

**Comune di Pietrafitta  
(Provincia di Cosenza)**

**Studio Geologico e  
di Pericolosità Sismica di Base**

**Progetto:** lavori di messa in sicurezza aree in dissesto geomorfologico localizzate nelle località Franconi, Vicinanza, Campitello e Dota

**Committente:** Amministrazione Comunale

Il Geologo  
Marco Eraldo Le Pera



Agosto 2020

Indice	Pag.
Introduzione	2
Riferimenti Normativi	5
Inquadramento Geologico	7
Quadro Geomorfologico	14
Quadro Idrologico	16
Inquadramento Idro-pluviometrico	22
Inquadramento P.A.I.	38
Indagini Geognostiche e Analisi dei Dati	41
Modello Geologico -Geotecnico	57
Pericolosità Sismica Locale	59
<i>Sismicità storica dell'area</i>	60
<i>Zonazione sismica nazionale</i>	63
<i>Zone sismogenetiche</i>	65
<i>Risposta sismica Locale</i>	68
<i>Pericolosità sismica di base</i>	69
<i>Vita nominale, Classe d'uso e periodo di riferimento</i>	70
<i>Amplificazione topografica</i>	72
<i>Individuazione della pericolosità dei sito</i>	73
Conclusioni	80
ALLEGATI	

scala

## ALLEGATI

Stralcio Geologico 1:25.000

Stralcio Topografico 1:10.000

Ubicazioni Indagini Geognostiche

Area A: Franconi

Area B: Vicinanzo

Area C: Campitello

Area D: Dota

Stralcio Geomorfologico Campitello 1:5.000

Planimetria Sezioni 1:500

Sezioni Geologiche-Geotecniche

Stralci Piani Quotati su Catastale

Indagini geofisiche eseguite con allegati grafici

Indagini geotecniche eseguite con allegati grafici

## INTRODUZIONE

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Pietrafitta (CS), con determina dell'UTC N 31 del 03/06/2020, il sottoscritto Dr. Geol. Marco Eraldo Le Pera, regolarmente iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Calabria, con il numero di riferimento 900, ha redatto la presente relazione geologica e di sismicità di base per la verifica del contesto geologico, geomorfologico, sismico e idrologico per la realizzazione di opere di drenaggio, captazione, canalizzazione e regimazione idraulica finalizzate alla messa in sicurezza di aree a rischio geomorfologico.

Il presente studio, redatto a corredo del progetto definitivo, ha come scopo il corretto inquadramento dei seguenti siti di intervento:

- *Area A: località Franconi*
- *Area B: località Vicinanzo*
- *Area C: località Campitello*
- *Area D: località Dota*

La tipologie di opere da realizzare nelle quattro aree di intervento sono state pianificate analizzando gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici al fine di poter valutare e stabilire alcune scelte tecniche per il buon esito degli interventi.

Le aree di studio, ubicate all'interno del territorio di Pietrafitta sono inquadrate ed identificate negli allegati cartografici parte integrante delle presente relazione:

- Intervento A: località Franconi: realizzazione di canalizzazioni superficiali e di condotte interrato e semi interrato per la captazione, la canalizzazione e l'allontanamento delle acque meteoriche e di ruscellamento verso un impluvio naturale discendente nel Torrente Colico;

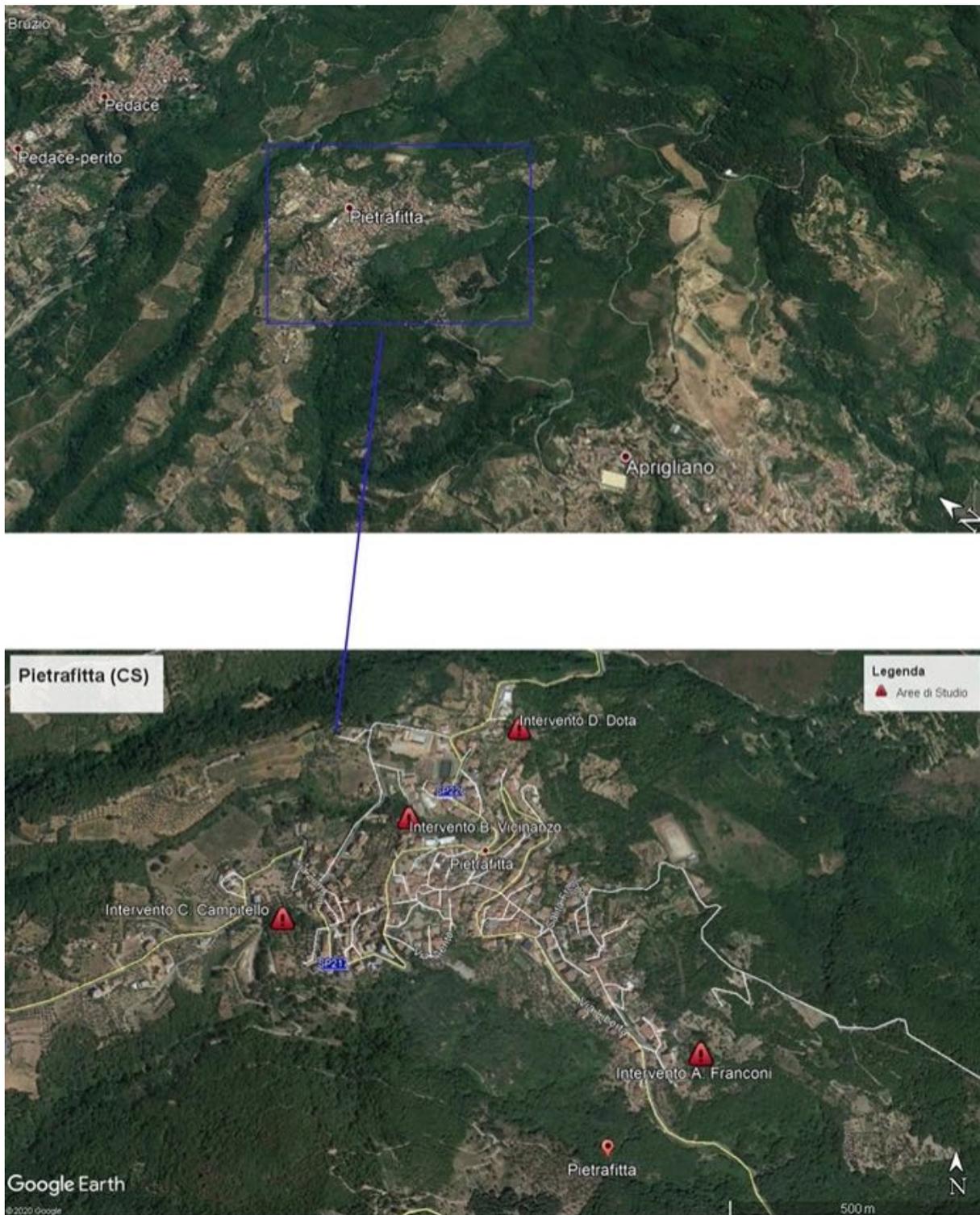
-Intervento B: località Vicinanzo; perimetrazione e riqualificazione dell'alveo naturale del vallone Vicinanzo con la realizzazione di canali, fossi di guardia ed opere di stabilizzazione degli argini naturali per il corretto drenaggio e deflusso delle acque meteoriche;

Intervento C: località Campitello; regimazione idraulica dell'impluvio naturale unito ad opere puntuali di stabilizzazione degli argini naturali soggetti a rischio geomorfologico;

Intervento D: località Dota: realizzazione di canalizzazioni superficiali per l'allontanamento delle acque meteoriche e di ruscellamento verso un impluvio naturale discendente nel Torrente Ispica;

Le immagini seguenti mostrano l'ubicazione dei siti di intervento da foto aeree

Foto 1: Ubicazione Interventi



Per il corretto inquadramento delle aree di studio si è proceduto ad un rilevamento geologico e geomorfologico dell'area, alla ricerca di indagini e studi presenti in bibliografia unitamente alle relazioni geologiche tecniche ed alla realizzazione di indagini geognostiche che hanno riguardato la realizzazione di manufatti in aree adiacenti.

Inoltre per definire le proprietà fisiche – meccaniche, le caratteristiche litologiche e sismostratigrafiche, gli spessori della coltre alterata e le quote plano-altimetriche delle aree interessate dagli interventi sono state effettuate diverse indagini in situ, sia dirette che indirette che hanno fornito dati utili alla realizzazione del presente studio e che sono di seguito elencate:

- N° 11 prospezioni di sismica a rifrazione con un numero di canali da 12 a 24 e spazio intergeofonico fra 1 e 3 metri finalizzati alla definizione delle velocità delle onde P ( VP) e dell'inquadramento sismostratigrafico superficiale;
- N° 4 prospezione di sismica a rifrazione di tipo Masw per la definizione delle velocità di propagazione delle onde S e per stabilire la Vs equivalente e la tipologia di suolo di fondazione;
- N° 3 indagini penetrometriche dinamiche medie e N° 3 indagini penetrometriche dinamiche superpesanti per comprendere alcuni parametri geotecnici e conoscere lo stato di addensamento dei terreni investigati
- Realizzazione di N°4 piani quotati plano-altimetrici

### **RIFERIMENTI NORMATIVI**

- *Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*
- *D.M. LL.PP. 3 Marzo 1975: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;*
- *D.M. LL.PP. del 11 Marzo 1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;*
- *Circolare Ministero LL.PP. 24 Settembre 1988 n. 30483: Legge 2 Febbraio 1974, n. 64; D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni*

*per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;*

- *Circolare Ministero LL.PP. 9 Gennaio 1996 n. 218/24/3: Legge 2 Febbraio 1974, n. 64; D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;*
- *D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;*
- *Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 n. 65/AA.GG.: Istruzioni per l'applicazione delle - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 -;*
- *Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e succ. modifiche ed integrazioni : Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;*
- *Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3 maggio 2005 n. 3431  
Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica». (Ordinanza n. 3431)*
- *Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006 n. 3519  
Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone. (Ordinanza n. 3519)*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008  
Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*
- *Eurocodice 7: parte 1 - Regole generali -;*
- *Eurocodice 8: parte 5 - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici -*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture 6 maggio 2008  
Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove «Norme tecniche per le costruzioni»*
- *Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 02 Febbraio 2009 n.617 CSLP*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018  
Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni NTC2018*

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le aree di intervento sono ubicate nel territorio di Pietrafitta, in un settore territoriale di tipo montano. Essa si inserisce nel contesto territoriale dell'altopiano silano e geologicamente appartiene a quelle che sono le formazioni che lo compongono.

Le aree oggetto di studio sono inquadrare in quelle che sono le propaggini più occidentali del rilievo della Sila calabrese, quest'ultima, costituita essenzialmente da rocce cristalline e metamorfiche di medio alto grado, di origine Paleozoica, sovrastate in discordanza stratigrafica nel settore occidentale e nelle aree vallive da formazioni sedimentarie postorogene conglomeratiche e da sedimenti colluviali neogenici. Questo complesso di formazioni appartiene al Complesso Calabride.

La geologia del territorio può essere divisa in 3 diverse aree ( stralcio Carta Geologica allegata):

- il basamento ( Paleozoico) si ritrova sia in affioramento nelle zone più orientali del territorio di Pietrafitta che nelle aree basali più a valle ed è costituito da rocce di alto grado metamorfico composto prevalentemente da gneiss e paragneiss con locali inclusioni di graniti. Si presentano alterati con aree cataclastiche con sporadiche vene pagmatitici con spessori variabili fra 0,20 e 2,00 metri;

- un' area intermedia ( Paleozoico) ove si ritrovano le rocce di medio grado metamorfico caratterizzati da scisti e scisti filladici di colore grigio chiaro a grigio scuro con frequenti venature di quarzo e feldspato.

-una unità conglomeratica appartenente al ciclo sedimentario post-orogene del Pliocene Superiore(Calabriano) composto prevalentemente da clasti eterometrici immersi in matrice sabbiosa-limosa di colore bruno-rossastro.

Il contatto fra le due unità metamorfiche del basamento e della fascia intermedia avviene per sovrascorrimento, mentre il contatto stratigrafico fra la formazione conglomeratica e gli scisti paleozoici è di tipo discordante e trasgressivo.

Inoltre in tutte le aree di impluvio del territorio si ritrovano sedimenti recenti, neozoici, composti da materiali eluvio-colluviali e da sedimenti detritici.

Le aree di studio sono ubicate:

- nel Foglio 236 I NE - Spezzano della Sila in scala 1:25.000, della carta geologica della Calabria e nel Foglio 236 I NE sez. C – Pedace in scala 1:10.000, della carta topografica d'Italia, editate dalla cassa per il mezzogiorno;
- nella Tavola 560093 della Carta Tecnica Regionale della Calabria in scala 1:5.000;

Le aree di studio, ubicate nella tavole, mostrano le seguenti caratteristiche

### **Area A : Località Franconi**

E' individuata nel settore sud-ovest dello sparti acque topografico che divide i bacini del torrente Ispica e del Canale Colico, nella porzione più orientale situata a monte della località Cappuccini ove si riscontra la presenza del complesso cristallino Paleozoico, costituito da scisti filladici quarzoso-sericitici-cloritici di colore grigio verdastro, con locali bande quarzitiche verde-chiaro e locali intercalazioni di scisti quarzosi. Tale complesso può contenere vene o segregazioni di quarzo, anche centimetriche, parallele alla scistosità.

Questa formazione nella porzione più sommitale presenta livelli alterati caratterizzate da croste rossastre, derivanti dall'ossidazione dei minerali ferrosi con fenomeni di argillificazione. Questi depositi presentano una discreta resistenza all'erosione che si riduce in corrispondenza delle zone di fatturazione. La permeabilità è generalmente bassa con aumento della stessa nelle zone di alterazione e fratturazione.



*Foto 2: Aree di Intervento – Località Franconi*

Area B: località Vicinanza

L'area di studio è rappresentata da una valle stretta con un impluvio centrale ubicata nella porzione di nord-ovest dell'abitato di Pietrafitta. La zona della corona, interamente urbanizzata, ha una larghezza di 35 metri e discende verso valle, per una lunghezza di 200 metri, sino alla strada comunale San Umile da Bisignano. La valle è caratterizzata da diversi gradini morfologici che discendono verso valle in direzione ovest. Le sponde naturali, nella zona centrale della valle, sia a sinistra che a destra idrografica, si presentano con falesie verticali e sub verticali. Le formazioni affioranti sono composte prevalentemente da scisti filladici con coltri di alterazioni di spessore variabile da 2,00 a 4,00 metri composte da sabbie limose e ghiaiose che rappresentano la coltre di alterazione della formazione sottostante. La stabilità globale dell'intera area di intervento è legata sia allo stato di conservazione che di alterazione delle rocce metamorfiche di base. In generale l'area del vallone Vicinanza presenta una buona stabilità globale dei luoghi ad eccezione di una porzione ubicata in sinistra idrografica ove si denota un fenomeno di dilavamento e/o scivolamento superficiale, legato sia alla mancanza di una adeguata regimazione delle acque meteoriche che alla realizzazione di scavi e sbancamenti al piede della falesia sottostante.



Foto 3. Vallone Vicinanza con Sovrapposizione Catastale

### Area C: Località Campitello

La zona d'intervento è interessata per la maggior parte, come si evince dall'osservazione diretta, da affioramenti del complesso postorogeno appartenente al ciclo di sedimentazione di origine marina del Pliocene sup. (Calabriano), formato da conglomerati con elementi clastici eterometrici da sub-angolari ad arrotondati di natura cristallina (derivanti dal basamento sottostante), immersi in una matrice sabbioso-limosa e limo-sabbiosa. Si presentano molto alterati e talvolta in via di disfacimento. Nell'alveo del vallone Campitello, alla base dell'alveo si riscontra la formazione sottostante caratterizzata da scisti filladici di colore dal grigio chiaro al grigio scuro con livelli e venature argillificate e marcatamente alterati.

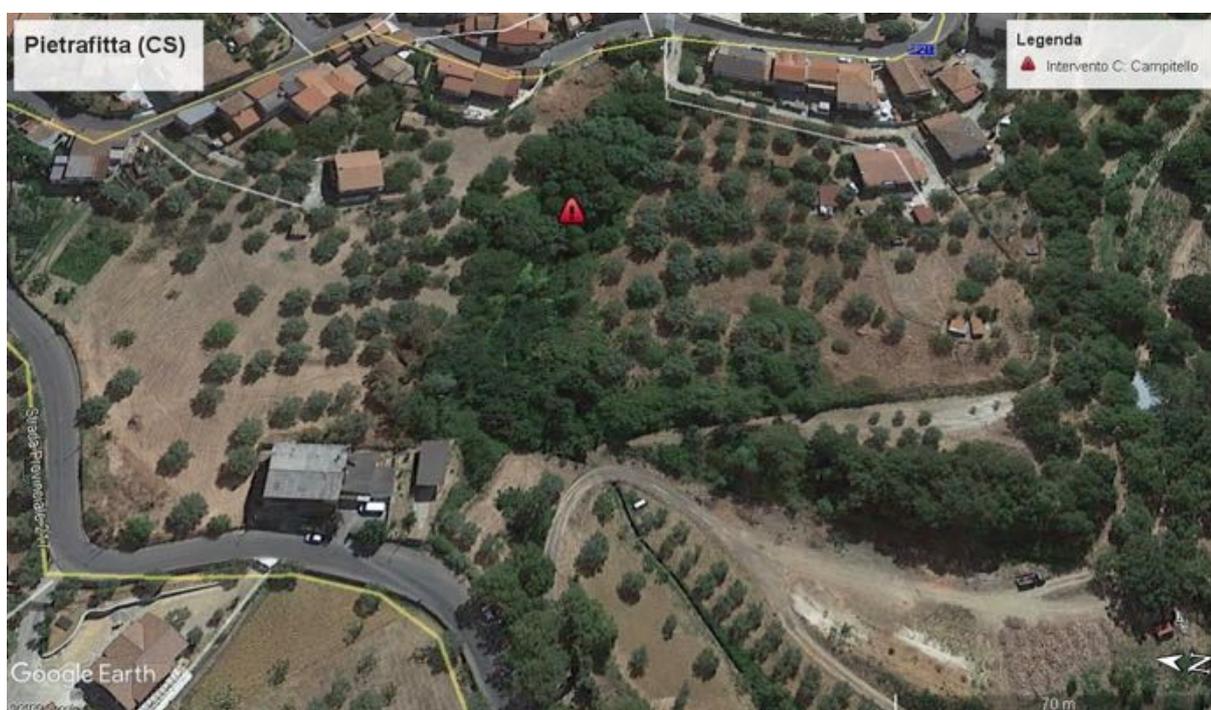
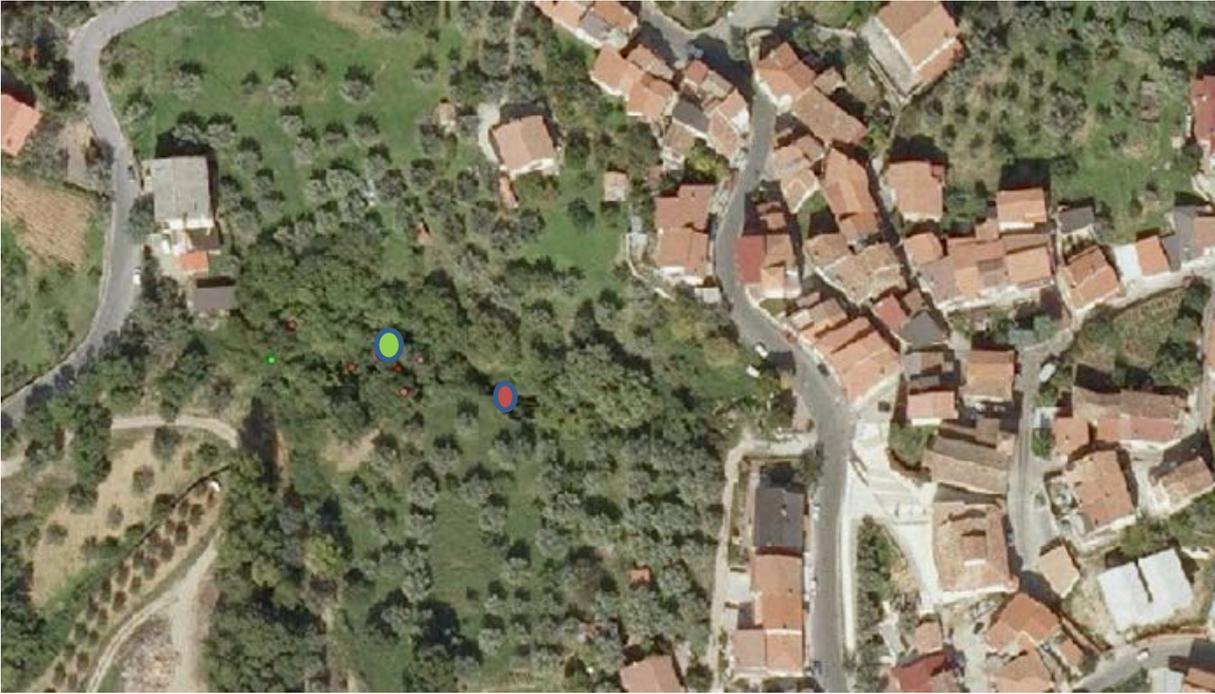


Foto 4. Inquadramento Area C. Campitello



*Foto 5: Area di Intervento Vallone Campitello*

**Foto 6.** Alveo Campitello  
Conglomerati



**Foto 7.** Contatto stratigrafico alveo Campitello  
Conglomerati – Scisti Alterati



Tale complesso, in genere ben costipato, presenta una discreta resistenza all'erosione ed una permeabilità legata allo stato di fratturazione.

#### Area D: Località Dota

L'area è caratterizzata da un impluvio discendente in direzione Nord/ovest ove è ubicato attualmente un fosso di guardia per il drenaggio delle acque meteoriche. L'area è ubicata sul complesso cristallino Paleozoico, costituito da scisti filladici quarzoso-sericitici-cloritici di colore grigio verdastro, con locali bande quarzitiche verde-chiaro e locali intercalazioni di scisti quarzosi. Tale complesso può contenere vene o segregazioni di quarzo, anche centimetriche, parallele alla scistosità.

Questa formazione nella porzione più sommitale presenta livelli alterati caratterizzate da croste rossastre, derivanti dall'ossidazione dei minerali ferrosi con fenomeni di argillificazione. Questi depositi presentano una discreta resistenza all'erosione che si riduce in corrispondenza delle zone di fatturazione. La permeabilità è generalmente bassa con aumento della stessa nelle zone di alterazione e fratturazione.

Attualmente nell'area si trova un canale ( fosso di guardia) che versa in condizioni di degrado e la sua canalizzazione è interrotta in diversi punti tali da indurne il deflusso incontrollato in direzione della massima pendenza e cioè verso l'agglomerato residenziale posto a valle. L'azione erosiva dovuta al ruscellamento delle acque meteoriche ha provocato e provoca fenomeni di dilavamento incontrollati sia di porzioni superficiali del versante che del manto stradale ove si convogliano. Attualmente in questo canale sono convogliate anche le acque meteoriche provenienti dalla strada carrabile di Via della Liberta situata a valle dall'area campo sportivo.

**Direzione di Deflusso Attuale**



Foto 8: Area di Intervento D con dettaglio *sotto bacino idrografico e direzione di deflusso*



Foto 9. Situazione attuale Area D



Foto 10. Canale di deflusso Area D.

## QUADRO GEOMORFOLOGICO

Le aree in esame sono inserite in un territorio prettamente di tipo montano e sono state modellate dagli eventi tettonici e di degradazione fisico chimica legata agli eventi meteorici.

La morfologia dell'area viene condizionata, tettonicamente dal sollevamento lungo le faglie che interessa tutta la regione Calabria e la Valle del Crati, tuttora in atto, che provoca un incremento continuo dell'energia del rilievo, con conseguente approfondimento del reticolo idrografico.

I versanti prospicienti i canali di erosione presentano fianchi ripidi e scoscesi e sono incisi da una serie di impluvi e fossi collettori che defluiscono, nelle due valli principali, le acque di ruscellamento superficiale: Campitello e Vicinanzo. A seconda dello stato di degradazione delle rocce imposte i fenomeni causati dall'azione meccanica e chimica delle acque di ruscellamento possono innescare sia processi di assestamento gravitativi che variazioni dell'inclinazione dei pendii presenti.

- nella porzione più orientale del territorio di Pietrafitta, a monte della località Franconi si individuano promontori con orientazione SE-NW dai fianchi molto ripidi ed aree di culminazione poco estese ed allungate;
- nella porzione occidentale, discendendo verso valle, si evidenziano aree più collinari caratterizzate da pendenze minori, di forma ristretta ed allungate secondo la direttrice Est-Ovest con la presenza di terrazzamenti trasversali al pendio

Nella carta geomorfologica allegata (*per la località Campitello*) sono evidenziati i fenomeni gravitativi potenzialmente in atto che possono incidere sulle tipologie e scelte progettuali.

In area Campitello, su tutto il fianco in destra idrografica del vallone omonimo si riscontrano dei movimenti gravitativi superficiali con cinematica di colata e scorrimento verso l'impluvio che ad oggi si presenta fortemente inciso con argini naturali sub verticali. Nell'impluvio l'azione erosiva delle acque di ruscellamento incidono sia la roccia di base alterata, affiorante sul fondo dell'alveo che sui fianchi, che le masse detritiche di sedimenti colluviali. Il fianco destro dell'alveo presenta, in diversi punti, instabilità dell'argine dovuto a scalzamento erosivo e sono evidenti nicchie di distacco di recenti scivolamenti superficiali.

Nell'area di intervento di Vicinanza si evidenziano dei piccoli segni di dissesto in atto, definibili come scivolamenti superficiali in aree che non sono cartografate dal PAI con livelli di rischio R2.

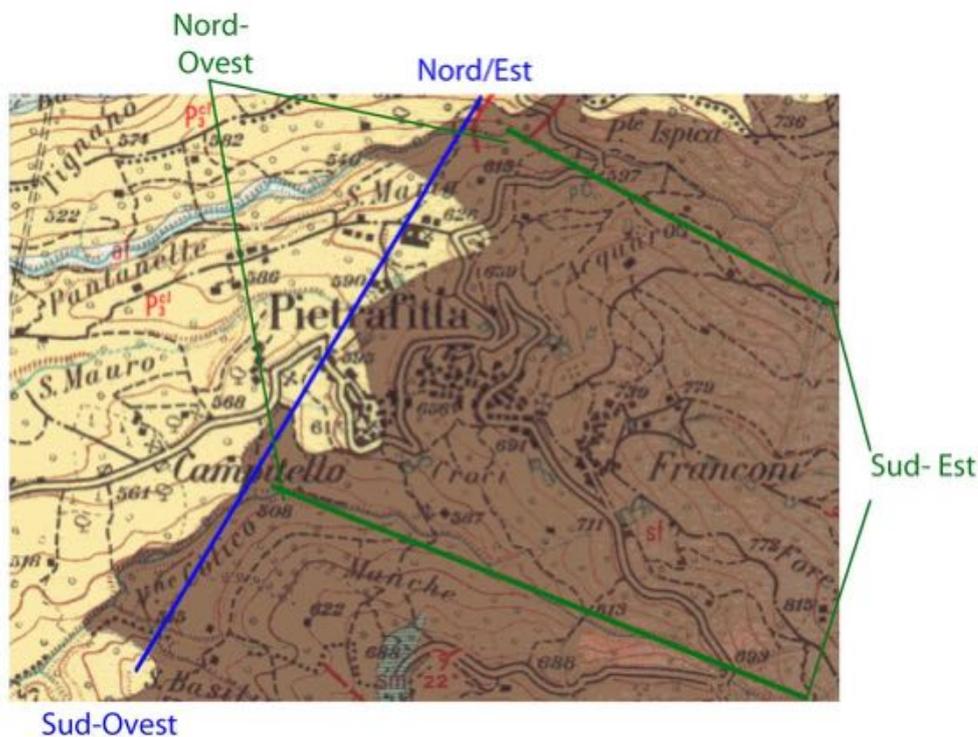
L'esistenza di questi fenomeni gravitativi è sicuramente legato all'azione erosiva delle acque meteoriche, specialmente lungo le aste torrentizie primarie, ed agli eventi sismo-tettonici che sono in grado di ri-attivare fenomeni gravitativi.

La coltre eluvio-colluviale ed i materiali di copertura riscontrati durante i sopralluoghi correlati con le indagini eseguite in tutte le aree di progetto mostrano spessori variabili, da pochi a diversi metri con granulometrie ghiaiose sabbiose debolmente limose sovrastanti metamorfiti in facies scistosa - filladica, mediamente alterate e fratturate. Inoltre si denota che nella zona di valle del Vallone Vicinanza la formazione metamorfica di base in affioramento si presenta sciolta con sedimenti sub angolari in matrice sabbiosa limosa presenti sui fronti di scavo e sull'argine naturale in destra idrografica. Mentre alla profondità variabile di 2,00 - 4,00 metri dal piano campagna la formazione appare più integra e compatta.

## Idrologia

L'orografia del territorio è influenzata dagli aspetti geologici strutturali che hanno influito sul reticolo idrografico. Dall'analisi dello stralcio geologico si nota che le formazioni rocciose paleozoiche scistose e gneissiche affiorano nelle zone orientali, mentre in direzione di valle ritroviamo l'unità conglomeratica.

Il contatto del cambio litologico ha un orientamento Nord/Est – Sud/Ovest e congiunge orientativamente il ponte sul torrente Ispica sino all'impluvio del Vallone Colico lungo un'asse passante per la frazione Campitello.



Sia il torrente Ispica, posto a Nord, che il Vallone Colico posto a Sud dell'abitato di Pietrafitta subiscono un cambiamento nel loro sviluppo. Da monte a valle si denota che il deflusso sub rettilineo ha una direzione **sud/est – nord/ovest** come l'orientazione dei versanti, posti ai fianchi, caratterizzati da aree ripide e poco estese.

Mentre nel settore di valle, ove affiorano i conglomerati, gli alvei dei due corsi d'acqua cambiano il loro deflusso in direzione **nord/est – sud/ovest**. In queste aree i fianchi non sono così ripidi, il paesaggio diventa collinare e sulle aree di cresta dei promontori sono ubicate le strade provinciali e comunali del territorio. Queste aree, a vocazione agricola, si presentano con terrazzamenti trasversali alla linea di massima pendenza.

Queste diverse caratteristiche morfologiche del paesaggio di Pietrafitta rappresentano la storia evolutiva delle fasi tettoniche dell'area: la prima di compressione che ha generato le rocce imposte paleozoiche e la seconda distensiva che ha generato le formazioni conglomeratiche di origine marine.

Nelle aree più a monte le vaste aree libere ad uso boschivo e la mancanza di adeguate regimazioni delle acque meteoriche costituiscono fonti di ruscellamento e di infiltrazione delle acque di precipitazione che circolano e che sono condizionate da rapporti stratigrafici e tettonici esistenti tra i complessi a differente permeabilità. L'acquifero è legato sia alle caratteristiche morfologiche del pendio interessato sia all'azione delle acque di ruscellamento con conseguente alimentazione sotterranea che circola nelle zone di fratturazione ed alterazione dell'ammasso roccioso dando vita a sorgenti affioranti lungo il versante e che alimentano le falde delle aree a alta permeabilità poste a valle.

Nell'area di studio più a monte identificata come Area A: località Franconi si è potuto ricostruire la carta delle Idro-Zone, direzioni di deflusso principale delle acque di ruscellamento realizzate dalla interpolazione delle curve di livello con i sopralluoghi di dettaglio nell'area:

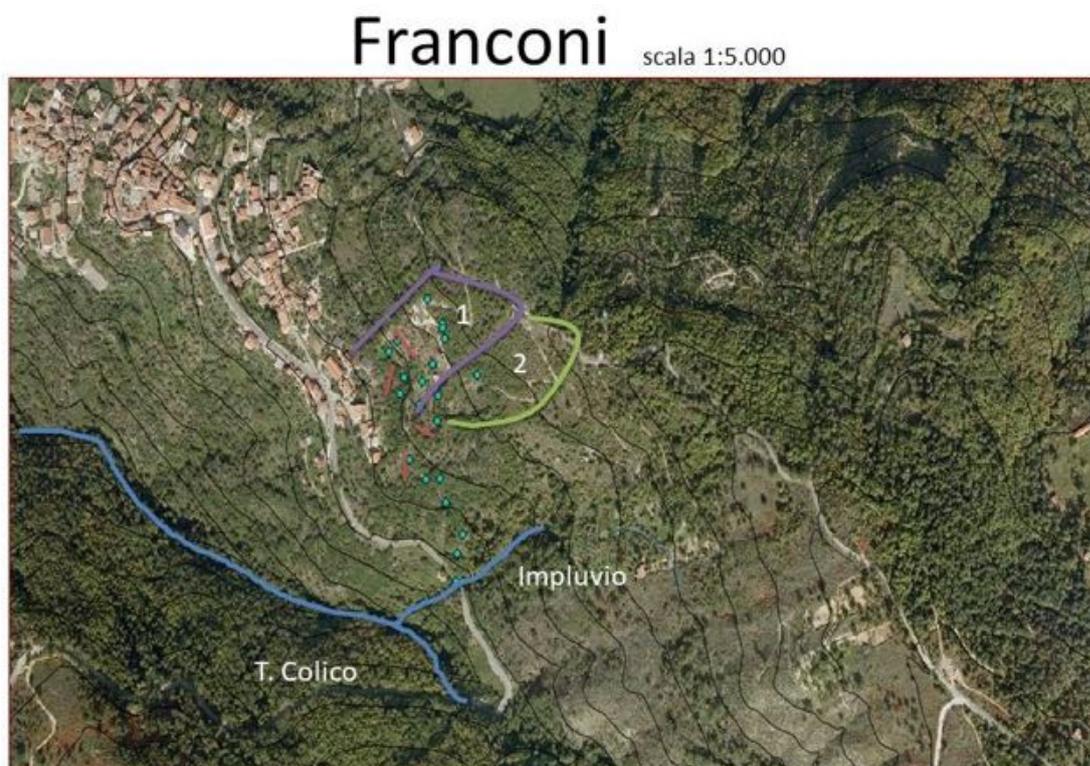


Fig. 9: Area di studio: Località Franconi

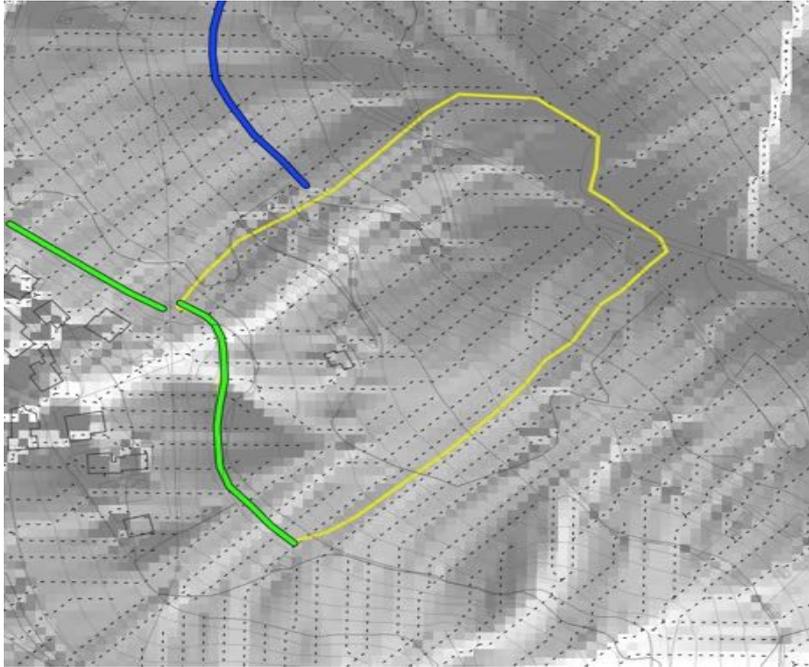


Foto 10. Idro-zone Franconi

A seguito dell'analisi delle direzioni di deflusso principali dell'area ( indicate dalle zone chiare) sono state pianificate le indagini geognostiche e la realizzazione dei piani quotati che hanno messo in evidenza le potenziali criticità dell'area legate alle zone di accumulo preferenziale delle acque di ruscellamento.

Pertanto, a seguito di analisi e correlazioni, sono state individuate le due aree principali di captazione:

## Franconi -Hydro Zone

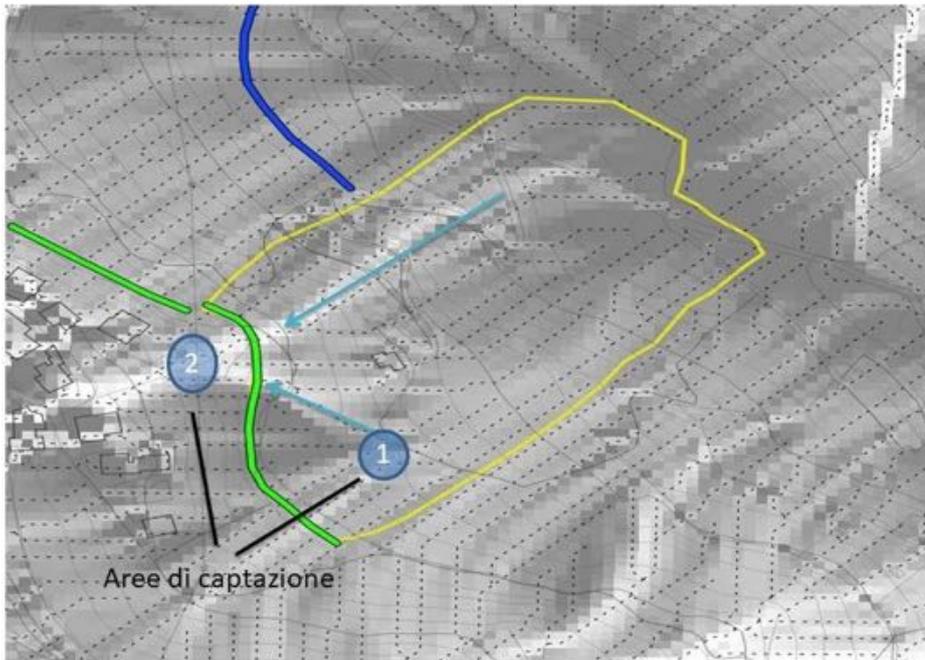


Foto 11. Zone di Captazione - Area A- Franconi

## Area B: Vicinanza

Il vallone del Vicinanza è rappresentato da una piccola valle, poco scoscesa, nella quale ad oggi sono canalizzate le acque meteoriche provenienti dall'area Nord del centro di Pietrafitta. Il canale, seguendo la linea di massima pendenza, è caratterizzato da diversi gradini morfologici, totalmente antropizzati e coltivati, lungo i quali si riscontra l'incisione dell'impluvio naturale che discende verso valle. Il deflusso del canale naturale viene canalizzato in una rete di deflusso idrico, sub superficiale, che discende sino alla strada carrabile posta a valle. L'area non presenta particolari condizioni di instabilità eccetto un piccolo scivolamento superficiale probabilmente innescatosi per ruscellamento incontrollato delle acque meteoriche in quanto a monte dello stesso è presente un vecchio fosso di guardia che attualmente non svolge più questa funzione. Pertanto gli interventi previsti in progetto mirano alla manutenzione ordinaria e straordinaria sulle condotte e sull'impluvio esistente, utilizzato per il deflusso delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale rd alla messa in sicurezza del piede del versante ove insiste questo scivolamento.

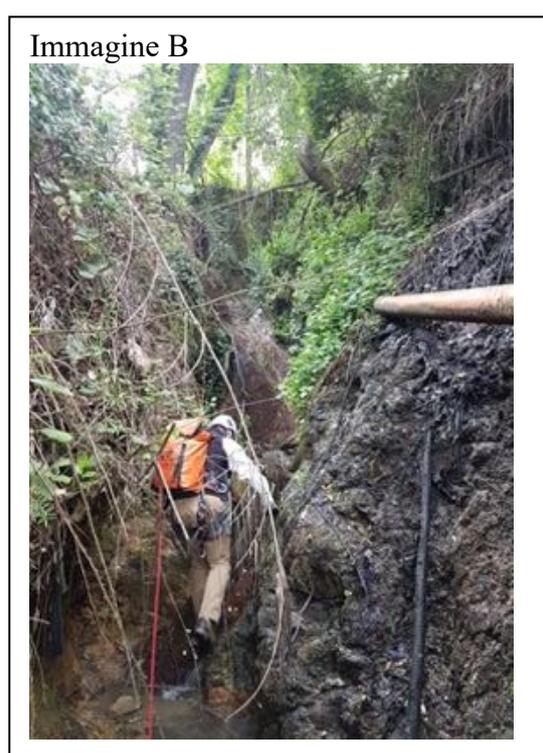


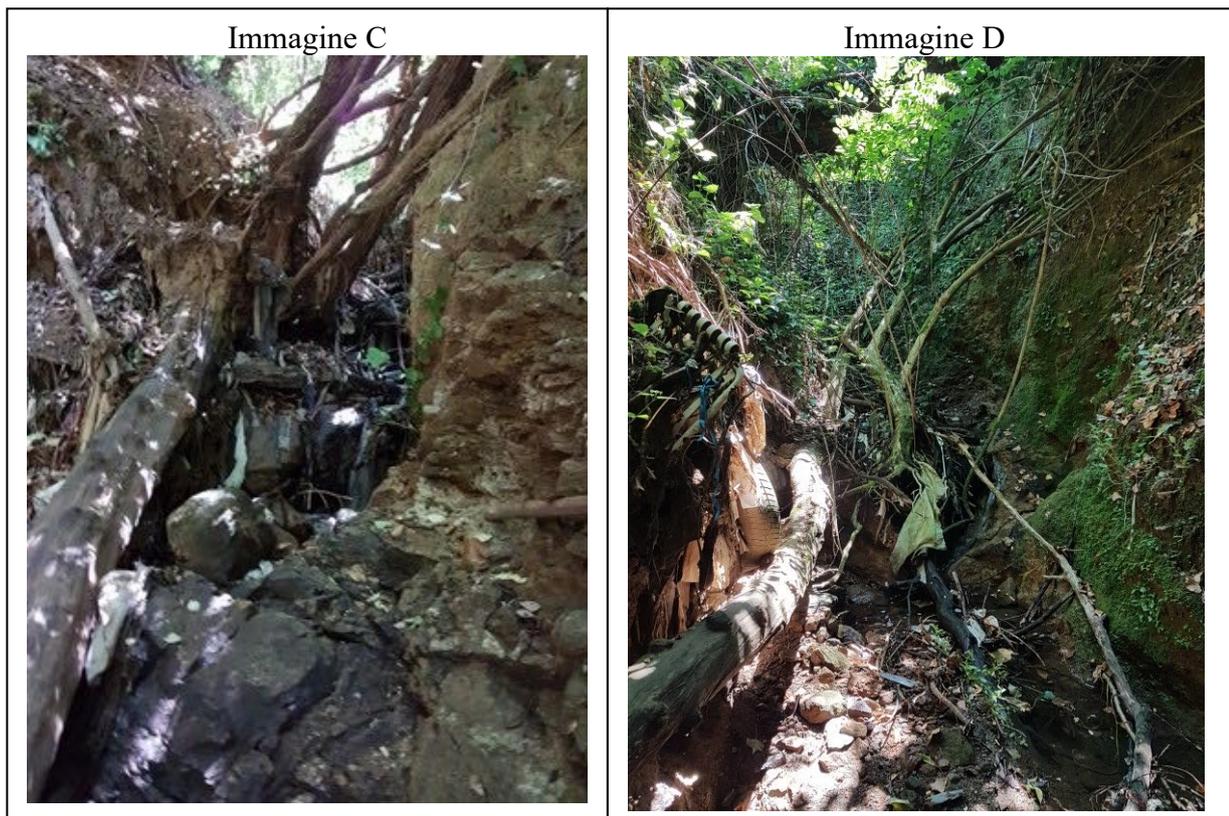
Foto 12. Area B. Vicinanza. Condizione Ante Operam

## Area C: Campitello

Il vallone di località Campitello (forra in erosione ) è un impluvio nel quale sono concentrate le acque meteoriche di tutto l'area Sud/Et del centro urbano di Pietrafitta. Attualmente l'impluvio ha una lunghezza di circa 100 metri con un dislivello di circa 28 metri caratterizzato da una morfologia di fondo alveo a gradoni e da argini naturali, in molti tratti sub verticali.

