | 766,0 | 23,9 | 0,70 |
| 729 | 38,4 | 766,4 | 23,6 | 0,71 |
| 730 | 39,0 | 766,0 | 22,9 | 0,70 |
| 731 | 39,5 | 766,4 | 22,6 | 0,66 |
| 732 | 40,1 | 766,0 | 22,0 | 0,71 |
| 733 | 40,7 | 766,4 | 21,7 | 0,74 |
| 734 | 41,3 | 766,0 | 21,0 | 0,83 |
| 735 | 41,8 | 766,4 | 20,8 | 0,80 |
| 736 | 42,4 | 766,0 | 20,1 | 0,82 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|------|
| 737 | 43,0 | 766,4 | 21,6 | 0,90 |
| 738 | 43,5 | 766,0 | 20,9 | 0,94 |
| 739 | 44,7 | 766,0 | 20,0 | 1,02 |
| 740 | 45,3 | 766,4 | 19,9 | 1,06 |
| 741 | 46,4 | 766,4 | 19,1 | 1,13 |
| 742 | 47,0 | 766,0 | 18,4 | 1,16 |
| 743 | 47,5 | 766,4 | 18,3 | 1,23 |
| 744 | 48,1 | 766,0 | 17,7 | 1,28 |
| 745 | 31,0 | 766,8 | 28,7 | 0,51 |
| 746 | 32,1 | 766,8 | 27,7 | 0,52 |
| 747 | 33,3 | 766,8 | 28,2 | 0,58 |
| 748 | 34,4 | 766,8 | 25,7 | 0,60 |
| 749 | 35,6 | 766,8 | 26,2 | 0,62 |
| 750 | 36,7 | 766,8 | 25,2 | 0,63 |
| 751 | 37,8 | 766,8 | 24,3 | 0,67 |
| 752 | 39,0 | 766,8 | 23,3 | 0,73 |
| 753 | 40,1 | 766,8 | 22,4 | 0,74 |
| 754 | 41,3 | 766,8 | 21,4 | 0,80 |
| 755 | 43,5 | 766,8 | 21,4 | 0,98 |
| 756 | 44,7 | 766,8 | 20,6 | 1,03 |
| 757 | 47,0 | 766,8 | 19,0 | 1,18 |

$\alpha_c = 39,55$ $\gamma_c = 753,45$ $R_c = 14,25$ $R_s = 0,35$



Fase post operam Praso 3

Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

=====

| | |
|------------------|------|
| Numero di strati | 3,0 |
| Numero dei conci | 10,0 |

Superficie di forma circolare

=====

Maglia dei Centri

=====

| | |
|--|----------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi | 31,0 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 750,62 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs | 53,8 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys | 766,79 m |
| Passo di ricerca | 10,0 |
| Numero di celle lungo x | 20,0 |
| Numero di celle lungo y | 20,0 |

=====

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

Dati generali

| | |
|----------------------|---------------------|
| Descrizione: | Praso (TN) |
| Latitudine: | 45,9517 |
| Longitudine: | 10,6432 |
| Tipo opera: | 2 - Opere ordinarie |
| Classe d'uso: | Classe II |
| Vita nominale: | 50,0 [anni] |
| Vita di riferimento: | 50,0 [anni] |

Parametri sismici su sito di riferimento

| | |
|------------------------|----|
| Categoria sottosuolo: | E |
| Categoria topografica: | T1 |

| S.L. Stato limite | TR Tempo ritorno [anni] | ag [m/s ²] | F0 [-] | TC* [sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O. | 30,0 | 0,3 | 2,51 | 0,2 |
| S.L.D. | 50,0 | 0,37 | 2,56 | 0,22 |
| S.L.V. | 475,0 | 0,89 | 2,62 | 0,28 |
| S.L.C. | 975,0 | 1,2 | 2,55 | 0,29 |

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

| S.L. Stato limite | amax [m/s ²] | beta [-] | kh [-] | kv [sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O. | 0,48 | 0,2 | 0,0098 | 0,0049 |
| S.L.D. | 0,592 | 0,2 | 0,0121 | 0,006 |
| S.L.V. | 1,424 | 0,2 | 0,029 | 0,0145 |
| S.L.C. | 1,92 | 0,24 | 0,047 | 0,0235 |

| | |
|---|-------|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0,029 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0,015 |

Vertici profilo

| | | |
|---|--------|--------|
| N | X m | y m |
|---|--------|--------|

| | | |
|----|------|-------|
| 1 | 0,0 | 735,0 |
| 2 | 10,0 | 735,0 |
| 3 | 17,0 | 738,0 |
| 4 | 26,0 | 738,0 |
| 5 | 33,0 | 738,0 |
| 6 | 38,0 | 738,0 |
| 7 | 49,0 | 738,0 |
| 8 | 49,0 | 747,0 |
| 9 | 54,0 | 750,0 |
| 10 | 60,0 | 750,5 |

Falda

| Nr. | X m | y m |
|-----|--------|--------|
| 1 | 0,0 | 727,43 |
| 2 | 0,8 | 727,35 |
| 3 | 3,57 | 727,06 |
| 4 | 5,39 | 727,06 |
| 5 | 10,08 | 727,06 |
| 6 | 16,98 | 731,46 |
| 7 | 25,98 | 732,32 |
| 8 | 32,87 | 734,91 |
| 9 | 41,3 | 737,69 |
| 10 | 48,98 | 737,99 |
| 11 | 49,24 | 741,8 |
| 12 | 60,0 | 742,0 |

Vertici strato1

| N | X m | y m |
|---|--------|--------|
| 1 | 0,0 | 731,0 |
| 2 | 10,0 | 731,0 |
| 3 | 17,0 | 735,0 |
| 4 | 26,0 | 736,0 |
| 5 | 33,0 | 738,0 |
| 6 | 38,0 | 738,0 |
| 7 | 49,0 | 738,0 |
| 8 | 49,0 | 746,0 |
| 9 | 60,0 | 746,0 |

Vertici strato2

| N | X m | y m |
|----|--------|--------|
| 1 | 0,0 | 726,0 |
| 2 | 10,0 | 726,0 |
| 3 | 17,0 | 730,0 |
| 4 | 26,0 | 731,0 |
| 5 | 33,0 | 734,0 |
| 6 | 38,0 | 735,0 |
| 7 | 43,0 | 738,0 |
| 8 | 49,0 | 738,0 |
| 9 | 49,0 | 741,0 |
| 10 | 60,0 | 741,0 |

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

| Strato | c (kN/m ²) | Fi (°) | G (kN/m ³) | Gs (kN/m ³) | K (Kg/cm ³) | Litologia | |
|--------|---------------------------|-----------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|---|
| 1 | 0 | 32 | 19,32 | | 0,00 | | Ghiaia e ciottoli con limo sabbioso |

| | | | | | | |
|---|---|----|----|------|--|---|
| 2 | 0 | 35 | 24 | 0,00 | | Substrato calcaeo fratturato e alterato |
| 3 | 0 | 40 | 26 | 0,00 | | Substrato calcareo |

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

| Strato | G0 (KPa) | G (KPa) | Dr (%) | OCR | IP (%) |
|--------|----------|---------|--------|-----|--------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

Carichi distribuiti

| N° | xi m | yi m | xf m | yf m | Carico esterno (tN/m²) |
|----|------|------|------|------|------------------------|
| 1 | 24,5 | 738 | 48,5 | 738 | 101 |

Risultati analisi pendio

| | |
|----------------------------|----------|
| Fs minimo individuato | 0,35 |
| Ascissa centro superficie | 39,55 m |
| Ordinata centro superficie | 753,45 m |
| Raggio superficie | 14,25 m |