- L'area di monte è caratterizzato da un canale artificiale, in cemento armato, ( immagine A seguente) con una luce di 1,50 metri/quadri che si inserisce nell'asta fluviale;
- Discendendo il canale appare fortemente inciso con gli argini naturali sub verticali ( immagine B);
- Lungo l'alveo vi sono detriti minerali, organici e rifiuti urbani che nelle zone a minor pendenza ostruiscono l'attuale deflusso di fondo alveo ( immagine C) e generano fenomeni di erosione diffusa degli attuali argini naturali ( immagine D)





L'area in destra orografica presenta diversi fenomeni di scivolamento accentuati dall'azione erosiva delle acque di ruscellamento che provocano erosione e scalzamento degli attuali argini naturali con progressivo arretramento delle sponde.

L'intervento del vallone Campitello mira al completamento della regimentazione idraulica dell'asta intermedia e di valle dell'impluvio con interventi volti alla realizzazione di opere di difesa, sia di sponda che di fondo alveo, a protezione dei fenomeni di erosione e dilavamento in atto.

## **Inquadramento Idro-pluviometrico**

Il clima della Calabria è generalmente di tipo mediterraneo, con il litorale ionico più secco e arido di quello tirrenico. Le temperature in genere lungo le coste non scendono mai sotto i 10 gradi e non salgono mai sopra i 40°C, ma nelle zone interne nei mesi estivi si possono avere punte di 42-44°C. Sugli Appennini e nelle zone interne, dal Pollino, alla Sila fino all'Aspromonte, il clima è di tipo continentale freddo con inverni rigidi e nevosi. L'estate è mite e non mancano i temporali estivi comunemente chiamati “bombe d’acqua”.

Il clima viene influenzato dalla presenza di una orografia complessa che determina un marcato effetto sulle masse d’aria umide provenienti dal mare, sia sul versante tirrenico che su quello ionico. La presenza di catene montuose, che s’innalzano rapidamente dal livello del mare fino a quote medie di 1000-1500 mt, provoca la rapida ascensione delle masse d’aria umida, determinando precipitazioni di intensità crescenti con la quota.

In meteorologia l'ammontare della pioggia caduta si misura in millimetri (mm) attraverso i pluviometri o pluviografi: 1 mm di pioggia equivale a 1 litro d'acqua caduto su una superficie di 1 m<sup>2</sup>.

Nella regione Calabria (vedesi figura seguente: Isoiete Regione Calabria) la distribuzione delle precipitazioni medie annue oscillano fra valori minimi di 400-600 mm/anno circoscritte alla costa dei Saraceni, tratto di costa ionica del golfo di Corigliano (CS) e da valori massimi misurati > 1500-1800 mm/anno circoscritte alle zone sommitali della Catena Costiera, delle Serre e dell’ Aspromonte.

Il diverso regime pluviometrico e la diversa costituzione geologico-strutturale e morfologica dei versanti si riflettono in particolare sui fenomeni di dissesto.

Dall’analisi delle isoiete della regione Calabria si può affermare che il territorio di Pietrafitta ricade nelle zone con piovosità media annua compresa fra 901 e 1200 mm.

Per comprendere meglio l’intensità media degli eventi metereologici che hanno colpito il territorio e per comprendere alcuni dati importanti sui picchi di piovosità storici di aree simili al territorio di Pietrafitta, sono forniti i dati storici di alcune stazioni idropluviometriche con le seguenti caratteristiche:

- *ubicate nelle stesse isoiete di Pietrafitta*
- *ubicate ad altimetrie comprese fra i 700 e 800 metri s.l.m.*
- *ubicate nelle vicinanze delle aree di studio*
- *aventi serie annuali storiche > di 50 anni*

- *aventi serie mensile con picchi storici*

I dati di seguito elencati sono disponibili e consultabili sul sito dell'ARPACAL – centro funzionale multirischi [www.cfd.calabria.it](http://www.cfd.calabria.it).

Le stazioni di seguito indicate sono ubicate nella provincia di Cosenza, nei territori di San Pietro In Guarano, Piane Crati ed Acri.

I dati indicano che nella media annuale storica i mesi più piovosi sono quelli di Novembre e Dicembre mentre il mesi meno piovosi sono quelli di Giugno, Luglio e Agosto.

Una caratteristica molto importante è data dagli eventi meteorici di picco (diagramma Serie mensile con picchi storici) in cui sono state registrate precipitazioni oltre la soglia media annuale e sono mostrate per ogni singola stazione.

Il 42 % delle precipitazioni di picco registrate, nelle 3 stazioni di riferimento, sono state rilevate nei mesi estivi e con una durata di rilevamento sino a 24 ore. Questo mostra che le aree di studio possono essere soggette a eventi meteorici con livelli di precipitazioni ben superiori alle medie mensili, cioè pari o superiori a 200 litri/ m<sup>2</sup>.

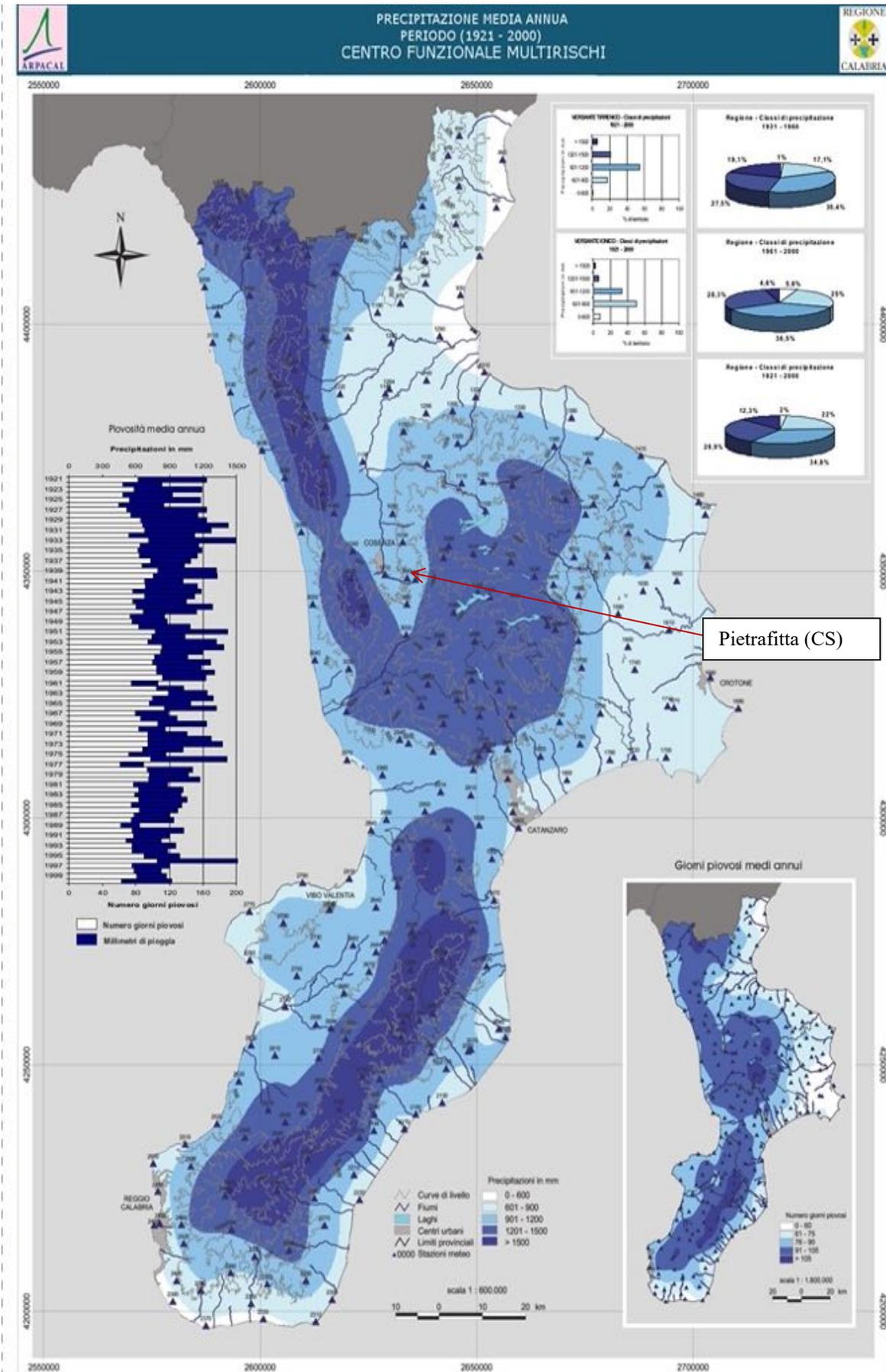


Fig.13: Isoiete. Piovosità media annua Regione Calabria

## STAZIONE SAN PIETRO IN GUARANO

## REGIONE CALABRIA - BANCA DATI METEOROLOGICI

## Stazione di San Pietro in Guarano (cod. 1030) - Piogge mensili

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot
1922	»	»	»	»	»	»	-	-	12.0	38.0	85.0	51.0	»
1923	120.0	178.0	133.0	119.9	20.0	65.0	19.0	18.0	»	»	98.0	373.0	»
1924	126.0	185.0	92.0	45.0	14.0	21.0	25.0	-	-	140.0	107.0	10.8	765.8
1925	12.0	124.0	56.0	105.0	104.0	4.0	-	5.0	41.5	181.0	278.0	214.0	1,124.5
1926	154.0	53.0	89.0	77.0	68.0	98.0	57.0	2.8	4.5	44.0	59.0	196.0	902.3
1927	225.0	57.0	73.0	83.0	69.0	6.0	-	3.0	61.0	106.0	50.0	354.0	1,087.0
1928	135.0	33.0	151.0	97.0	225.3	-	3.3	2.4	70.5	67.2	192.5	287.1	1,264.3
1929	142.5	189.0	48.0	20.7	32.5	99.7	-	98.1	84.7	76.9	192.8	90.0	1,074.9
1930	»	»	»	107.0	39.2	43.0	4.0	1.3	1.2	161.4	152.0	396.0	»
1931	208.2	»	»	»	27.9	5.0	1.5	-	80.2	50.5	122.7	116.5	»
1932	103.6	63.0	118.3	104.5	19.3	8.0	6.0	8.0	38.3	69.8	138.1	51.0	727.9
1933	119.7	159.0	23.8	40.8	52.6	47.8	-	13.5	39.5	104.6	279.1	304.5	1,184.9
1934	95.5	77.7	120.6	54.3	133.2	15.3	12.0	4.3	45.5	130.8	127.1	106.1	922.4
1935	170.1	88.2	126.9	8.5	25.1	-	2.0	4.6	23.9	118.6	88.7	248.6	905.2
1936	77.5	94.2	91.1	93.8	52.5	29.7	-	11.2	49.0	110.2	120.0	108.7	837.9
1937	101.4	156.6	137.4	96.1	89.8	1.2	4.0	52.0	47.5	»	149.7	245.4	»
1938	152.4	65.7	17.3	62.1	81.5	0.2	0.2	21.6	5.8	102.4	65.2	299.9	874.3
1939	122.2	53.4	119.0	35.9	120.1	44.2	-	37.1	147.2	146.5	80.2	253.6	1,159.4
1940	284.8	135.0	43.3	165.4	89.1	50.1	19.6	28.8	32.1	249.0	95.8	211.0	1,404.0
1941	182.5	206.2	18.2	107.3	99.2	43.5	7.2	11.3	32.8	210.0	153.2	83.4	1,154.8
1942	245.3	193.5	151.5	20.3	27.6	47.8	14.0	38.2	89.1	41.6	129.7	51.6	1,050.2
1943	249.9	65.1	70.0	56.7	47.9	40.7	8.2	-	23.5	82.1	201.6	88.5	934.2
1944	79.0	240.5	249.7	24.2	28.8	10.3	0.1	2.4	29.6	218.7	151.3	152.1	1,186.7
1945	431.5	42.8	60.7	23.8	9.8	0.9	18.9	5.2	238.3	32.9	255.2	183.2	1,303.2
1946	150.2	31.8	97.9	74.3	22.1	-	1.0	-	0.3	163.8	116.0	252.4	909.8
1947	173.4	185.6	33.0	30.0	89.4	38.1	-	18.5	14.2	77.9	71.4	210.1	941.6
1948	138.1	102.7	5.3	85.4	81.7	25.2	21.9	1.6	67.5	101.5	80.9	17.4	729.2
1949	83.4	28.4	66.0	19.0	34.4	8.0	33.7	30.5	20.8	58.2	219.0	39.4	640.8
1950	91.0	92.0	94.3	48.6	23.5	7.0	16.0	13.5	95.6	66.6	125.9	251.4	925.4
1951	132.9	135.4	254.3	35.1	109.8	1.5	3.4	36.1	87.9	106.9	133.6	112.0	1,148.9
1952	163.1	286.0	94.6	55.9	101.3	2.2	27.4	36.4	20.7	71.9	199.5	188.6	1,247.6
1953	118.9	148.9	22.5	93.3	73.6	134.4	4.0	51.1	79.9	220.3	62.3	44.0	1,053.2
1954	272.3	219.7	147.7	83.1	181.7	6.9	2.0	2.0	29.9	84.9	124.4	168.3	1,322.9
1955	146.0	133.0	69.1	93.7	-	17.8	32.0	91.8	197.5	191.3	106.8	65.2	1,144.2
1956	109.4	293.3	33.0	72.0	68.0	51.7	2.1	11.7	11.1	124.8	173.3	72.7	1,023.1
1957	238.2	62.2	55.4	25.0	56.6	-	2.0	58.0	31.4	127.8	118.2	75.7	850.5
1958	83.6	50.8	186.5	78.1	55.4	24.5	4.8	-	42.1	91.9	228.6	164.8	1,011.1
1959	159.8	11.0	65.3	100.3	72.4	25.3	37.2	28.5	73.4	88.0	261.2	151.3	1,073.7
1960	155.7	163.4	126.5	118.0	83.5	5.9	14.9	-	95.8	124.0	95.5	195.3	1,178.5
1961	122.0	59.5	34.5	83.8	53.7	35.3	7.7	13.0	-	95.5	135.1	129.2	769.3
1962	81.4	98.4	144.3	77.1	33.4	17.7	14.3	-	54.3	23.2	149.1	216.4	909.6
1963	156.8	295.0	136.1	81.5	58.0	37.8	24.4	38.7	45.2	111.0	35.2	216.7	1,236.4
1964	105.8	49.0	211.7	117.0	33.1	74.4	24.8	21.0	48.5	93.3	120.6	213.3	1,112.5
1965	151.7	195.0	48.7	117.7	19.4	6.5	1.7	21.3	85.7	38.2	222.5	173.8	1,082.2

1966	245.5	94.9	73.0	76.6	39.5	16.5	6.2	16.1	43.8	115.7	272.0	223.0	1,222.8
1967	156.9	43.7	37.0	135.2	11.9	26.0	28.8	5.7	83.6	2.9	71.7	136.9	740.3
1968	205.0	49.1	44.9	13.8	29.8	57.8	-	85.5	16.6	16.6	52.3	237.3	808.7
1969	127.1	139.9	167.4	25.1	79.5	41.3	51.5	58.0	54.6	44.5	80.2	311.8	1,180.9
1970	170.6	139.3	97.7	21.6	15.9	47.9	10.3	9.0	38.1	120.1	76.8	70.4	817.7
1971	214.5	174.1	315.1	78.7	4.8	16.1	67.5	4.8	83.1	61.1	301.9	86.5	1,408.2
1972	117.4	187.0	85.3	108.9	49.8	-	3.2	71.1	51.6	126.2	49.8	53.4	903.7
1973	108.6	182.2	169.8	111.9	16.0	10.6	16.7	24.1	58.7	142.7	70.2	99.9	1,011.4
1974	25.0	101.6	82.7	160.8	119.1	2.7	0.3	18.1	86.0	141.6	152.2	103.9	994.0
1975	54.9	103.3	102.3	23.4	41.0	52.9	2.7	55.0	12.0	129.9	120.8	38.9	737.1
1976	45.5	51.1	54.6	86.8	40.6	88.7	24.7	21.7	26.8	165.6	271.7	165.5	1,043.3
1977	77.4	81.5	39.3	83.5	9.2	15.8	-	23.6	47.8	86.8	157.9	144.2	767.0
1978	197.3	134.9	138.3	138.8	117.5	10.5	-	3.2	68.6	121.8	46.8	82.8	1,060.5
1979	246.9	217.4	63.1	74.2	29.7	57.9	-	29.8	14.0	91.4	140.1	117.8	1,082.3
1980	117.0	28.0	138.5	88.7	163.6	4.5	-	46.7	10.7	262.6	231.7	219.8	1,311.8
1981	258.4	75.0	33.2	100.2	70.6	9.3	9.3	35.5	83.7	62.8	120.8	258.3	1,117.1
1982	58.6	139.0	149.7	46.8	14.2	16.5	-	39.2	32.1	174.2	79.9	220.3	970.5
1983	85.6	144.5	94.7	32.8	21.4	62.6	39.6	8.6	45.2	91.7	119.3	161.6	907.6
1984	158.4	112.7	127.7	94.6	24.8	6.5	-	57.7	89.3	67.0	132.9	62.0	933.6
1985	242.1	94.0	228.8	64.3	46.7	-	-	2.4	7.6	30.1	197.6	14.6	928.2
1986	237.0	204.1	97.5	42.1	47.6	20.2	38.6	21.0	14.9	173.6	42.6	120.0	1,059.2
1987	137.5	109.3	81.9	51.9	81.8	17.7	23.5	10.4	20.2	»	95.8	82.6	»
1988	108.4	153.6	148.8	95.8	12.6	25.2	-	8.0	73.6	37.4	175.2	»	»
1989	»	62.6	56.2	100.0	32.6	36.8	19.2	35.0	38.0	104.8	115.8	64.2	»
1990	31.0	35.6	43.4	106.2	2.2	3.2	11.0	24.4	35.4	130.2	152.4	300.2	875.2
1991	36.8	123.0	60.6	100.2	81.8	15.4	47.0	3.6	14.2	113.2	125.6	41.0	762.4
1992	31.4	21.6	46.0	73.8	29.8	59.6	13.4	3.2	38.8	101.2	104.8	123.6	647.2
1993	102.0	72.0	133.0	38.8	94.6	19.6	-	27.4	21.2	120.0	114.8	140.2	883.6
1994	150.2	139.0	0.2	137.8	53.8	8.4	24.4	1.0	2.6	42.2	»	105.0	»
1995	112.2	103.8	139.0	84.6	72.0	7.8	8.0	88.6	73.4	4.8	134.0	195.0	1,023.2
1996	126.4	119.4	220.2	109.8	84.4	8.6	4.2	44.8	168.0	163.6	165.6	157.8	1,372.8
1997	48.4	27.6	49.0	70.4	11.0	6.0	8.8	20.8	75.0	120.8	154.2	155.6	747.6
1998	87.6	143.6	52.0	42.8	120.4	8.8	8.6	29.0	139.4	95.6	148.8	97.4	974.0
1999	99.4	99.8	53.2	92.8	36.4	18.6	56.6	14.8	63.6	92.2	144.0	194.2	965.6
2000	36.0	108.8	43.2	70.0	38.4	37.6	20.6	0.2	70.8	52.0	98.6	130.8	707.0
2001	150.6	50.2	65.0	66.6	67.4	18.2	1.2	11.4	41.2	9.4	130.6	126.6	738.4
2002	37.4	38.0	50.4	41.2	28.4	10.2	4.6	32.0	5.4	0.2	73.2	166.0	487.0
2003	182.4	64.4	30.6	61.4	39.6	90.4	28.4	70.2	98.8	151.8	60.4	82.4	960.8
2004	102.2	42.6	133.6	92.6	34.4	0.2	-	»	»	50.2	214.2	232.6	»
2005	»	»	»	66.0	64.2	27.0	8.2	78.8	108.6	51.2	131.6	161.4	»
2006	61.0	113.4	100.6	53.0	3.0	71.6	70.4	47.4	98.4	20.0	85.4	162.4	886.6
2007	61.2	81.0	93.8	71.0	68.2	40.2	1.2	4.4	37.4	66.8	152.0	105.2	782.4
2008	46.8	30.0	162.2	28.2	23.2	49.4	2.4	-	126.2	23.6	180.4	189.8	862.2
2009	285.6	140.0	152.2	132.2	34.0	78.6	1.2	-	104.8	180.2	69.8	129.2	1,307.8
2010	215.4	239.4	119.8	65.0	68.6	79.2	24.2	0.4	122.2	171.4	201.4	112.2	1,419.2
2011	80.2	34.6	118.4	70.2	80.2	28.8	1.6	-	60.8	83.2	72.6	166.0	796.6
2012	70.0	170.4	28.0	158.0	96.8	5.8	32.0	2.6	52.2	127.0	79.2	145.0	967.0
2013	204.0	121.0	188.8	41.8	79.8	11.2	14.2	18.4	85.2	46.4	195.8	97.6	1,104.2
2014	126.4	112.2	171.0	94.6	31.0	23.6	49.6	2.8	128.8	31.0	77.4	95.0	943.4

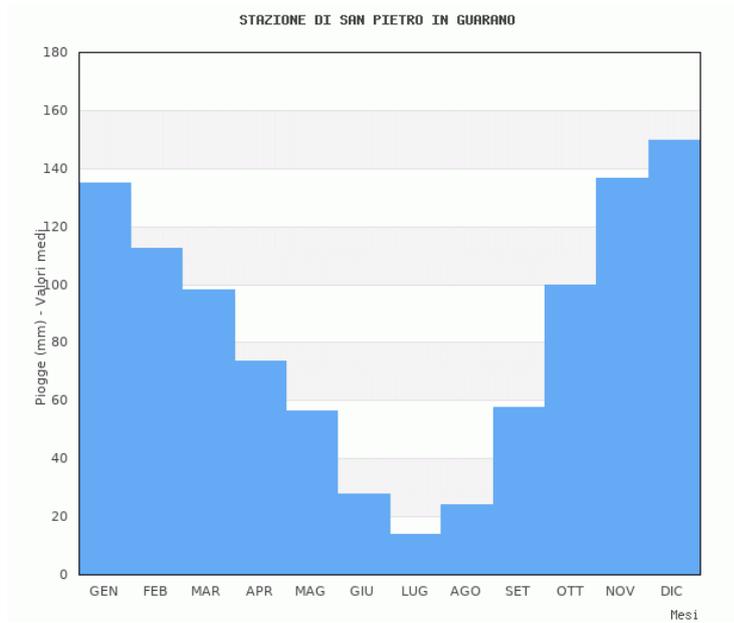
2015	135.8	130.2	121.8	47.4	16.4	40.4	23.0	33.8	87.6	211.0	110.0	7.6	965.0
2016	130.8	103.0	125.0	44.6	85.6	12.4	22.8	62.6	131.0	98.8	168.0	11.6	996.2
2017	96.0	34.0	39.6	43.6	31.0	-	3.4	-	82.6	24.6	131.4	101.8	588.0
2018	81.0	166.0	124.6	8.0	45.4	66.2	19.0	154.8	42.4	129.6	205.8	135.8	1,178.6
2019	104.2	50.0	67.0	48.2	92.4	13.8	24.2	15.2	13.2	51.6	231.0	149.6	860.4
2020	14.2	45.2	70.0	57.0	20.8	57.4	»	»	»	»	»	»	»

1158 mesi disponibili  
99 anni disponibili

**Valori medi mensili ed annuale**

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot
134.9	112.5	98.4	73.3	55.9	28.2	13.8	24.0	57.6	99.8	136.5	149.8	<b>984.6</b>

### Piovosità media Annuale



**REGIONE CALABRIA - BANCA DATI METEOROLOGICI**

**Stazione di San Pietro in Guarano (cod. 1030) - Piogge massime annuali di durata 1-3-6-12-24 ore**

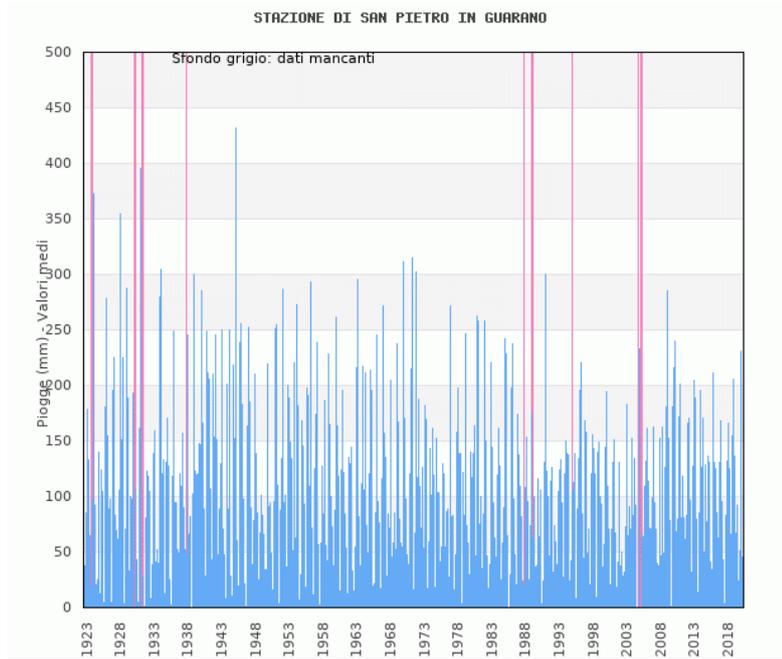
**SERIE DEI MASSIMI ANNUALI**

Anno	Data	Max 1 h	Data	Max 3 h	Data	Max 6 h	Data	Max 12 h	Data	Max 24 h
1988	28-04	15.6	13-04	24.8	13-04	29.4	14-11	34.8	13-11	38.0
1991	15-07	9.0	20-10	19.4	20-10	36.0	20-10	47.6	20-10	58.0
1992	20-09	33.2	20-09	34.0	20-09	34.0	20-09	34.0	17-11	45.4
1993	19-08	27.4	19-08	27.4	04-01	32.2	04-01	46.4	04-01	48.4
1994	04-07	14.4	08-04	18.6	25-10	26.8	08-04	36.4	06-02	51.2
1995	01-05	22.8	01-05	30.0	14-11	45.4	14-11	54.8	14-11	68.0
1996	13-08	27.2	12-08	27.2	30-04	40.4	30-04	48.0	27-03	69.0
1997	11-09	22.6	11-09	23.2	29-03	24.0	13-11	31.4	21-12	50.6
1998	02-10	18.6	01-10	28.2	31-01	29.6	12-09	40.0	31-01	64.0
1999	24-07	29.8	24-07	30.0	18-10	34.6	18-10	55.0	18-10	58.2
2000	16-06	13.4	15-05	19.2	19-02	25.8	27-12	37.6	27-12	54.4
2001	19-06	13.6	04-01	18.6	13-11	25.8	13-11	31.0	13-11	54.0
2002	21-11	13.4	21-11	29.2	21-11	36.4	21-11	38.0	21-11	40.0
2003	09-06	30.0	09-06	32.2	18-10	32.6	10-09	38.8	09-09	52.8
2004	23-03	7.4	23-03	13.0	23-03	17.0	23-03	26.8	23-03	39.4
2005	20-09	24.4	20-09	31.2	20-09	31.2	30-08	37.8	19-09	50.4
2006	27-07	18.8	26-09	22.4	21-11	27.8	21-11	33.6	25-09	61.8
2007	20-03	9.8	20-03	19.6	20-03	29.0	20-03	34.8	13-11	50.6
2008	28-11	38.6	28-11	59.6	28-11	85.4	28-11	91.4	28-11	108.4
2009	30-06	23.8	30-06	39.4	30-06	39.6	30-06	39.6	15-10	48.6
2010	02-11	29.6	02-11	45.2	02-11	50.8	02-11	53.6	03-09	63.4
2011	25-09	13.4	01-03	23.6	01-03	36.8	22-11	54.6	28-02	60.4
2012	25-05	28.6	25-05	30.4	25-05	31.2	22-02	31.6	27-10	43.8

23 anni disponibili

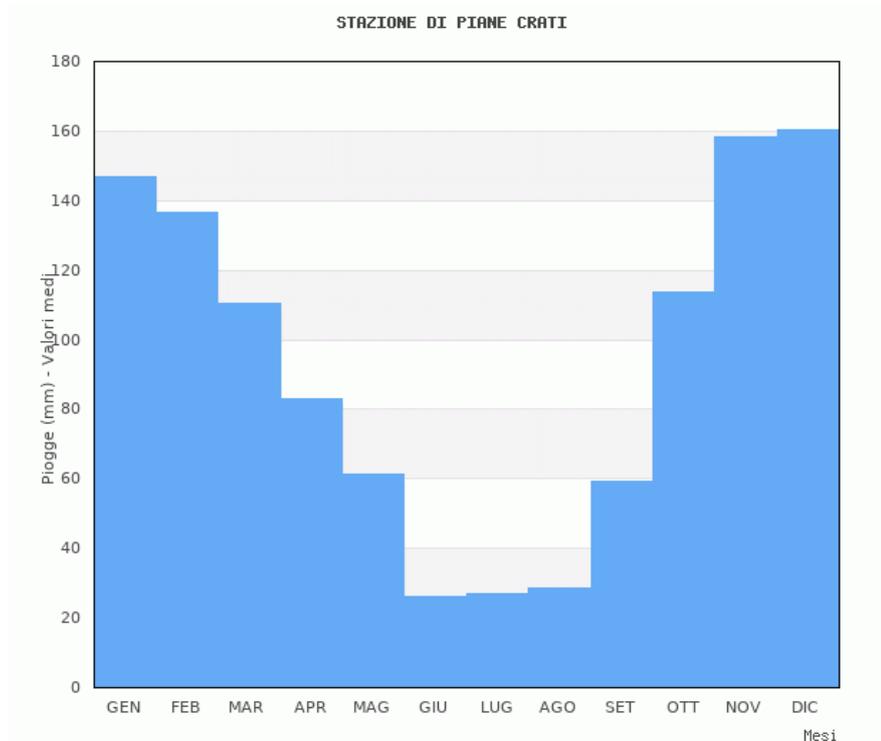
## San Pietro in Guarano

### Serie mensile con picchi storici



## STAZIONE DI PIANE CRATI

### Piovosità media Annuale



**REGIONE CALABRIA - BANCA DATI METEOROLOGICI**

**Stazione di Piane Crati (cod. 980) - Piogge mensili**

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot
1951	133.3	131.9	230.4	34.2	95.2	6.3	22.9	39.5	106.8	113.6	153.1	59.1	1,126.3
1952	209.1	203.8	76.1	72.6	76.0	-	43.1	28.3	26.3	86.6	215.5	145.1	1,182.5
1953	134.4	179.3	26.0	59.5	88.8	87.9	1.5	33.9	43.0	247.7	103.4	47.5	1,052.9
1954	192.1	251.9	146.6	96.9	183.9	6.7	3.6	-	25.6	91.2	138.3	152.2	1,289.0
1955	205.0	157.1	121.5	70.0	1.1	34.1	24.9	95.3	206.7	215.7	114.3	86.9	1,332.6
1956	129.8	388.2	44.6	72.6	76.3	56.9	1.3	10.1	10.6	138.6	197.0	98.6	1,224.6
1957	279.8	70.6	74.8	36.6	86.6	-	12.7	35.0	38.4	155.4	164.5	96.6	1,051.0
1958	95.7	67.0	215.9	93.8	52.6	28.1	1.4	-	48.4	129.0	282.4	169.9	1,184.2
1959	208.8	4.8	64.2	111.6	86.7	30.4	77.1	34.6	52.7	89.7	416.8	203.8	1,381.2
1960	187.8	196.0	144.6	107.1	111.1	6.8	16.9	-	85.3	150.8	86.9	251.4	1,344.7
1961	129.2	57.5	27.8	77.6	64.2	24.7	4.0	4.0	-	92.4	182.6	144.7	808.7
1962	123.8	92.5	144.5	123.4	28.2	17.2	26.1	6.4	58.8	61.2	214.0	247.1	1,143.2
1963	144.8	258.6	116.0	88.2	84.7	15.2	57.5	57.5	67.4	162.4	37.6	198.1	1,288.0
1964	112.5	66.6	249.8	122.8	46.0	115.0	47.9	17.2	38.8	157.5	154.1	229.2	1,357.4
1965	249.6	161.5	70.1	120.5	23.0	4.2	2.0	25.9	105.9	33.9	239.8	211.4	1,247.8
1966	293.4	70.2	80.4	72.5	77.3	14.0	2.2	24.0	52.9	160.2	309.3	281.8	1,438.2
1967	161.1	68.0	34.0	194.3	20.5	25.4	117.8	20.5	78.9	3.0	88.6	153.5	965.6
1968	270.6	74.0	34.3	17.3	38.3	95.7	-	76.9	16.5	20.8	133.1	259.6	1,037.1
1969	138.2	181.1	199.3	23.7	80.7	17.7	94.0	43.2	47.9	51.4	104.5	401.7	1,383.4
1970	178.4	194.1	111.7	36.4	42.6	65.7	18.5	9.2	47.3	121.3	83.8	83.8	992.8
1971	133.0	139.9	256.6	83.7	4.8	9.4	100.4	8.7	103.8	51.2	174.5	99.4	1,165.4
1972	171.0	280.1	84.4	51.7	65.9	-	64.6	67.0	80.4	160.9	71.7	103.9	1,201.6
1973	150.1	244.8	226.5	132.7	18.0	2.0	16.5	25.7	76.4	176.3	97.0	104.5	1,270.5
1974	40.4	170.7	118.4	192.9	91.8	2.0	17.0	5.0	105.4	152.4	169.0	83.8	1,148.8
1975	26.3	100.7	124.0	33.1	53.1	13.4	2.4	56.7	16.0	188.5	116.1	52.6	782.9
1976	51.0	57.0	75.1	83.2	50.3	120.5	54.4	27.8	29.0	211.8	330.2	241.2	1,331.5
1977	96.7	104.4	39.2	103.4	6.6	26.6	-	25.0	89.5	32.5	242.9	139.1	905.9
1978	243.8	188.1	167.8	170.6	119.5	5.0	-	16.3	88.9	157.0	55.3	131.9	1,344.2
1979	262.8	261.7	69.3	112.5	35.3	27.4	1.2	20.3	5.3	101.4	221.1	143.0	1,261.3
1980	167.8	37.5	173.3	57.0	130.0	51.0	-	-	8.7	208.8	327.0	255.2	1,416.3
1981	251.7	135.9	21.0	45.7	95.2	-	-	75.4	57.8	79.3	102.2	451.4	1,315.6
1982	54.9	101.1	71.6	41.7	13.3	14.0	12.5	51.0	57.7	193.8	69.0	167.0	847.6
1983	45.6	141.9	113.6	41.9	28.8	82.4	47.0	2.8	57.9	65.2	121.3	179.7	928.1
1984	127.4	115.9	160.2	69.3	14.4	21.0	-	46.9	51.6	105.7	171.8	116.8	1,001.0
1985	296.2	91.7	210.3	73.9	57.5	0.6	-	10.2	-	25.0	160.6	6.4	932.4
1986	245.0	238.7	163.5	38.1	37.0	19.6	66.5	3.5	17.2	97.7	17.6	94.1	1,038.5
1987	116.9	173.4	115.0	35.1	79.4	22.0	35.1	-	81.7	199.4	124.7	69.9	1,052.6
1988	128.8	161.4	168.1	60.5	5.0	9.4	-	12.6	101.9	49.9	203.3	103.3	1,004.2
1989	4.9	97.6	87.4	91.4	34.2	87.8	43.3	29.6	21.1	96.5	95.5	44.8	734.1
1990	44.9	60.4	47.8	156.5	44.3	5.9	5.0	49.4	37.0	117.3	157.4	396.1	1,122.0
1991	71.3	173.2	44.7	119.0	106.9	12.5	89.0	9.7	21.6	132.2	203.3	44.4	1,027.8
1992	35.8	23.8	57.6	74.1	33.9	43.4	22.2	50.2	32.4	116.4	126.5	149.4	765.7
1993	122.6	72.3	148.0	36.4	102.6	21.9	-	0.9	71.1	150.2	130.9	169.0	1,025.9
1994	145.2	139.4	0.9	148.7	54.7	7.5	72.6	41.7	41.7	85.6	83.0	61.7	882.7
1995	203.9	119.8	149.9	83.6	57.1	7.9	4.7	85.1	71.8	3.2	146.6	239.1	1,172.7
1996	193.4	172.1	278.1	71.6	102.7	23.9	0.9	19.1	152.4	175.2	180.8	178.4	1,548.6
1997	37.6	24.1	66.6	72.5	20.1	0.9	10.2	51.3	104.5	144.4	168.9	206.8	907.9
1998	115.2	119.4	48.7	55.4	136.0	8.8	6.2	26.0	86.3	81.6	165.2	118.1	966.9
1999	126.9	139.1	28.7	94.4	63.2	20.0	54.1	18.8	74.0	41.7	147.6	200.6	1,009.1
2000	57.4	143.6	39.5	104.8	26.0	0.5	70.7	5.0	80.2	86.8	110.8	156.1	881.4
2001	146.9	72.7	70.7	75.5	72.5	17.8	0.2	65.6	46.1	21.0	169.3	142.5	900.8

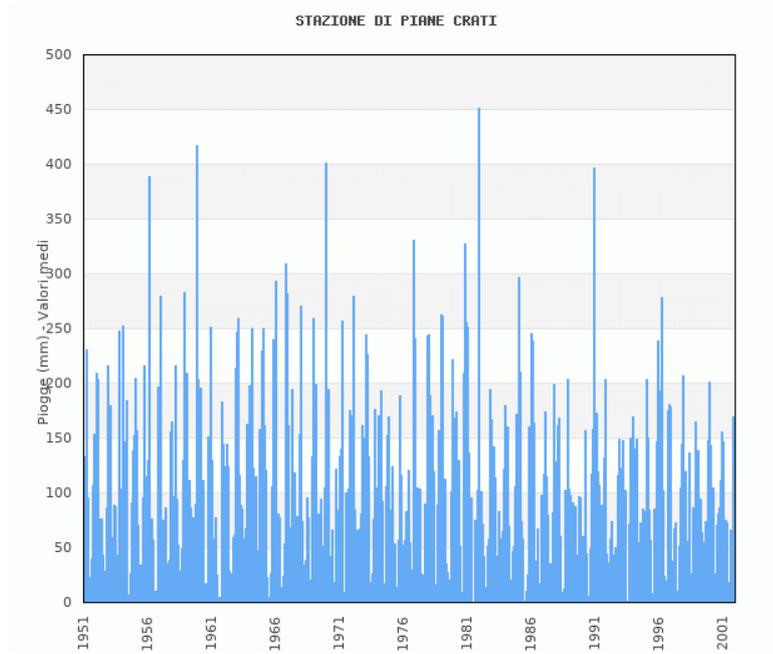
612 mesi disponibili

51 anni disponibili

**Valori medi mensili ed annuale**

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot
146.9	136.8	110.6	83.2	61.3	26.2	26.9	28.8	59.4	113.6	158.4	160.2	1,112.3

Serie mensile con picchi storici



STAZIONE DI ACRI  
Piovosità media Annuale

## REGIONE CALABRIA - BANCA DATI METEOROLOGICI

## Stazione di Acri (cod. 1120) - Piogge mensili

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot
1921	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	286.0	»
1922	174.0	147.0	146.0	69.0	73.0	15.0	1.0	-	39.0	65.0	102.0	70.0	901.0
1923	244.0	127.0	102.0	95.0	17.0	33.0	2.0	90.0	26.0	55.0	130.5	293.8	1,215.3
1924	215.0	197.5	65.0	74.5	18.2	8.7	51.1	2.1	-	89.7	126.5	27.7	876.0
1925	9.0	113.5	66.2	63.0	162.5	34.0	2.0	-	49.5	114.5	287.0	148.5	1,049.7
1926	99.0	38.0	95.0	74.0	133.0	87.5	58.0	4.5	29.0	37.0	65.5	268.5	989.0
1927	137.0	76.5	65.0	54.5	79.5	46.0	-	7.0	23.0	175.0	110.5	319.0	1,093.0
1928	115.0	57.5	165.7	55.0	98.0	-	32.0	-	77.5	45.0	211.5	188.0	1,045.2
1929	231.0	192.0	97.0	91.0	90.0	41.0	-	62.0	82.0	84.0	355.0	69.0	1,394.0
1930	122.0	241.0	90.0	139.5	85.5	29.0	10.0	1.0	36.0	124.5	74.5	281.5	1,234.5
1931	102.5	187.0	81.5	90.5	48.5	1.0	3.0	-	73.5	27.5	95.5	160.7	871.2
1932	66.0	100.0	117.5	52.5	48.5	12.0	29.5	1.5	43.0	44.5	123.5	48.5	687.0
1933	240.5	171.0	38.9	53.7	43.0	48.1	1.6	52.1	44.7	166.6	301.1	347.2	1,508.5
1934	79.5	164.2	126.7	29.7	85.2	44.0	17.0	11.2	45.8	232.8	89.6	116.8	1,042.5
1935	148.4	131.0	125.2	13.2	14.4	10.6	28.2	2.6	38.6	108.2	121.0	266.4	1,007.8
1936	52.4	100.8	76.8	90.4	54.0	16.0	-	11.2	80.6	121.6	206.4	79.1	889.3
1937	64.4	232.6	125.0	83.0	79.0	1.4	4.0	36.2	65.8	73.2	176.2	263.9	1,204.7
1938	160.8	167.6	18.8	131.2	50.4	2.2	15.0	27.4	5.2	99.0	58.7	202.8	939.1
1939	99.0	44.4	134.2	37.6	93.0	41.4	0.4	35.4	164.2	98.4	47.6	211.7	1,007.3
1940	263.0	116.6	38.0	91.4	82.9	59.7	21.1	12.5	19.2	224.5	28.4	244.0	1,201.3
1941	132.0	202.4	13.5	71.6	56.6	38.3	10.0	10.0	35.2	171.2	137.2	62.4	940.4
1942	208.0	160.2	145.8	11.0	13.5	54.9	8.3	40.4	12.4	29.0	87.9	34.6	806.0
1943	209.4	129.3	47.6	43.5	66.7	22.7	-	0.3	14.3	133.6	179.0	159.8	1,006.2
1944	82.1	279.9	162.3	6.2	0.6	5.2	-	11.0	33.0	107.0	47.3	66.0	800.6
1945	260.5	7.0	10.2	-	6.0	7.0	-	2.5	94.0	12.0	153.8	121.8	674.8
1946	145.0	11.5	45.1	29.5	4.6	-	23.0	-	13.6	147.8	83.7	415.8	919.6
1947	198.2	166.6	43.3	67.6	21.0	36.0	28.0	33.4	40.7	48.3	104.3	150.1	937.5
1948	135.5	98.9	11.0	56.1	59.1	25.5	8.0	13.7	92.1	86.1	262.6	55.6	904.2
1949	66.5	21.4	118.1	12.3	32.4	26.3	15.2	38.6	15.3	55.1	200.5	40.9	642.6
1950	115.1	13.3	55.6	33.0	58.6	2.2	8.0	57.5	68.6	53.2	60.5	231.8	757.4
1951	224.1	121.5	221.8	31.3	70.4	3.2	14.4	23.7	65.5	193.1	87.2	169.1	1,225.3
1952	113.1	251.9	84.7	35.0	73.4	1.3	48.9	40.7	17.4	81.3	259.1	279.2	1,286.0
1953	123.1	201.6	22.6	75.2	88.8	55.0	0.2	136.0	61.8	181.2	104.2	32.7	1,082.4
1954	210.8	168.9	131.4	57.2	151.8	4.8	1.4	1.3	26.2	63.1	154.2	115.8	1,086.9
1955	137.6	134.4	82.0	99.6	1.0	17.2	65.4	37.2	259.0	203.2	101.6	46.8	1,185.0
1956	57.9	316.0	28.4	49.8	77.0	26.4	-	15.2	17.2	104.4	149.4	102.6	944.3
1957	267.5	55.7	56.2	19.5	78.7	-	3.1	43.3	47.8	174.3	125.8	95.8	967.7
1958	95.0	45.0	169.5	125.0	38.6	37.6	2.0	-	56.6	101.2	229.1	137.0	1,036.6
1959	170.9	4.4	240.4	88.8	115.8	24.2	14.0	34.0	48.1	94.3	238.5	193.8	1,267.2
1960	206.6	148.6	148.9	107.9	56.8	11.0	25.8	-	90.8	153.4	102.4	240.8	1,293.0
1961	168.6	59.4	121.6	119.7	96.6	12.6	2.0	5.8	-	75.6	137.8	101.4	901.1
1962	115.7	74.2	130.8	45.6	22.8	10.2	15.4	0.2	42.1	20.5	155.3	311.0	943.8
1963	125.2	213.9	167.1	51.8	82.5	36.1	44.3	40.2	25.6	159.1	49.6	198.5	1,193.9
1964	131.6	60.0	168.8	114.2	23.8	40.3	15.2	28.2	36.4	105.6	73.0	205.6	1,002.7

1965	157.0	221.9	49.6	73.6	10.0	8.6	-	13.8	91.4	51.9	183.2	147.1	1,008.1
1966	245.6	88.6	81.2	159.7	59.8	34.4	2.6	11.4	72.9	81.4	289.9	307.4	1,434.9
1967	148.7	95.4	80.0	127.4	46.6	15.2	14.0	23.6	47.0	36.6	54.0	203.5	892.0
1968	305.2	36.9	39.0	19.2	60.0	89.2	-	68.6	35.8	13.4	76.8	255.6	999.7
1969	76.8	130.3	94.2	20.0	56.0	33.6	44.4	36.4	82.8	75.8	86.1	300.0	1,036.4
1970	158.9	98.7	114.1	24.8	36.7	8.0	23.2	11.7	111.7	250.7	91.9	112.3	1,042.7
1971	188.2	148.9	153.0	120.1	6.1	10.8	74.8	4.9	72.2	93.5	135.7	95.9	1,104.1
1972	155.9	167.0	111.5	73.5	69.5	0.7	29.6	69.8	62.6	144.1	43.2	127.2	1,054.6
1973	163.6	238.4	245.2	137.8	15.0	5.4	36.8	22.4	73.4	234.0	85.2	128.4	1,385.6
1974	36.2	146.4	33.6	179.1	112.6	4.4	18.6	17.8	68.2	173.8	162.6	59.4	1,012.7
1975	21.0	164.6	96.8	31.4	59.0	9.0	1.4	84.2	6.2	176.8	100.2	58.8	809.4
1976	54.5	69.3	76.1	62.6	64.4	33.6	20.7	9.2	26.8	173.2	249.6	181.4	1,021.4
1977	39.0	73.8	19.4	84.8	7.0	4.2	-	31.4	76.2	42.6	138.6	136.2	653.2
1978	162.0	146.0	138.4	123.0	74.0	6.6	-	19.8	60.2	185.5	53.2	159.6	1,128.3
1979	231.6	236.8	65.4	72.6	61.4	19.6	28.0	28.8	9.4	82.8	190.2	80.2	1,106.8
1980	144.6	34.4	124.6	104.8	102.2	27.2	0.4	3.6	1.2	338.6	253.6	214.6	1,349.8
1981	265.1	70.4	15.2	47.6	84.0	4.2	22.0	10.0	43.9	48.8	103.0	315.4	1,029.6
1982	161.4	94.8	168.0	46.4	10.8	25.4	4.8	16.2	34.8	180.0	63.0	146.0	951.6
1983	58.0	137.0	98.0	34.5	13.4	63.6	8.7	5.8	77.0	101.9	101.0	331.4	1,030.3
1984	123.6	123.0	161.6	105.4	19.6	8.2	-	25.8	113.4	66.6	188.0	110.6	1,045.8
1985	208.2	56.2	120.4	301.2	98.0	1.6	-	2.6	-	17.0	191.4	9.0	1,005.6
1986	168.0	214.6	177.6	29.0	38.6	34.6	28.3	0.6	15.4	264.3	38.8	40.0	1,049.8
1987	158.1	91.9	41.0	56.5	53.5	22.2	19.4	3.2	37.6	137.2	22.4	33.2	676.2
1988	52.0	34.4	»	10.4	8.2	16.4	-	13.8	40.4	58.6	85.8	58.0	»
1989	»	49.4	35.4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1990	»	»	52.2	90.0	45.0	2.6	3.2	35.4	22.0	80.8	204.2	319.4	»
1991	64.0	144.6	100.0	117.2	72.6	12.0	»	»	»	»	166.8	85.8	»
1992	»	15.0	31.2	149.6	23.6	86.4	12.0	16.6	21.4	86.0	119.6	218.0	»
1993	95.0	91.4	127.0	28.8	79.6	11.8	-	0.8	16.0	97.2	105.4	120.4	773.4
1994	134.6	208.2	2.0	171.6	40.8	10.4	53.0	18.8	15.8	77.4	82.4	55.4	870.4
1995	»	103.4	131.2	73.8	42.6	15.6	76.8	143.0	76.4	21.6	87.6	149.2	»
1996	137.6	179.0	150.8	91.4	60.6	5.6	3.2	63.2	125.2	182.8	184.2	160.6	1,344.2
1997	103.2	104.8	56.8	78.6	26.4	32.2	18.0	42.8	»	»	»	126.8	»
1998	108.4	106.6	65.8	42.2	73.4	5.6	5.8	63.2	77.4	72.8	167.0	102.2	890.4
1999	81.6	87.0	79.8	63.0	36.0	4.0	31.0	0.2	85.8	50.2	»	»	»
2000	»	108.2	44.8	54.0	32.6	29.2	19.2	»	167.2	79.4	»	»	»
2001	»	»	65.4	42.4	12.0	-	3.4	3.0	29.0	0.4	97.8	101.2	»
2002	24.4	20.8	139.4	102.6	123.2	7.2	59.8	21.2	69.2	4.6	»	»	»
2003	»	»	»	»	30.2	40.4	5.6	21.0	21.8	107.8	50.0	90.0	»
2004	119.4	40.8	71.6	103.2	58.6	68.0	15.4	»	»	»	»	»	»
2005	151.2	160.2	60.2	67.2	54.8	24.4	2.0	41.6	91.6	88.2	127.0	289.6	1,158.0
2006	123.2	153.8	149.4	60.8	6.4	70.4	34.2	58.4	68.0	15.4	44.8	368.2	1,153.0
2007	74.6	67.6	112.0	62.8	39.8	74.6	9.6	0.2	14.4	89.0	135.8	131.4	811.8
2008	72.8	122.4	151.8	54.0	15.4	26.0	1.6	31.0	121.4	35.2	141.2	231.6	1,004.4
2009	268.4	141.2	196.4	96.0	31.8	61.6	7.0	1.0	337.6	177.4	46.4	116.0	1,480.8
2010	295.4	-	115.4	44.6	76.0	63.8	40.0	-	85.6	174.4	191.6	131.6	1,218.4
2011	87.4	95.4	100.8	97.0	91.6	3.6	7.8	3.8	87.8	82.0	3.8	216.8	877.8
2012	59.0	291.2	28.4	189.4	68.8	18.0	19.4	-	25.8	89.4	94.0	164.4	1,047.8
2013	236.0	122.0	232.6	26.4	60.0	10.0	19.2	35.4	46.6	34.0	256.4	178.6	1,257.2

<b>2014</b>	134.4	72.6	237.0	128.6	30.4	11.0	30.0	1.6	48.2	68.8	51.0	122.2	935.8
<b>2015</b>	148.8	134.8	342.4	36.4	39.6	42.0	11.4	98.2	87.6	211.8	112.4	4.0	1,269.4
<b>2016</b>	125.4	112.4	155.8	30.2	56.2	38.8	13.2	38.8	109.0	122.6	159.0	10.4	971.8
<b>2017</b>	133.8	34.0	84.4	34.4	16.8	-	2.6	0.4	65.8	»	»	106.2	»
<b>2018</b>	76.8	258.2	174.4	11.8	56.2	44.2	7.6	50.4	24.6	254.4	213.2	95.6	1,267.4
<b>2019</b>	137.2	92.6	176.8	38.0	92.8	10.4	35.4	3.6	31.0	43.2	231.0	236.0	1,128.0
<b>2020</b>	40.8	34.2	76.4	64.6	24.4	45.6	»	»	»	»	»	»	»

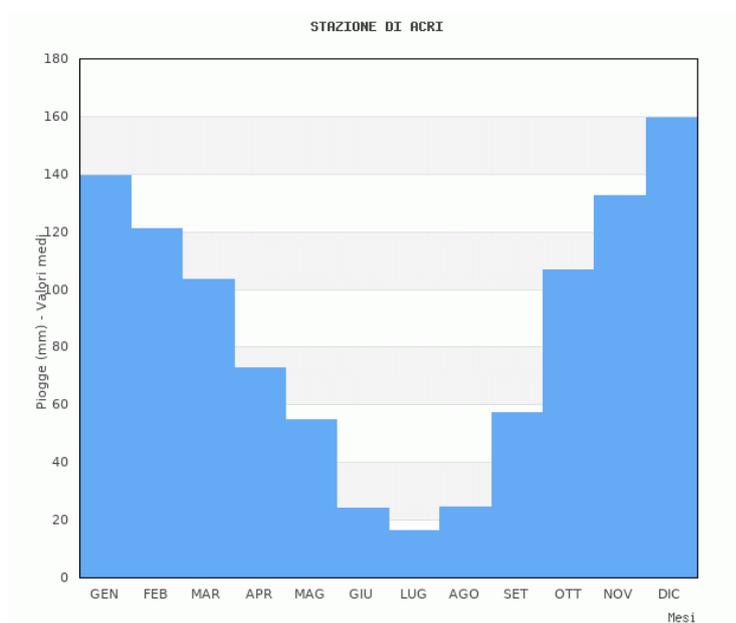
1140 mesi disponibili  
100 anni disponibili

**Valori medi mensili ed annuale**

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot
139.6	121.1	103.6	72.5	54.5	24.4	16.2	24.5	57.3	106.6	132.5	159.6	<b>1,012.3</b>

**LEGENDA:**

» : dati mancanti



**REGIONE CALABRIA - BANCA DATI METEOROLOGICI****Stazione di Acri (cod. 1120) - Piogge massime annuali di durata 1-3-6-12-24 ore****SERIE DEI MASSIMI ANNUALI**

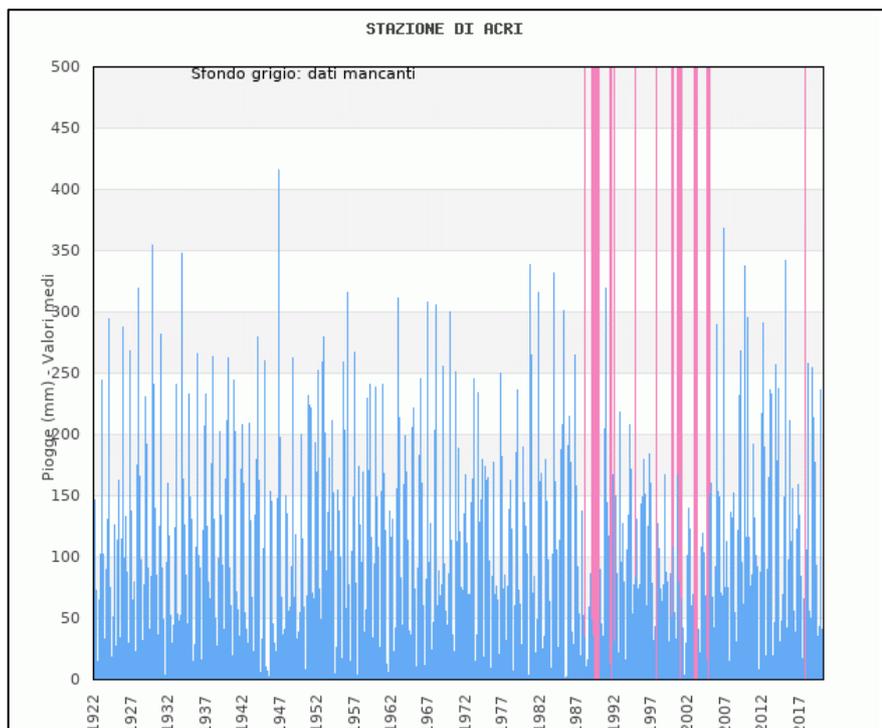
Anno	Data	Max 1 h	Data	Max 3 h	Data	Max 6 h	Data	Max 12 h	Data	Max 24 h
1926	»	»	»	»	»	»	»	»	»	98.5
1929	»	»	»	»	»	»	»	»	»	127.1
1934	12-10	21.0	11-10	53.0	11-10	64.2	11-10	64.2	06-02	80.0
1936	16-09	23.0	16-09	23.0	29-11	40.6	29-11	76.6	29-11	118.5
1937	24-10	25.6	24-10	26.8	15-12	27.6	12-02	39.8	11-02	64.8
1939	»	31.6	»	33.2	»	»	»	»	»	»
1940	»	»	»	34.0	»	50.0	»	77.6	»	101.3
1941	08-10	20.0	08-10	22.6	24-02	27.6	24-02	38.0	13-11	42.8
1943	03-10	29.0	12-10	34.0	12-10	53.2	11-02	63.0	11-02	86.4
1945	25-09	16.8	21-11	20.4	10-11	31.6	09-11	42.4	21-11	68.2
1946	05-10	24.0	05-10	26.6	29-12	54.0	29-12	87.0	18-12	116.0
1948	14-09	20.0	20-11	32.0	20-11	54.0	20-11	65.0	18-11	86.4
1951	»	21.6	»	37.0	»	53.8	»	83.8	»	109.8
1953	»	»	»	»	»	42.5	»	»	»	»
1954	18-05	16.8	05-05	20.0	04-05	31.0	04-05	44.0	30-01	54.0
1955	16-07	61.0	03-09	69.0	03-09	90.8	03-09	117.1	03-09	132.9
1956	23-12	15.4	23-12	17.0	31-01	31.0	03-12	37.0	03-12	48.6
1960	06-10	24.8	10-10	31.2	16-01	49.0	16-01	75.0	16-01	87.4
1961	27-04	21.0	27-04	37.0	02-03	52.6	02-03	67.4	02-03	101.6
1962	15-03	9.8	15-03	12.0	04-04	20.4	16-12	28.6	14-03	39.0

1968	13-12	18.0	13-12	35.4	20-01	55.0	20-01	96.0	19-01	129.9
1969	23-09	18.5	23-09	27.6	23-09	34.2	13-10	44.8	05-12	51.0
1970	01-10	55.0	01-10	78.0	01-10	95.0	01-10	98.2	01-10	98.2
1971	30-09	12.0	30-09	19.6	02-01	32.4	02-01	51.4	02-01	72.4
1972	12-02	16.4	12-02	33.2	11-03	42.8	12-02	48.4	12-02	63.6
1973	25-01	7.2	25-01	15.0	25-01	21.4	25-01	38.4	24-01	57.2
1975	17-02	14.0	17-02	27.4	17-02	37.2	17-02	56.4	17-02	83.8
1978	05-12	11.8	05-12	31.0	05-12	57.4	05-12	78.8	05-12	81.6
1979	30-06	22.4	30-06	26.8	11-01	28.2	11-01	59.4	11-01	76.8
1980	26-10	20.8	26-10	43.8	26-10	63.4	26-10	77.8	26-10	84.6
1981	13-01	12.6	13-01	20.8	01-12	34.0	01-12	43.8	01-12	43.8
1982	22-03	13.0	22-03	28.2	22-03	43.0	25-01	67.2	25-01	78.0
1983	01-09	19.8	27-12	38.2	27-12	61.6	27-12	76.6	04-12	96.6
1984	28-11	19.8	28-11	34.0	28-11	45.4	28-11	61.6	28-11	66.2
1985	26-05	20.0	17-04	38.2	17-04	59.4	17-04	83.6	17-04	141.7
1986	29-10	20.4	29-10	55.0	29-10	81.6	28-10	121.6	28-10	177.5
1987	12-01	11.6	12-01	30.0	12-01	44.6	30-09	56.4	30-09	92.6
1988	21-10	18.2	21-10	18.4	22-10	18.4	22-10	25.8	02-12	37.4
1991	15-07	27.2	15-07	28.2	20-10	29.8	15-07	41.2	16-11	53.2
1992	19-06	20.8	27-06	33.4	27-06	36.8	19-04	58.2	18-04	84.8
1993	31-10	19.0	13-11	22.4	04-01	25.8	04-01	41.2	04-01	46.6
1994	02-07	13.8	07-02	31.4	07-02	55.0	07-02	84.4	06-02	104.6
1995	14-07	52.4	14-07	53.6	14-07	53.6	14-07	53.6	14-07	63.4
1996	19-08	34.2	19-08	35.2	30-11	40.4	30-01	55.6	30-11	63.2
1998	07-08	38.2	07-08	39.2	28-11	41.6	28-11	53.4	28-11	59.8

1999	01-07	27.8	11-09	30.0	11-09	38.0	11-09	38.6	11-09	43.2
2000	09-09	28.8	09-09	56.4	09-09	71.4	09-09	73.2	08-09	121.2
2002	25-05	34.6	25-05	57.8	10-03	69.6	10-03	96.2	24-05	110.0
2005	04-10	30.0	04-10	42.4	04-10	43.6	10-12	49.6	09-12	51.4
2006	22-12	25.4	22-12	58.8	22-12	103.8	22-12	131.6	22-12	203.6
2007	04-06	16.2	04-06	24.4	04-06	43.8	04-06	45.0	04-06	59.0
2008	27-08	24.4	28-11	34.8	28-11	51.8	03-12	72.8	07-02	97.6
2009	26-09	39.8	26-09	68.8	26-09	114.6	26-09	148.2	25-09	210.8
2010	03-09	19.0	18-10	32.0	18-10	49.6	18-10	69.0	18-10	84.8
2011	25-12	15.6	25-12	39.6	25-12	57.8	25-12	62.4	24-12	67.0
2012	27-05	13.6	14-04	29.0	22-02	42.0	22-02	60.0	22-02	87.4

59 anni disponibili

Serie mensile con picchi storici



## **INQUADRAMENTO P.A.I.**

### **Piano Stralcio Per l'Assetto Idrogeologico**

Il rischio idrogeologico viene definito dall'entità attesa delle perdite di vite umane, feriti, danni a proprietà, interruzione di attività economiche, in conseguenza del verificarsi di frane, inondazioni o erosione costiera.

Il Piano individua il rischio laddove nell'ambito delle aree in frana, inondabili, si rileva la presenza di elementi esposti costituiti dall'insieme delle presenze umane e di tutti i beni mobili e immobili, pubblici e privati, che possono essere interessati e coinvolti dagli eventi calamitosi.

Le situazioni di rischio vengono raggruppate, ai fini della programmazione degli interventi, in tre categorie:

- rischio di frana;
- rischio d'inondazione;
- rischio di erosione costiera

Ciascuna categoria di rischio può assumere quattro livelli:

- R4 - rischio molto elevato: quando esistono condizioni che determinano la possibilità di perdita di vite umane o lesioni gravi alle persone; danni gravi agli edifici e alle infrastrutture; danni gravi alle attività socio-economiche;
- R3 - rischio elevato quando esiste la possibilità di danni a persone o beni; danni funzionali ad edifici e infrastrutture che ne comportino l'inagibilità; interruzione di attività socio-economiche;
- R2 - rischio medio quando esistono condizioni che determinano la possibilità di danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale senza pregiudizio diretto per l'incolumità delle persone e senza comprometterne l'agibilità e la funzionalità delle attività economiche;
- R1 - rischio basso per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono limitati.

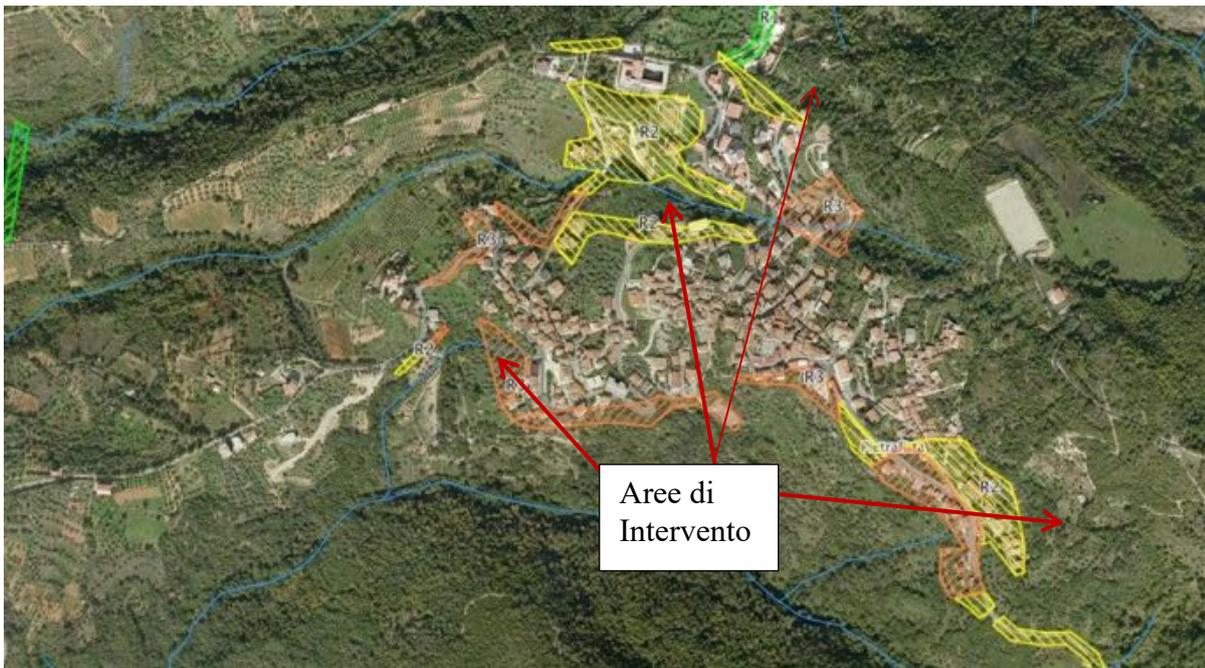


Foto. 14: Stralcio Pai con Visualizzazione Aree e Tipologia di Rischio

**Per quanto concerne gli interventi in esame, nell'area della Località Campitello il progetto ricade in parte in una area perimetrata e vincolata per rischio geomorfologico di tipo R3.**

-Art. 17 delle Norme di attuazione e misure di salvaguardia del PAI (di seguito N.A.M.S.) disciplina le tipologie di interventi destinati a mitigare le condizioni di instabilità e relativamente agli elementi a rischio ricadenti nelle aree a **rischio R3** e nelle aree in frana ad esse associate.

In queste aree le tipologie di interventi che sono consentiti sono:

- a) gli interventi per la mitigazione del rischio geomorfologico ivi presente e in genere tutte le opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi;
- b) gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- c) gli interventi strettamente necessari a ridurre la vulnerabilità dei beni esposti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico urbanistico;
- d) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, così come definiti dall'art. 31, lettere a) e b), della L. 457/1978, senza aumento di superficie e volume;
- e) gli interventi di restauro e di risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia, così come definiti dall'art. 31, lettera c) e lettera d) della L. 457/1978, senza aumento di superficie e volume, di abbattimento delle barriere architettoniche, nonché gli interventi di

Studio Geologico per interventi di mitigazione e messa in sicurezza di aree ubicate nel comune di Pietrafitta(CS) adeguamento o miglioramento sismico o di riparazione o intervento locale così come definiti nel Cap. 8 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 approvate con D.M. 14.01.2008;

f) gli interventi necessari per la manutenzione straordinaria relativa alle opere infrastrutturali e alle opere pubbliche o di interesse pubblico;

**Per quanto concerne gli interventi nell'area di Campitello si può affermare che gli interventi sono compatibili con le tipologie previste alla lettera a, c, d, ed f del Art 17 comma 2:** trattandosi di un completamento di regimentazione idraulica del canale ubicato nel vallone in località Campitello, finalizzata alla riduzione del rischio geomorfologico degli argini e delle sponde legate all'erosione l'opera risulta pienamente compatibile con le prescrizioni del P.A.I. Inoltre considerato che la posizione attuale della condotta fognaria è ubicata sull'argine naturale dell'impiuvio in erosione che ha comportato interventi straordinari di manutenzione, le opere si prefigurano anche come interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere pubbliche.

Quanto previsto in progetto inoltre rispetta il criterio di non aumentare il livello di pericolosità da frana esistente e non comporta aggravio delle condizioni di sicurezza e dovrà ottenere l'approvazione dei competenti servizi regionali, previo parere dell'ABR, da esprimersi entro sessanta giorni (comma 3 art.17 N.A. e M.S. del P.A.I. Calabria).

Per quanto concerne **gli interventi nell'area di Vicinanzo, l'area di intervento lambisce un'area perimetrata con rischio geomorfologico di tipo R2.**

Art. 18 delle NAMS disciplina le aree a rischio R2 e R1 e le aree in frana ad esse associate.

Si precisa che in queste aree sono possibili:

- a) la realizzazione di opere, scavi e riporti di qualsiasi natura deve essere programmata sulla base di opportuni rilievi e indagini geognostiche, di valutazioni della stabilità globale dell'area e delle opere nelle condizioni "ante", "post" e in corso d'opera effettuate da un professionista abilitato;
- b) sono consentiti tutti gli interventi di cui ai precedenti artt. 16 e 17;
- c) l'autorizzazione degli interventi di trasformazione delle aree boscate dovrà tenere conto delle finalità del PAI.

Considerato che l'area di intervento è caratterizzata da una piccola valle, poco scoscesa, nella quale dovranno essere realizzate delle nuove canalizzazioni e degli **interventi di**

Studio Geologico per interventi di mitigazione e messa in sicurezza di aree ubicate nel comune di Pietrafitta(CS)

**manutenzione ordinaria e straordinaria** sulle condotte e sull'impluvio esistente, utilizzato per il deflusso delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale, si è così proceduto all'interno del presente studio, ad effettuare una opportuna campagna di rilievi ed indagini geognostiche tali da **affermare che gli interventi sono compatibili con le tipologie previste alla lettera a, c, d, f del Art 17 comma 2.**

Per quanto riguarda la verifica di stabilità globale del sito e delle opere previste nelle condizioni "ante", "post" e in corso d'opera si demanda invece ai progettisti incaricati, nella successiva fase di progettazione geotecnica, di produrre gli elaborati progettuali.

## **INDAGINI GEOGNOSTICHE E ANALISI DEI DATI**

Nelle aree di studio sono state effettuate sia indagini dirette che indirette atti a verificare sia lo stato di addensamento e compattazione dei litotipi presenti e sia le condizioni sismostratigrafiche delle litologie affioranti.

Per definire il valore delle **Vp ( velocità delle onde longitudinali P)** dei siti d'interesse sono stati realizzati 11 profili di sismica a rifrazione per un totale di 398 metri lineari. La distanza intergeofonica dei profili effettuati e gli offset degli scoppi è stata variata da 1,00 metro a 3,00 metri in base sia alla reale disponibilità di spazio dei tracciati, in assenza di vegetazione, che alla risoluzione della profondità di investigazione.

Per la definizione della tipologia di sottosuolo di fondazione e per comprendere il profilo sismostratigrafico delle **Vs ( velocità delle onde di taglio S)** sono stati eseguiti 4 profili sismici tipo Masw , da 18 a 24 canali.

Per generare l'impulso sismico si è utilizzata una massa battente di 9 Kg, battuta su un piattello metallico. L'ubicazione e la tipologia delle indagini eseguite, nelle aree di studio, possono essere individuate negli allegati " piani di indagini".

Inoltre nell'area di studio 3 " Campitello" sono stati eseguiti 6 sondaggi penetrometrici dinamici di cui 3 medi e 3 super pesanti. La scelta di tali indagini è stata determinata dalla reale difficoltà di approntamento delle attrezzature sull'area di studio considerando sia la vasta vegetazione in loco che la morfologia "a terrazzi" discendente verso l'impluvio che ha imposto l'utilizzo di attrezzature più leggere e non semoventi per la loro corretta ubicazione e installazione.

Dai risultati ottenuti dalle prove in situ è possibile fare alcune considerazioni sullo stato di addensamento e/o consistenza dei terreni saggiati, sullo spessore della coltre di alterazione in posto sovrastante le metamorfite in facies scistosa ed a tratti filladica.

I risultati delle suddette indagini vengono descritti nella presente relazione, della quale costituiscono parte integrante l'interpretazione dei dati rilevati in campagna (dromocrone e sismo stratigrafie allegate).

## **AREA A: FRANCONI**

### **Profilo Sismico a Rifrazione AB**

Lo stendimento è stato effettuato su un terreno agricolo, coltivato, in posizione trasversale alla linea di massima pendenza del versante, mediante l'ausilio di 24 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 9 :diretto, coniugato e 7 scoppi intermedi.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 460 m/sec ai 1650 m/sec.

Attraverso l'analisi e l'elaborazione delle acquisizioni dei dati si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 4-5 metri, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p=460$  associabile al terreno superficiale sciolto o poco compatto;

Al disotto di tale sismostrato si individua, fino alla profondità di 15-16 metri, un secondo sismostrato caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde  $P(V_p)$  pari a 1650 m/s. Tali velocità sono assimilabili a formazioni metamorfiche alterate e fratturate mediamente consistenti.

### **Profilo Sismico a Rifrazione CD**

Lo stendimento è stato effettuato a monte del profilo AB su una strada realizzata attraverso uno sbancamento del versante. Il profilo è stato effettuato mediante l'ausilio di 12 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 3,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 :diretto, coniugato e uno scoppio intermedio.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 860 m/sec ai 2050 m/sec.

Attraverso l'analisi e l'elaborazione delle acquisizioni dei dati si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 1,50 -3,00 metri, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p= 860$  associabile a sedimenti superficiali moderatamente sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 9-10 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde  $P(V_p)$  pari a 2050 m/s. Tali velocità sono assimilabili a formazioni metamorfiche alterate e fratturate mediamente consistenti.

### **Profilo Sismico a Rifrazione EF**

Lo stendimento è stato effettuato a valle del profilo AB su una terrazza morfologica. Il profilo è stato effettuato mediante l'ausilio di 24 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 1,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 5 :diretto, coniugato e tre scoppi intermedi. Lo scoppio diretto e quello coniugato sono stati effettuati con un offset di 2,00 metri.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 600 m/sec ai 1150 m/sec, e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 5,00 -6,00 metri, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p= 600$  associabile a sedimenti superficiali moderatamente sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 9 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde  $P(V_p)$  pari a circa 1150 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione di base metamorfiche intensamente alterata.

### **Profilo Sismico a Rifrazione GH**

Lo stendimento effettuato mediante l'ausilio di 12 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 :diretto, coniugato e uno scoppio intermedio. Lo scoppio diretto e quello coniugato sono stati effettuati con un offset di 3,00 metri.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 600 m/sec ai 1000 m/sec, e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 5,00 -6,00 metri, caratterizzato da una velocità

di propagazione delle onde longitudinali  $V_P = 600$  associabile a sedimenti superficiali moderatamente sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 7,00-8,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde  $P(V_P)$  pari a circa 1000 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione di base metamorfiche intensamente alterata o a formazioni sedimentarie sciolte.

### **Profilo Sismico a Rifrazione II**

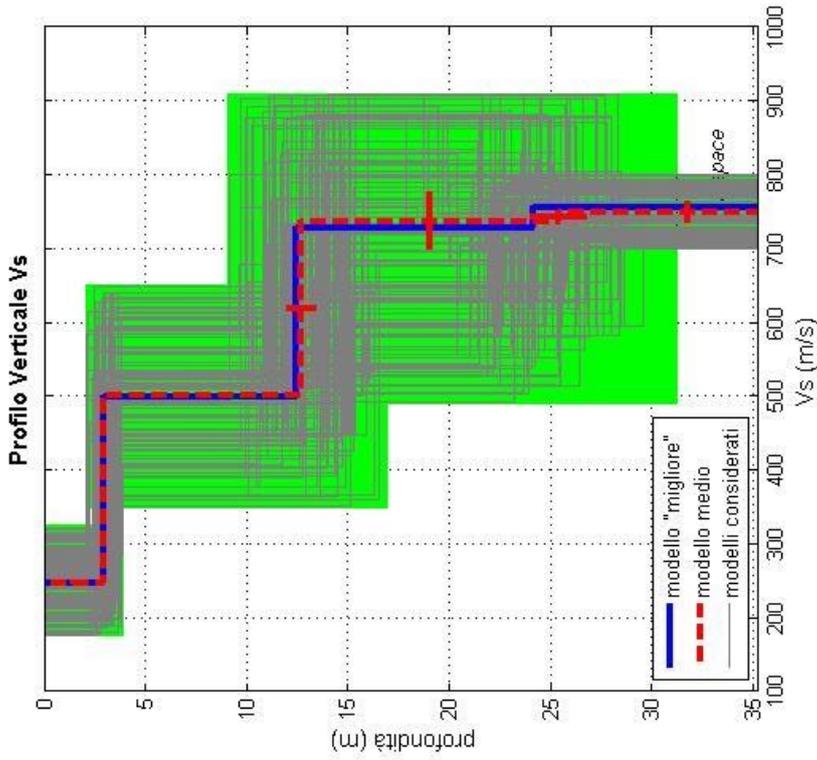
Lo stendimento effettuato mediante l'ausilio di 12 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 5 : diretti, coniugati e uno scoppio intermedio. Per aumentare la profondità di indagine sono stati effettuati uno scoppio diretto ed uno scoppio coniugato con un offset di 4,00 metri.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_P$  variabili dai 550 m/sec ai 1200 m/sec, e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 1,00 -2,00 metri, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_P = 550$  associabile a sedimenti superficiali moderatamente sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 8,00-9,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde  $P(V_P)$  pari a circa 1200 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione di base metamorfiche intensamente alterata o a formazioni sedimentarie sciolte.

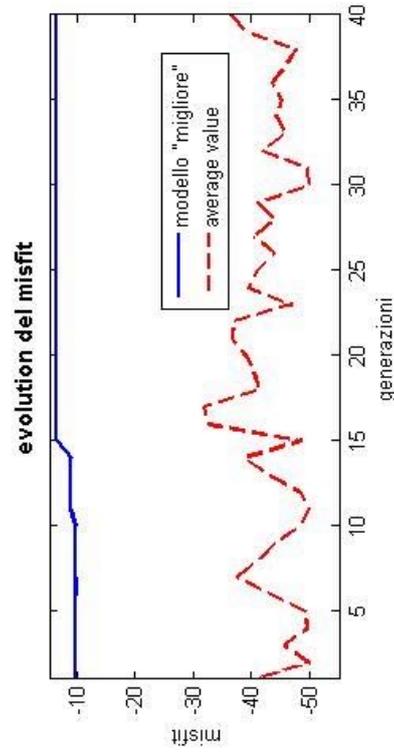
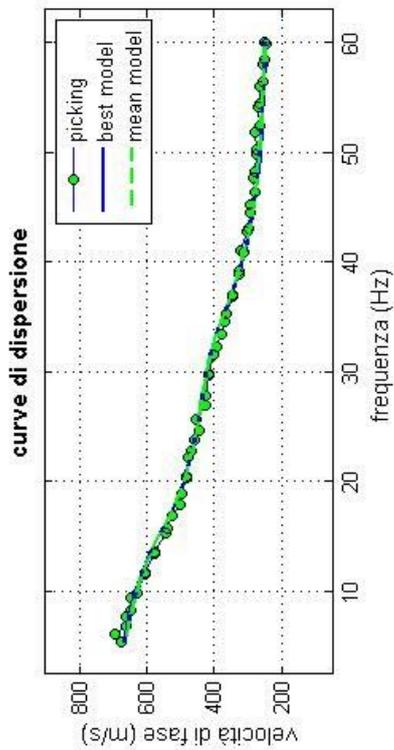
Il **PROFILO SISMICO TIPO MASW FRANCONI** (Multichannel Analysis of Surface Waves), è stato eseguito a 24 geofoni verticali da 4,5 Hz, con spazio intergeofonico di 1,50 metri e con offset ( distanza di scoppio dal primo geofono) di 5,00 metri ed è stato effettuato per la ricostruzione del profilo delle velocità delle onde di taglio (di seguito  $V_s$ ) e per definire la tipologia di suolo di fondazione sulla base del parametro  $V_{s,eq}$ , valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( metri/sec).

I risultati dell'indagine hanno evidenziato un profilo sismo stratigrafico caratterizzato da 4 orizzonti sismici con diverse velocità di propagazione:

- da p.c – 3,00 metri :  $V_s = 249$  m/s
- da 3,00 metri – 13,00 metri:  $V_s = 502$  m/s
- da 14,00 metri – 26,00 metri:  $V_s = 738$  m/s
- da 26,00 metri – 35,00 metri :  $V_s = 750$  m/s



curve di dispersione: franc.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 550 m/s  
 VS30 (modello medio): 550 m/s



Il profilo così evidenziato mostra un miglioramento delle caratteristiche di alterazione e compattazione delle litologie imposte e, dalla profondità di **14,00 – 15,00** metri dal piano campagna si riscontra un sismostrato attribuibile alle metamorfite scistose e scistose filladiche non del tutto integre con una  $V_s$  media di 750 m/s. Questa velocità dell'ultimo strato attribuisce questa formazione al substrato con un profilo caratterizzato da un aumento costante delle velocità di propagazione delle onde di taglio.