Numero di superfici esaminate....(757)

| N° | Xo | Yo | Ro | Fs |
|----|------|-------|------|------|
| 1 | 31,0 | 750,6 | 20,2 | 4,41 |
| 2 | 31,6 | 751,0 | 22,8 | 2,18 |
| 3 | 32,1 | 750,6 | 22,4 | 2,15 |
| 4 | 32,7 | 751,0 | 20,6 | 5,10 |
| 5 | 33,3 | 750,6 | 22,4 | 2,16 |
| 6 | 33,8 | 751,0 | 20,6 | 2,15 |
| 7 | 34,4 | 750,6 | 20,1 | 2,25 |
| 8 | 35,0 | 751,0 | 22,8 | 2,18 |
| 9 | 35,6 | 750,6 | 20,0 | 2,19 |
| 10 | 36,1 | 751,0 | 21,7 | 2,12 |
| 11 | 36,7 | 750,6 | 19,1 | 2,26 |
| 12 | 37,3 | 751,0 | 18,7 | 2,34 |
| 13 | 37,8 | 750,6 | 18,1 | 2,33 |
| 14 | 38,4 | 751,0 | 17,7 | 2,19 |
| 15 | 39,0 | 750,6 | 17,2 | 2,11 |
| 16 | 39,5 | 751,0 | 16,8 | 1,97 |
| 17 | 40,1 | 750,6 | 16,3 | 1,89 |
| 18 | 40,7 | 751,0 | 12,4 | 0,41 |
| 19 | 41,3 | 750,6 | 11,9 | 0,38 |
| 20 | 41,8 | 751,0 | 11,7 | 0,46 |
| 21 | 42,4 | 750,6 | 11,2 | 0,42 |
| 22 | 43,0 | 751,0 | 10,9 | 0,69 |
| 23 | 43,5 | 750,6 | 10,3 | 0,51 |
| 24 | 44,1 | 751,0 | 10,1 | 0,42 |
| 25 | 44,7 | 750,6 | 10,9 | 0,59 |
| 26 | 45,3 | 751,0 | 9,2 | 0,51 |
| 27 | 45,8 | 750,6 | 10,0 | 0,61 |
| 28 | 46,4 | 751,0 | 7,0 | 0,50 |
| 29 | 47,0 | 750,6 | 10,5 | 0,87 |
| 30 | 47,5 | 751,0 | 6,3 | 0,61 |
| 31 | 48,1 | 750,6 | 5,1 | 0,59 |
| 32 | 48,7 | 751,0 | 7,0 | 0,84 |
| 33 | 49,2 | 750,6 | 7,6 | 0,95 |
| 34 | 49,8 | 751,0 | 6,4 | 1,03 |
| 35 | 50,4 | 750,6 | 4,4 | 0,86 |
| 36 | 51,0 | 751,0 | 3,6 | 0,93 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|------|
| 37 | 51,5 | 750,6 | 3,1 | 0,99 |
| 38 | 52,1 | 751,0 | 3,2 | 1,13 |
| 39 | 52,7 | 750,6 | 2,7 | 1,28 |
| 40 | 53,2 | 751,0 | 2,8 | 1,53 |
| 41 | 53,8 | 750,6 | 2,9 | 1,93 |
| 42 | 31,0 | 751,4 | 23,2 | 2,21 |
| 43 | 31,6 | 751,8 | 23,6 | 2,09 |
| 44 | 32,1 | 751,4 | 23,2 | 2,17 |
| 45 | 32,7 | 751,8 | 21,4 | 5,12 |
| 46 | 33,3 | 751,4 | 21,0 | 2,12 |
| 47 | 33,8 | 751,8 | 23,6 | 2,15 |
| 48 | 34,4 | 751,4 | 23,2 | 2,16 |
| 49 | 35,0 | 751,8 | 20,7 | 2,14 |
| 50 | 35,6 | 751,4 | 20,2 | 2,19 |
| 51 | 36,1 | 751,8 | 21,8 | 2,11 |
| 52 | 36,7 | 751,4 | 19,2 | 2,29 |
| 53 | 37,3 | 751,8 | 18,9 | 2,38 |
| 54 | 37,8 | 751,4 | 18,3 | 2,28 |
| 55 | 38,4 | 751,8 | 17,9 | 2,10 |
| 56 | 39,0 | 751,4 | 17,4 | 2,05 |
| 57 | 39,5 | 751,8 | 17,0 | 1,91 |
| 58 | 40,1 | 751,4 | 16,4 | 1,83 |
| 59 | 40,7 | 751,8 | 12,8 | 0,44 |
| 60 | 41,3 | 751,4 | 12,3 | 0,40 |
| 61 | 41,8 | 751,8 | 12,1 | 0,48 |
| 62 | 42,4 | 751,4 | 11,5 | 0,43 |
| 63 | 43,0 | 751,8 | 11,2 | 0,47 |
| 64 | 43,5 | 751,4 | 10,6 | 0,50 |
| 65 | 44,1 | 751,8 | 10,4 | 0,55 |
| 66 | 44,7 | 751,4 | 11,2 | 0,57 |
| 67 | 45,3 | 751,8 | 8,2 | 0,49 |
| 68 | 45,8 | 751,4 | 7,6 | 0,54 |
| 69 | 46,4 | 751,8 | 7,4 | 0,52 |
| 70 | 47,0 | 751,4 | 11,8 | 0,87 |
| 71 | 47,5 | 751,8 | 6,6 | 0,60 |
| 72 | 48,1 | 751,4 | 10,8 | 1,05 |
| 73 | 48,7 | 751,8 | 5,8 | 0,81 |
| 74 | 49,2 | 751,4 | 9,7 | 0,95 |
| 75 | 49,8 | 751,8 | 6,2 | 0,96 |
| 76 | 50,4 | 751,4 | 5,2 | 0,92 |
| 77 | 51,0 | 751,8 | 4,1 | 0,90 |
| 78 | 51,5 | 751,4 | 4,2 | 1,11 |
| 79 | 52,1 | 751,8 | 3,9 | 1,16 |
| 80 | 52,7 | 751,4 | 3,3 | 1,30 |
| 81 | 53,2 | 751,8 | 3,7 | 1,59 |
| 82 | 53,8 | 751,4 | 3,3 | 1,91 |
| 83 | 31,0 | 752,2 | 24,0 | 2,12 |
| 84 | 31,6 | 752,6 | 22,2 | 4,52 |
| 85 | 32,1 | 752,2 | 21,8 | 4,77 |
| 86 | 32,7 | 752,6 | 24,4 | 2,12 |
| 87 | 33,3 | 752,2 | 24,0 | 2,13 |
| 88 | 33,8 | 752,6 | 21,9 | 2,14 |
| 89 | 34,4 | 752,2 | 21,3 | 2,14 |
| 90 | 35,0 | 752,6 | 20,9 | 2,16 |
| 91 | 35,6 | 752,2 | 20,4 | 2,16 |
| 92 | 36,1 | 752,6 | 20,0 | 2,25 |
| 93 | 36,7 | 752,2 | 21,4 | 2,10 |
| 94 | 37,3 | 752,6 | 21,0 | 2,15 |
| 95 | 37,8 | 752,2 | 18,5 | 2,19 |
| 96 | 38,4 | 752,6 | 18,1 | 2,06 |
| 97 | 39,0 | 752,2 | 17,6 | 2,00 |
| 98 | 39,5 | 752,6 | 13,9 | 0,35 |
| 99 | 40,1 | 752,2 | 13,3 | 0,55 |
| 100 | 40,7 | 752,6 | 13,2 | 0,36 |
| 101 | 41,3 | 752,2 | 12,6 | 0,43 |
| 102 | 41,8 | 752,6 | 13,9 | 0,51 |
| 103 | 42,4 | 752,2 | 11,8 | 0,45 |
| 104 | 43,0 | 752,6 | 11,6 | 0,49 |
| 105 | 43,5 | 752,2 | 11,0 | 0,51 |
| 106 | 44,1 | 752,6 | 10,7 | 0,56 |
| 107 | 44,7 | 752,2 | 11,4 | 0,58 |
| 108 | 45,3 | 752,6 | 9,9 | 0,62 |
| 109 | 45,8 | 752,2 | 9,3 | 0,66 |
| 110 | 46,4 | 752,6 | 7,8 | 0,53 |
| 111 | 47,0 | 752,2 | 7,2 | 0,65 |
| 112 | 47,5 | 752,6 | 7,0 | 0,61 |
| 113 | 48,1 | 752,2 | 10,9 | 0,94 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 114 | 48,7 | 752,6 | 6,0 | 0,75 |
| 115 | 49,2 | 752,2 | 9,8 | 1,16 |
| 116 | 49,8 | 752,6 | 5,5 | 0,88 |
| 117 | 50,4 | 752,2 | 4,9 | 0,92 |
| 118 | 51,0 | 752,6 | 4,7 | 0,94 |
| 119 | 51,5 | 752,2 | 4,6 | 1,10 |
| 120 | 52,1 | 752,6 | 4,3 | 1,17 |
| 121 | 52,7 | 752,2 | 4,3 | 1,40 |