Pertanto ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (cap 3.2.2 della NTC2018) considerando le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche riscontrate sino alla massima profondità di indagine per il calcolo della  $V_s$ , eq si è proceduto ad un approccio semplificato mediante la seguente espressione

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

**H:** spessore dell'i-esimo strato;

**VS:** velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

**N:** numero di strati;

**H:** profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per depositi aventi il substrato sismico superiore ai 30 metri, la velocità equivalente è definita dal parametro  $V_{s30}$ , considerando la proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Pertanto dal calcolo della precedente espressione si riscontra:

$$V_{s, eq} = V_{s30} = \underline{\underline{550,00 \text{ m/s}}}$$

## **Area B: Vicinanzo**

### **Profilo Sismico a Rifrazione QR**

Lo stendimento è stato effettuato nell'area di corona della Valle del Vicinanzo, trasversalmente alla direzione di massima pendenza, mediante l'ausilio di 12 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 : diretto, coniugato e uno scoppio intermedio centrale. Per aumentare la profondità di indagine lo scoppio diretto e il coniugato sono stati effettuati con un offset di 3,00 metri dal primo ed ultimo geofono.

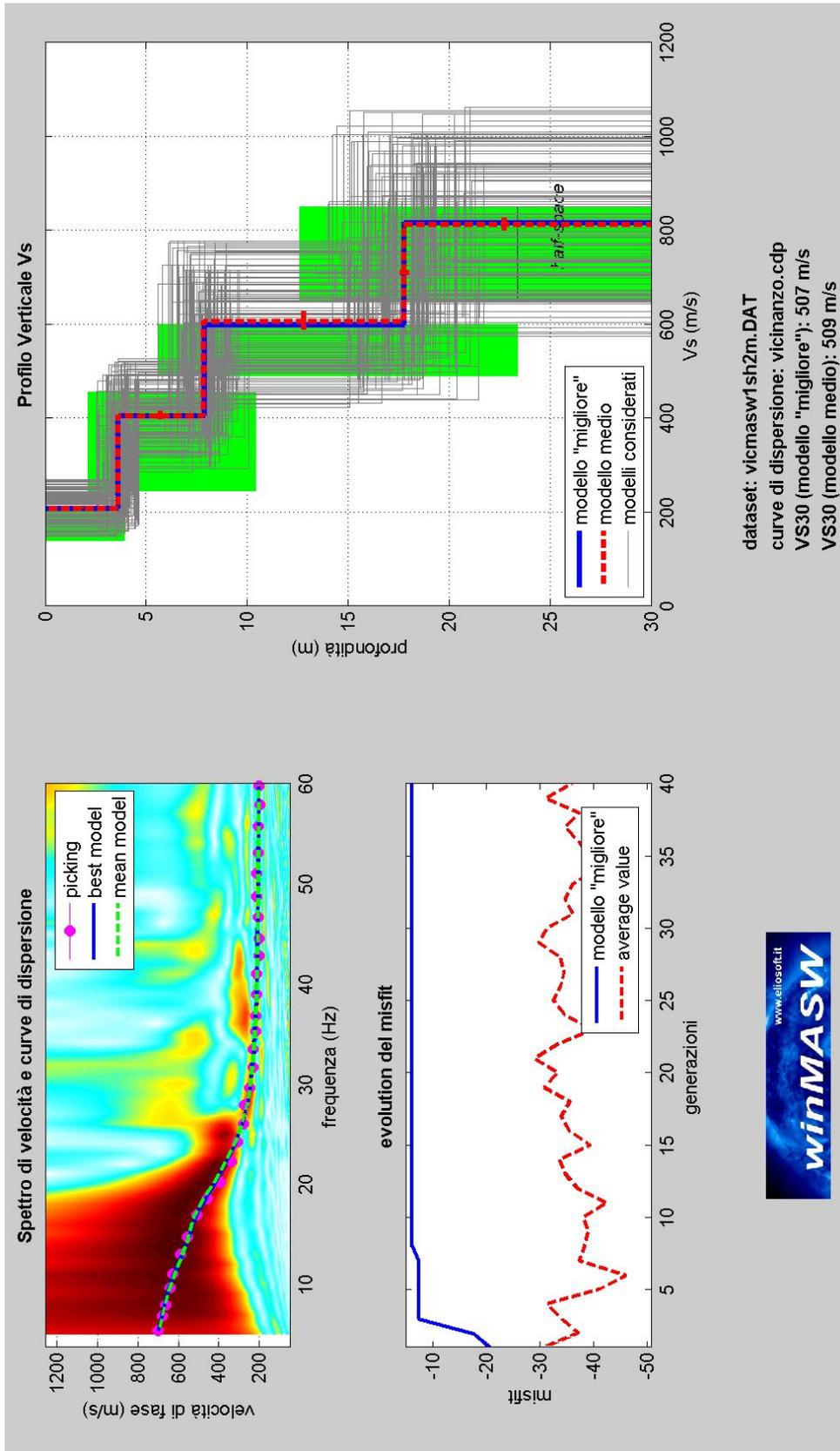
La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 550 m/sec ai 1800 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 3,50 -4,60 metri dal piano campagna, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p= 550$  associabile a sedimenti superficiali sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 6,00-7,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde P( $V_p$ ) pari a circa 1800 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione di base metamorfica alterata

### **Profilo Sismico a Rifrazione ST**

Lo stendimento è stato effettuato a valle, lungo la direzione di massima pendenza mediante l'ausilio di 18 geofoni da 4,5 Hz, con distanza intergeofonica di 3,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 : diretto, coniugato e uno scoppio intermedio.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 310-320 m/sec ai 2100 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 1,50 -3,00 metri dal piano campagna, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p= 320$  associabile a sedimenti superficiali sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 10,00-12,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde P( $V_p$ ) pari a circa 2100 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione di base metamorfica alterata

Il **PROFILO SISMICO TIPO MASW VICINANZO** (Multichannel Analysis of Surface Waves), è stato eseguito a 18 geofoni verticali da 4,5 Hz, con spazio intergeofonico di 2,00 metri e con offset ( distanza di scoppio dal primo geofono) di 2,00 metri ed è stato effettuato lungo il profilo sismico ST.



I risultati dell'indagine hanno evidenziato un profilo sismo stratigrafico caratterizzato da 4 orizzonti sismici con diverse velocità di propagazione:

- da p.c – 3,60 metri :  $V_s = 210$  m/s

- da 3,60 metri – 7,80 metri:  $V_s = 407$  m/s
- da 7,80 metri – 17,70 metri:  $V_s = 688$  m/s
- da 17,70 metri – 30,00 metri :  $V_s = 814$  m/s

Per depositi aventi il substrato sismico inferiore ai 30 metri, la velocità equivalente è definita dal parametro  $V_sH$ , ottenuto ponendo in questo caso  $H=17,70$  metri e considerando la proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Pertanto dal calcolo dell' espressione

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

si riscontra:

$$\underline{V_{s, eq} = V_sH = 404 \text{ m/s}}$$

## **AREA C: CAMPITELLO**

### **Profilo Sismico a Rifrazione MN**

Lo stendimento è stato effettuato parallelamente alla direzione di deflusso, in destra idrografica, nell'area di monte del Vallone Campitello, mediante l'ausilio di 24 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,50 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 9 : diretto, coniugato e sette scoppi intermedi.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili da i circa 300 m/sec ai 1300 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 3,00 -4,50 metri dal piano campagna, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p = 296$  associabile a sedimenti superficiali sciolti e con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 16,00-17,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde P( $V_p$ ) pari a circa 1296 m/s. Tali velocità sono assimilabili a sedimenti mediamente addensati.

### **Profilo Sismico a Rifrazione OP**

Lo stendimento è stato effettuato parallelamente alla direzione di deflusso, in destra idrografica, nell'area di valle del Vallone Campitello, mediante l'ausilio di 24 geofoni da 4,5

Studio Geologico per interventi di mitigazione e messa in sicurezza di aree ubicate nel comune di Pietrafitta(CS)

Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 9 : diretto, coniugato e sette scoppi intermedi.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili da i circa 400 m/sec ai 800 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 3,00 -7,00 metri dal piano campagna, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $VP= 401$  associabile a sedimenti superficiali sciolti e con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 12,00-13,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde  $P(V_p)$  pari a circa 800 m/s. Tali velocità sono assimilabili a sedimenti da poco a mediamente addensati.

### Sondaggi Penetrometrici Dinamici

Successivamente alle indagini geofisiche sono state eseguite delle indagini dirette finalizzate all'ottenimento di informazioni e parametri utili e necessari alla definizione della densità, del grado di compattazione e di alcuni parametri geotecnici.

Le tre prove penetrometriche dinamiche superpesanti ( P1-P2-P3) sono state effettuate lungo i profili sismici a rifrazione mentre le altre tre prove penetrometriche medie ( S1-S2-S3) sono state effettuate più a valle in direzione dell'impluvio volte alla correlazione dei dati riscontrati e sono state mirate per la ricostruzione delle sezioni geo-litologiche redatte per il presente studio. L'elaborazione delle Indagini hanno potuto stimare i seguenti parametri geotecnici che sono riportati integralmente in allegato:

**P1:** Eseguito ad una distanza di 1,00 metro in direzione sud dalla linea passante per i geofoni 15 e 16 del profilo sismico MN e ha raggiunto la profondità di 12,20 metri dal piano campagna

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Angolo d'attrito (°)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	4	42,03	Incoerente - coesivo	24,4	1,81	1,89	0,04	1,47	5,89	terreno vegetale
5	4,7	39,63	Incoerente -	25,19	1,86	1,9	0,5	1,47	6,92	sabbia limosa

			coesivo								
6	13,2	92,41	Incoerente - coesivo	32,07	2,1	2,31	1,03	1,47	19,43	sabbia ghiaiosa	
12	8,2	47,25	Incoerente - coesivo	28,46	2,02	2,22	1,74	1,47	12,07	sabbia limosa debolmente ghiaiosa	
12,2	18	91,15	Incoerente - coesivo	34,94	2,13	2,27	2,37	1,47	26,5	sabbia ghiaiosa	

**P2:** Eseguito ad una distanza di 2,00 metri, in direzione nord, dalla linea passante per i geofoni 14 e 15 del profilo sismico OP e ha raggiunto la profondità di 11,00 metri dal piano campagna

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Angolo d'attrito (°)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	4	42,03	Incoerente - coesivo	24,4	1,81	1,89	0,04	1,47	5,89	terreno vegetale
1,4	6,2	59,79	Incoerente - coesivo	26,7	1,94	2,13	0,17	1,47	9,13	sabbia limosa
2,8	9,86	86,22	Incoerente - coesivo	29,75	2,06	2,27	0,41	1,47	14,51	sabbia ghiaiosa
4,6	6	47,01	Incoerente - coesivo	26,51	1,93	2,12	0,73	1,47	8,83	sabbia debolmente limosa
10,4	15,07	93,47	Incoerente - coesivo	33,24	2,11	2,15	1,51	1,47	22,18	sabbia limosa debolmente ghiaiosa
11	25	132,31	Incoerente - coesivo	38,49	2,36	2,5	2,2	1,47	36,8	sabbia ghiaiosa

**P3:** Eseguito a 3,00 metri in direzione sud-ovest dal 24° geofono del profilo sismico OP e ha raggiunto la profondità di 7,80 metri dal piano campagna

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Angolo d'attrito (°)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
------------------	------	--------------------------	------	----------------------	--	---	---	------------------------------	------	-------------

0,2	1	10,51	Incoerente - coesivo	19,7	1,52	1,85	0,02	1,47	1,47	terreno vegetale
2,2	5,6	52,82	Incoerente - coesivo	26,12	1,91	2,1	0,22	1,47	8,24	sabbia debolmente ghiaiosa
3,2	1,4	11,85	Incoerente - coesivo	20,56	1,57	1,85	0,49	1,47	2,06	sabbia debolmente limosa
4,8	3,62	27,71	Incoerente - coesivo	23,94	1,78	1,88	0,71	1,47	5,33	sabbia limosa
7,8	16,07	107,85	Incoerente - coesivo	33,84	2,11	2,19	1,17	1,47	23,66	sabbia ghiaiosa

Le stime dei parametri geotecnici per i sondaggi penetrometrici dinamici medi vengono di seguito elencati:

**S1: Eseguito sull'argine naturale dell'impluvio ad una distanza di 20,00 metri in direzione sud dal 1° geofono del profilo sismico MN**

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Angolo d'attrito (°)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,3	0	0	Incoerente	--	--	--	--	--	0	Materiale Terreno vegetale
2,00	22,62	84,81	Incoerente	29,51	1,91	1,96	0,2	0,75	16	Sabbia limosa ghiaiosa

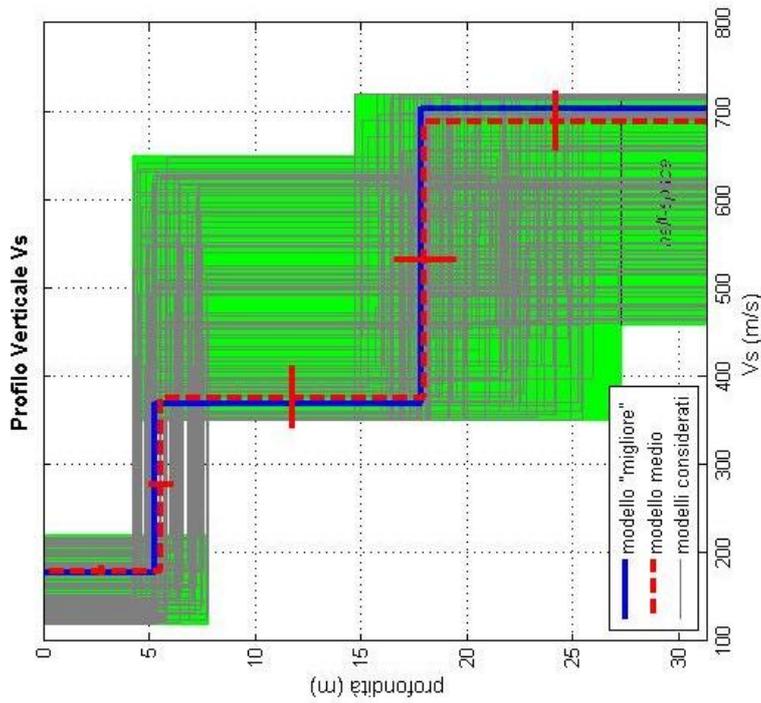
**S2: Eseguito ad una distanza di 3,00 metri in direzione sud dall'asse passante per il 4° geofono del profilo sismico OP**

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Angolo d'attrito (°)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,2	0	0	Incoerente	--	--	--	--	--	0	Terreno vegetale
1	9,5	36,45	Incoerente	26,38	1,62	1,9	0,09	0,75	7	Sabbia limosa
3,7	24,38	85,68	Incoerente	29,96	1,95	1,97	0,42	0,75	18	Sabbia limosa ghiaiosa

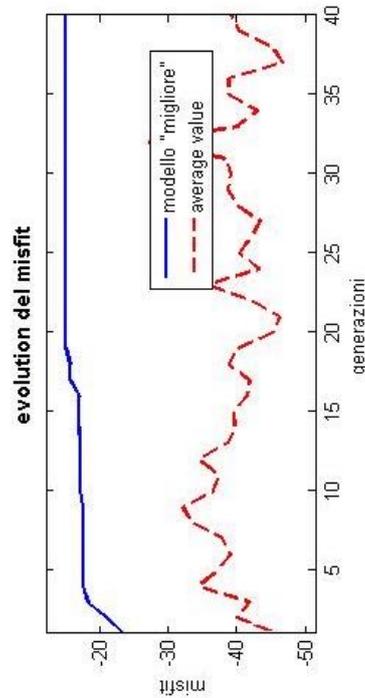
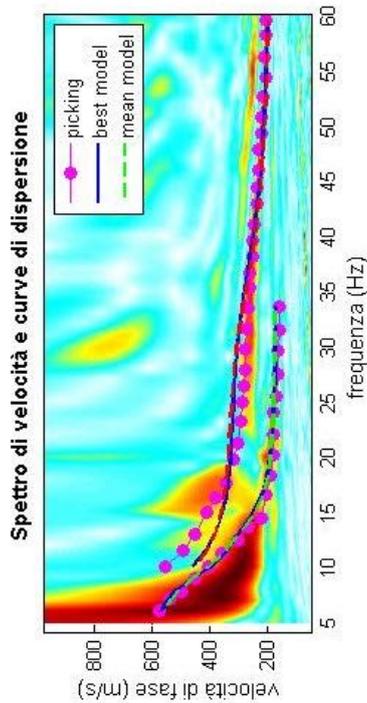
**S3: Eseguito sull'argine della scarpata posta a sud ad una distanza di 15,00 metri in direzione sud dal 24° geofono del profilo sismico OP**

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Angolo d'attrito (°)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,3	0	0	Incoerente	--	--	--	--	--	0	Terreno vegetale
2,1	24,83	93,14	Incoerente	29,96	1,95	1,97	0,21	0,75	18	Sabbia limosa ghiaiosa

**II PROFILO SISMICO TIPO MASW CAMPITELLO** (Multichannel Analysis of Surface Waves), è stato eseguito a 24 geofoni verticali da 4,5 Hz, con spazio intergeofonico di 2,00 metri lungo il profilo sismico OP.



dataset: campmasw1sh2-5.DAT  
curve di dispersione: masw camp1.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 372 m/s  
VS30 (modello medio): 370 m/s



I risultati dell'indagine hanno evidenziato un profilo sismo stratigrafico medio, identificato al centro dello stendimento, caratterizzato da 3 orizzonti sismici con diverse velocità di propagazione:

- da p.c – 5,60 metri :  $V_s = 181$  m/s
- da 5,60 metri – 12,40 metri:  $V_s = 377$  m/s
- da 12,40 metri – 30,00 metri:  $V_s = 690$  m/s

Pertanto ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (cap 3.2.2 della NTC2018) considerando le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche riscontrate sino alla massima profondità di indagine, si è proceduto ad un approccio semplificativo mediante il calcolo della  $V_s$ , eq che per depositi aventi il substrato sismico superiore ai 30 metri, la velocità equivalente è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  metri e considerando la proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Pertanto dal calcolo dell' espressione

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

si riscontra:

$$\underline{V_{s,eq} = V_{s30} = 370 \text{ m/s}}$$

## **AREA D: DOTA**

### **Profilo Sismico a Rifrazione UV**

Lo stendimento è stato effettuato trasversalmente alla direzione di massima pendenza, mediante l'ausilio di 20 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 : diretto, coniugato e uno scoppio intermedio.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili da i circa 530 m/sec ai 2000 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 3,50 -4,30 metri dal piano campagna, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p= 527$  associabile a sedimenti superficiali sciolti e con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 11,00-12,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione

delle onde P(Vp) pari a circa 2000 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione metamorfica mediamente consistente.

### **Profilo Sismico a Rifrazione WX**

Lo stendimento è stato effettuato al margine Nord del versante, in posizione trasversale alla pendenza del versante mediante l'ausilio di 18 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 : diretto, coniugato e uno scoppio intermedio.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali Vp variabili da i circa 650 m/sec ai 1200 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 1,70 metri in corrispondenza dei primi geofoni sino ad arrivare alla profondità di quasi 5,00 metri dal piano campagna in corrispondenza del 17° e 18° geofono, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali VP= 642 associabile a sedimenti superficiali sciolti o poco addensati e con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità massima di investigazione di 11,00-12,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde P(Vp) pari a circa 1200 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione metamorfica alterata.

Il **PROFILO SISMICO TIPO MASW - DOTA** è stato eseguito con 18 geofoni verticali da 4,5 Hz, con spazio intergeofonico di 2,00 metri lungo il profilo sismico WX.

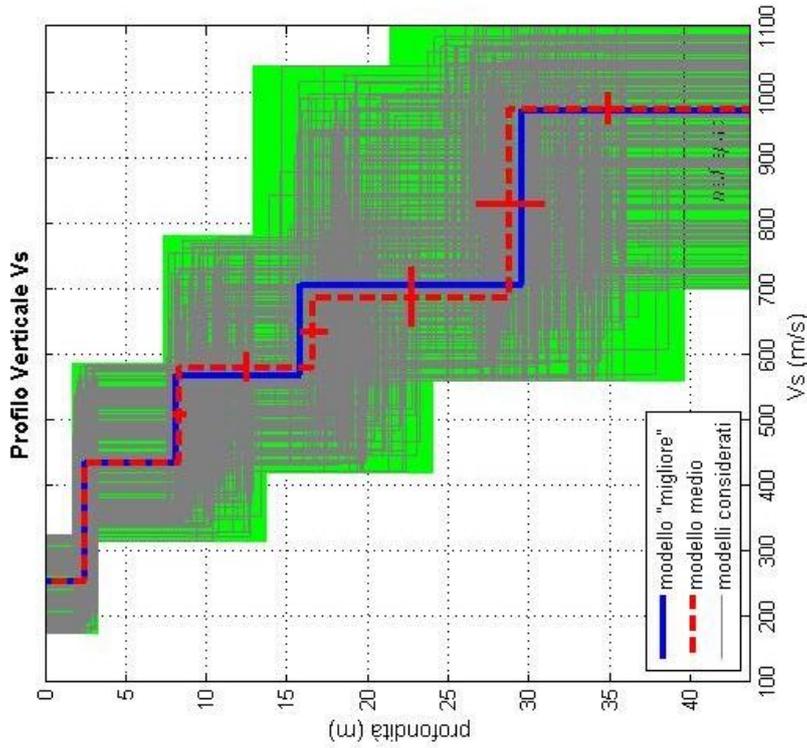
I risultati dell'indagine hanno evidenziato un profilo sismo stratigrafico medio, identificato al centro dello stendimento, caratterizzato da 4 orizzonti sismici con diverse velocità di propagazione:

- da p.c – 2,50 metri :  $V_s = 255$  m/s
- da 2,50 metri – 8,30 metri:  $V_s = 437$  m/s
- da 8,30 metri – 16,60 metri:  $V_s = 582$  m/s
- da 16,60 metri – 28,60 metri:  $V_s = 688$  m/s
- da 28,60 metri – oltre 30,00 metri:  $V_s = 975$  m/s

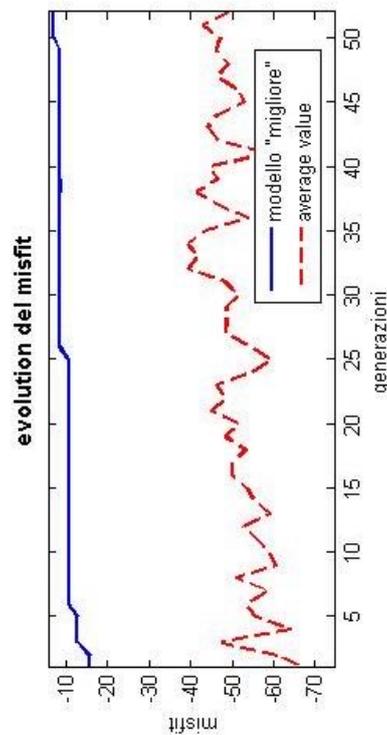
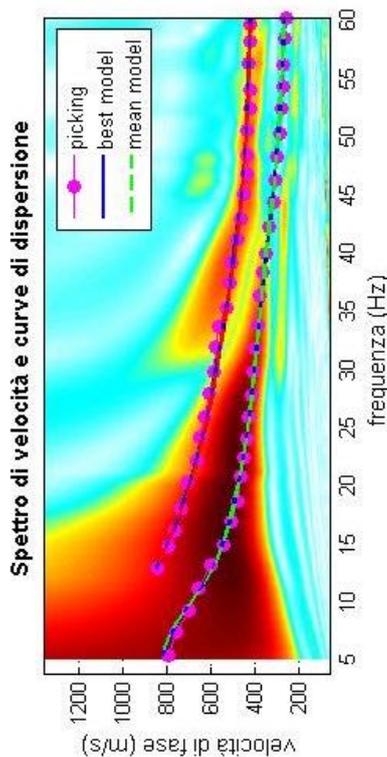
Pertanto ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (cap 3.2.2 della NTC2018) considerando le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche riscontrate sino alla massima profondità di indagine, si è proceduto ad un approccio semplificativo mediante il calcolo della Vs, eq che per depositi aventi il substrato sismico inferiore a 30 metri, la velocità equivalente

è definita dal parametro VsH, ottenuto in questo caso ponendo H=28,60 metri e considerando la proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità

**Pertanto il  $V_{s,eq} = V_{sH} = 522 \text{ m/s}$**



dataset: maswdotva1sh2m.DAT  
 curve di dispersione: Pietrafitta dota metamorphic alterat.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 535 m/s  
 VS30 (modello medio): 532 m/s



## MODELLO GEOLOGICO - GEOTECNICO

Le suddette indagini sono state sviluppate per assicurare un'adeguata caratterizzazione geotecnica del volume significativo di terreno, cioè della parte di sottosuolo influenzata direttamente o indirettamente dalle opere in progetto e che influenzano le opere stesse.

Sulla base dei risultati, della tipologia dell'opera e delle modalità costruttive è stato individuato il più appropriato modello geotecnico del sottosuolo, finalizzato a determinare i nuovi livelli a comportamento geotecnico omogeneo non necessariamente in numero identico ai livelli litostratigrafici del modello geologico, correlando ad ogni livello i rispettivi valori caratteristici dei parametri geotecnici.

I parametri geotecnici sono stati valutati per l'esecuzione delle analisi e delle verifiche nei riguardi degli stati limite da effettuarsi in sede di progettazione geotecnica.

La scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici è avvenuta in fasi diverse volte ad identificare sia l'angolo di attrito interno  $\phi$ , la coesione  $c/c_u$  e il peso di volume  $\gamma$  in relazione alla presenza o meno della falda e della sua escursione e sia riguardato la valutazione di una stima cautelativa dei valori dei parametri appropriati.

Nella valutazione della scelta corretta dei valori viene giustificato il riferimento a valori medi quando è coinvolto un elevato volume di terreno, mentre i valori minimi nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno.

Questi risultati, a prescindere dalla variabilità litologica riscontrata in senso verticale, suggeriscono un miglioramento con la profondità delle caratteristiche meccaniche dei terreni.

I principali parametri geomeccanici dei terreni, nelle diverse aree di progetto sono:

### Area FRANCONI

1. dal p.c ad un massimo di – 0,50 metri: sedimento composto da terreno alterato misto a sabbia limosa ghiaiosa.
2. da 0,50 metri a – 4,20 metri dal pc: sedimento composto da Sabbia con Ghiaia con Limosa. Le caratteristiche geotecniche rappresentative di questo strato possono essere così definite:

$\phi$ = angolo di attrito interno.....	32°
$\gamma$ = peso di volume .....	1830 kg/m <sup>3</sup>
$c$ = coesione.....	0,02 kg/cm <sup>2</sup>

### **Area VICINANZO**

1. dal p.c ad un massimo di – 0,70 metri: sedimento composto da terreno alterato misto a sabbia limosa ghiaiosa.
2. da – 0,70 metri a – 4,00 metri da p.c.: sedimento composto da Ghiaia con Sabbia Limosa. Le caratteristiche geotecniche rappresentative di questo strato possono essere così definite:

$\phi$ = angolo di attrito interno.....	24 °
$\gamma$ = peso di volume .....	1700 kg/m <sup>3</sup>
c = coesione.....	0,11 kg/cm <sup>2</sup>

### **Area CAMPITELLO**

Vedesi sezioni geo-litologiche

1. dal p.c ad un massimo di – 0,30 metri: sedimento composto da terreno alterato misto a sabbia limosa ghiaiosa.
2. da – 0,30 metri a – 4,20 metri da p.c.: sedimento composto da Sabbia Limosa. Le caratteristiche geotecniche rappresentative di questo strato possono essere così definite:

$\phi$ = angolo di attrito interno.....	26 °
$\gamma$ = peso di volume .....	1580 kg/m <sup>3</sup>
c = coesione.....	0,05 kg/cm <sup>2</sup>

### **AREA DOTA**

1. dal p.c ad un massimo di – 0,50 metri: sedimento composto da terreno alterato misto a sabbia limosa ghiaiosa.
2. da 0,50 metri a – 4,20 metri dal pc: sedimento composto da Sabbia con Ghiaia con Limo. Le caratteristiche geotecniche rappresentative di questo strato possono essere così definite:

$\phi$ = angolo di attrito interno.....	32°
$\gamma$ = peso di volume .....	1830 kg/m <sup>3</sup>
c = coesione.....	0,02 kg/cm <sup>2</sup>

## PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Il seguente elaborato definisce le caratteristiche di pericolosità sismica dei siti interessati per gli *“interventi di mitigazione e di messa in sicurezza di aree soggette a rischio geomorfologico”* da realizzarsi nelle località di Franconi, Vicinanza, Campitello e Dota del Comune di Pietrafitta (CS).

Lo scopo principale di tale intervento è quello di stabilire se gli interventi che saranno realizzati saranno in grado o meno di resistere alla combinazione di progetto richiesta dalla normativa vigente.

Per vulnerabilità sismica di un edificio o di un intervento si intende pertanto l'attitudine dello stesso a resistere ad un terremoto di progetto per mezzo delle capacità di deformazione e resistenza delle sue strutture verticali ed orizzontali.

Il presente studio, finalizzato alla determinazione della Risposta Sismica di base consiste nella modellazione sismica del sito e contiene quindi indicazioni della zona sismogenetica, della classificazione sismica regionale, della valutazione dell'azione sismica e dei relativi parametri, delle indicazioni degli effetti di sito (risposta sismica locale) e dei relativi coefficienti di amplificazione sismica.

Per la determinazione della categoria di sottosuolo si è proceduto alla misura della  $V_s$  equivalente con metodi geofisici attraverso indagini indirette (sismica a rifrazione e M.A.S.W.).

La presente relazione è stata redatta in osservanza del Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti del 17 Gennaio 2018 : “Norme tecniche per le costruzioni NTC2018” e delle altre normative nazionali e regionali vigenti in materia.

Per descrivere la pericolosità sismica di un sito sia in termini geografici che in termini temporali e con un buon grado di precisione è necessario che i risultati siano forniti attraverso:

- i valori di accelerazione orizzontale massima ed i parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 Km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_r$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni.

L'azione sismica è naturalmente condizionata dalle caratteristiche locali, quali la stratigrafia del sottosuolo nel sito interessato e la morfologia della superficie indicati nelle NTC rispettivamente, come coefficiente stratigrafico (SS) e coefficiente di amplificazione topografica (ST).

Tali informazioni sono indispensabili nella progettazione e verifica delle costruzioni, adottando valori dell'azione sismica correlati alla effettiva pericolosità sismica del sito, alla vita nominale della costruzione ed all'uso cui essa è destinata.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni ag e dalle relative forme spettrali.

## **1. SISMICITÀ STORICA DELL'AREA**

Come è noto, la Calabria è una delle regioni più sismiche, con terremoti forti e diffusi di cui circa 20 sono stati fortemente distruttivi. Questa condizione è dovuta al fatto che l'Africa e l'Adriatico sono ancora connessi e il loro margine, notevolmente deformato, che svolge un ruolo di cerniera profonda tra i due blocchi, è immerso sotto l'Arco Calabro e il Tirreno meridionale fino a circa 500 km di profondità.

I più gravi eventi sismici avvengono nello Stretto, lungo la dorsale dell'Aspromonte e delle Serre, tra i golfi di Sant'Eufemia e di Squillace, nella valle del Crati, sul versante orientale della Sila e nel Crotonese.

Altri terremoti si verificano lungo la costa settentrionale ionica e nel mar Tirreno meridionale, dove si verificano terremoti di elevata magnitudo che solitamente non provocano eccessivi danni a causa della loro localizzazione in mare e della elevata profondità ipocentrale (oltre 100 Km). Nel 1905, tuttavia, un terremoto devastante (I=X–XI MCS) colpì molti centri che si affacciano sul golfo di Sant'Eufemia, causando gravi distruzioni nel territorio di Vibo Valentia.

I terremoti più forti di tutta la regione (intensità massima I = XI MCS), tra i maggiori dell'intero territorio italiano, avvengono nella Calabria meridionale. Qui si sono verificati gli eventi sismici del 1783, con epicentro lungo la fascia costiera tra Vibo Valentia e Scilla, che hanno provocato distruzioni lungo tutto il versante tirrenico della dorsale appenninica (i morti furono più di 30.000), e quello del 1908, con epicentro nello stretto di Messina, che ha provocato ampie devastazioni nel settore costiero e in Aspromonte. Reggio Calabria venne rasa al suolo, le vittime furono oltre 80.000, di cui circa 2.000 inghiottite dall'onda di maremoto. In quest'area i terremoti di magnitudine 7 o superiore avvengono con periodi di ritorno di poche centinaia di anni. Sono stati inoltre frequenti eventi meno energetici ma che

Studio Geologico per interventi di mitigazione e messa in sicurezza di aree ubicate nel comune di Pietrafitta(CS)

hanno provocato comunque danni gravi (I = IX MCS - 1894, 1907, 1975, 1978) a causa della presenza di abitazioni con un livello di vulnerabilità alta.

La media e alta Valle del Crati è sede di un'attività sismica abbastanza frequente, caratterizzata sia da terremoti fortemente distruttivi che da scosse e sequenze sismiche minori. Anche il versante orientale della Sila e il bacino crotonese sono caratterizzati da terremoti di elevata intensità (I = X MCS), ma che avvengono meno frequentemente rispetto alle altre zone sismiche della regione. La zona maggiormente colpita è quella del Marchesato (1638, 1832).

Più a nord, terremoti che provocano danni anche gravi (I = IX-X MCS) si verificano lungo il versante ionico della Sila greca, colpendo in particolare il territorio di Rossano (951, 1836).

Nella Calabria settentrionale, il versante meridionale e orientale del massiccio del Pollino, il territorio costiero tirrenico, tranne che per quei territori in prossimità dell'area di Cosenza, e la piana di Sibari, eccetto che per i terremoti che hanno colpito in particolare il territorio di Rossano (951 – 1836), sembrano essere aree caratterizzate da una bassa sismicità. Tuttavia, non può escludersi che forti terremoti avvengano con periodi di ritorno estremamente lunghi (migliaia di anni), così da non averne traccia nei documenti storici.

Il comune di Pietrafitta, sia in passato che di recente, è stato interessato da numerosi terremoti di origine tettonica. Conoscere il dato macrosismico di un sito, consente di definire il livello ipotetico di pericolosità di base nell'analisi del rischio sismico, ciò al fine di minimizzare i danni prodotti da un potenziale terremoto mediante la definizione di un razionale adeguamento dell'opera da realizzare.

Per la ricerca sulla sismicità storica del territorio di Pietrafitta ci si è avvalsi dei dati relativi ai terremoti di maggiore intensità forniti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) attraverso il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani (DBMI04) utilizzate per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI04). Il database è stato realizzato con le "Banche dati e metodi macrosismici", redatto dall'INGV, con il contributo del Dipartimento della Protezione Civile (progetto S1).

Nella seguente figura 1 sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale in esame e nella figura 15 è riportato un diagramma di sintesi degli eventi nel tempo e la loro intensità, in cui:

- lat./long. = latitudine/longitudine dell'epicentro
- I0 = intensità all'epicentro in gradi MCS
- ILoc = intensità locale in gradi MCS riferita alle osservazioni di Aprigliano (CS).

Pietrafitta

Comune (ISTAT 2015) Pietrafitta

Provincia Cosenza

Regione Calabria

Numero di eventi riportati 22

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
10	1638	03	27	15	05		Calabria centrale	213	11	7.09
8	1783	03	28	18	55		Calabria centrale	323	11	7.03
7	1854	02	12	17	50		Cosentino	89	10	6.34
8-9	1870	10	04	16	55		Cosentino	54	9-10	6.24
3	1897	12	06	03	15		San Giovanni in Fiore	13	4	3.90
7	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
3	1920	01	27	04	38		Valle del Crati	5	4-5	3.93
3-4	1990	01	24	04	45	0	Crotonese	63	5	4.43
3-4	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
4-5	1991	03	30	03	04	5	Valle del Crati	67	5	4.01
4	1991	12	15	05	52	1	Cosentino	51	5-6	4.26
3	1996	04	27	00	38	2	Sila Greca	123	6-7	4.77
3	1996	08	06	22	20	5	Valle del Crati	33	4-5	3.08
4-5	1997	07	08	08	13	4	Valle del Crati	52	5	4.04
NF	2000	08	03	09	47	2	Valle del Crati	55	5-6	4.02
4	2001	10	18	11	02	4	Valle del Crati	115	5	4.28
3	2002	04	17	06	42	5	Costa calabra settentrionale	66		4.84
2	2004	04	17	05	14	1	Golfo di Squillace	126	4	4.21
3	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
2	2005	04	23	19	11	4	Costa calabra settentrionale	156	4	4.15
NF	2006	04	17	02	44	0	Costa calabra settentrionale	135	4-5	4.76
3	2006	06	22	19	34	5	Costa calabra settentrionale	161		4.70

Fig 15. Eventi sismici di maggiore intensità del territorio di Pietrafitta

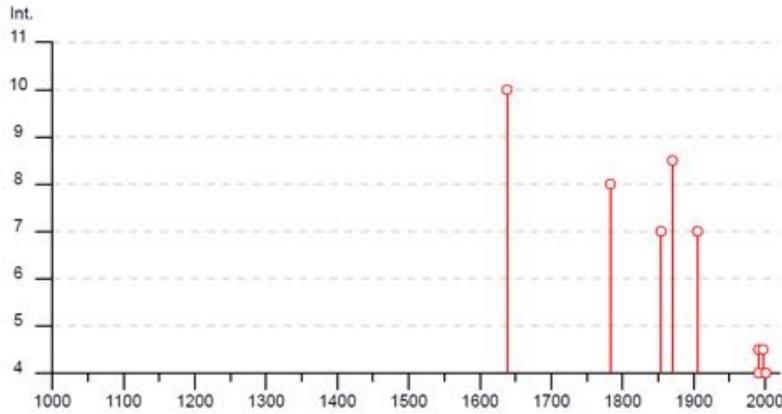


Fig 16. Diagramma anno evento / intensità

## 2. ZONAZIONE SISMICA NAZIONALE

Sulla base di quanto riportato nell' O.P.C.M. n°3274 del 20.03.03 (Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica), modificata dalla successiva O.P.C.M. n°3431 del 03.05.2005 (Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone), la progettazione delle opere di fondazione e di sostegno dei terreni soggetti ad azioni sismiche deve soddisfare requisiti tali da assicurare, in caso di terremoto, la salvaguardia della vita umana e garantire la funzionalità delle strutture essenziali di protezione civile.

Ai fini dell'applicazione della O.P.C.M. n°3519 del 28.04.2006 (Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone) il territorio nazionale è suddiviso in quattro zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore di accelerazione orizzontale massima del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ( $V_s > 800$  m/s – categoria A). Il territorio del Comune di Pietrafitta è classificato come zona sismica 1 (OPCM 3274):

Codice ISTAT	Denominazione	Zona sismica attuale (O.P.C.M. n. 3274 del 2003)	Classificazione sismica 2004 (Recepimento delle Regioni dell'O.P.C.M. n. 3274 del 2003)
078098	Pietrafitta	1	1

Dal confronto con la successiva tabella si possono ricavare i valori di  $a_g$ , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare per la corrispondente zona sismica:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag)
1	$0,25 < ag \leq 0,35$ g	0.35 g
2	$0,15 < ag \leq 0,25$ g	0.25 g
3	$0,05 < ag \leq 0,15$ g	0.15 g
4	$\leq 0,05$ g	0.05 g

La sismicità del territorio di Pietrafitta è associata alla importante struttura sismogenetica che si sviluppa da Nord a Sud nella Valle del Crati.

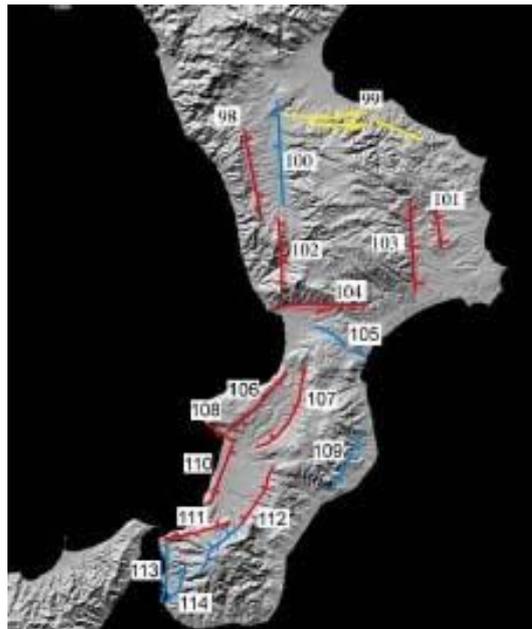


Fig 17. Carta delle faglie attive della Calabria (elementi geologici di superficie) (Da “Stato delle conoscenze delle faglie attive in Italia: elementi geologici di superficie”. F. Galadini et al.)

Faglie e sistemi di faglia	Lunghezza del sistema di faglia (km)	Slip-rate verticale (mm/a)	Slip-rate verticale minimo (mm/a)	Intervallo cronologico	Intervallo di ricorrenza per eventi di fagliazione di superficie (anni)	Spessore strato sismogenetico (km)
S.Marco Argentano – Dománico (98)	35	0.5–2	-	Olocene	-	5-10
Corigliano–Rossano (99)	47	1-5	-	Olocene	-	2-15
Tarsia–Zumpano (100)	40	0.1–0.5	-	Olocene	-	5
Faglie di M.Fuscaldo (101)	16	0.1–0.3	-	Olocene	-	2-6
Piano Lago-Valle del Savuto–Decollatura (102)	25	0.2–0.5	-	Olocene	-	5-10
Faglie del Marchesato (103)	33	0.5–1.5	-	Olocene	-	5-10
Lamezia-Catanzaro (104)	35	-	-	Olocene	-	5-15
Graben Catanzaro Sud (105)	21	-	0.2	Quaternario	-	5-15
Mesima Ovest (106)	33	-	0.2	Quaternario	-	5-15
Serre (107)	37	0.8–1	-	0.24 Ma	-	5-15
		0.7	-	0.12 Ma	-	
Nicotera (108)	14	-	0.2	Quaternario	-	5-15
Serre Est (109)	26	-	0.2	Quaternario	-	5-15
Gioia Tauro (110)	23	-	-	-	-	-
S.Eufemia (111)	26	0.7	-	0.12 Ma	-	5-15
Cittanova (112)	48	0.6–0.9	-	0.12 Ma	-	5-15
		1	-	0.24 Ma	-	
Reggio Calabria (113)	21	0.6	-	0.12 Ma	-	5-15
Pellaro – Mosorrofa (114)	17	-	-	-	-	5-15

Tab. 4 - Sintesi dei dati disponibili sulle faglie attive della Calabria.

Sempre in termini macrosismici, il catalogo DOM 4.1, che raccoglie le osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno e che contiene circa 37.000 osservazioni macrosismiche relative a più di 900 terremoti e a più di 10.000 località, è stato utilizzato, su incarico della protezione civile, da Molin et al. (1996) in combinazione con i dati di CFTI (Catalogo dei Forti Terremoti Italiani di ING/SGA – Boschi et al., 1995) per la redazione della “Mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani”, di cui si riporta un estratto relativamente alla Regione Calabria.

Il territorio della Provincia di Cosenza è caratterizzato da un'intensità macrosismica che varia tra 7 e >/10, indicando per la zona di interesse un valore pari a 10.

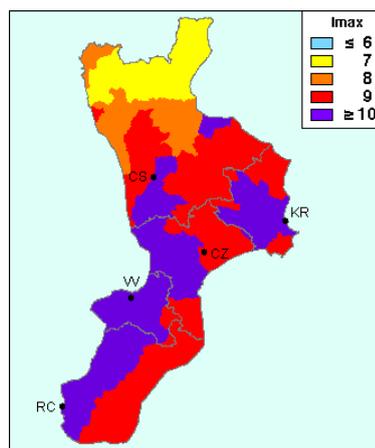


Fig 18. Intensità macrosismica regione Calabria

### 3. ZONE SISMOGENETICHE

Negli ultimi anni, e fino al 2002, la zonazione sismogenetica ZS4 ha rappresentato il punto di riferimento per la maggior parte delle valutazioni di pericolosità sismica nell'area italiana.

Tale zonazione era stata realizzata da Scandone e colleghi nel 1996; ZS4 rappresentava la traduzione operativa del modello sismotettonico a grande scala riassunto in Meletti et al. (2000).

Gli sviluppi più recenti delle conoscenze in materia di sismogenesi hanno evidenziato alcune inconsistenze di tale modello di zonazione. Per superare questo stato di cose e rendere disponibile, nel breve tempo a disposizione, una zonazione utilizzabile, si è convenuto di disegnare una nuova zonazione, denominata ZS9. La zonazione sismogenetica ZS9 è il risultato di modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone di ZS4 e dell'introduzione di nuove zone.

L'obiettivo di questa ricerca è stato la realizzazione di un modello più coerente con i nuovi dati e con il quadro sismotettonico oggi disponibile.

Con ZS9 non si è inteso introdurre drastici elementi di novità in riferimento al quadro cinematico generale su cui si basava ZS4. Il vero elemento di novità, oltre naturalmente al catalogo sismico, è rappresentato dall'introduzione delle conoscenze più recenti sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche. Negli ultimi anni, infatti, la quantità di informazioni sulla sismogenesi del territorio italiano (sia per quanto riguarda gli aspetti geometrici delle sorgenti che per quanto attiene il loro comportamento atteso) è notevolmente aumentata rispetto a quella disponibile nel periodo in cui i ricercatori procedevano alla realizzazione di ZS4. Tali conoscenze rappresentano uno degli elementi chiave per il tracciamento delle nuove zone. Un importante elemento di novità rispetto al passato è rappresentato dall'utilizzo del database delle soluzioni dei meccanismi focali dei terremoti italiani, recentemente pubblicato da Vannucci e Gasperini (2003).

Riassumendo, in ZS9 le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche si innestano sul quadro di evoluzione cinematica Plio-Quaternaria su cui si basava ZS4. Tuttavia, l'elaborazione di ZS9 si fonda su una base informativa notevolmente più ricca e affidabile di quella disponibile all'epoca della prima realizzazione di ZS4.

Nel processo che ha portato alla redazione di ZS9, l'unione di più zone di ZS4 è avvenuta in base alle peculiarità del dominio cinematico al quale ognuna delle zone veniva attribuita. L'unione di zone di ZS4 adiacenti e con simile comportamento cinematico non ha, controindicazioni di tipo sismotettonico. Contemporaneamente alla riduzione del numero di zone si è provveduto a modificare la geometria delle stesse in funzione delle mutate conoscenze sismotettoniche. Le modifiche ai limiti delle zone di ZS4 sono state basate su nuovi dati relativi alle geometrie di singole sorgenti o di insiemi di queste. Tali informazioni

Studio Geologico per interventi di mitigazione e messa in sicurezza di aree ubicate nel comune di Pietrafitta(CS)

hanno anche consentito di inglobare all'interno delle zone-sorgente di ZS9 alcune aree escluse dalla zonazione ZS4 e, viceversa, di escluderne altre.

Inoltre è stato ripensato uno dei criteri usati nel disegno di ZS4, vale a dire quello di definire zone sorgente estese fino a inglobare al loro interno tutta la sismicità al di sopra di una certa soglia di magnitudo, giustificando questo modo di procedere come maggiormente cautelativo verso queste aree. Si è verificato invece che in molti casi l'aumento di superficie portava a ridurre in maniera non corretta la stima di pericolosità nelle aree centrali della zona, caratterizzate dai terremoti più importanti per magnitudo e numero. Si è ritenuto pertanto che un procedimento più corretto fosse quello di disegnare zone sorgente più vincolate rispetto alle sorgenti sismogenetiche e alla sismicità storica e strumentale e di cautelare le aree circostanti attraverso i normali effetti di propagazione della pericolosità sismica al di fuori delle zone sorgente.

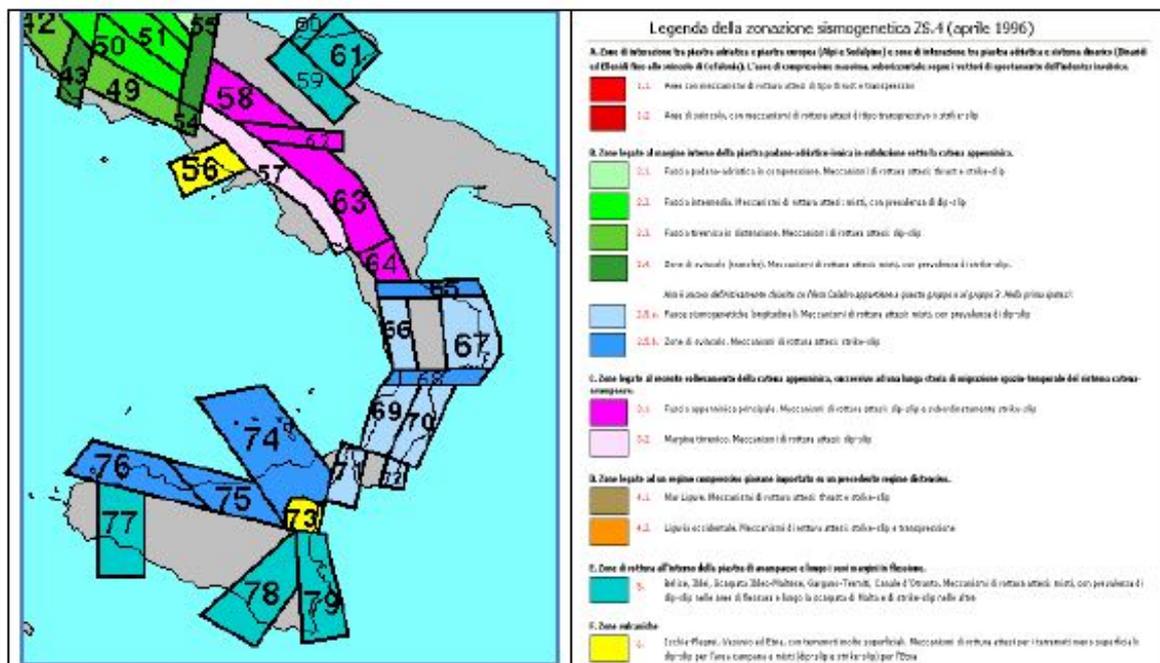


Fig 19. Zone sismogenetiche Italia Meridionale della Calabria (ZS 929 e 930)

Le zone-sorgente della Calabria fino allo Stretto di Messina sono state modificate in due nuove zone, una sul lato tirrenico della regione (ZS929) e una sul lato ionico (ZS 930). L'esistenza di queste due distinte zone rispecchia livelli di sismicità ben differenti.

I terremoti con più elevata magnitudo hanno infatti interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo Stretto di Messina (ZS 929). Tra questi eventi spiccano la sequenza del

Studio Geologico per interventi di mitigazione e messa in sicurezza di aree ubicate nel comune di Pietrafitta(CS)

1783 e i terremoti del 1905 e 1908 (tra la scarsa letteratura sui terremoti di questo settore si vedano Valensise e Pantosti, 1992; Valensise e D'Addezio, 1994; Galli e Bosi, 2002). Viceversa sul lato ionico della Calabria solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6, e tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte verificatosi. Peraltro recenti studi paleosismologici (Galli e Bosi, 2003) porrebbero l'evento del 9 giugno 1638 in relazione con la faglia dei Laghi posta sulla Sila. L'area della Sila, che in ZS4 veniva equiparata al background, nella nuova proposta viene divisa in due parti attribuite alle due zone appena descritte. Secondo lo stesso criterio si è deciso di attribuire alla zona 929 l'area che in ZS4 era compresa tra le zone 71 e 72. (Zonazione sismogenetica ZS9 (a cura di C. Meletti e G. Valensise (marzo 2004) con contributi di R. Azzaro, S. Barba, R. Basili, F. Galadini, P. Gasperini, M. Stucchi e G. Vannucci).

***Nella Zona Sismogenetica 929 sono previsti, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a  $M_{wmax} = 7,29$ ; inoltre, il meccanismo di fagliazione responsabile dei terremoti che si sono verificati in tale zona è di tipo faglia normale, con una profondità ipocentrale media stimata di 10 km.***

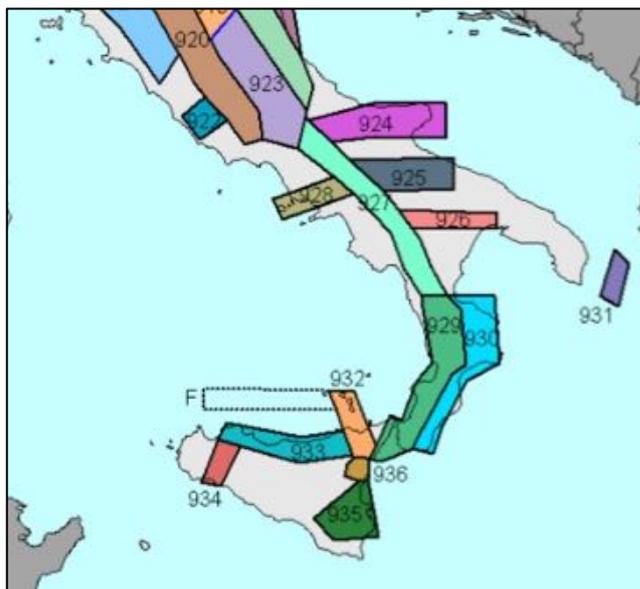
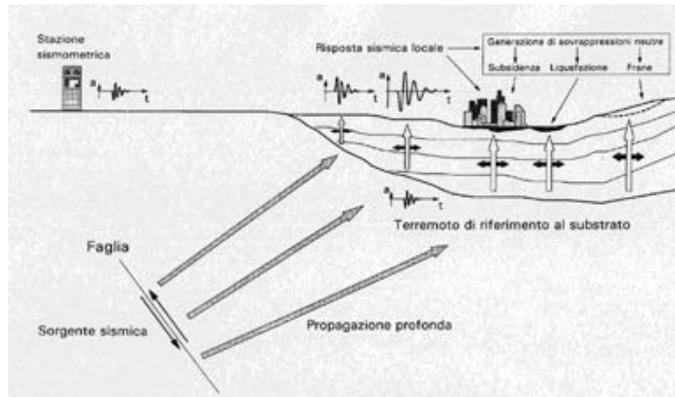


Fig 20. Zone sismogenetiche della Calabria (ZS 929 e 930)

#### 4. ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA

Con il termine risposta sismica locale si intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base posta ad una certa profondità nel sottosuolo subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (Lanzo G., 1999).



Per giungere alla determinazione della risposta sismica locale un sito deve essere sottoposto a specifiche indagini di dettaglio finalizzate alla definizione di tutte le proprietà puntuali che la caratterizzano. Tali indagini riguardano la definizione dei seguenti aspetti:

1. Stratigrafia delle formazioni superficiali con dettagliata definizione dell'andamento dei contatti tra di esse;
2. Profili di velocità delle onde sismiche trasversali e longitudinali dentro le formazioni superficiali;
3. Caratteristiche meccaniche dei terreni delle formazioni superficiali con particolare riferimento al loro comportamento sotto l'azione di carichi ciclici e dinamici;
4. Morfologia di dettaglio dell'area.

## 5. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di un territorio è rappresentata dalla frequenza e dalla forza dei terremoti che lo interessano, e viene definita come la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un evento sismico che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (PGA) prefissato.

Le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni ( NTC-18) prevedono che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, sono da definirsi a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

In riferimento a quanto contenuto nell'allegato A, la pericolosità sismica in un generico sito, per essere compatibile con le stesse NTC dovrà essere dotata di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali. Per soddisfare tali condizioni occorrerà pertanto fornire i risultati dello studio di pericolosità:

Studio Geologico per interventi di mitigazione e messa in sicurezza di aree ubicate nel comune di Pietrafitta(CS)

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, sempre su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:
  - $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
  - FO 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.

## 6. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La **vita nominale** VN di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di VN da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella tabella seguente; tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

TIPI DI COSTRUZIONI	Valori minimi di VN (anni)
Costruzioni temporanee e provvisorie	10
<b>Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari</b>	<b>50</b>
Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso del presente intervento si considera “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari”:

**VN =50 anni.**

### 6.1. CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con lo scopo di valutare le conseguenze di una interruzione di operatività assegnata o di un eventuale collasso della struttura, le costruzioni sono catalogate in 4 classi d'uso a cui corrisponde un valore del coefficiente d'uso  $C_u$  per la definizione dell'azione sismica; in particolare, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un

eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise nelle classi d'uso così definite:

- 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 DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

<b>CLASSE D'USO</b>				
<b>Classe</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>Coefficiente Cu</b>	0.7	1	1.5	2

Alle opere in oggetto viene assegnato una Classe d'uso II "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali...", a cui corrisponde un coefficiente d'uso:

$$Cu = 1$$

## 6.2. PERIODO DI RIFERIMENTO

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto VN per il coefficiente d'uso CU; pertanto, con riferimento a quanto esposto ai paragrafi precedenti risulta che:

$$VR = Vn \text{ (Vita nominale)} \times Cu \text{ (Classe d'uso)} = 50 \times 1 = 50 \text{ anni.}$$

## 7. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del **coefficiente topografico ST** riportati nella tabella seguente in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazioni delle opere. 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.

CATEGORIA TOPOGRAFICA	CARATTERISTICHE TOPOGRAFICHE	SUPERFICIE	ST
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$		1.0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$		1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$		1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$		1.4

## 8. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Sito in esame	Pietrafitta
Latitudine WGS84:	39.260045
Longitudine WGS84:	16.335325
Classe Uso:	2
Vita nominale:	50
Coefficiente Uso	1

**Classe d'uso: II.**

**Vita nominale: 50 [anni]**

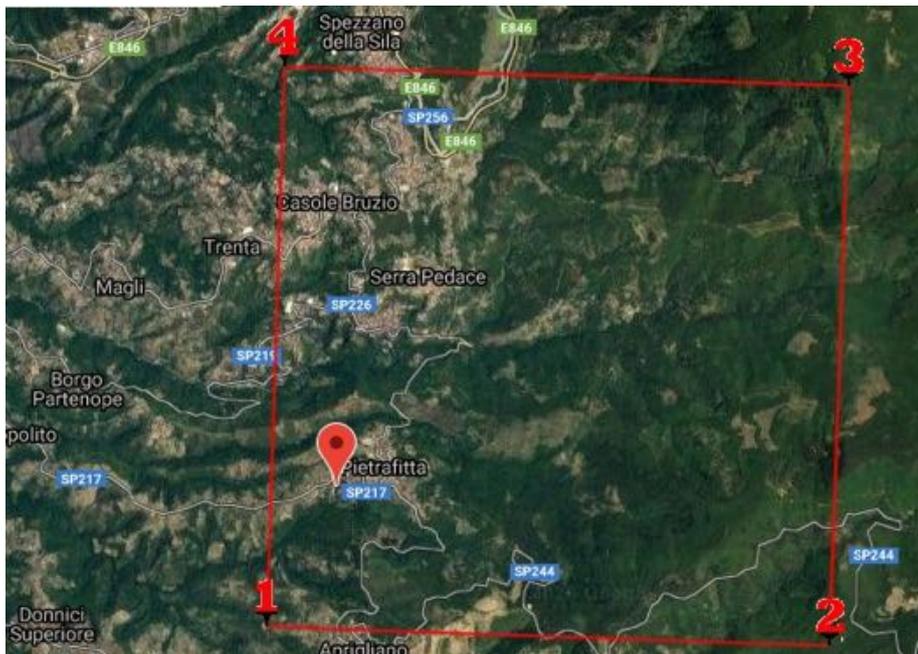
**Categoria del sottosuolo di fondazione: B**

**Categoria Topografica: T2**

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Di seguito in tabella sono indicate le coordinate dei vertici e la distanza dal sito di studio dalla maglia per l'individuazione sismica del sito e nella figura seguente la rappresentazione della maglia da foto aerea

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	40115	39,248530	16,327990	1559,9
Sito 2	40116	39,246850	16,392440	5099,5
Sito 3	39894	39,296830	16,394630	6416,5
Sito 4	39893	39,298500	16,330150	4194,6



**Foto 21. Ubicazione del sito nella maglia di riferimento**

Fonte dati: Geostru PS ([www.geostru.com/geoapp](http://www.geostru.com/geoapp)).

Secondo l' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20.3.2003 e s.m.i l'area di esame ricade in **Zona Sismica 1**, per la quale è previsto un valore di accelerazione orizzontale massima, su suolo di categoria A (per come definito al punto 3.1 della predetta Ordinanza)  $ag=0.35g$ , dove “g” è l'accelerazione di gravità.

L'influenza delle condizioni stratigrafiche locali, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, viene fatta rientrare in 5 categorie di suolo di fondazione standard (A, B, C, D, E).

Nell'ambito di tale classificazione le aree investigate, per come dimostrato attraverso le indagini MASW eseguite, correlata alle altre indagini geognostiche-geotecniche effettuate, presenta un profilo stratigrafico costituito da Formazioni sabbiose limose e sabbiose ghiaiose sovrastanti le metamorfite con livelli alterati e compatti con i seguenti valori di Vs equivalente riscontrati nelle diverse aree di studio:

AREA DI STUDIO	Vs, eq Riscontrata
Area A: Franconi	487,00 m/s
Area B: Vicinanzo	404,00 m/s

Area C: Campitello	370,00 m/s
Area D: Dota	522,00 m/s

Pertanto le aree di studio sono assimilate alla categoria di sottosuolo di fondazione **Categoria B** (depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori **Vs30eq** compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec) e **condizione topografica T2** per la quale è attribuibile amplificazione sismica legata alle condizioni topografiche.

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di risposta elastico, costituito da una forma spettrale indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore di accelerazione massima del terreno ( $a_g$ ) che caratterizza il sito.

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale assume le seguenti espressioni:

$$\begin{array}{ll}
 0 \leq T < T_B & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left( 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right) \\
 T_B \leq T < T_C & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \\
 T_C \leq T < T_D & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{array}$$

dove:

T periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

$a_g$  accelerazione di riferimento per la zona sismica in esame (0.35)

$T_B, T_C, T_D$  periodi che separano i diversi rami dello spettro, dipendenti dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione espressi in secondi ( di seguito sec);

S fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione

$\eta$  fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuale, diverso da 5 ( $\eta=1$  per  $\xi=5$ ):

Per terreni ricadenti nella categoria B, i parametri per la componente orizzontale assumono i seguenti valori:

$$S=1.44, \quad T_B=0.13 \text{ sec}; \quad T_C=0.40 \text{ sec} \quad \text{e} \quad T_D=1.90 \text{ sec}.$$

Lo spettro di risposta elastico della componente verticale è definito dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & S_{ve}(T) = 0,9 a_g \cdot S \cdot \left( 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1) \right) \\ T_B \leq T < T_C & S_{ve}(T) = 0,9 a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 \\ T_C \leq T < T_D & S_{ve}(T) = 0,9 a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 \left( \frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & S_{ve}(T) = 0,9 a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

I valori che assumono i parametri per la componente verticale sono i seguenti:

$$S=1.2; \quad T_B=0.05 \text{ sec}; \quad T_C=0.15 \text{ sec}; \quad T_D=1.0 \text{ sec}$$

Lo spettro di risposta elastico dello spostamento potrà ottenersi per trasformazione diretta dello spettro di risposta elastico delle accelerazioni, usando la seguente espressione:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \left( \frac{T}{2\pi} \right)^2$$

Gli spettri sopra definiti potranno essere applicati per periodi di vibrazione che non eccedono i 4.0 sec. Per periodi superiori lo spettro dovrà essere definito da appositi studi.

I valori dello spostamento ( $d_g$ ) e delle velocità ( $v_g$ ) orizzontali massimi del suolo sono dati dalle seguenti espressioni:

$$d_g = 0,025 \cdot S \cdot T_C \cdot T_D \cdot a_g$$

$$v_g = 0,16 S \cdot T_C \cdot a_g$$

## STATI LIMITI E RELATIVE PROBABILITA' DI SUPERAMENTO

Individuata la pericolosità del sito, è importante passare all'elaborazione grafica degli spettri di risposta elastica dei terreni e al calcolo degli Stati Limiti di esercizio e gli stati limite ultimi, che sono:

**lo 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;

**lo 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.

**lo 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;

**lo 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

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella seguente tabella

**Tab. 3.2.I**

Stati limite	PVR: <u>Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR</u>	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%

Stati limite	SLV	10%
Ultimi	SLC	5%

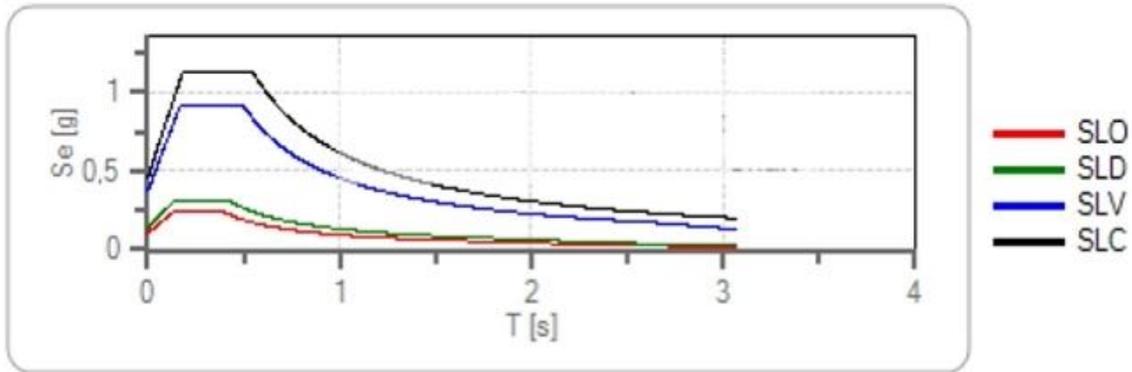
Di seguito sono rappresentati i principali coefficienti sismici, con i relativi spettri di risposta elastici, per le componenti orizzontali e verticali elaborati con *Geostru Software* – *Pericolosità sismica di base*

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,073	2,291	0,280
Danno (SLD)	63	50	0,096	2,281	0,301
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,276	2,437	0,374
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,368	2,468	0,416

#### Coefficienti sismici

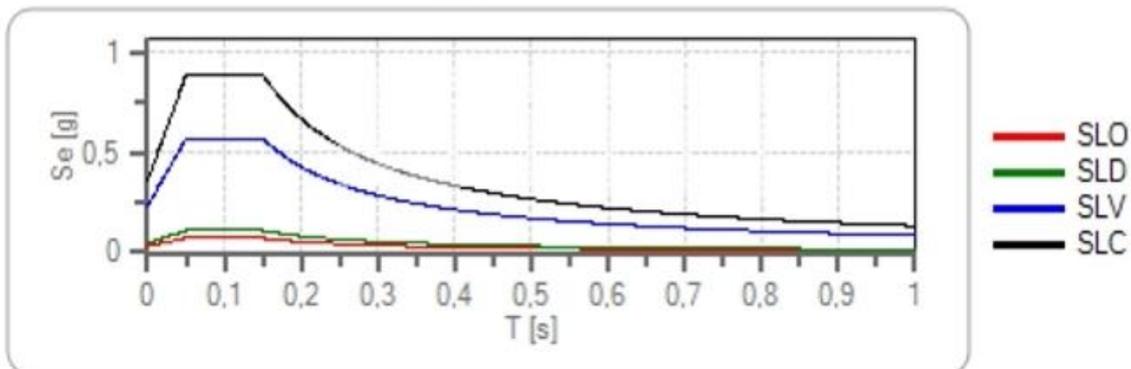
	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,200	1,420	1,200	0,105	0,052	1,026	1,000
SLD	1,200	1,400	1,200	0,138	0,069	1,354	1,000
SLV	1,130	1,340	1,200	0,374	0,187	3,671	1,000
SLC	1,040	1,310	1,200	0,459	0,230	4,503	1,000

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,073	2,291	0,280	1,200	1,420	1,200	1,440	1,000	0,133	0,398	1,891
SLD	1	0,096	2,281	0,301	1,200	1,400	1,200	1,440	1,000	0,141	0,422	1,984
SLV	1	0,276	2,437	0,374	1,130	1,340	1,200	1,356	1,000	0,167	0,501	2,704
SLC	1	0,368	2,468	0,416	1,040	1,310	1,200	1,248	1,000	0,182	0,545	3,072

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,073	2,291	0,280	1,000	1,420	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,096	2,281	0,301	1,000	1,400	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,276	2,437	0,374	1,000	1,340	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,368	2,468	0,416	1,000	1,310	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000

Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di PVR forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio geologico, eseguito su incarico dell'Amministrazione Comunale di Pietrafitta (Cs), è stato redatto al fine di acquisire tutti gli elementi necessari per ottenere un quadro chiaro ed esaustivo delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, sismiche, idrologiche e geotecniche delle aree del territorio di Pietrafitta interessate da interventi di mitigazione e messa in sicurezza dal rischio geomorfologico.

Si tratta in particolare della realizzazione di condotte e canalizzazioni per l'allontanamento delle acque meteoriche nelle aree di studio di Franconi, Vicinanza e Dota, con tracciati in zone per lo più agricole e boschive, unito ad opere di completamento e ripristino della funzionalità idraulica dell'impluvio del Vallone Campitello e della messa in sicurezza dei suoi argini naturali.

In base ai sopralluoghi effettuati nelle aree in oggetto e nelle zone contigue, attraverso lo studio e la raccolta di dati bibliografici e di quello della cartografia geologica, attraverso studi geologici e geotecnici pregressi, è stata appurata la natura geolitologica, geomorfologica, idrogeologica e geotecnica dei siti su cui si dovranno realizzare gli interventi.

Il presente studio si è avvalso di una campagna di indagini "in situ" consistita nella realizzazione di sondaggi penetrometrici dinamici superpesanti e medi e di prospezioni di sismica a rifrazione e relative M.A.S.W insieme alla redazione di piani quotati in tutte le aree di progetto.

La litologia affiorante in tutte le aree studiate è costituita prevalentemente da coltre di alterazione del complesso cristallino Paleozoico, costituito da scisti filladici-quarzosi di colore grigio-verdastro, mentre nell'area di studio di Campitello ritroviamo le formazioni sedimentarie con ciottoli eterometrici da subarrotondati a sub-angolari di natura cristallina (derivanti dal basamento sottostante), immersi in una matrice sabbioso-limosa e limoso-sabbiosa ad elevata permeabilità.

In particolare nell'area Franconi, Vicinanza e Dota ritroviamo una coltre di alterazione superficiale della formazione igneo-metamorfica di base, di spessori variabili fra 2 -6 metri, caratterizzati da valori medi di velocità delle onde sismiche VP fra i 300 e 600 m/s sovrastanti formazioni più addensate: si rileva nell'area di valle del Vallone Vicinanza la presenza di un sismostrato con Vp media di 2100 metri dai 3,00 ai 4,00 metri di profondità.

Si ritiene utile evidenziare che considerata la grande estensione lineare delle opere in alcune aree non è stato possibile caratterizzare geotecnicamente in maniera puntuale ogni singolo tratto per i quali si è fatto riferimento allo studio di P.R.G, attualmente vigente, concentrando

l'attenzione nell'area di Campitello dove sono state eseguite il maggior numero di indagini "dirette" che hanno consentito di ricostruire il modello geologico - geotecnico.

Le aree oggetto degli interventi sono caratterizzate da una discreta attività franosa, con frane di diversa genesi e tipologia che, in alcuni punti, sono caratterizzati da un rischio medio-alto variabile da R2 ad R3, per la maggior parte di tipo quiescente, ma che potrebbe riattivarsi in presenza di cause innescanti, quali l'incontrollata e diffusa circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Particolari accorgimenti andranno riservati alla sistemazione idraulica del vallone di località Campitello (forra in erosione) mediante la rimozione di tutto il materiale detritico ed arbustivo proveniente da monte e dai versanti che hanno modificato il normale deflusso idrico e prevedendo, successivamente, opportune opere di difesa, sia di sponda che di fondo alveo, a protezione di fenomeni di erosione in atto che continuano ad innescare fenomeni di arretramento progressivo delle sponde, in particolare quella in destra idrografica (Sezione E-F Località Campitello).

Gli interventi nell'area di Campitello sono compatibili con le tipologie previste alla lettera c, d, f del Art 17 comma 2 delle N.A.M.S. del Pai Calabria: trattandosi di opere di completamento e di regimentazione idraulica del canale e considerato che la posizione attuale della condotta fognaria è ubicata sull'argine naturale dell'impluvio in erosione che ha comportato nel tempo numerosi interventi di manutenzione, le opere risultano pienamente compatibili con le prescrizioni del P.A.I. Gli interventi rispetteranno il criterio di non aumentare il livello di pericolosità da frana esistente e non preclude la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di rischio; tutto ciò dovrà comunque ottenere l'approvazione dei competenti servizi regionali, previo parere dell'ABR, da esprimersi entro sessanta giorni (comma 3 art.17 N.A.M.S. del P.A.I. Calabria).

Per quanto concerne gli interventi nell'area di Vicinanza, l'area di intervento lambisce un'area perimetrata a rischio geomorfologico R2. Considerato che l'area di intervento è caratterizzata da una piccola valle, poco scoscesa, nella quale dovranno essere realizzate delle canalizzazioni e degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sulle condotte e sull'impluvio esistente si è proceduto, all'interno del presente studio, ad effettuare una opportuna campagna di rilievi ed indagini geognostiche tali da affermare che gli interventi sono compatibili con le tipologie previste alla lettera c, d, f del Art 17 comma 2. Per quanto riguarda la verifica di stabilità globale del sito e delle opere previste nelle

Studio Geologico per interventi di mitigazione e messa in sicurezza di aree ubicate nel comune di Pietrafitta(CS) condizioni “ante”, “post” e in corso d’opera si demanda invece ai progettisti incaricati, nella successiva fase di progettazione geotecnica, di produrre gli elaborati progettuali.

Sulla base dei dati ottenuti, al fine di garantire le condizioni di sicurezza degli interventi si rammenta che le opere ricadono nella Classe d’uso II con  $V_r = 50$  anni e sono da considerarsi compatibili con le condizioni geologiche al contorno e con lo stato attuale dei luoghi nel rispetto delle seguenti indicazioni:

- Area A. Franconi: le nuove canalizzazioni dovranno essere convogliate nell’impluvio posto a Sud- Sud/Est dell’area di studio, che defluisce verso il torrente Colico e l’ubicazione dei pozzetti, per la captazione e la raccolta delle acque meteoriche dovranno essere posizionati nelle aree indicate nella carta Idro-Zone ( pag. 18);
- Area B. Vicinanza: ripristinare l’impluvio naturale superficiale; verificare ed eventualmente sostituire le condotte ed i pozzetti interrati attualmente presenti nell’area; ripristinare e canalizzare il fosso di guardia, presente sulla spalla in sinistra idrografica, sino all’impluvio naturale;
- Area Campitello: realizzare opere di sistemazione idraulica del vallone mediante rimozione del materiale detritico ed arbustivo presente nell’alveo e con la realizzazione di opere di difesa, sia di sponda che di fondo alveo, a protezione dei fenomeni di erosione e dilavamento in atto sugli argini naturali.
- Area Dota: prolungare l’attuale fosso di guardia tramite nuova canalizzazione che sarà convogliata nell’impluvio posto a Nord, con deflusso verso il Torrente Ispica.

Inoltre in tutte le aree valgono le seguenti indicazioni:

- il piano di posa delle condotte e delle singole opere accessorie dovranno essere collocate al di sotto del livello superficiale eluvio-colluviale più alterato, fino ad incontrare i litotipi sabbiosi-limosi-ghiaiosi-più addensati; ove ciò non fosse possibile, si consiglia di prevedere soluzioni progettuali mediante l’utilizzo di inerte drenante che consenta di mitigare eventuali azioni di spinta sulla tubazione da parte del terreno di riporto;
- la posa in opera dei tubi dovrà essere effettuata dopo aver adeguatamente spianato e livellato il fondo dello scavo e dopo avere eliminato ogni asperità che possa danneggiare le tubazioni o i rivestimenti;

Studio Geologico per interventi di mitigazione e messa in sicurezza di aree ubicate nel comune di Pietrafitta(CS)

- lungo le canalizzazioni bisognerà prevedere pozzetti di ispezione, muniti di sabbiatori, per limitare l'apporto solido all'interno delle condotte;
- tutte le opere in cls. dovranno essere realizzate nel pieno rispetto della normativa vigente per le costruzioni in zona sismica.

A tal fine si dovrà tener conto che il territorio di Pietrafitta ricade nella **Zona sismica 1** e le aree di studio hanno una **categoria di suolo di fondazione di tipo B** con **coefficiente topografico T2**.

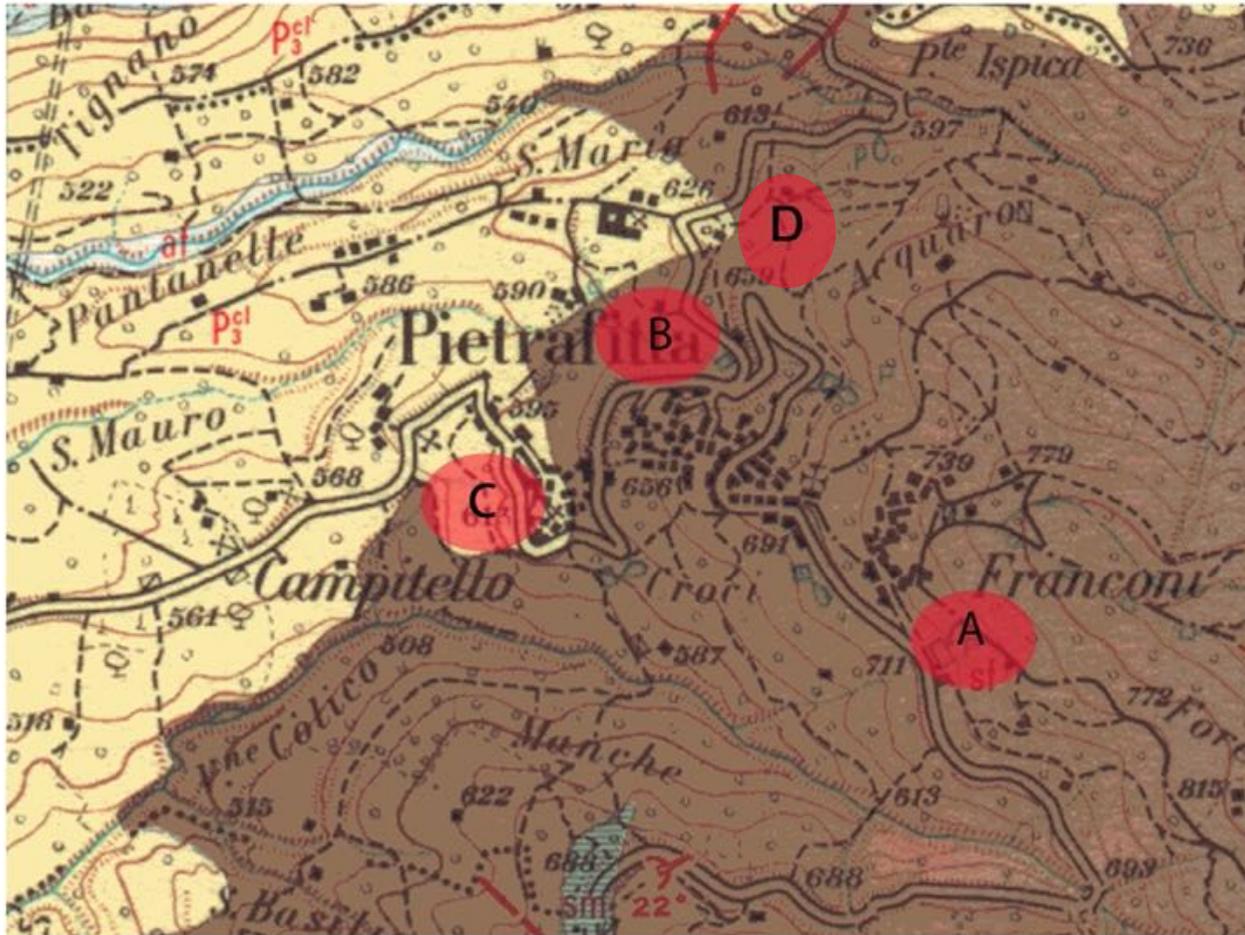
Rende 24/08/2020

Il Geologo  
Marco Eraldo Le Pera

# ALLEGATI

## STRALCIO CARTA GEOLOGICA

Foglio 236 I -N.E. Spezzano della Sila - scala 1:25.000



## LEGENDA



Aree di studio

- A: Franconi
- B: Vicinanza
- C: Campitello
- D: Dota

af



Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente.

P<sub>3</sub><sup>cl</sup>



Conglomerati da bruni a bruno-rossastri, con ciottoli ben arrotondati di rocce cristalline in una matrice sabbiosa grossolana. Non fossiliferi. Questo complesso è in genere ben costipato e presenta una discreta resistenza all'erosione. Permeabilità elevata.

sf

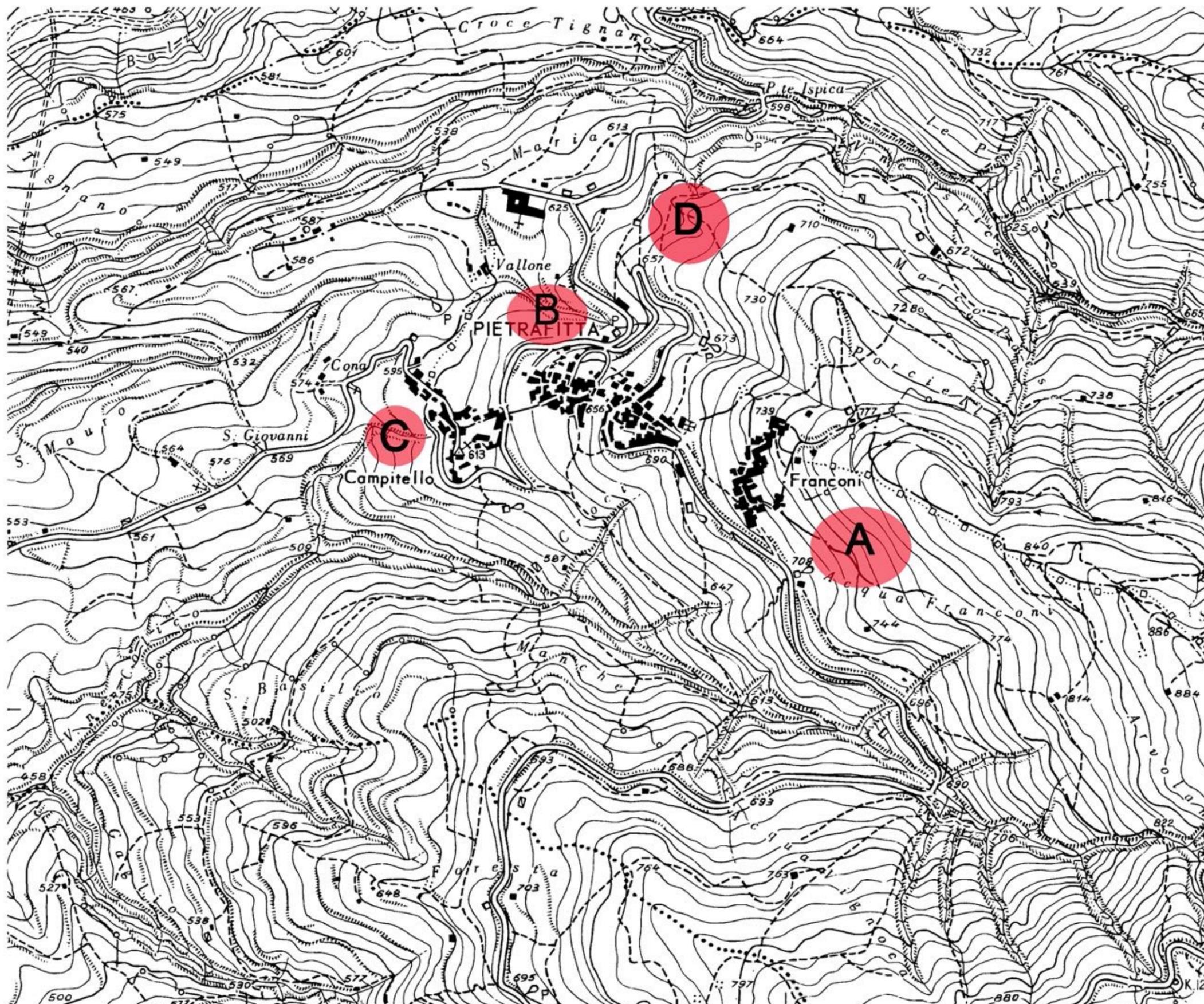


Scisti filladici quarzoso-sericitici-cloritici, grigi e verdastri; localmente con bande quarzitiche verde-chiaro. Noduli e lenticelle di quarzo parallele alla scistosità sono molto frequenti. Le rocce sono spesso ondulate e pieghettate, ma con una certa regolarità; localmente si osservano intercalazioni di scisti quarzosi molto simili alle rocce dell'unità *sm*. Questo complesso presenta in genere una discreta resistenza all'erosione; movimenti franosi si possono manifestare nelle zone di fratturazione o quando la scistosità si presenti a franapoggio. Permeabilità bassa.