| 122 | 53,2 | 752,6 | 4,0 | 1,61 |
| 123 | 53,8 | 752,2 | 3,9 | 1,92 |
| 124 | 31,0 | 753,0 | 22,6 | 4,32 |
| 125 | 31,6 | 753,5 | 25,2 | 2,09 |
| 126 | 32,1 | 753,0 | 24,8 | 2,11 |
| 127 | 32,7 | 753,5 | 23,0 | 2,19 |
| 128 | 33,3 | 753,0 | 22,4 | 2,20 |
| 129 | 33,8 | 753,5 | 24,2 | 2,14 |
| 130 | 34,4 | 753,0 | 21,5 | 2,16 |
| 131 | 35,0 | 753,5 | 23,2 | 2,11 |
| 132 | 35,6 | 753,0 | 20,6 | 2,20 |
| 133 | 36,1 | 753,5 | 20,2 | 2,30 |
| 134 | 36,7 | 753,0 | 21,5 | 2,12 |
| 135 | 37,3 | 753,5 | 21,1 | 2,18 |
| 136 | 37,8 | 753,0 | 20,5 | 2,21 |
| 137 | 38,4 | 753,5 | 20,1 | 2,13 |
| 138 | 39,0 | 753,0 | 19,5 | 2,04 |
| 139 | 39,5 | 753,5 | 14,3 | 0,35 |
| 140 | 40,1 | 753,0 | 13,7 | 0,43 |
| 141 | 40,7 | 753,5 | 13,5 | 0,39 |
| 142 | 41,3 | 753,0 | 14,5 | 0,58 |
| 143 | 41,8 | 753,5 | 12,8 | 0,42 |
| 144 | 42,4 | 753,0 | 12,2 | 0,43 |
| 145 | 43,0 | 753,5 | 12,0 | 0,52 |
| 146 | 43,5 | 753,0 | 11,3 | 0,53 |
| 147 | 44,1 | 753,5 | 9,8 | 0,53 |
| 148 | 44,7 | 753,0 | 9,2 | 0,48 |
| 149 | 45,3 | 753,5 | 9,1 | 0,53 |
| 150 | 45,8 | 753,0 | 9,6 | 0,67 |
| 151 | 46,4 | 753,5 | 9,4 | 0,70 |
| 152 | 47,0 | 753,0 | 8,8 | 0,73 |
| 153 | 47,5 | 753,5 | 7,2 | 0,66 |
| 154 | 48,1 | 753,0 | 6,6 | 0,82 |
| 155 | 48,7 | 753,5 | 7,2 | 0,78 |
| 156 | 49,2 | 753,0 | 8,9 | 1,19 |
| 157 | 49,8 | 753,5 | 6,7 | 0,94 |
| 158 | 50,4 | 753,0 | 5,3 | 0,90 |
| 159 | 51,0 | 753,5 | 6,0 | 1,10 |
| 160 | 51,5 | 753,0 | 5,4 | 1,17 |
| 161 | 52,1 | 753,5 | 5,2 | 1,27 |
| 162 | 52,7 | 753,0 | 4,7 | 1,43 |
| 163 | 53,2 | 753,5 | 5,2 | 1,71 |
| 164 | 53,8 | 753,0 | 5,5 | 1,96 |
| 165 | 31,0 | 753,9 | 25,6 | 2,08 |
| 166 | 31,6 | 754,3 | 23,8 | 4,60 |
| 167 | 32,1 | 753,9 | 23,4 | 2,20 |
| 168 | 32,7 | 754,3 | 23,2 | 2,20 |
| 169 | 33,3 | 753,9 | 24,8 | 2,13 |
| 170 | 33,8 | 754,3 | 22,3 | 5,63 |
| 171 | 34,4 | 753,9 | 21,7 | 2,17 |
| 172 | 35,0 | 754,3 | 21,4 | 7,54 |
| 173 | 35,6 | 753,9 | 22,7 | 2,11 |
| 174 | 36,1 | 754,3 | 20,5 | 13,05 |
| 175 | 36,7 | 753,9 | 21,7 | 2,14 |
| 176 | 37,3 | 754,3 | 19,6 | 18,22 |
| 177 | 37,8 | 753,9 | 19,0 | 18,53 |
| 178 | 38,4 | 754,3 | 20,3 | 2,03 |
| 179 | 39,0 | 753,9 | 14,8 | 0,36 |
| 180 | 39,5 | 754,3 | 14,7 | 0,38 |
| 181 | 40,1 | 753,9 | 15,6 | 0,46 |
| 182 | 40,7 | 754,3 | 13,9 | 0,42 |
| 183 | 41,3 | 753,9 | 13,4 | 0,51 |
| 184 | 41,8 | 754,3 | 14,5 | 0,57 |
| 185 | 42,4 | 753,9 | 12,6 | 0,50 |
| 186 | 43,0 | 754,3 | 12,4 | 0,56 |
| 187 | 43,5 | 753,9 | 11,7 | 0,50 |
| 188 | 44,1 | 754,3 | 11,5 | 0,62 |
| 189 | 44,7 | 753,9 | 9,7 | 0,61 |
| 190 | 45,3 | 754,3 | 9,5 | 0,70 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 191 | 45,8 | 753,9 | 8,9 | 0,59 |
| 192 | 46,4 | 754,3 | 9,6 | 0,77 |
| 193 | 47,0 | 753,9 | 7,8 | 0,63 |
| 194 | 47,5 | 754,3 | 8,4 | 0,85 |
| 195 | 48,1 | 753,9 | 7,8 | 0,87 |
| 196 | 48,7 | 754,3 | 7,3 | 0,83 |
| 197 | 49,2 | 753,9 | 6,8 | 0,89 |
| 198 | 49,8 | 754,3 | 6,8 | 0,93 |
| 199 | 50,4 | 753,9 | 6,6 | 1,05 |
| 200 | 51,0 | 754,3 | 6,5 | 1,12 |
| 201 | 51,5 | 753,9 | 5,9 | 1,18 |
| 202 | 52,1 | 754,3 | 5,7 | 1,31 |
| 203 | 52,7 | 753,9 | 5,1 | 1,45 |
| 204 | 53,2 | 754,3 | 5,6 | 1,76 |
| 205 | 53,8 | 753,9 | 6,3 | 1,99 |
| 206 | 31,0 | 754,7 | 24,2 | 4,28 |
| 207 | 31,6 | 755,1 | 26,6 | 2,07 |
| 208 | 32,1 | 754,7 | 26,0 | 2,09 |
| 209 | 32,7 | 755,1 | 23,5 | 5,16 |
| 210 | 33,3 | 754,7 | 25,0 | 2,13 |
| 211 | 33,8 | 755,1 | 24,6 | 2,11 |
| 212 | 34,4 | 754,7 | 24,0 | 2,07 |
| 213 | 35,0 | 755,1 | 23,5 | 2,07 |
| 214 | 35,6 | 754,7 | 21,1 | 9,75 |
| 215 | 36,1 | 755,1 | 20,8 | 17,39 |
| 216 | 36,7 | 754,7 | 21,9 | 2,13 |
| 217 | 37,3 | 755,1 | 19,8 | 18,58 |
| 218 | 37,8 | 754,7 | 20,9 | 2,12 |
| 219 | 38,4 | 755,1 | 15,8 | 0,39 |
| 220 | 39,0 | 754,7 | 15,2 | 0,41 |
| 221 | 39,5 | 755,1 | 15,1 | 0,43 |
| 222 | 40,1 | 754,7 | 14,5 | 0,45 |
| 223 | 40,7 | 755,1 | 14,4 | 0,42 |
| 224 | 41,3 | 754,7 | 13,8 | 0,48 |
| 225 | 41,8 | 755,1 | 13,6 | 0,48 |
| 226 | 42,4 | 754,7 | 13,0 | 0,55 |
| 227 | 43,0 | 755,1 | 11,5 | 0,47 |
| 228 | 43,5 | 754,7 | 12,1 | 0,61 |
| 229 | 44,1 | 755,1 | 10,8 | 0,63 |
| 230 | 44,7 | 754,7 | 10,1 | 0,54 |
| 231 | 45,3 | 755,1 | 9,6 | 0,62 |
| 232 | 45,8 | 754,7 | 9,0 | 0,58 |
| 233 | 46,4 | 755,1 | 9,7 | 0,63 |
| 234 | 47,0 | 754,7 | 9,1 | 0,70 |
| 235 | 47,5 | 755,1 | 8,6 | 0,78 |
| 236 | 48,1 | 754,7 | 8,0 | 0,80 |
| 237 | 48,7 | 755,1 | 8,7 | 0,96 |
| 238 | 49,2 | 754,7 | 7,0 | 0,83 |
| 239 | 49,8 | 755,1 | 9,1 | 1,04 |
| 240 | 50,4 | 754,7 | 6,8 | 1,00 |
| 241 | 51,0 | 755,1 | 6,8 | 1,10 |
| 242 | 51,5 | 754,7 | 6,4 | 1,21 |
| 243 | 52,1 | 755,1 | 7,0 | 1,43 |
| 244 | 52,7 | 754,7 | 6,3 | 1,57 |
| 245 | 53,2 | 755,1 | 6,8 | 1,82 |
| 246 | 53,8 | 754,7 | 6,8 | 2,03 |
| 247 | 31,0 | 755,5 | 25,0 | 4,36 |
| 248 | 31,6 | 755,9 | 24,7 | 4,51 |
| 249 | 32,1 | 755,5 | 26,2 | 2,10 |
| 250 | 32,7 | 755,9 | 25,8 | 2,08 |
| 251 | 33,3 | 755,5 | 25,2 | 2,09 |
| 252 | 33,8 | 755,9 | 24,8 | 2,13 |
| 253 | 34,4 | 755,5 | 24,2 | 2,08 |
| 254 | 35,0 | 755,9 | 23,8 | 2,08 |
| 255 | 35,6 | 755,5 | 23,1 | 2,08 |
| 256 | 36,1 | 755,9 | 22,8 | 2,13 |
| 257 | 36,7 | 755,5 | 20,4 | 18,25 |
| 258 | 37,3 | 755,9 | 21,7 | 2,17 |
| 259 | 37,8 | 755,5 | 21,1 | 2,07 |
| 260 | 38,4 | 755,9 | 16,2 | 0,45 |
| 261 | 39,0 | 755,5 | 15,6 | 0,48 |
| 262 | 39,5 | 755,9 | 15,5 | 0,50 |
| 263 | 40,1 | 755,5 | 14,9 | 0,44 |
| 264 | 40,7 | 755,9 | 14,8 | 0,52 |
| 265 | 41,3 | 755,5 | 14,2 | 0,54 |
| 266 | 41,8 | 755,9 | 14,0 | 0,52 |
| 267 | 42,4 | 755,5 | 14,6 | 0,57 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 268 | 43,0 | 755,9 | 13,2 | 0,57 |
| 269 | 43,5 | 755,5 | 11,4 | 0,61 |
| 270 | 44,1 | 755,9 | 13,2 | 0,72 |
| 271 | 44,7 | 755,5 | 13,8 | 0,81 |
| 272 | 45,3 | 755,9 | 13,3 | 0,76 |
| 273 | 45,8 | 755,5 | 10,3 | 0,62 |
| 274 | 46,4 | 755,9 | 11,1 | 0,72 |
| 275 | 47,0 | 755,5 | 9,2 | 0,70 |
| 276 | 47,5 | 755,9 | 8,8 | 0,78 |
| 277 | 48,1 | 755,5 | 9,3 | 0,85 |
| 278 | 48,7 | 755,9 | 10,1 | 1,09 |
| 279 | 49,2 | 755,5 | 9,5 | 0,98 |
| 280 | 49,8 | 755,9 | 8,3 | 1,03 |
| 281 | 50,4 | 755,5 | 8,0 | 1,12 |
| 282 | 51,0 | 755,9 | 7,9 | 1,21 |
| 283 | 51,5 | 755,5 | 6,9 | 1,24 |
| 284 | 52,1 | 755,9 | 7,5 | 1,48 |
| 285 | 52,7 | 755,5 | 6,8 | 1,63 |
| 286 | 53,2 | 755,9 | 7,3 | 1,89 |
| 287 | 53,8 | 755,5 | 7,3 | 2,09 |
| 288 | 31,0 | 756,3 | 25,3 | 4,28 |
| 289 | 31,6 | 756,7 | 25,0 | 4,63 |
| 290 | 32,1 | 756,3 | 26,4 | 2,12 |
| 291 | 32,7 | 756,7 | 26,0 | 2,09 |
| 292 | 33,3 | 756,3 | 23,5 | 5,61 |
| 293 | 33,8 | 756,7 | 23,2 | 6,63 |
| 294 | 34,4 | 756,3 | 22,6 | 7,55 |
| 295 | 35,0 | 756,7 | 24,0 | 2,09 |
| 296 | 35,6 | 756,3 | 20,4 | 2,10 |
| 297 | 36,1 | 756,7 | 23,0 | 2,16 |
| 298 | 36,7 | 756,3 | 22,4 | 2,20 |
| 299 | 37,3 | 756,7 | 18,9 | 19,46 |
| 300 | 37,8 | 756,3 | 16,8 | 0,38 |
| 301 | 38,4 | 756,7 | 16,7 | 0,46 |
| 302 | 39,0 | 756,3 | 16,1 | 0,48 |
| 303 | 39,5 | 756,7 | 18,7 | 0,58 |
| 304 | 40,1 | 756,3 | 15,4 | 0,45 |
| 305 | 40,7 | 756,7 | 15,3 | 0,53 |
| 306 | 41,3 | 756,3 | 14,7 | 0,53 |
| 307 | 41,8 | 756,7 | 14,4 | 0,57 |
| 308 | 42,4 | 756,3 | 13,8 | 0,57 |
| 309 | 43,0 | 756,7 | 13,3 | 0,55 |
| 310 | 43,5 | 756,3 | 12,7 | 0,62 |
| 311 | 44,1 | 756,7 | 12,2 | 0,69 |
| 312 | 44,7 | 756,3 | 12,8 | 0,79 |
| 313 | 45,3 | 756,7 | 12,4 | 0,74 |
| 314 | 45,8 | 756,3 | 11,7 | 0,84 |
| 315 | 46,4 | 756,7 | 12,5 | 0,90 |
| 316 | 47,0 | 756,3 | 10,6 | 0,77 |
| 317 | 47,5 | 756,7 | 10,2 | 0,93 |
| 318 | 48,1 | 756,3 | 9,6 | 0,86 |
| 319 | 48,7 | 756,7 | 9,2 | 0,90 |
| 320 | 49,2 | 756,3 | 8,6 | 0,94 |
| 321 | 49,8 | 756,7 | 8,6 | 1,00 |
| 322 | 50,4 | 756,3 | 8,2 | 1,11 |
| 323 | 51,0 | 756,7 | 8,2 | 1,21 |
| 324 | 51,5 | 756,3 | 7,9 | 1,34 |
| 325 | 52,1 | 756,7 | 7,9 | 1,53 |
| 326 | 52,7 | 756,3 | 8,0 | 1,70 |
| 327 | 53,2 | 756,7 | 8,5 | 1,92 |
| 328 | 53,8 | 756,3 | 7,9 | 2,15 |
| 329 | 31,0 | 757,1 | 25,6 | 4,39 |
| 330 | 31,6 | 757,5 | 27,3 | 2,07 |
| 331 | 32,1 | 757,1 | 26,7 | 2,08 |
| 332 | 32,7 | 757,5 | 24,4 | 5,50 |
| 333 | 33,3 | 757,1 | 23,8 | 5,94 |
| 334 | 33,8 | 757,5 | 25,3 | 2,10 |
| 335 | 34,4 | 757,1 | 22,9 | 8,14 |
| 336 | 35,0 | 757,5 | 22,6 | 12,81 |
| 337 | 35,6 | 757,1 | 23,6 | 2,13 |
| 338 | 36,1 | 757,5 | 23,3 | 13,44 |
| 339 | 36,7 | 757,1 | 21,1 | 19,23 |
| 340 | 37,3 | 757,5 | 17,8 | 0,43 |
| 341 | 37,8 | 757,1 | 18,7 | 0,49 |
| 342 | 38,4 | 757,5 | 17,1 | 0,47 |
| 343 | 39,0 | 757,1 | 16,5 | 0,49 |
| 344 | 39,5 | 757,5 | 16,4 | 0,50 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 345 | 40,1 | 757,1 | 15,9 | 0,52 |
| 346 | 40,7 | 757,5 | 15,7 | 0,60 |
| 347 | 41,3 | 757,1 | 15,1 | 0,48 |
| 348 | 41,8 | 757,5 | 15,8 | 0,63 |
| 349 | 42,4 | 757,1 | 14,0 | 0,55 |
| 350 | 43,0 | 757,5 | 14,7 | 0,66 |
| 351 | 43,5 | 757,1 | 12,9 | 0,60 |
| 352 | 44,1 | 757,5 | 12,4 | 0,60 |
| 353 | 44,7 | 757,1 | 11,8 | 0,66 |
| 354 | 45,3 | 757,5 | 11,3 | 0,76 |
| 355 | 45,8 | 757,1 | 13,2 | 0,95 |
| 356 | 46,4 | 757,5 | 11,5 | 0,86 |
| 357 | 47,0 | 757,1 | 10,9 | 0,84 |
| 358 | 47,5 | 757,5 | 11,8 | 0,92 |
| 359 | 48,1 | 757,1 | 11,1 | 0,91 |
| 360 | 48,7 | 757,5 | 10,7 | 1,06 |
| 361 | 49,2 | 757,1 | 10,1 | 1,05 |
| 362 | 49,8 | 757,5 | 10,0 | 1,15 |
| 363 | 50,4 | 757,1 | 9,6 | 1,23 |
| 364 | 51,0 | 757,5 | 9,5 | 1,33 |
| 365 | 51,5 | 757,1 | 9,1 | 1,43 |
| 366 | 52,1 | 757,5 | 9,0 | 1,60 |