# STRALCIO TOPOGRAFICO

FOGLIO 236 - I.N.E sez C

Scala: 1:10.000



## Are di Studio

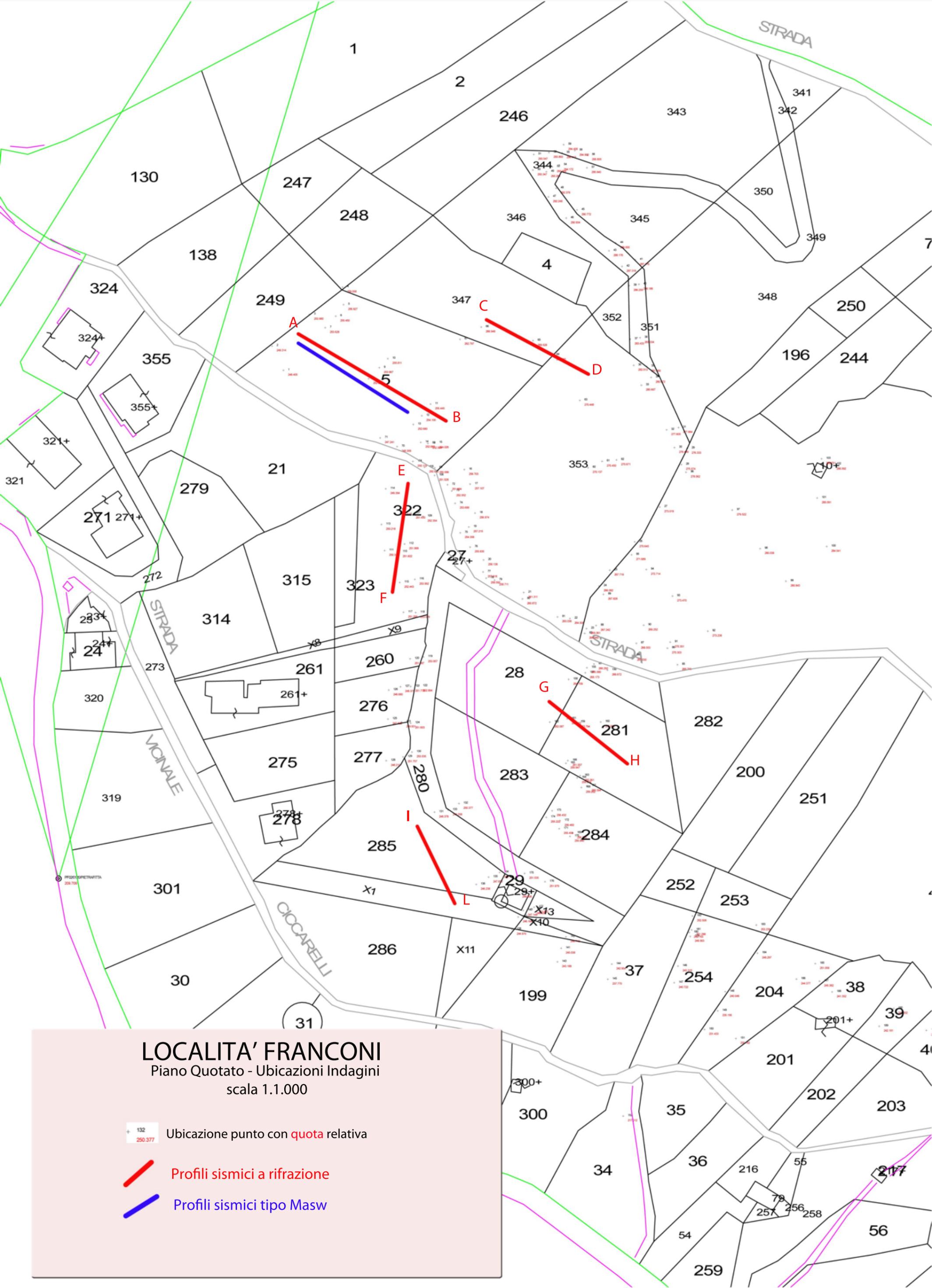


A: Località Franconi

B: Località Vicinanzo

C: Località Campitello

D. Località Dota



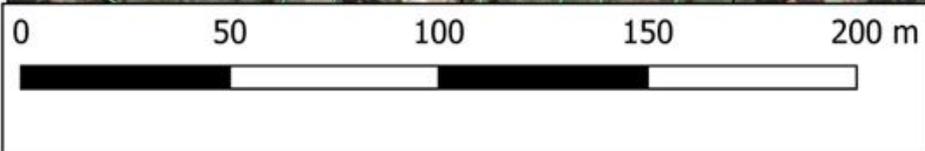
# LOCALITA' FRANCONI

Piano Quotato - Ubicazioni Indagini  
scala 1.1.000

 Ubicazione punto con **quota** relativa

 Profili sismici a rifrazione

 Profili sismici tipo Masw



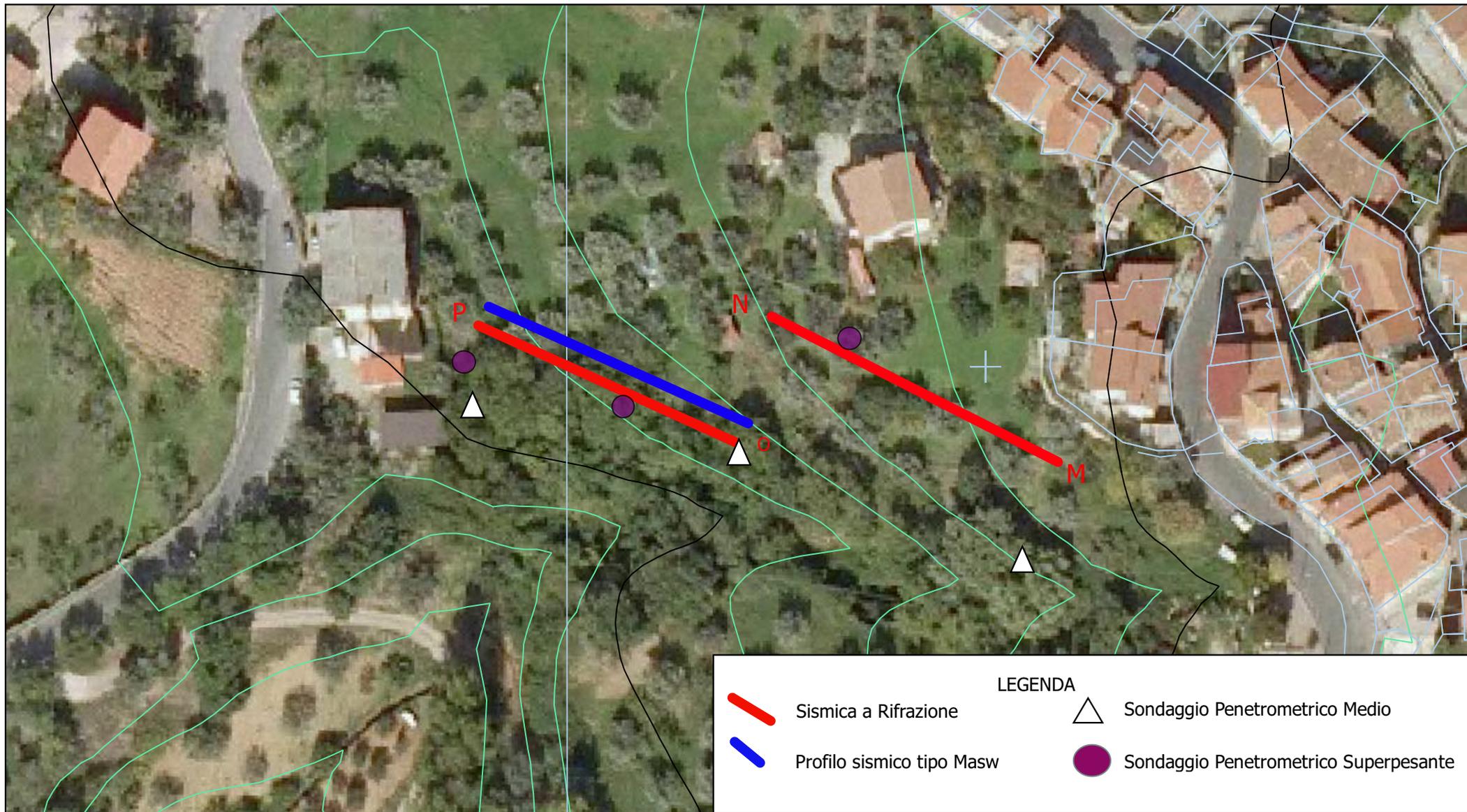
LEGENDA

 Profili di sismica a rifrazione

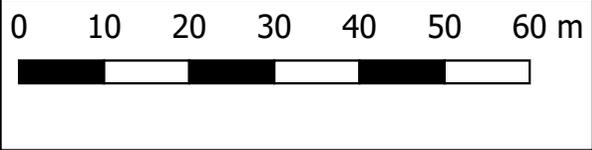
 Profilo sismico tipo Masw

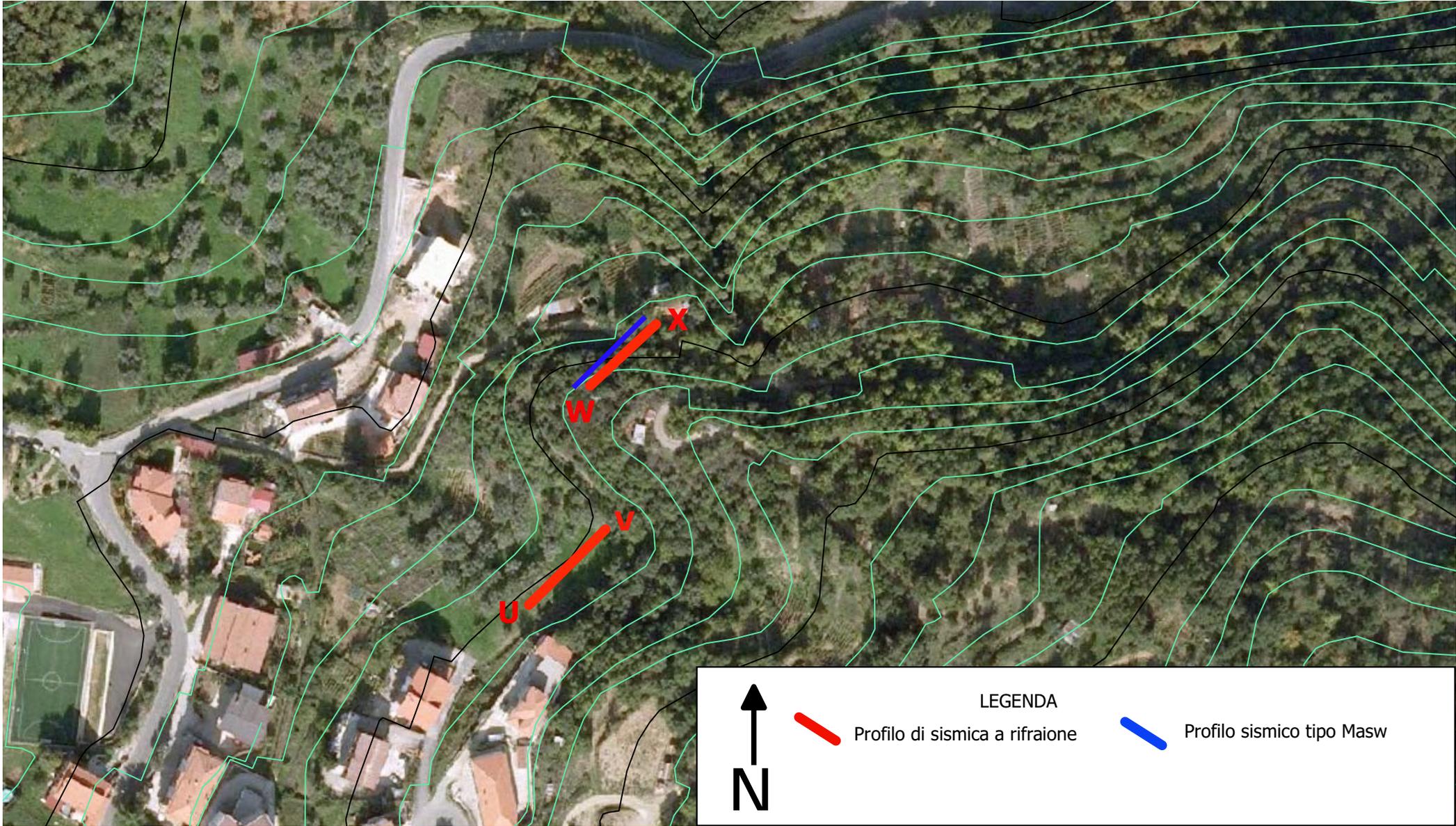
 N

LOCALITA' VICINANZO  
Ubicazioni Indagini Geognostiche

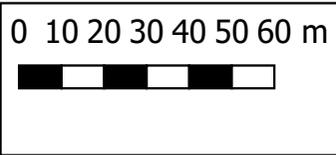


Località Campitello  
 Planimetrie indagini geognostiche

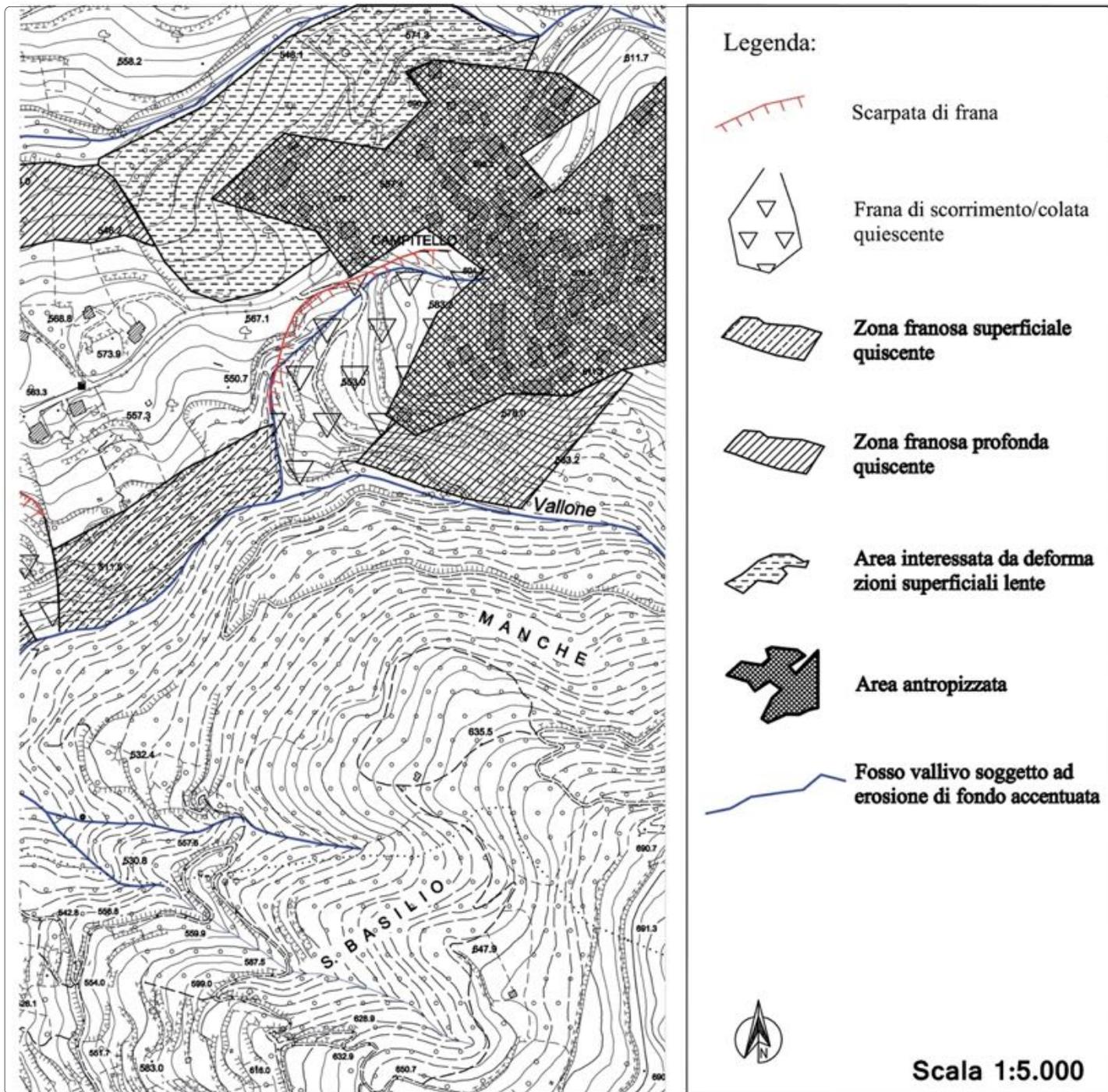




Località DOTA  
Ubicazione indagini geognostiche



# STRALCIO CARTA GEOMORFOLOGICA - LOCALITÀ CAMPITELLO



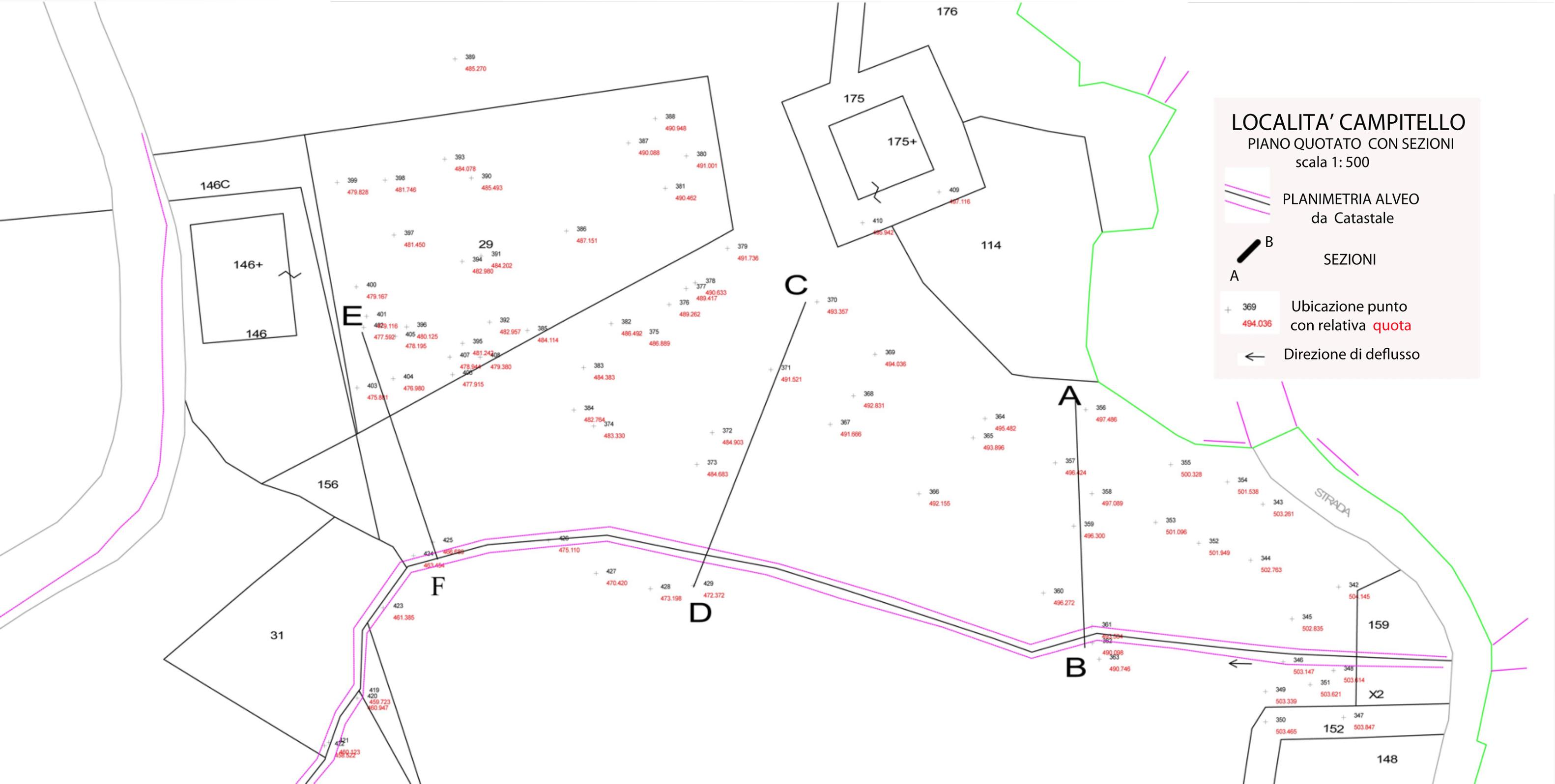
**LOCALITA' CAMPITELLO**  
PIANO QUOTATO CON SEZIONI  
scala 1: 500

 PLANIMETRIA ALVEO  
da Catastale

 SEZIONI

 Ubicazione punto  
con relativa **quota**

 Direzione di deflusso



# LOCALITA' CAMPITELLO

## SEZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA A - B

7,4 mt **PROFILO SISMICO**  
**MN**

**SONDAGGIO**  
**S1**

6,4 mt

6,3 mt

3,5 mt

0 mt

Alveo

SABBIA LIMOSA

$\phi$  = angolo di attrito 26°  
y = peso di volume 1580 kg/mq  
C = coesione 0,05 Kg/cmq

SABBIA GHIAIOSA

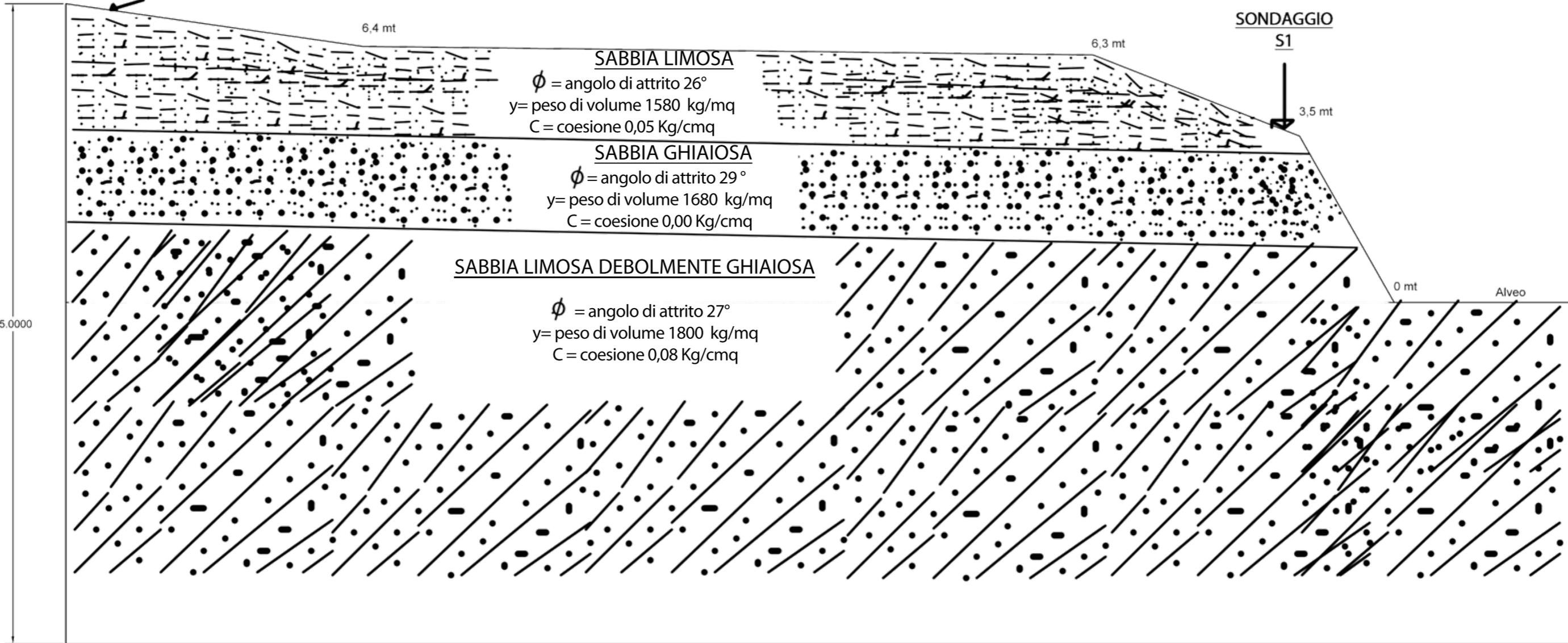
$\phi$  = angolo di attrito 29°  
y = peso di volume 1680 kg/mq  
C = coesione 0,00 Kg/cmq

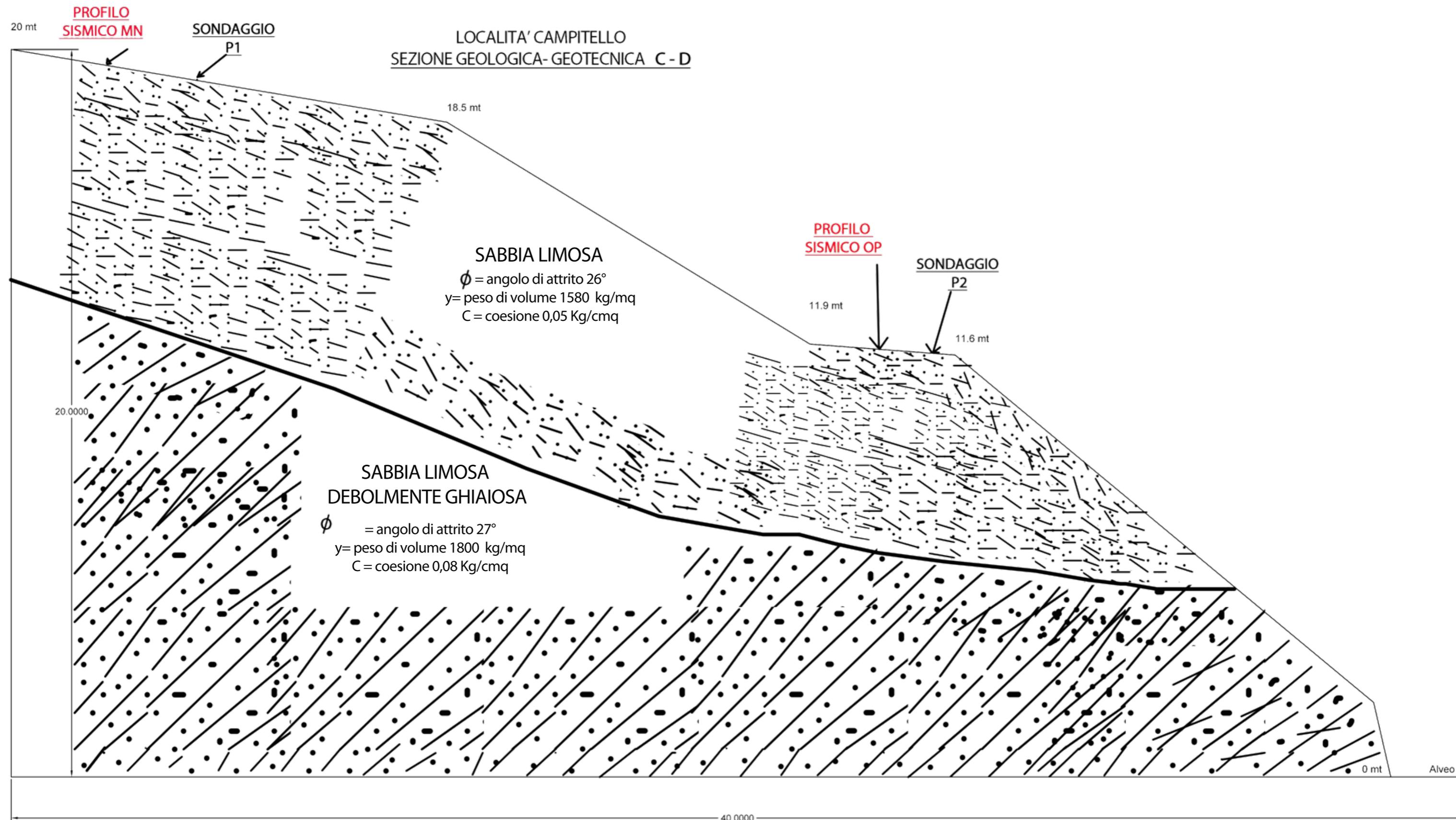
SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA

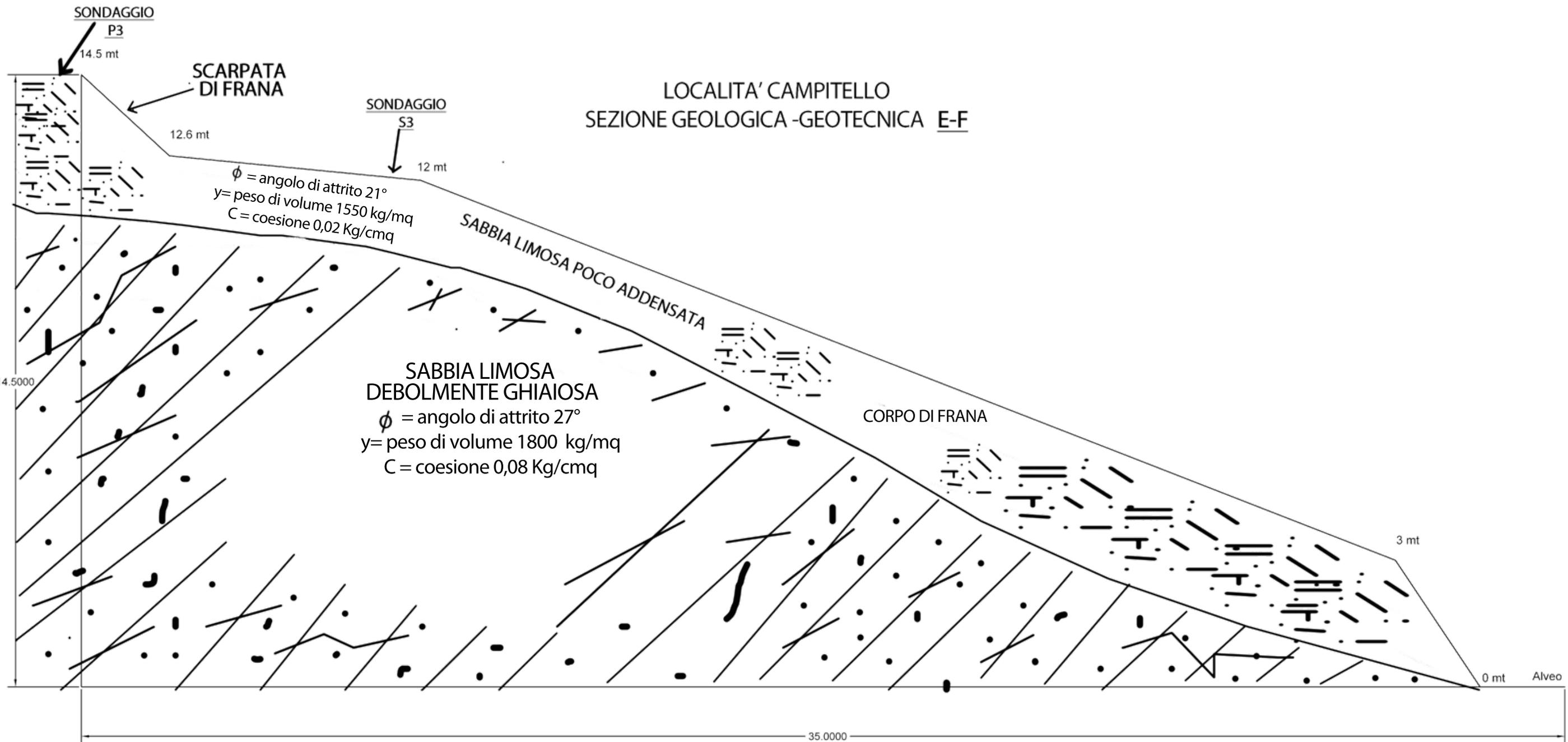
$\phi$  = angolo di attrito 27°  
y = peso di volume 1800 kg/mq  
C = coesione 0,08 Kg/cmq

15.0000

35.0000







LOCALITA' CAMPITELLO  
SEZIONE GEOLOGICA -GEOTECNICA E-F

SONDAGGIO

P3

14.5 mt

SCARPATA  
DI FRANA

12.6 mt

SONDAGGIO

S3

12 mt

$\phi$  = angolo di attrito 21°  
y= peso di volume 1550 kg/mq  
C = coesione 0,02 Kg/cm<sup>2</sup>

SABBIA LIMOSA POCO ADDENSATA

SABBIA LIMOSA  
DEBOLMENTE GHIAIOSA  
 $\phi$  = angolo di attrito 27°  
y= peso di volume 1800 kg/mq  
C = coesione 0,08 Kg/cm<sup>2</sup>

CORPO DI FRANA

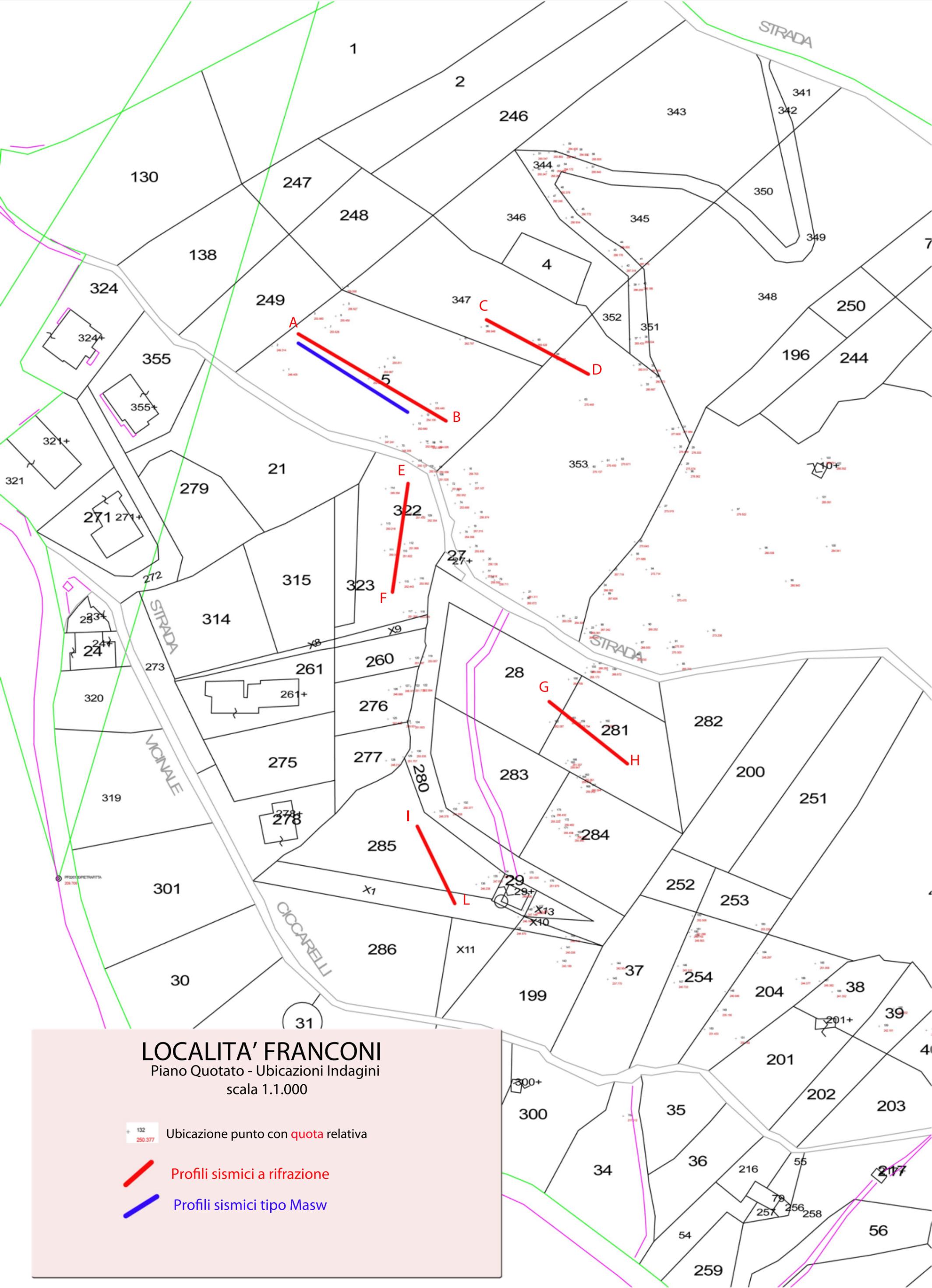
3 mt

0 mt

Alveo

35.0000

14.5000



# LOCALITA' FRANCONI

Piano Quotato - Ubicazioni Indagini  
scala 1.1.000

-  Ubicazione punto con **quota** relativa
-  Profili sismici a rifrazione
-  Profili sismici tipo Masw

SVA

# LOCALITA' VICINANZO

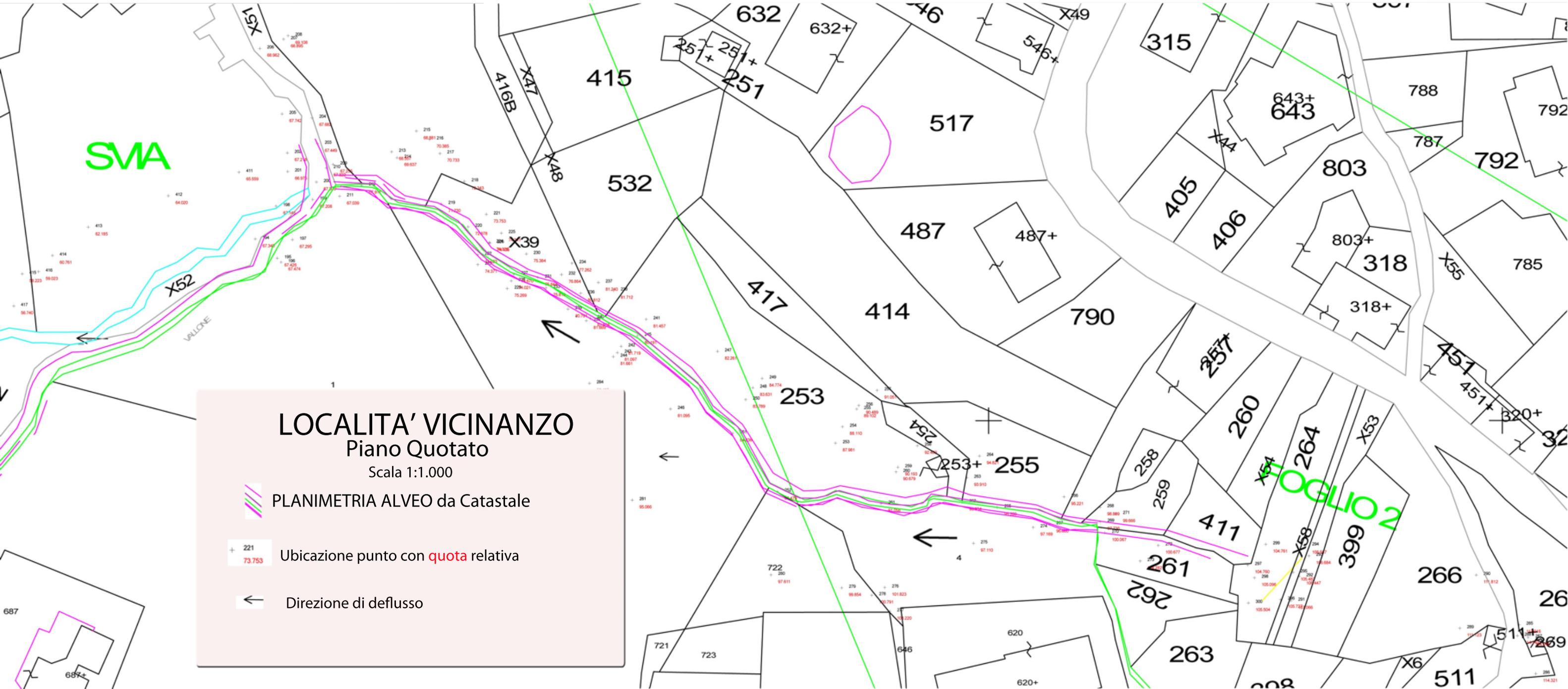
Piano Quotato

Scala 1:1.000

 PLANIMETRIA ALVEO da Catastale

 Ubicazione punto con **quota** relativa

 Direzione di deflusso



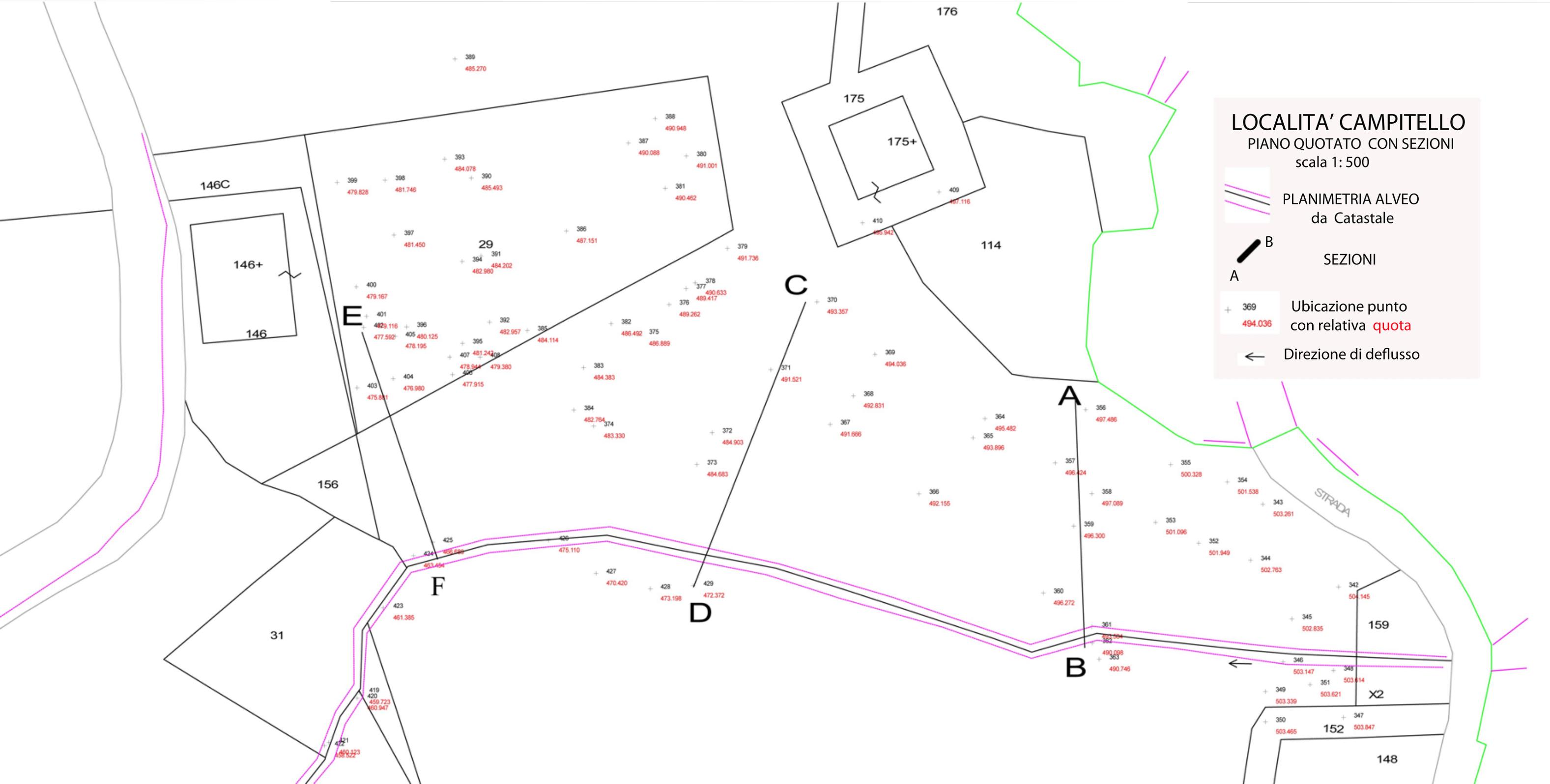
**LOCALITA' CAMPITELLO**  
PIANO QUOTATO CON SEZIONI  
scala 1: 500