| 367 | 52,7 | 757,1 | 9,2 | 1,75 |
| 368 | 53,2 | 757,5 | 8,5 | 2,07 |
| 369 | 53,8 | 757,1 | 8,4 | 2,23 |
| 370 | 31,0 | 757,9 | 27,9 | 2,10 |
| 371 | 31,6 | 758,3 | 27,5 | 2,09 |
| 372 | 32,1 | 757,9 | 25,0 | 5,20 |
| 373 | 32,7 | 758,3 | 24,7 | 5,64 |
| 374 | 33,3 | 757,9 | 24,1 | 6,19 |
| 375 | 33,8 | 758,3 | 23,8 | 7,63 |
| 376 | 34,4 | 757,9 | 24,9 | 2,11 |
| 377 | 35,0 | 758,3 | 24,6 | 8,08 |
| 378 | 35,6 | 757,9 | 23,9 | 9,85 |
| 379 | 36,1 | 758,3 | 23,6 | 16,12 |
| 380 | 36,7 | 757,9 | 21,4 | 19,56 |
| 381 | 37,3 | 758,3 | 18,3 | 0,41 |
| 382 | 37,8 | 757,9 | 17,7 | 0,46 |
| 383 | 38,4 | 758,3 | 17,6 | 0,50 |
| 384 | 39,0 | 757,9 | 18,3 | 0,57 |
| 385 | 39,5 | 758,3 | 16,9 | 0,53 |
| 386 | 40,1 | 757,9 | 16,3 | 0,53 |
| 387 | 40,7 | 758,3 | 15,9 | 0,58 |
| 388 | 41,3 | 757,9 | 15,2 | 0,51 |
| 389 | 41,8 | 758,3 | 16,0 | 0,64 |
| 390 | 42,4 | 757,9 | 14,1 | 0,55 |
| 391 | 43,0 | 758,3 | 13,7 | 0,70 |
| 392 | 43,5 | 757,9 | 14,3 | 0,65 |
| 393 | 44,1 | 758,3 | 15,2 | 0,78 |
| 394 | 44,7 | 757,9 | 13,2 | 0,75 |
| 395 | 45,3 | 758,3 | 12,8 | 0,98 |
| 396 | 45,8 | 757,9 | 12,2 | 0,78 |
| 397 | 46,4 | 758,3 | 11,8 | 0,84 |
| 398 | 47,0 | 757,9 | 12,4 | 0,96 |
| 399 | 47,5 | 758,3 | 12,1 | 1,02 |
| 400 | 48,1 | 757,9 | 11,4 | 1,00 |
| 401 | 49,2 | 757,9 | 10,5 | 1,08 |
| 402 | 49,8 | 758,3 | 10,4 | 1,15 |
| 403 | 50,4 | 757,9 | 10,0 | 1,23 |
| 404 | 51,0 | 758,3 | 9,9 | 1,35 |
| 405 | 51,5 | 757,9 | 9,5 | 1,47 |
| 406 | 52,1 | 758,3 | 9,5 | 1,67 |
| 407 | 52,7 | 757,9 | 9,7 | 1,80 |
| 408 | 53,2 | 758,3 | 9,7 | 2,05 |
| 409 | 53,8 | 757,9 | 9,1 | 2,32 |
| 410 | 31,0 | 758,7 | 28,2 | 2,08 |
| 411 | 31,6 | 759,1 | 26,0 | 5,03 |
| 412 | 32,1 | 758,7 | 25,3 | 5,28 |
| 413 | 32,7 | 759,1 | 25,1 | 5,98 |
| 414 | 33,3 | 758,7 | 24,4 | 6,75 |
| 415 | 33,8 | 759,1 | 24,2 | 8,52 |
| 416 | 34,4 | 758,7 | 23,6 | 11,37 |
| 417 | 35,0 | 759,1 | 24,9 | 8,44 |
| 418 | 35,6 | 758,7 | 22,7 | 18,68 |
| 419 | 36,1 | 759,1 | 20,9 | 0,48 |
| 420 | 36,7 | 758,7 | 18,9 | 0,45 |
| 421 | 37,3 | 759,1 | 18,8 | 0,49 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 422 | 37,8 | 758,7 | 19,5 | 0,49 |
| 423 | 38,4 | 759,1 | 18,1 | 0,48 |
| 424 | 39,0 | 758,7 | 17,5 | 0,53 |
| 425 | 39,5 | 759,1 | 17,1 | 0,54 |
| 426 | 40,1 | 758,7 | 16,5 | 0,61 |
| 427 | 40,7 | 759,1 | 17,3 | 0,62 |
| 428 | 41,3 | 758,7 | 15,4 | 0,49 |
| 429 | 41,8 | 759,1 | 15,0 | 0,63 |
| 430 | 42,4 | 758,7 | 14,3 | 0,56 |
| 431 | 43,0 | 759,1 | 15,2 | 0,67 |
| 432 | 43,5 | 758,7 | 14,5 | 0,66 |
| 433 | 44,1 | 759,1 | 14,2 | 0,79 |
| 434 | 44,7 | 758,7 | 13,5 | 0,68 |
| 435 | 45,3 | 759,1 | 13,1 | 0,82 |
| 436 | 45,8 | 758,7 | 12,5 | 0,80 |
| 437 | 46,4 | 759,1 | 12,1 | 0,80 |
| 438 | 47,0 | 758,7 | 11,4 | 0,81 |
| 439 | 47,5 | 759,1 | 12,4 | 0,97 |
| 440 | 48,1 | 758,7 | 11,8 | 0,99 |
| 441 | 48,7 | 759,1 | 11,5 | 1,03 |
| 442 | 49,2 | 758,7 | 10,8 | 1,08 |
| 443 | 49,8 | 759,1 | 10,8 | 1,16 |
| 444 | 50,4 | 758,7 | 10,4 | 1,26 |
| 445 | 51,0 | 759,1 | 10,4 | 1,39 |
| 446 | 51,5 | 758,7 | 9,9 | 1,52 |
| 447 | 52,7 | 758,7 | 10,3 | 1,87 |
| 448 | 53,8 | 758,7 | 9,7 | 2,43 |
| 449 | 31,0 | 759,5 | 28,5 | 2,10 |
| 450 | 31,6 | 759,9 | 26,3 | 5,18 |
| 451 | 32,1 | 759,5 | 25,7 | 5,53 |
| 452 | 32,7 | 759,9 | 27,2 | 5,46 |
| 453 | 33,3 | 759,5 | 26,5 | 5,74 |
| 454 | 33,8 | 759,9 | 26,2 | 6,42 |
| 455 | 34,4 | 759,5 | 23,9 | 14,93 |
| 456 | 35,0 | 759,9 | 25,2 | 9,82 |
| 457 | 35,6 | 759,5 | 24,5 | 13,75 |
| 458 | 36,1 | 759,9 | 21,4 | 0,47 |
| 459 | 36,7 | 759,5 | 19,4 | 0,44 |
| 460 | 37,3 | 759,9 | 20,6 | 0,52 |
| 461 | 37,8 | 759,5 | 18,7 | 0,48 |
| 462 | 38,4 | 759,9 | 19,7 | 0,59 |
| 463 | 39,0 | 759,5 | 17,8 | 0,56 |
| 464 | 39,5 | 759,9 | 17,3 | 0,55 |
| 465 | 40,1 | 759,5 | 18,0 | 0,59 |
| 466 | 40,7 | 759,9 | 16,3 | 0,58 |
| 467 | 41,3 | 759,5 | 15,6 | 0,66 |
| 468 | 41,8 | 759,9 | 16,5 | 0,66 |
| 469 | 42,4 | 759,5 | 15,9 | 0,71 |
| 470 | 43,0 | 759,9 | 15,5 | 0,68 |
| 471 | 43,5 | 759,5 | 14,8 | 0,63 |
| 472 | 44,1 | 759,9 | 14,4 | 0,80 |
| 473 | 44,7 | 759,5 | 13,8 | 0,76 |
| 474 | 45,3 | 759,9 | 13,4 | 0,78 |
| 475 | 45,8 | 759,5 | 12,8 | 0,79 |
| 476 | 46,4 | 759,9 | 13,8 | 1,06 |
| 477 | 47,0 | 759,5 | 13,1 | 0,93 |
| 478 | 47,5 | 759,9 | 12,8 | 0,98 |
| 479 | 48,1 | 759,5 | 12,1 | 1,01 |
| 480 | 48,7 | 759,9 | 11,9 | 1,03 |
| 481 | 49,2 | 759,5 | 12,6 | 1,21 |
| 482 | 49,8 | 759,9 | 12,6 | 1,30 |
| 483 | 50,4 | 759,5 | 12,0 | 1,37 |
| 484 | 51,0 | 759,9 | 11,9 | 1,49 |
| 485 | 51,5 | 759,5 | 11,4 | 1,59 |
| 486 | 52,1 | 759,9 | 11,4 | 1,77 |
| 487 | 52,7 | 759,5 | 10,8 | 1,94 |
| 488 | 53,2 | 759,9 | 10,8 | 2,26 |
| 489 | 53,8 | 759,5 | 10,3 | 2,57 |
| 490 | 31,0 | 760,3 | 28,8 | 2,12 |
| 491 | 31,6 | 760,7 | 28,4 | 4,79 |
| 492 | 32,1 | 760,3 | 26,1 | 5,73 |
| 493 | 32,7 | 760,7 | 25,8 | 6,70 |
| 494 | 33,3 | 760,3 | 25,2 | 7,93 |
| 495 | 33,8 | 760,7 | 26,5 | 6,96 |
| 496 | 34,4 | 760,3 | 24,3 | 18,28 |
| 497 | 35,0 | 760,7 | 22,6 | 0,49 |
| 498 | 35,6 | 760,3 | 22,0 | 0,45 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 499 | 36,1 | 760,7 | 20,5 | 0,47 |
| 500 | 36,7 | 760,3 | 19,9 | 0,44 |
| 501 | 37,3 | 760,7 | 19,7 | 0,56 |
| 502 | 37,8 | 760,3 | 19,1 | 0,48 |
| 503 | 38,4 | 760,7 | 18,6 | 0,61 |
| 504 | 39,0 | 760,3 | 18,0 | 0,57 |
| 505 | 39,5 | 760,7 | 18,9 | 0,64 |
| 506 | 40,1 | 760,3 | 18,2 | 0,61 |
| 507 | 40,7 | 760,7 | 17,8 | 0,60 |
| 508 | 41,3 | 760,3 | 17,2 | 0,63 |
| 509 | 41,8 | 760,7 | 16,8 | 0,67 |
| 510 | 42,4 | 760,3 | 16,1 | 0,65 |
| 511 | 43,0 | 760,7 | 15,8 | 0,71 |
| 512 | 43,5 | 760,3 | 16,5 | 0,74 |
| 513 | 44,1 | 760,7 | 14,7 | 0,75 |
| 514 | 44,7 | 760,3 | 14,1 | 0,75 |
| 515 | 45,3 | 760,7 | 15,1 | 0,83 |
| 516 | 45,8 | 760,3 | 14,5 | 0,86 |
| 517 | 46,4 | 760,7 | 15,6 | 1,09 |
| 518 | 47,0 | 760,3 | 13,5 | 0,96 |
| 519 | 47,5 | 760,7 | 13,2 | 0,97 |
| 520 | 48,1 | 760,3 | 12,5 | 1,00 |
| 521 | 50,4 | 760,3 | 12,5 | 1,40 |
| 522 | 51,0 | 760,7 | 12,5 | 1,53 |
| 523 | 51,5 | 760,3 | 11,9 | 1,64 |
| 524 | 52,1 | 760,7 | 11,9 | 1,85 |
| 525 | 52,7 | 760,3 | 11,4 | 2,04 |
| 526 | 53,2 | 760,7 | 11,4 | 2,41 |
| 527 | 31,0 | 761,1 | 27,3 | 5,03 |
| 528 | 31,6 | 761,5 | 28,8 | 4,89 |
| 529 | 32,1 | 761,1 | 26,4 | 5,85 |
| 530 | 32,7 | 761,5 | 26,2 | 7,53 |
| 531 | 33,3 | 761,1 | 27,2 | 6,15 |
| 532 | 33,8 | 761,5 | 26,9 | 7,39 |
| 533 | 34,4 | 761,1 | 24,7 | 18,43 |
| 534 | 35,0 | 761,5 | 23,1 | 0,49 |
| 535 | 35,6 | 761,1 | 22,4 | 0,52 |
| 536 | 36,1 | 761,5 | 21,0 | 0,48 |
| 537 | 36,7 | 761,1 | 20,3 | 0,47 |
| 538 | 37,3 | 761,5 | 19,9 | 0,51 |
| 539 | 37,8 | 761,1 | 19,3 | 0,49 |
| 540 | 38,4 | 761,5 | 20,2 | 0,59 |
| 541 | 39,0 | 761,1 | 19,5 | 0,56 |
| 542 | 39,5 | 761,5 | 20,5 | 0,67 |
| 543 | 40,1 | 761,1 | 18,5 | 0,58 |
| 544 | 40,7 | 761,5 | 19,5 | 0,69 |
| 545 | 41,3 | 761,1 | 17,4 | 0,65 |
| 546 | 41,8 | 761,5 | 17,1 | 0,65 |
| 547 | 42,4 | 761,1 | 16,4 | 0,67 |
| 548 | 43,0 | 761,5 | 16,1 | 0,70 |
| 549 | 43,5 | 761,1 | 15,4 | 0,73 |
| 550 | 44,1 | 761,5 | 16,5 | 0,79 |
| 551 | 44,7 | 761,1 | 15,8 | 0,80 |
| 552 | 45,3 | 761,5 | 15,5 | 0,88 |
| 553 | 45,8 | 761,1 | 14,8 | 0,87 |
| 554 | 46,4 | 761,5 | 14,6 | 0,93 |
| 555 | 47,0 | 761,1 | 13,9 | 0,95 |
| 556 | 48,7 | 761,5 | 14,3 | 1,21 |
| 557 | 49,2 | 761,1 | 13,6 | 1,26 |
| 558 | 49,8 | 761,5 | 13,6 | 1,35 |
| 559 | 50,4 | 761,1 | 13,0 | 1,43 |
| 560 | 51,0 | 761,5 | 13,0 | 1,58 |
| 561 | 51,5 | 761,1 | 12,5 | 1,70 |
| 562 | 52,7 | 761,1 | 12,0 | 2,14 |
| 563 | 53,2 | 761,5 | 12,1 | 2,60 |
| 564 | 53,8 | 761,1 | 11,5 | 3,01 |
| 565 | 31,0 | 761,9 | 29,4 | 4,65 |
| 566 | 31,6 | 762,3 | 29,1 | 4,99 |
| 567 | 32,1 | 761,9 | 28,5 | 5,38 |
| 568 | 32,7 | 762,3 | 28,2 | 6,00 |
| 569 | 33,3 | 761,9 | 26,0 | 11,53 |
| 570 | 33,8 | 762,3 | 24,3 | 0,45 |
| 571 | 34,4 | 761,9 | 23,7 | 0,57 |
| 572 | 35,0 | 762,3 | 23,5 | 0,54 |
| 573 | 35,6 | 761,9 | 22,9 | 0,57 |
| 574 | 36,1 | 762,3 | 22,6 | 0,53 |
| 575 | 36,7 | 761,9 | 21,9 | 0,54 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|-------|
| 576 | 37,3 | 762,3 | 21,5 | 0,55 |
| 577 | 37,8 | 761,9 | 20,8 | 0,53 |
| 578 | 38,4 | 762,3 | 20,5 | 0,62 |
| 579 | 39,0 | 761,9 | 19,8 | 0,64 |
| 580 | 39,5 | 762,3 | 19,4 | 0,64 |
| 581 | 40,1 | 761,9 | 18,8 | 0,66 |
| 582 | 40,7 | 762,3 | 18,4 | 0,65 |
| 583 | 41,3 | 761,9 | 17,7 | 0,68 |
| 584 | 41,8 | 762,3 | 18,8 | 0,82 |
| 585 | 42,4 | 761,9 | 18,1 | 0,83 |
| 586 | 43,0 | 762,3 | 17,8 | 0,76 |
| 587 | 43,5 | 761,9 | 17,2 | 0,83 |
| 588 | 44,1 | 762,3 | 16,9 | 0,79 |
| 589 | 44,7 | 761,9 | 16,2 | 0,92 |
| 590 | 45,3 | 762,3 | 15,9 | 0,88 |
| 591 | 45,8 | 761,9 | 15,2 | 0,91 |
| 592 | 46,4 | 762,3 | 15,0 | 0,91 |
| 593 | 48,1 | 761,9 | 15,0 | 1,17 |
| 594 | 48,7 | 762,3 | 14,8 | 1,23 |
| 595 | 49,8 | 762,3 | 14,1 | 1,38 |
| 596 | 50,4 | 761,9 | 13,6 | 1,47 |
| 597 | 31,0 | 762,7 | 29,8 | 4,66 |
| 598 | 31,6 | 763,2 | 27,9 | 6,02 |
| 599 | 32,1 | 762,7 | 28,8 | 5,56 |
| 600 | 32,7 | 763,2 | 28,6 | 6,14 |
| 601 | 33,3 | 762,7 | 26,4 | 15,76 |
| 602 | 33,8 | 763,2 | 24,8 | 0,50 |
| 603 | 34,4 | 762,7 | 24,2 | 0,48 |
| 604 | 35,0 | 763,2 | 23,9 | 0,51 |
| 605 | 35,6 | 762,7 | 24,6 | 0,55 |
| 606 | 36,1 | 763,2 | 22,8 | 0,57 |
| 607 | 36,7 | 762,7 | 22,2 | 0,58 |
| 608 | 37,3 | 763,2 | 21,8 | 0,54 |