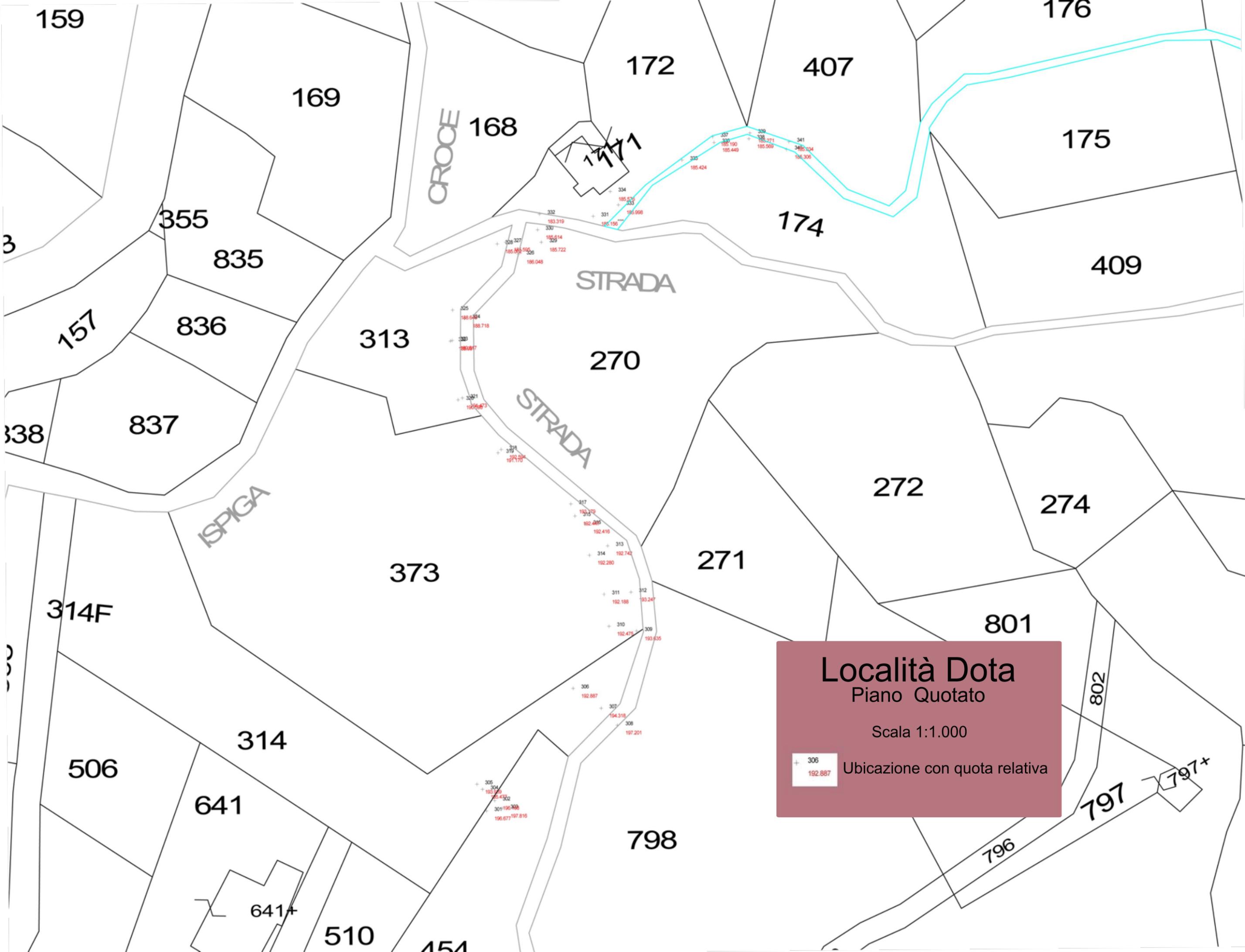
 PLANIMETRIA ALVEO  
da Catastale

 SEZIONI

 Ubicazione punto  
con relativa **quota**

 Direzione di deflusso





# Località Dota

Piano Quotato

Scala 1:1.000

+ 306  
192.887 Ubicazione con quota relativa

**Comune di Pietrafitta  
(Provincia di Cosenza)**

**Esecuzioni Indagini Geofisiche**

**Progetto:** lavori di messa in sicurezza aree in dissesto geomorfologico localizzate nelle località Franconi, Vicinanzo, Campitello e Dota

**Committente:** Amministrazione Comunale

Il Geologo  
Marco Eraldo Le Pera



Luglio 2020

	Pag
Premessa	1
<b>ELABORATI DI SISMICA A RIFRAZIONE</b>	
PRINCIPI TEORICI	2
• AREA A. FRANCONI	3
• AREA B. VICINANZO	28
• AREA C. CAMPITELLO	38
• AREA D. DOTA	46
<b>ELABORATI DI SISMICA TIPO MASW</b>	
PRINCIPI TEORICI	57
• AREA A. FRANCONI	59
• AREA B. VICINANZO	61
• AREA C. CAMPITELLO	63
• AREA D. DOTA	65

## **Premessa**

Lo studio è finalizzato alla conoscenza delle condizioni sismostratigrafiche ed elastodinamiche delle litologie imposte nelle aree di progetto.

Lo studio delle aree è stato condotto mediante l'analisi dei dati derivanti dal rilevamento geologico

- Rilevamento dei versanti mediante sopralluoghi e cartografia di base in scala 25.000, 10.000
- N° 11 prospezioni di sismica a rifrazione con un numero di canali da 12 a 24 e spazio intergeofonico fra 1 e 3 metri finalizzati alla definizione delle velocità delle onde P ( VP) e dell'inquadramento sismostratigrafico superficiale
- N° 4 prospezione di sismica a rifrazione di tipo Masw per la definizione delle velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo.

## **CARATTERISTICHE DELL'APPARECCHIATURA**

L'apparecchiatura d'acquisizione dei dati di campagna è un sismografo a rifrazione e riflessione a 24 canali modello PASI16SG24, avente le seguenti caratteristiche:

Processore Pentium 266 Intel

Trattamento dati Floating Point 32-bit

Ambiente operativo Windows xp

Numero canali 24

Risoluzione d'acquisizione 24 bit con sovracampionamento e post-processing

Max frequenza di campionamento 100.000 camp/sec

Durata acquisizioni da 32 a 2048 ms

Tempi di campionamento da 16 $\mu$ s a 2ms

Filtri digitali Passa Alto, Passa Basso e Notch attivabili in acquisizione e post-acquisizione

Start acquisizione con trigger esterno o comando software (ASAP)

Trigger Hammer o geofono starter

Guadagni tutti selezionabili da software

Enhancement con/senza preview totale/parziale

Geofoni verticali 4.5 Hz Pasi

## PROFILI DI SISMICA A RIFRAZIONE REALIZZATI

L'indagine sismica di superficie è consistita nell'esecuzione di 11 profili di sismica a rifrazione per un totale di 398 metri lineari. I profili sono stati effettuati da 12 a 24 canali e la distanza intergeofonica dei profili effettuati e gli offset degli scoppi sono variati da 1,00 a 3,00 metri, in base sia alla reale disponibilità di spazio dei tracciati in assenza di vegetazione che alla risoluzione della profondità di investigazione.

I risultati delle suddette indagini, divise per area di studio, vengono descritti nella presente relazione nella quale sono state allegate le dromocronie individuate per ciascun scoppio ed il profilo sismostratigrafico individuato.

## PRINCIPI TEORICI

Il metodo della sismica a rifrazione è basato sulla misura del tempo necessario affinché la perturbazione elastica, indotta nel sottosuolo da una sorgente energizzante, giunga agli apparecchi di ricezione ( geofoni) percorrendo lo strato superficiale a bassa velocità ( con onde dirette) e le superfici di strati a velocità crescente con la profondità (onde rifratte).

Le onde sismiche che vengono studiate sono quelle longitudinali di tipo P ed attraverso queste tipologie di analisi è possibile comprendere alcune informazioni sulle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati attraversati in quanto il valore della velocità delle onde sismiche dipende dalla densità delle litologie.

Le apparecchiature utilizzate sono costituite da una serie di geofoni che sono spaziate regolarmente lungo un determinato allineamento ( stendimento/profilo) e da un cronografo che registra l'istante di partenza della perturbazione e i tempi di arrivo delle onde elastiche a ciascun geofono. La registrazione, sia del momento dell'energizzazione che del segnale amplificato da ciascun geofono avviene simultaneamente su un unico diagramma che è funzione del tempo di arrivo e dalla distanza dall'energizzazione ( dromocrona ). Dallo studio delle stesse e mediante delle correlazioni mediante software di elaborazione si possono ricavare le velocità delle onde longitudinali ( VP) degli strati attraversati e la disposizione geometrica dei litotipi riscontrati.

## AREA A: FRANCONI

### Profilo Sismico a Rifrazione AB

Lo stendimento è stato effettuato su un terreno agricolo, coltivato, in posizione trasversale alla linea di massima pendenza del versante, mediante l'ausilio di 24 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 9 :diretto, coniugato e 7 scoppi intermedi.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 460 m/sec ai 1650 m/sec.

Attraverso l'analisi e l'elaborazione delle acquisizioni dei dati si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 4-5 metri, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p=460$  associabile al terreno superficiale sciolto o poco compatto

Al disotto di tale sismostrato si individua, fino alla profondità di 15-16 metri, un secondo sismostrato caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde  $P(V_p)$  pari a 1650 m/s. Tali velocità sono assimilabili a formazioni metamorfiche alterate e fratturate mediamente consistenti.



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

**PROFILO A-B**

Località: Franconi - Pietrafitta (CS)

9 scoppi; Offset: 1 metro

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	1.50	frarif1sh.dat
6.00	1.25	frarif2sh.dat
12.00	1.16	frarif3sh.dat
18.00	0.97	frarif4sh.dat
24.00	0.77	frarif5sh.dat
30.00	0.57	frarif6sh.dat
36.00	0.37	frarif7sh.dat
42.00	0.17	frarif8sh.dat
48.00	0.00	frarif9sh.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	5.4
2	5.4
3	5.4
4	5.8
5	6.1
6	6.4
7	6.5

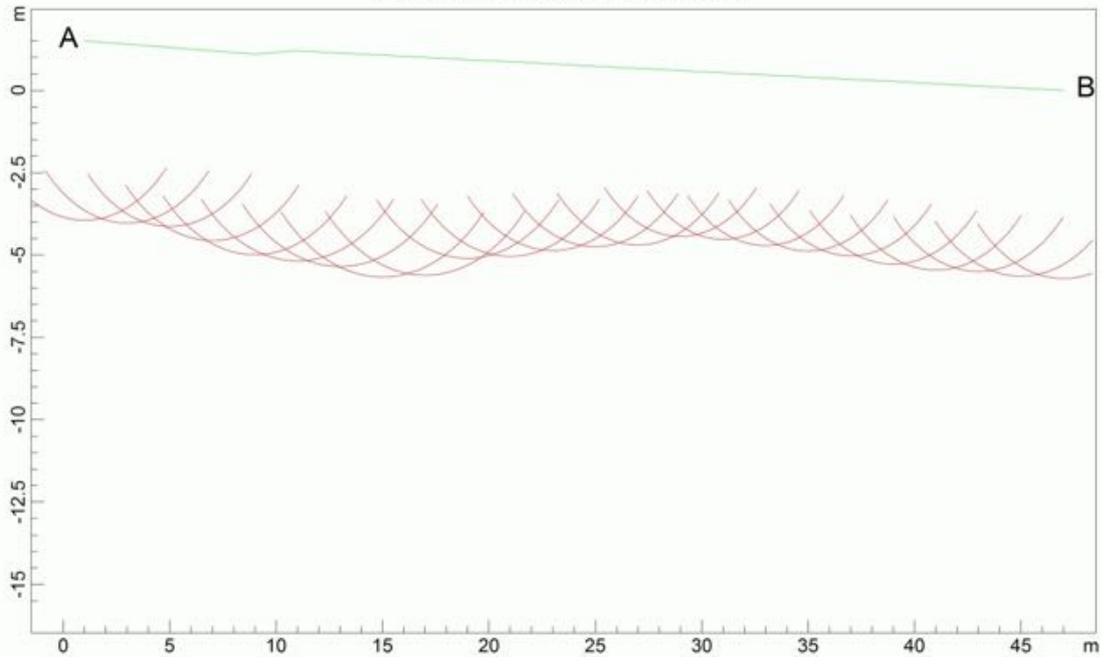
8	6.7
9	6.6
10	6.0
11	5.9
12	5.7
13	5.5
14	5.4
15	5.0
16	5.1
17	5.2
18	5.3
19	5.4
20	5.5
21	5.7
22	5.6
23	5.7
24	5.7

VELOCITA' DEGLI STRATI

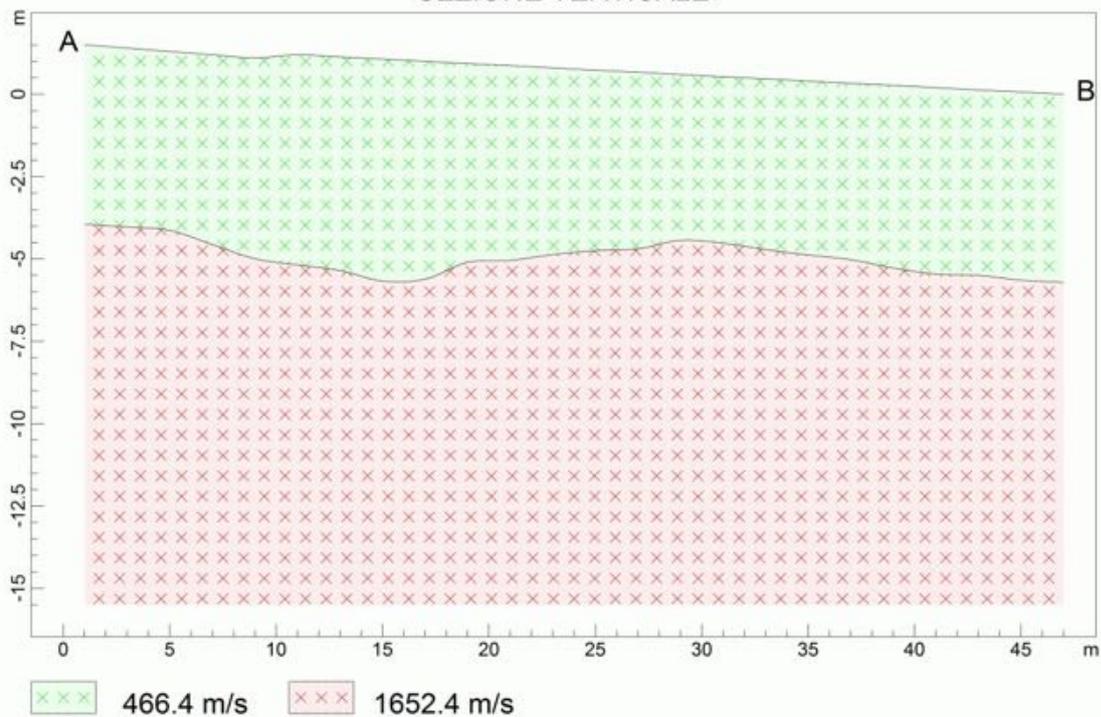
N. Strato	Velocità [m/s]
1	466.4
2	1652.4

Sismica a Rifrazione  
Località: Franconi - Pietrafitta (CS)  
9 scoppi; Offset: 1 metro

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



## Profilo Sismico a Rifrazione CD

Lo stendimento è stato effettuato a monte del profilo AB su una strada realizzata attraverso uno sbancamento del versante. Il profilo è stato effettuato mediante l'ausilio di 12 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 3,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 :diretto, coniugato e uno scoppio intermedio.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 860 m/sec ai 2050 m/sec.

Attraverso l'analisi e l'elaborazione delle acquisizioni dei dati si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 1,50 -3,00 metri, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p= 860$  associabile a sedimenti superficiali moderatamente sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 9-10 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde P( $V_p$ ) pari a 2050 m/s. Tali velocità sono assimilabili a formazioni metamorfiche alterate e fratturate mediamente consistenti



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

**PROFILO C-D**

Località: Franconi - Pietrafitta (CS)

Scoppi 3; offset:1,5 metri

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	1.00	fram1sh.dat
18.00	0.55	framrif2sh.dat
36.00	0.00	framrif3sh.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 0,00 [ms]	FBP da 18,00 [ms]	FBP da 36,00 [ms]
1	1.50	1.10	1.00	15.30	23.00
2	4.50	1.00	4.10	14.40	21.80
3	7.50	0.90	7.30	13.20	20.70
4	10.50	0.80	8.60	10.60	19.00
5	13.50	0.70	10.40	7.10	18.00
6	16.50	0.60	11.40	1.60	16.70
7	19.50	0.50	12.60	1.40	14.50
8	22.50	0.40	13.80	4.80	13.10
9	25.50	0.30	14.80	7.30	11.30
10	28.50	0.20	16.50	10.20	9.30
11	31.50	0.10	17.90	12.10	6.30
12	34.50	0.00	19.10	13.80	2.20

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

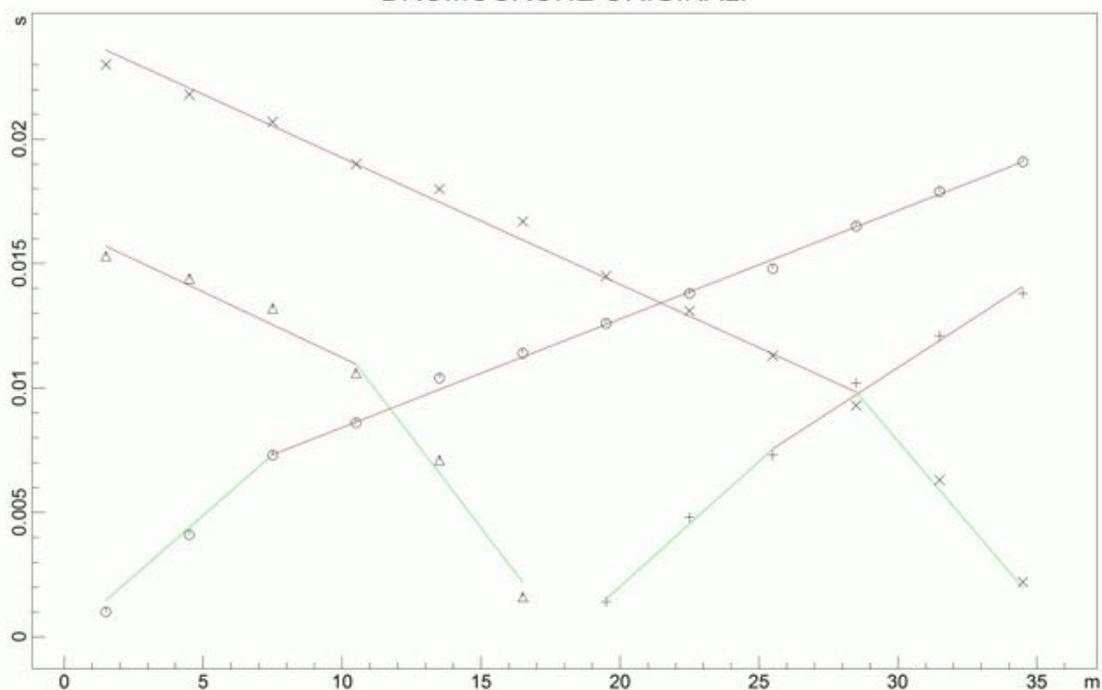
N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	2.6
2	2.7
3	2.8
4	2.4
5	2.9
6	2.8
7	2.3
8	2.2
9	1.6
10	1.7
11	1.7
12	1.7

VELOCITA' DEGLI STRATI

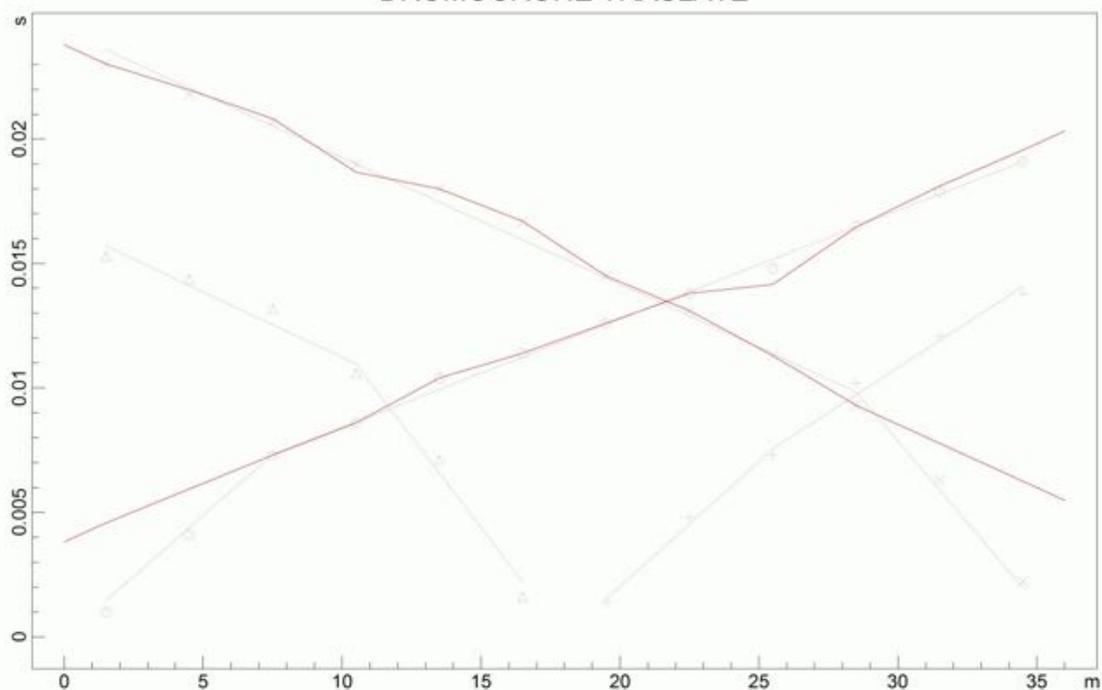
N. Strato	Velocità [m/s]
1	840.7
2	2064.2

Sismica a Rifrazione  
Località: Franconi - Pietrafitta (CS)  
Scoppi 3; offset: 1,5 metri

DROMOCRONE ORIGINALI



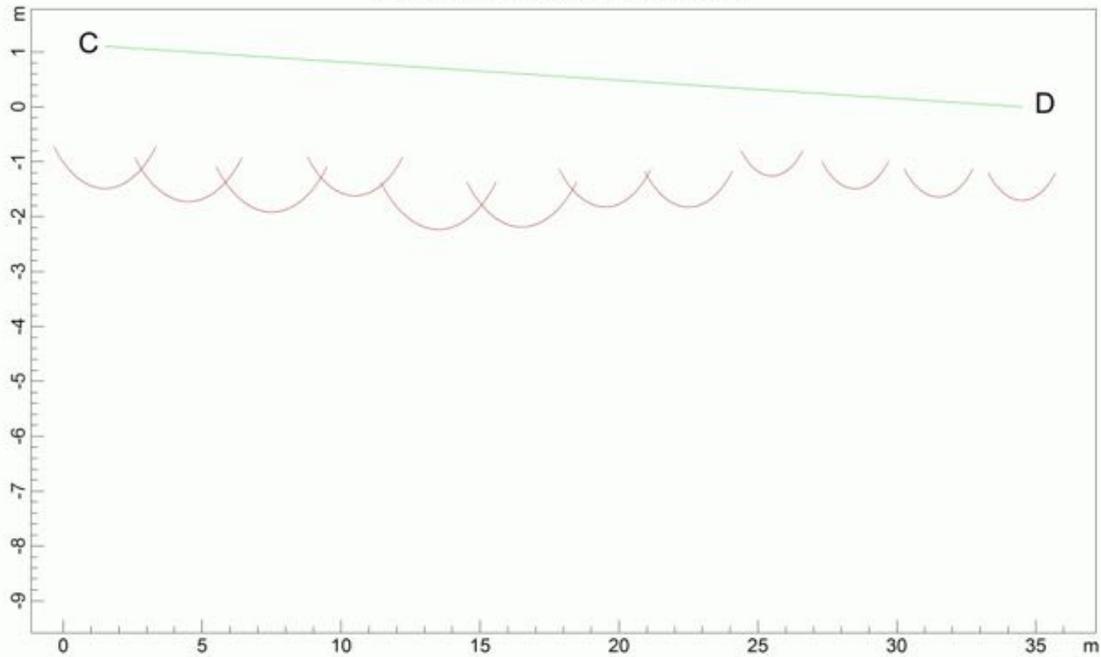
DROMOCRONE TRASLATE



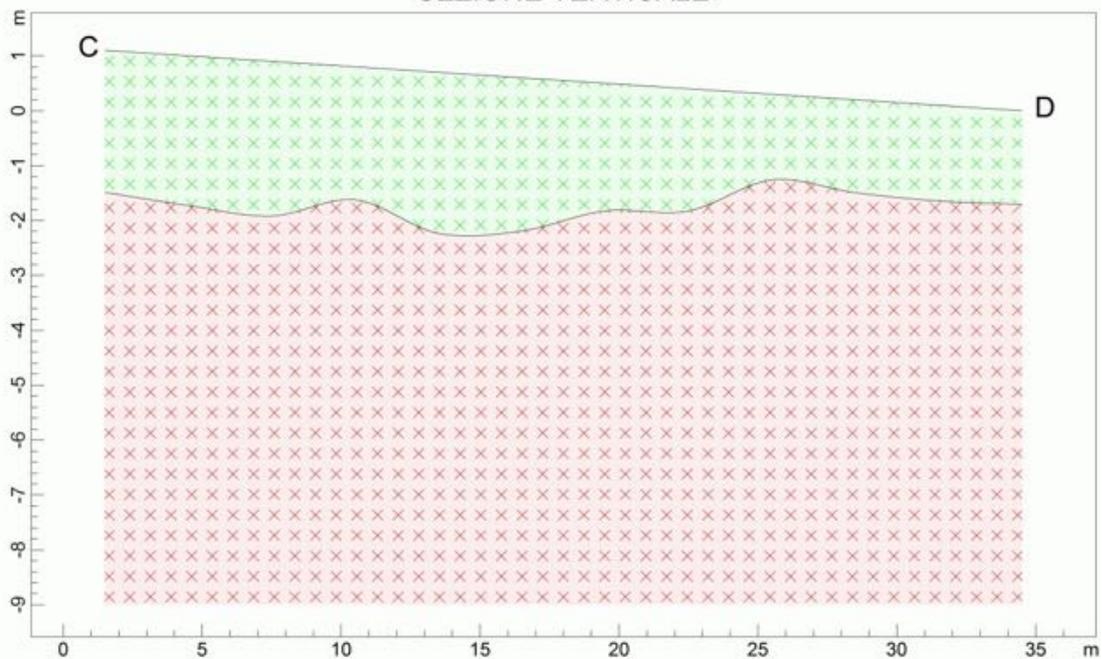
www.geoandsoft.com

Sismica a Rifrazione  
Località: Franconi - Pietrafitta (CS)  
Scoppi 3; offset: 1,5 metri

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



840.7 m/s      2064.2 m/s

www.geoandsoft.com

## Profilo Sismico a Rifrazione EF

Lo stendimento è stato effettuato a valle del profilo AB su una terrazza morfologica. Il profilo è stato effettuato mediante l'ausilio di 24 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 1,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 5 :diretto, coniugato e tre scoppi intermedi. Lo scoppio diretto e quello coniugato sono stati effettuati con un offset di 2,00 metri.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 600 m/sec ai 1150 m/sec, e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 5,00 -6,00 metri, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p = 600$  associabile a sedimenti superficiali moderatamente sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 9 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde P( $V_p$ ) pari a circa 1150 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione di base metamorfiche intensamente alterata.



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

**PROFILO E-F**

Località: Franconi - Pietrafitta (CS)

5 scoppi; offset: 2 metri

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	0.00	fravrif1shof2m.dat
7.50	0.28	fravrif2sh.dat
13.50	0.50	fravrif3sh.dat
19.50	0.78	fravrif4sh.dat
27.00	1.10	fravrif5sh2m.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 0.00 [ms]	FBP da 7.50 [ms]	FBP da 13.50 [ms]	FBP da 19.50 [ms]	FBP da 27.00 [ms]
1	2.00	0.00	3.26	8.56	14.80	19.46	27.29
2	3.00	0.05	4.93	7.10	14.05	18.78	26.51
3	4.00	0.10	6.60	5.60	13.17	17.96	25.94
4	5.00	0.15	7.78	2.94	12.01	17.22	25.01
5	6.00	0.20	8.96	1.27	11.05	16.44	24.30
6	7.00	0.25	9.93	0.65	10.10	15.85	23.74
7	8.00	0.30	10.55	0.26	8.46	14.32	22.24
8	9.00	0.35	11.52	1.46	7.66	13.29	21.53
9	10.00	0.40	12.15	3.55	5.59	12.22	20.61
10	11.00	0.45	13.26	5.64	4.35	11.43	20.04

11	12.00	0.50	13.82	6.68	2.15	10.15	18.83
12	13.00	0.50	14.37	7.94	1.36	9.33	18.19
13	14.00	0.50	15.00	8.56	0.60	8.30	17.13
14	15.00	0.55	15.69	9.55	2.42	7.45	16.34
15	16.00	0.60	16.38	10.34	4.15	5.70	15.71
16	17.00	0.65	17.39	11.12	5.57	4.17	15.21
17	18.00	0.70	18.12	11.69	6.61	2.31	14.07
18	19.00	0.75	18.88	12.93	8.42	0.87	13.43
19	20.00	0.80	19.85	13.88	9.37	0.82	11.58
20	21.00	0.85	21.00	14.92	11.06	3.01	10.38
21	22.00	0.90	21.75	15.62	11.92	5.07	8.67
22	23.00	0.95	22.61	16.61	12.70	6.63	7.53
23	24.00	1.00	23.41	17.48	13.39	8.01	6.18
24	25.00	1.00	25.82	18.51	14.90	9.57	3.48

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	6.2
2	6.2
3	6.3
4	6.3
5	6.2
6	6.4
7	6.2
8	6.2

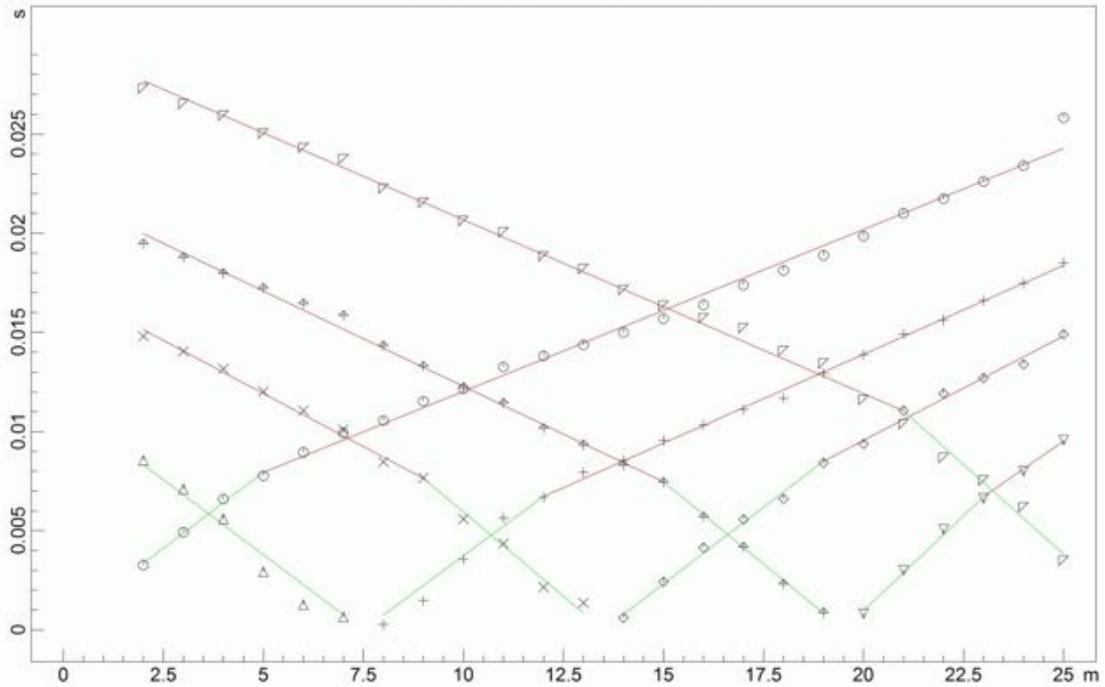
9	6.1
10	6.2
11	5.9
12	5.8
13	5.7
14	5.8
15	5.7
16	5.9
17	5.9
18	5.8
19	6.1
20	6.5
21	6.5
22	6.0
23	6.0
24	6.0

VELOCITA' DEGLI STRATI

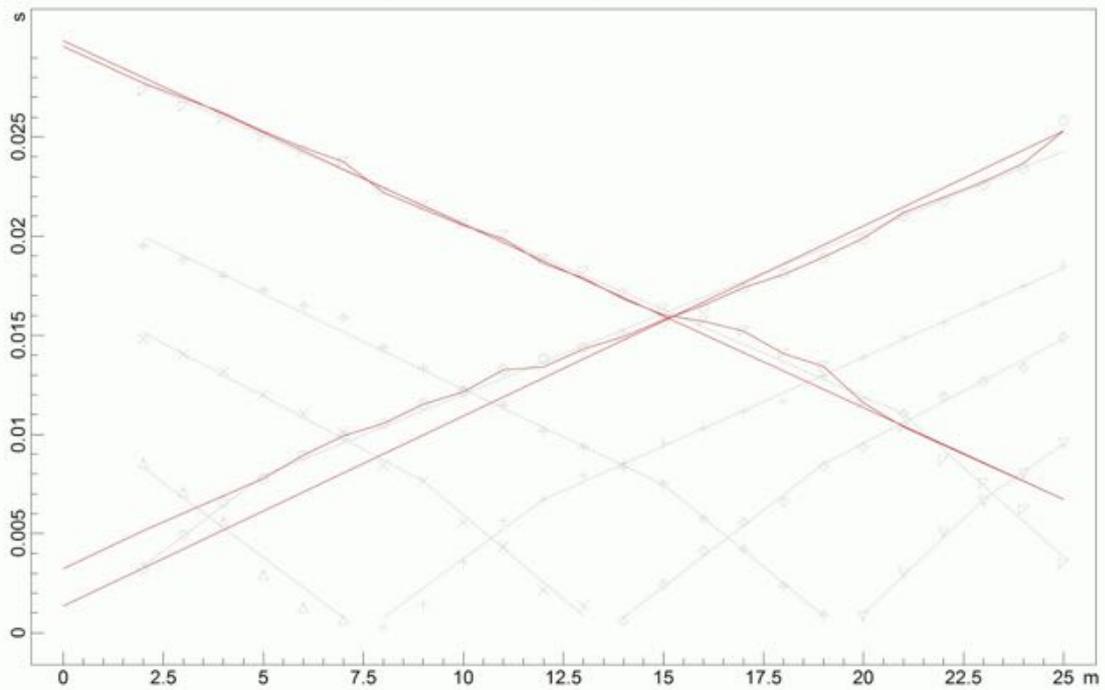
N. Strato	Velocità [m/s]
1	608.0
2	1136.6

Sisimica a Rifrazione  
Località: Franconi - Pietrafitta (CS)  
5 scoppi; offset: 2 metri

DROMOCRONE ORIGINALI



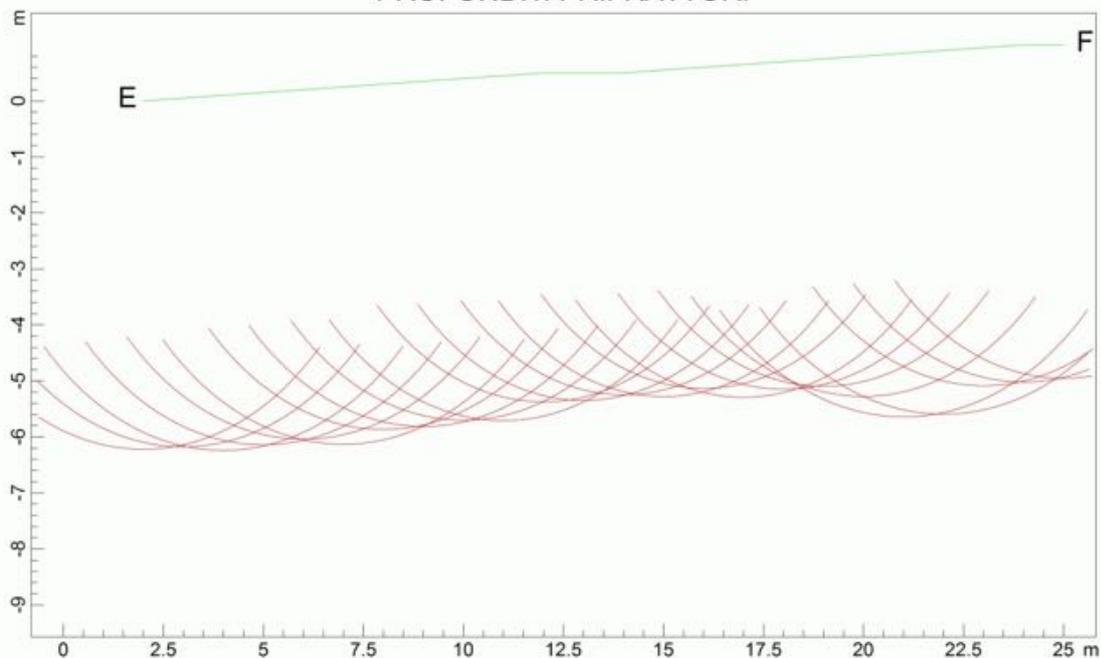
DROMOCRONE TRASLATE



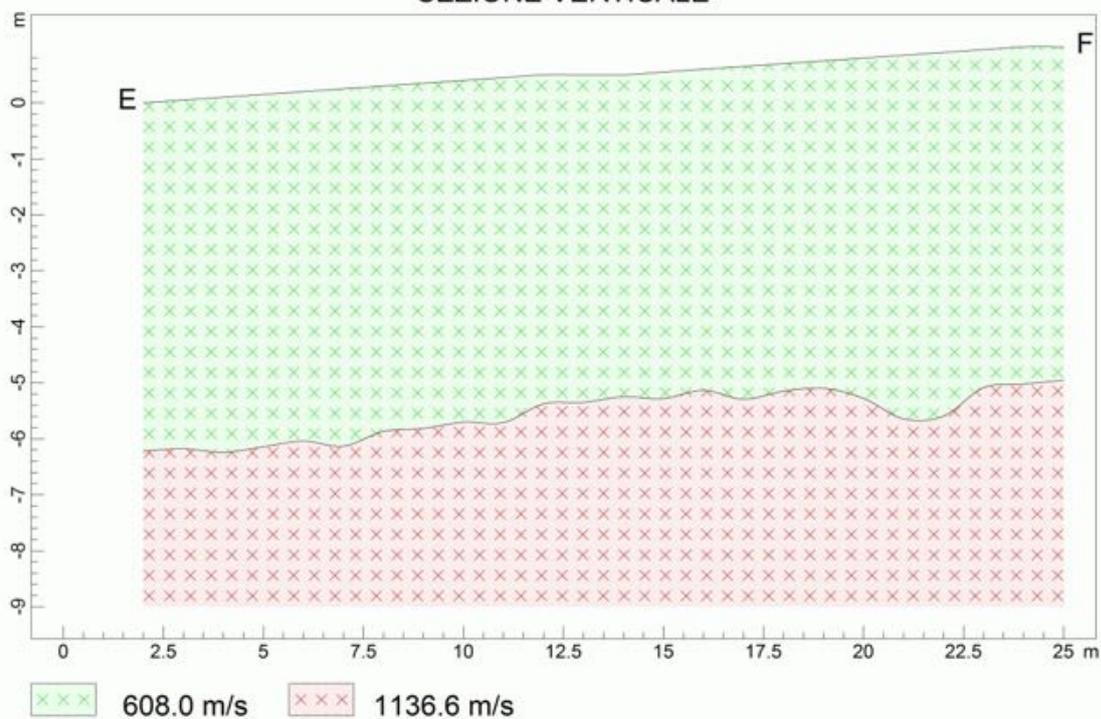
www.geoandsoft.com

Sisimica a Rifrazione  
Località: Franconi - Pietrafitta (CS)  
5 scoppi; offset: 2 metri

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



www.geoandsoft.com

## Profilo Sismico a Rifrazione GH

Lo stendimento effettuato mediante l'ausilio di 12 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 :diretto, coniugato e uno scoppio intermedio. Lo scoppio diretto e quello coniugato sono stati effettuati con un offset di 3,00 metri.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 600 m/sec ai 1000 m/sec, e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 5,00 -6,00 metri, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_P= 600$  associabile a sedimenti superficiali moderatamente sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 7,00-8,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde  $P(V_p)$  pari a circa 1000 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione di base metamorfiche intensamente alterata o a formazioni sedimentarie sciolte.