| 609 | 37,8 | 762,7 | 21,1 | 0,55 |
| 610 | 38,4 | 763,2 | 20,7 | 0,60 |
| 611 | 39,0 | 762,7 | 20,1 | 0,54 |
| 612 | 39,5 | 763,2 | 21,2 | 0,67 |
| 613 | 40,1 | 762,7 | 19,1 | 0,63 |
| 614 | 40,7 | 763,2 | 18,7 | 0,72 |
| 615 | 41,3 | 762,7 | 18,0 | 0,67 |
| 616 | 41,8 | 763,2 | 19,2 | 0,80 |
| 617 | 42,4 | 762,7 | 18,5 | 0,75 |
| 618 | 43,0 | 763,2 | 18,2 | 0,88 |
| 619 | 43,5 | 762,7 | 17,5 | 0,82 |
| 620 | 44,1 | 763,2 | 17,3 | 0,81 |
| 621 | 44,7 | 762,7 | 16,6 | 0,86 |
| 622 | 45,3 | 763,2 | 16,3 | 0,88 |
| 623 | 45,8 | 762,7 | 15,7 | 0,90 |
| 624 | 47,0 | 762,7 | 16,3 | 1,11 |
| 625 | 49,8 | 763,2 | 14,7 | 1,42 |
| 626 | 31,0 | 763,6 | 28,5 | 5,45 |
| 627 | 31,6 | 764,0 | 28,3 | 6,43 |
| 628 | 32,1 | 763,6 | 29,2 | 5,73 |
| 629 | 32,7 | 764,0 | 27,5 | 13,46 |
| 630 | 33,3 | 763,6 | 25,4 | 0,51 |
| 631 | 33,8 | 764,0 | 25,2 | 0,53 |
| 632 | 34,4 | 763,6 | 24,5 | 0,54 |
| 633 | 35,0 | 764,0 | 24,1 | 0,54 |
| 634 | 35,6 | 763,6 | 23,5 | 0,55 |
| 635 | 36,1 | 764,0 | 23,1 | 0,56 |
| 636 | 36,7 | 763,6 | 22,4 | 0,63 |
| 637 | 37,3 | 764,0 | 22,1 | 0,57 |
| 638 | 37,8 | 763,6 | 21,4 | 0,65 |
| 639 | 38,4 | 764,0 | 21,0 | 0,59 |
| 640 | 39,0 | 763,6 | 20,4 | 0,66 |
| 641 | 39,5 | 764,0 | 21,5 | 0,67 |
| 642 | 40,1 | 763,6 | 19,4 | 0,63 |
| 643 | 40,7 | 764,0 | 20,5 | 0,68 |
| 644 | 41,3 | 763,6 | 19,8 | 0,73 |
| 645 | 41,8 | 764,0 | 19,6 | 0,80 |
| 646 | 42,4 | 763,6 | 18,9 | 0,79 |
| 647 | 43,0 | 764,0 | 18,6 | 0,88 |
| 648 | 43,5 | 763,6 | 17,9 | 0,88 |
| 649 | 44,1 | 764,0 | 17,7 | 0,85 |
| 650 | 44,7 | 763,6 | 18,6 | 0,95 |
| 651 | 45,3 | 764,0 | 18,4 | 0,93 |
| 652 | 45,8 | 763,6 | 17,7 | 1,03 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|------|
| 653 | 46,4 | 764,0 | 17,5 | 1,04 |
| 654 | 47,0 | 763,6 | 16,8 | 1,13 |
| 655 | 47,5 | 764,0 | 16,7 | 1,16 |
| 656 | 49,2 | 763,6 | 15,2 | 1,34 |
| 657 | 31,0 | 764,4 | 30,6 | 5,11 |
| 658 | 31,6 | 764,8 | 30,3 | 5,47 |
| 659 | 32,1 | 764,4 | 28,1 | 9,12 |
| 660 | 32,7 | 764,8 | 26,5 | 0,51 |
| 661 | 33,3 | 764,4 | 25,8 | 0,48 |
| 662 | 33,8 | 764,8 | 25,4 | 0,53 |
| 663 | 34,4 | 764,4 | 24,8 | 0,54 |
| 664 | 35,0 | 764,8 | 24,4 | 0,54 |
| 665 | 35,6 | 764,4 | 25,2 | 0,60 |
| 666 | 36,1 | 764,8 | 23,4 | 0,60 |
| 667 | 36,7 | 764,4 | 22,7 | 0,62 |
| 668 | 37,3 | 764,8 | 22,4 | 0,62 |
| 669 | 37,8 | 764,4 | 21,7 | 0,63 |
| 670 | 38,4 | 764,8 | 21,3 | 0,59 |
| 671 | 39,0 | 764,4 | 22,2 | 0,73 |
| 672 | 39,5 | 764,8 | 21,9 | 0,65 |
| 673 | 40,1 | 764,4 | 21,2 | 0,73 |
| 674 | 40,7 | 764,8 | 20,9 | 0,74 |
| 675 | 41,3 | 764,4 | 20,2 | 0,74 |
| 676 | 41,8 | 764,8 | 19,9 | 0,81 |
| 677 | 42,4 | 764,4 | 19,3 | 0,81 |
| 678 | 43,0 | 764,8 | 19,0 | 0,83 |
| 679 | 44,1 | 764,8 | 18,1 | 0,84 |
| 680 | 44,7 | 764,4 | 19,0 | 0,98 |
| 681 | 45,3 | 764,8 | 18,9 | 1,01 |
| 682 | 47,5 | 764,8 | 17,2 | 1,18 |
| 683 | 48,1 | 764,4 | 16,5 | 1,23 |
| 684 | 48,7 | 764,8 | 16,4 | 1,31 |
| 685 | 49,2 | 764,4 | 15,8 | 1,38 |
| 686 | 31,0 | 765,2 | 31,0 | 5,11 |
| 687 | 31,6 | 765,6 | 29,2 | 8,44 |
| 688 | 32,1 | 765,2 | 27,1 | 0,50 |
| 689 | 32,7 | 765,6 | 26,8 | 0,49 |
| 690 | 33,3 | 765,2 | 26,1 | 0,49 |
| 691 | 33,8 | 765,6 | 25,7 | 0,53 |
| 692 | 34,4 | 765,2 | 25,1 | 0,53 |
| 693 | 35,0 | 765,6 | 26,2 | 0,59 |
| 694 | 35,6 | 765,2 | 24,0 | 0,60 |
| 695 | 36,1 | 765,6 | 23,7 | 0,60 |
| 696 | 36,7 | 765,2 | 24,5 | 0,63 |
| 697 | 37,3 | 765,6 | 25,7 | 0,69 |
| 698 | 37,8 | 765,2 | 22,0 | 0,63 |
| 699 | 38,4 | 765,6 | 23,2 | 0,65 |
| 700 | 39,0 | 765,2 | 22,5 | 0,69 |
| 701 | 39,5 | 765,6 | 22,2 | 0,67 |
| 702 | 40,1 | 765,2 | 21,6 | 0,74 |
| 703 | 40,7 | 765,6 | 21,3 | 0,75 |
| 704 | 41,3 | 765,2 | 22,2 | 0,88 |
| 705 | 41,8 | 765,6 | 20,4 | 0,78 |
| 706 | 42,4 | 765,2 | 19,7 | 0,79 |
| 707 | 43,0 | 765,6 | 19,4 | 0,82 |
| 708 | 43,5 | 765,2 | 18,8 | 0,83 |
| 709 | 44,1 | 765,6 | 20,2 | 0,97 |
| 710 | 44,7 | 765,2 | 19,5 | 1,01 |
| 711 | 45,3 | 765,6 | 19,4 | 1,02 |
| 712 | 45,8 | 765,2 | 18,7 | 1,06 |
| 713 | 46,4 | 765,6 | 18,6 | 1,11 |
| 714 | 47,5 | 765,6 | 17,8 | 1,20 |
| 715 | 48,1 | 765,2 | 17,1 | 1,25 |
| 716 | 31,0 | 766,0 | 31,4 | 5,28 |
| 717 | 31,6 | 766,4 | 28,1 | 0,51 |
| 718 | 32,1 | 766,0 | 27,4 | 0,51 |
| 719 | 32,7 | 766,4 | 27,0 | 0,49 |
| 720 | 33,3 | 766,0 | 26,4 | 0,57 |
| 721 | 33,8 | 766,4 | 26,0 | 0,53 |
| 722 | 34,4 | 766,0 | 25,4 | 0,54 |
| 723 | 35,0 | 766,4 | 25,0 | 0,55 |
| 724 | 35,6 | 766,0 | 24,3 | 0,60 |
| 725 | 36,1 | 766,4 | 24,0 | 0,61 |
| 726 | 36,7 | 766,0 | 23,3 | 0,62 |
| 727 | 37,3 | 766,4 | 24,6 | 0,66 |
| 728 | 37,8 | 766,0 | 23,9 | 0,70 |
| 729 | 38,4 | 766,4 | 23,6 | 0,71 |

| | | | | |
|-----|------|-------|------|------|
| 730 | 39,0 | 766,0 | 22,9 | 0,70 |
| 731 | 39,5 | 766,4 | 22,6 | 0,66 |
| 732 | 40,1 | 766,0 | 22,0 | 0,71 |
| 733 | 40,7 | 766,4 | 21,7 | 0,74 |
| 734 | 41,3 | 766,0 | 21,0 | 0,83 |
| 735 | 41,8 | 766,4 | 20,8 | 0,80 |
| 736 | 42,4 | 766,0 | 20,1 | 0,82 |
| 737 | 43,0 | 766,4 | 21,6 | 0,90 |
| 738 | 43,5 | 766,0 | 20,9 | 0,94 |
| 739 | 44,7 | 766,0 | 20,0 | 1,02 |
| 740 | 45,3 | 766,4 | 19,9 | 1,06 |
| 741 | 46,4 | 766,4 | 19,1 | 1,13 |
| 742 | 47,0 | 766,0 | 18,4 | 1,16 |
| 743 | 47,5 | 766,4 | 18,3 | 1,23 |
| 744 | 48,1 | 766,0 | 17,7 | 1,28 |
| 745 | 31,0 | 766,8 | 28,7 | 0,51 |
| 746 | 32,1 | 766,8 | 27,7 | 0,52 |
| 747 | 33,3 | 766,8 | 28,2 | 0,58 |
| 748 | 34,4 | 766,8 | 25,7 | 0,60 |
| 749 | 35,6 | 766,8 | 26,2 | 0,62 |
| 750 | 36,7 | 766,8 | 25,2 | 0,63 |
| 751 | 37,8 | 766,8 | 24,3 | 0,67 |
| 752 | 39,0 | 766,8 | 23,3 | 0,73 |
| 753 | 40,1 | 766,8 | 22,4 | 0,74 |
| 754 | 41,3 | 766,8 | 21,4 | 0,80 |
| 755 | 43,5 | 766,8 | 21,4 | 0,98 |
| 756 | 44,7 | 766,8 | 20,6 | 1,03 |
| 757 | 47,0 | 766,8 | 19,0 | 1,18 |

Planimetria