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

**PROFILO G-H**

Località: Franconi- Pietrafitta (CS)

3 scoppi; offset: 3 metri

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-3.00	0.00	fra2rif1shof3.dat
11.00	0.00	fra2rif2sh.dat
25.00	0.00	fra2rif1shof3m.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -3,00 [ms]	FBP da 11,00 [ms]	FBP da 25,00 [ms]
1	0.00	0.00	5.75	17.06	32.88
2	2.00	0.00	9.00	14.88	31.13
3	4.00	0.00	11.88	12.56	29.44
4	6.00	0.00	14.94	8.50	28.38
5	8.00	0.00	17.94	6.38	25.13
6	10.00	0.00	19.38	1.19	21.75
7	12.00	0.00	22.38	1.23	19.75
8	14.00	0.00	24.25	4.88	16.75
9	16.00	0.00	26.88	7.17	12.81
10	18.00	0.00	29.88	11.65	10.25
11	20.00	0.00	32.00	13.20	7.63
12	22.00	0.00	34.06	15.59	3.44

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

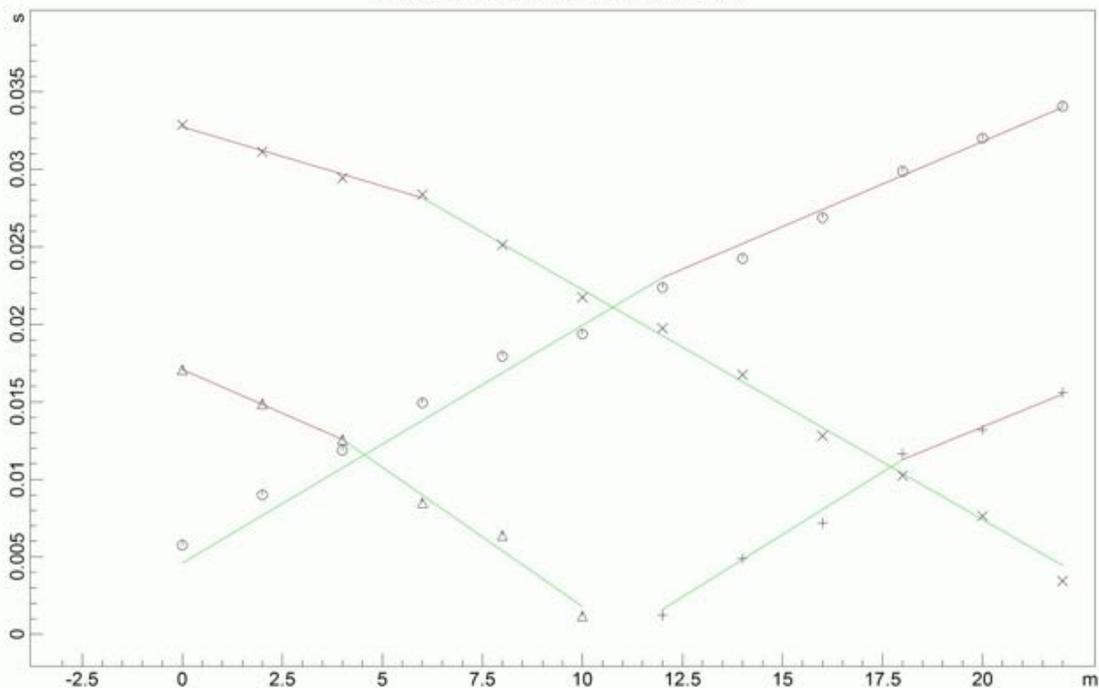
N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	8.1
2	8.4
3	8.7
4	8.9
5	8.9
6	9.2
7	10.1
8	10.2
9	10.4
10	10.8
11	11.1
12	11.4

VELOCITA' DEGLI STRATI

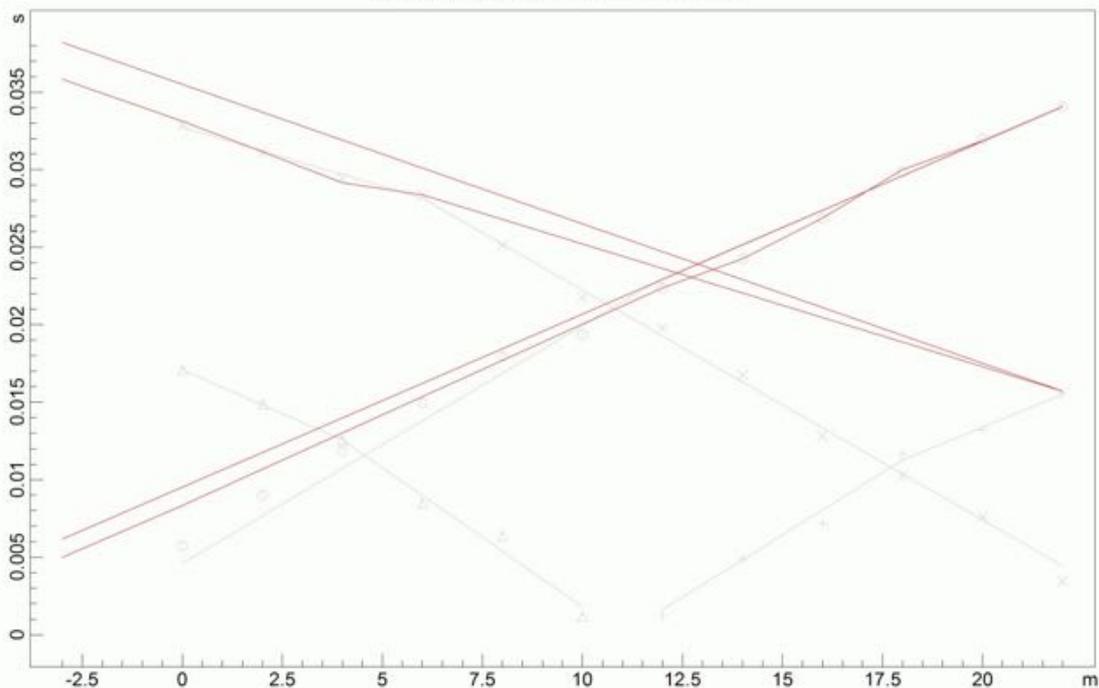
N. Strato	Velocità [m/s]
1	622.9
2	1010.7

Sismica a Rifrazione  
Località: Franconi- Pietrafitta (CS)  
3 scoppi; offset: 3 metri

DROMOCRONE ORIGINALI



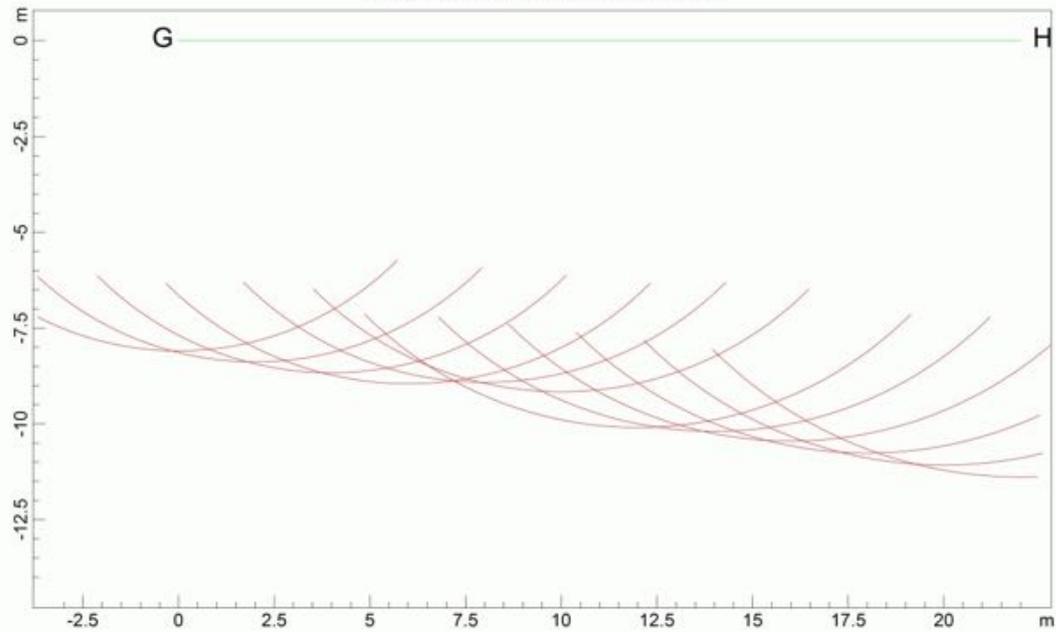
DROMOCRONE TRASLATE



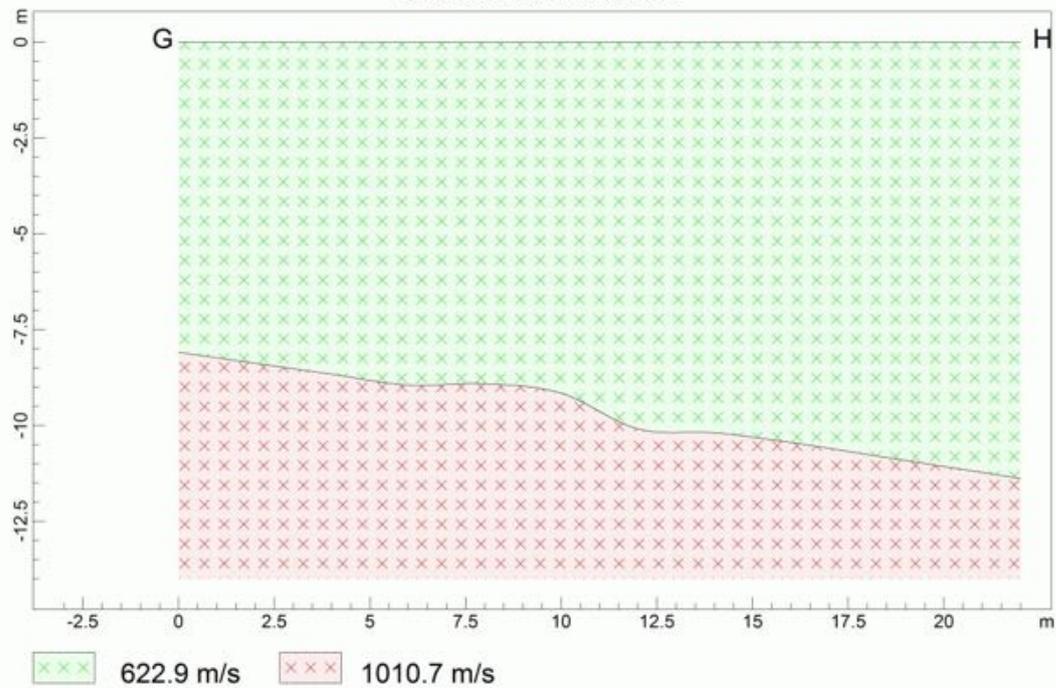
www.geoandsoft.com

Sismica a Rifrazione  
Località: Franconi- Pietrafitta (CS)  
3 scoppi; offset: 3 metri

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



www.geoandsoft.com

## Profilo Sismico a Rifrazione IL

Lo stendimento effettuato mediante l'ausilio di 12 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 5 : diretti, coniugati e uno scoppio intermedio. Per aumentare la profondità di indagine sono stati effettuati uno scoppio diretto ed uno scoppio coniugato con un offset di 4,00 metri.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 550 m/sec ai 1200 m/sec, e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 1,00 -2,00 metri, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p = 550$  associabile a sedimenti superficiali moderatamente sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 8,00-9,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde P( $V_p$ ) pari a circa 1200 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione di base metamorfiche intensamente alterata o a formazioni sedimentarie sciolte.



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

**PROFILO I-L**

Località: Franconi - Pietrafitta (CS)

Scoppi: 5; Offset: 4 metri

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	2.80	fra3rif1shof4m.dat
3.00	2.50	fra3rif1sh.dat
15.00	1.20	fra3rif2sh.dat
27.00	0.00	fra3rif3shok.dat
30.00	0.00	fra3rif3shof4m.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 0,00 [ms]	FBP da 3,00 [ms]	FBP da 15,00 [ms]	FBP da 27,00 [ms]	FBP da 30,00 [ms]
1	4.00	2.40	10.00	1.70	17.50	26.50	26.50
2	6.00	2.18	13.20	5.40	15.00	24.80	24.40
3	8.00	1.96	15.90	9.40	12.90	23.00	23.20
4	10.00	1.75	19.30	11.60	9.40	20.60	21.50
5	12.00	1.53	21.40	13.10	6.50	19.40	19.40
6	14.00	1.31	23.10	14.20	2.40	17.10	17.50
7	16.00	1.09	24.70	16.40	3.10	15.50	15.40
8	18.00	0.87	26.30	18.00	6.00	13.60	14.30
9	20.00	0.65	27.90	19.80	9.40	11.80	12.30
10	22.00	0.44	28.80	20.70	10.10	8.40	10.30

11	24.00	0.22	30.50	21.90	11.60	5.50	8.50
12	26.00	0.00	32.30	23.20	13.80	1.30	6.90

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

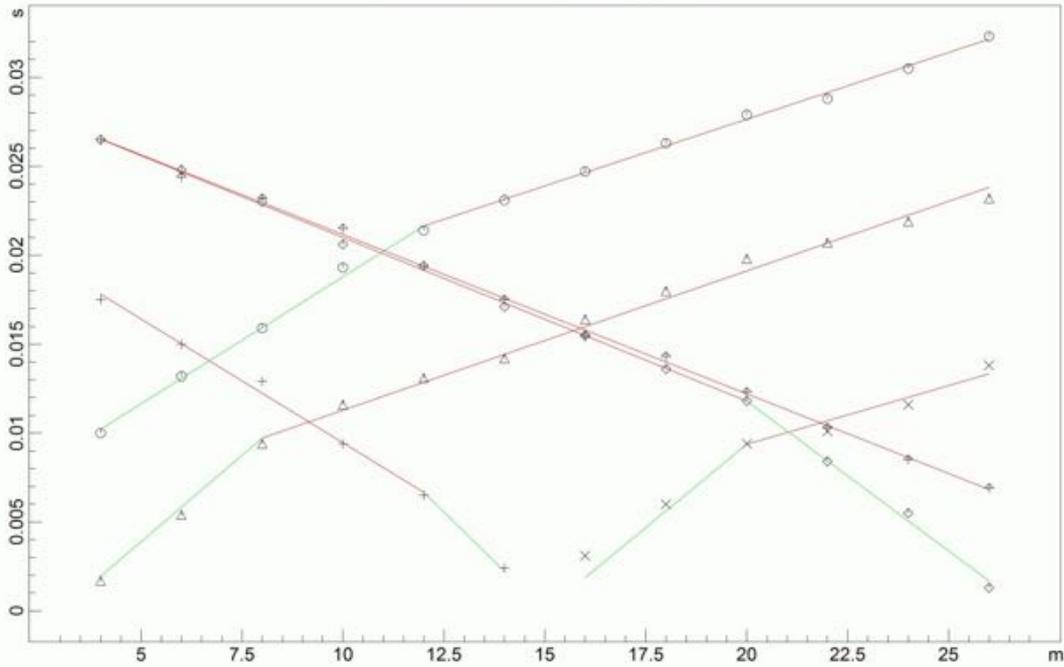
N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	2.3
2	2.1
3	2.0
4	1.9
5	1.7
6	1.7
7	1.7
8	1.7
9	1.6
10	1.3
11	1.2
12	1.2

VELOCITA' DEGLI STRATI

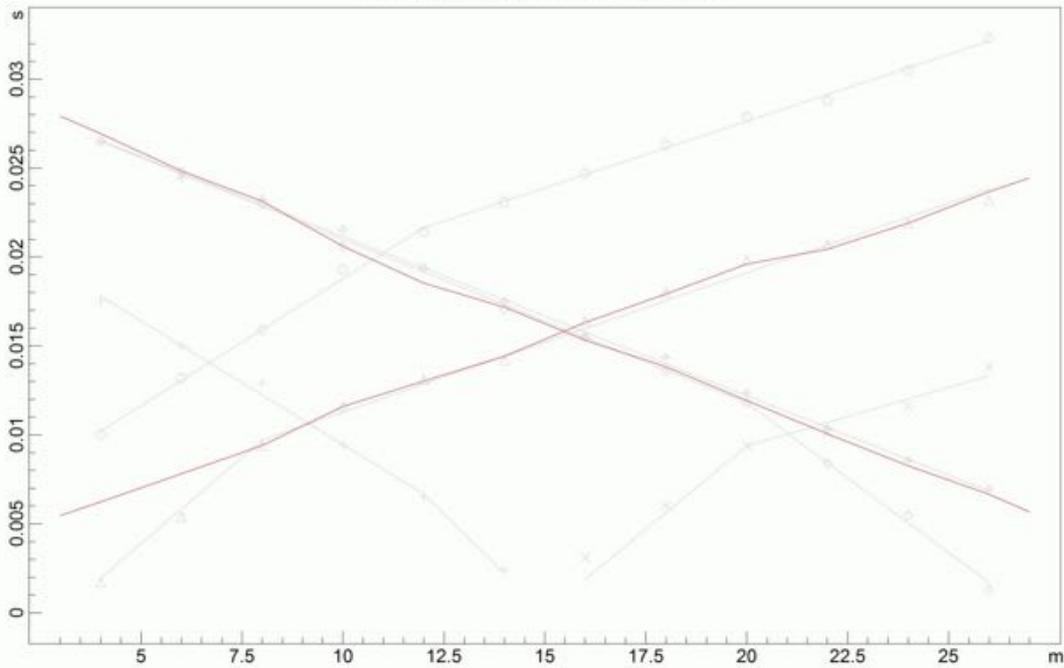
N. Strato	Velocità [m/s]
1	546.1
2	1177.4

Sismica a Rifrazione  
Località: Franconi - Pietrafitta (CS)  
Scoppi: 5; Offset: 4 metri

DROMOCRONE ORIGINALI



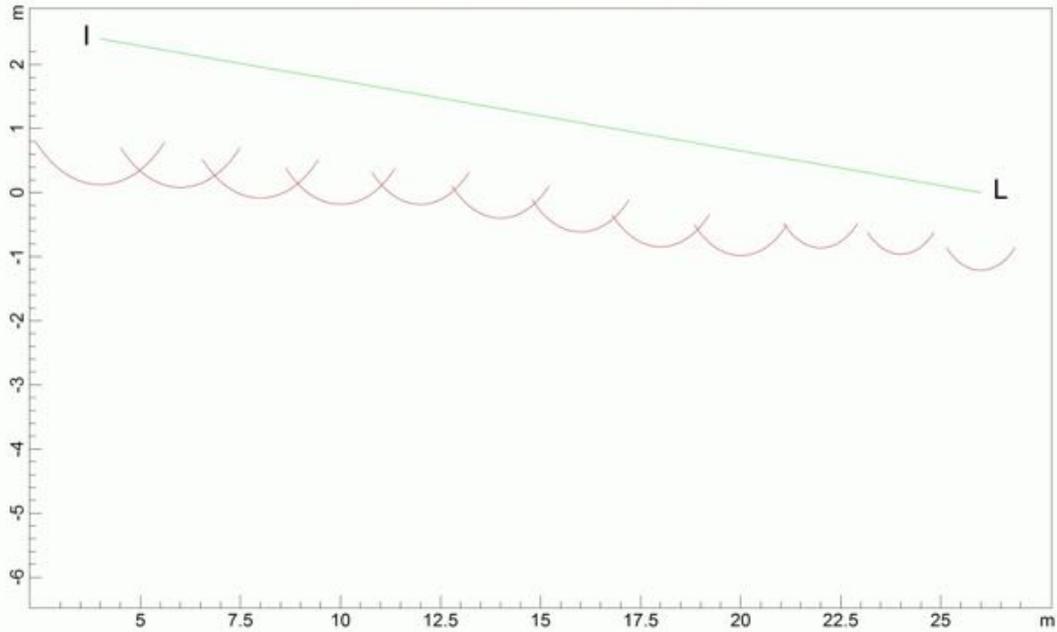
DROMOCRONE TRASLATE



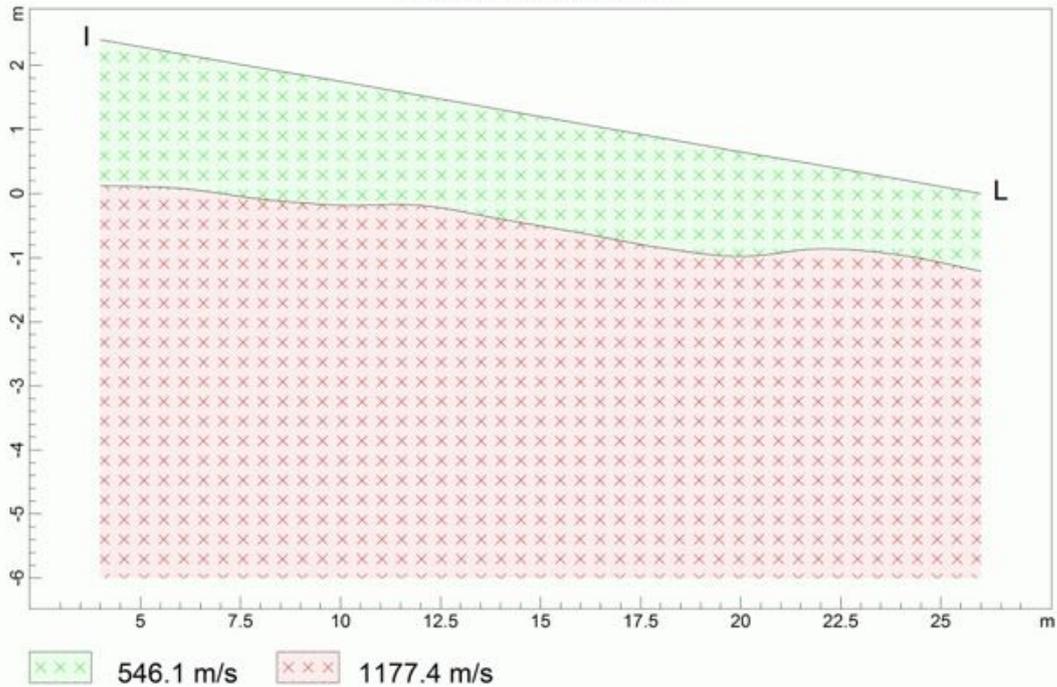
www.geoandsoft.com

Sismica a Rifrazione  
Località: Franconi - Pietrafitta (CS)  
Scoppi: 5; Offset: 4 metri

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



546.1 m/s    1177.4 m/s

www.geoandsoft.com

## AREA B: VICINANZO

### Profilo Sismico a Rifrazione QR

Lo stendimento è stato effettuato nell'area di corona della Valle del Vicinanzo, trasversalmente alla direzione di massima pendenza, mediante l'ausilio di 12 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 : diretto, coniugato e uno scoppio intermedio. Per aumentare la profondità di indagine lo scoppio diretto e il coniugato sono stati effettuati con un offset di 3,00 metri dal primo ed ultimo geofono.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 550 m/sec ai 1800 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 3,50 -4,60 metri dal piano campagna, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_P= 550$  associabile a sedimenti superficiali sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 6,00-7,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde P( $V_p$ ) pari a circa 1800 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione di base metamorfica alterata



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

Località: Vallone Vicinanzo - Pietrafitta (CS)

Area Corona

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-3.00	1.00	vicmrif1shof3m.dat
11.00	0.10	vicmrif2sh.dat
25.00	1.40	vicmrif3shof3m.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -3,00 [ms]	FBP da 11,00 [ms]	FBP da 25,00 [ms]
1	0.00	0.80	6.69	17.38	19.69
2	2.00	0.60	8.63	17.13	19.38
3	4.00	0.40	9.88	16.19	19.11
4	6.00	0.20	12.81	13.38	18.64
5	8.00	0.00	15.00	8.88	18.21
6	10.00	0.00	16.42	3.81	17.13
7	12.00	0.20	16.84	3.88	14.13
8	14.00	0.40	17.14	7.63	11.69
9	16.00	0.60	17.74	9.13	10.81
10	18.00	0.80	18.21	10.88	9.50
11	20.00	1.00	18.89	12.38	6.38
12	22.00	1.20	19.50	13.63	4.69

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

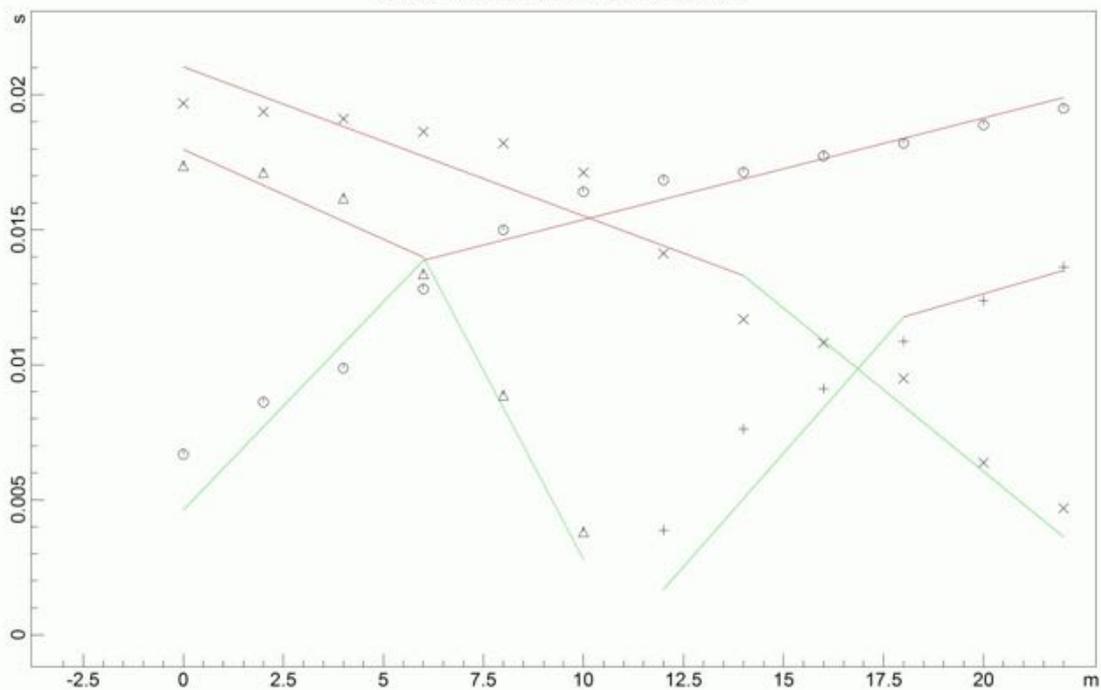
N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	4.7
2	4.4
3	4.3
4	4.6
5	4.3
6	4.6
7	4.6
8	4.1
9	3.6
10	3.7
11	3.9
12	4.0

VELOCITA' DEGLI STRATI

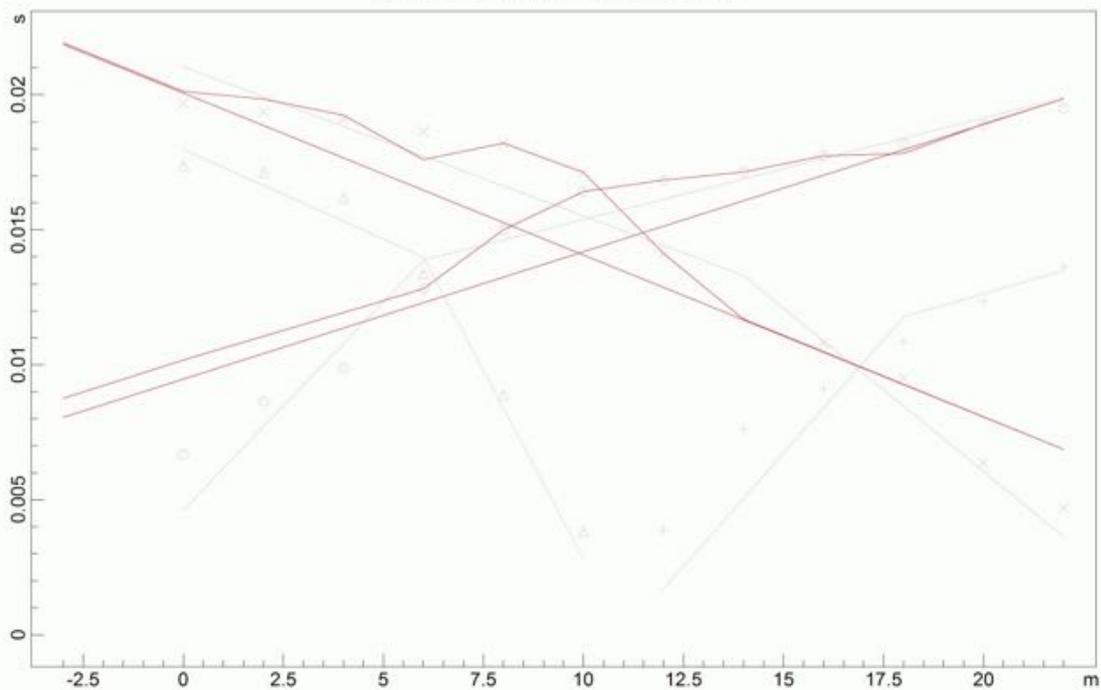
N. Strato	Velocità [m/s]
1	553.2
2	1831.3

Sismica a Rifrazione  
Località: Vallone Vicinanza - Pietrafitta (CS)  
Area Corona

DROMOCRONE ORIGINALI



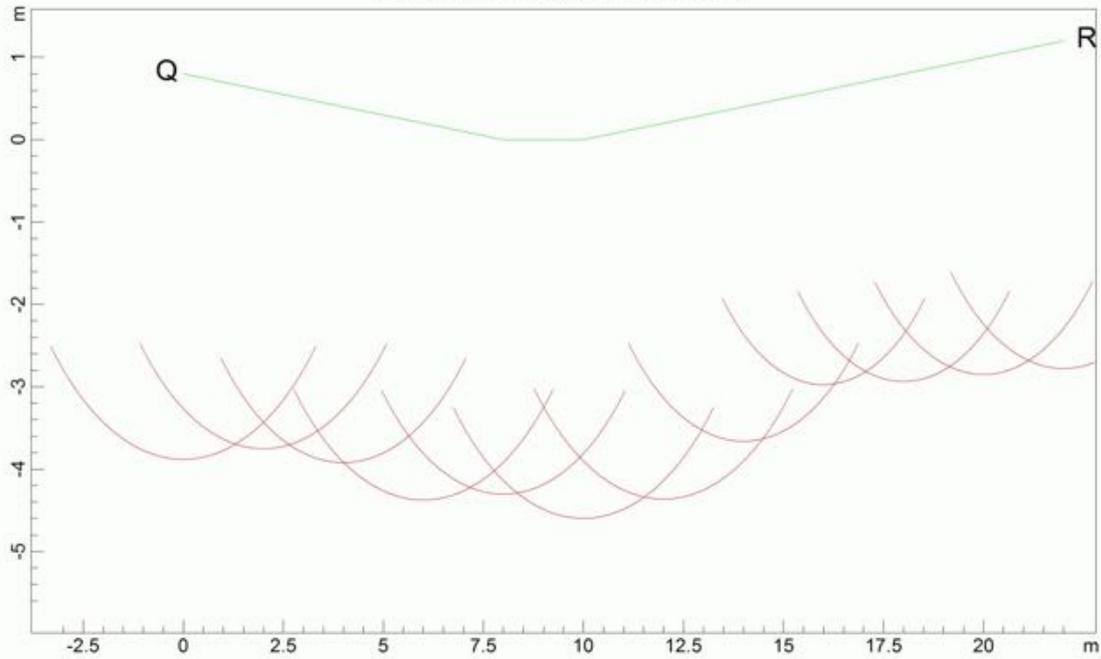
DROMOCRONE TRASLATE



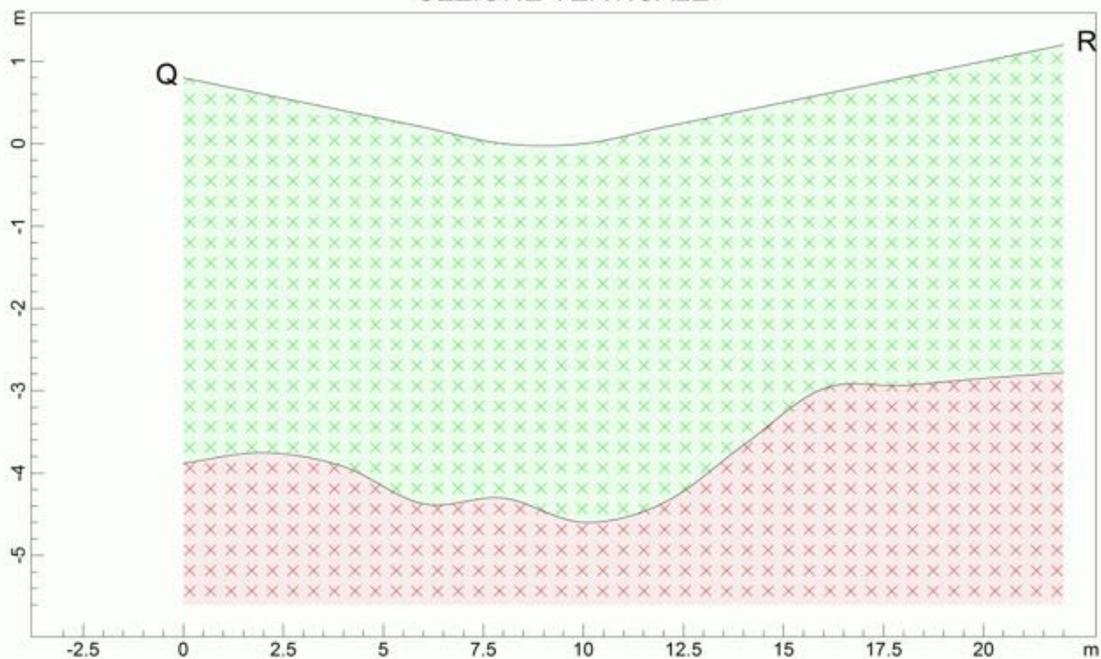
www.geoandsoft.com

Sismica a Rifrazione  
Località: Vallone Vicinanza - Pietrafitta (CS)  
Area Corona

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



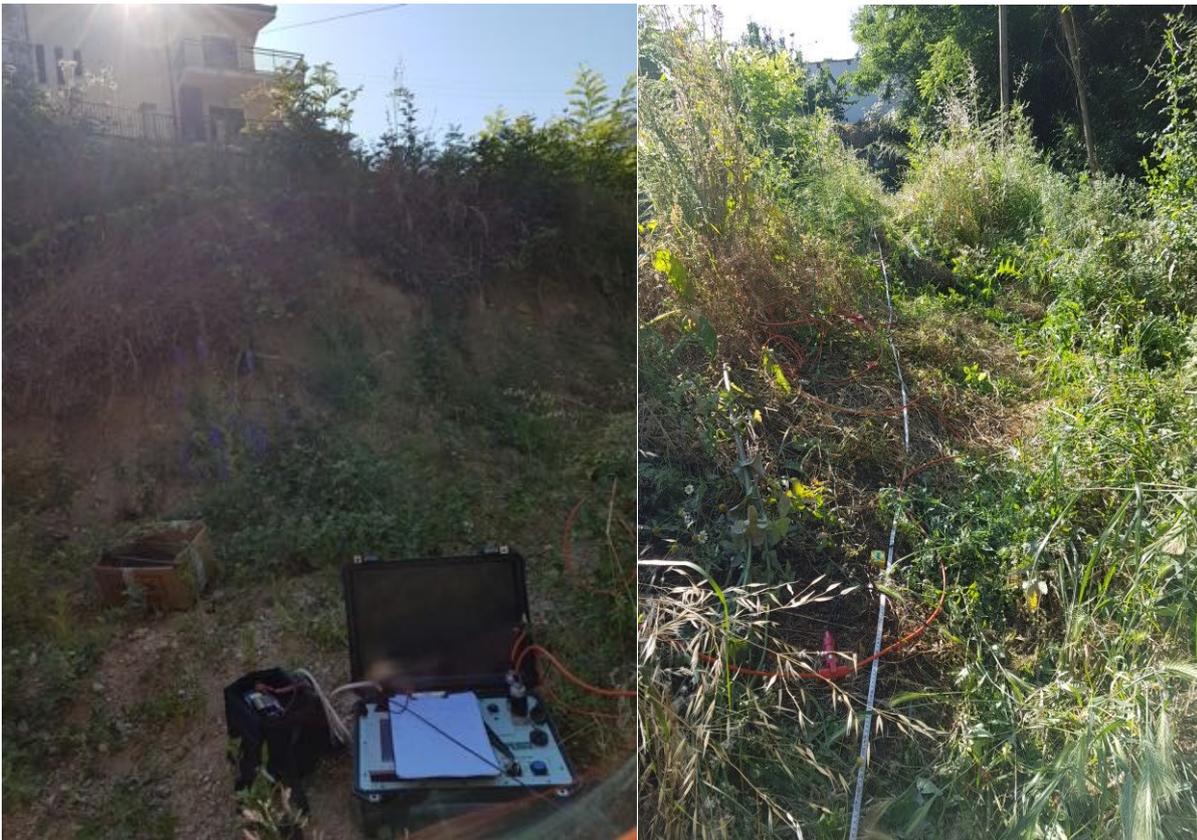
553.2 m/s      1831.3 m/s

www.geoandsoft.com

## Profilo Sismico a Rifrazione ST

Lo stendimento è stato effettuato a valle, lungo la direzione di massima pendenza mediante l'ausilio di 18 geofoni da 4,5 Hz, con distanza intergeofonica di 3,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 : diretto, coniugato e uno scoppio intermedio.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili dai 310-320 m/sec ai 2100 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 1,50 -3,00 metri dal piano campagna, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_P= 320$  associabile a sedimenti superficiali sciolti con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 10,00-12,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde P( $V_p$ ) pari a circa 2100 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione di base metamorfica alterata



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

**Sismica a Rfrazione ST**

Località: Vallone Vicinanza - Pietrafitta (CS)

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	3.50	vic rif 1sh2.dat
18.00	2.40	vic rif 2sh1#1.dat
36.00	0.00	vic rif 3shok.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 0,00 [ms]	FBP da 18,00 [ms]	FBP da 36,00 [ms]
1	1.00	3.50	2.40	19.00	29.10
2	3.00	3.40	8.00	18.30	27.80
3	5.00	3.30	14.00	17.50	26.90
4	7.00	3.20	19.00	16.40	25.80
5	9.00	3.10	20.50	14.80	24.50
6	11.00	3.00	21.50	13.30	23.90
7	13.00	2.90	22.20	11.50	22.80
8	15.00	2.80	23.30	7.40	21.80
9	17.00	2.60	24.10	2.10	21.40
10	19.00	2.20	24.80	3.20	21.00
11	21.00	1.80	25.40	9.00	20.00
12	23.00	1.40	26.30	13.60	20.90
13	25.00	1.00	27.40	16.00	19.90
14	27.00	0.80	28.30	18.50	19.20
15	29.00	0.60	29.50	19.10	17.90
16	31.00	0.40	29.80	19.60	15.70
17	33.00	0.20	30.60	19.80	10.70

18	35.00	0.00	31.40	20.60	6.60
----	-------	------	-------	-------	------

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

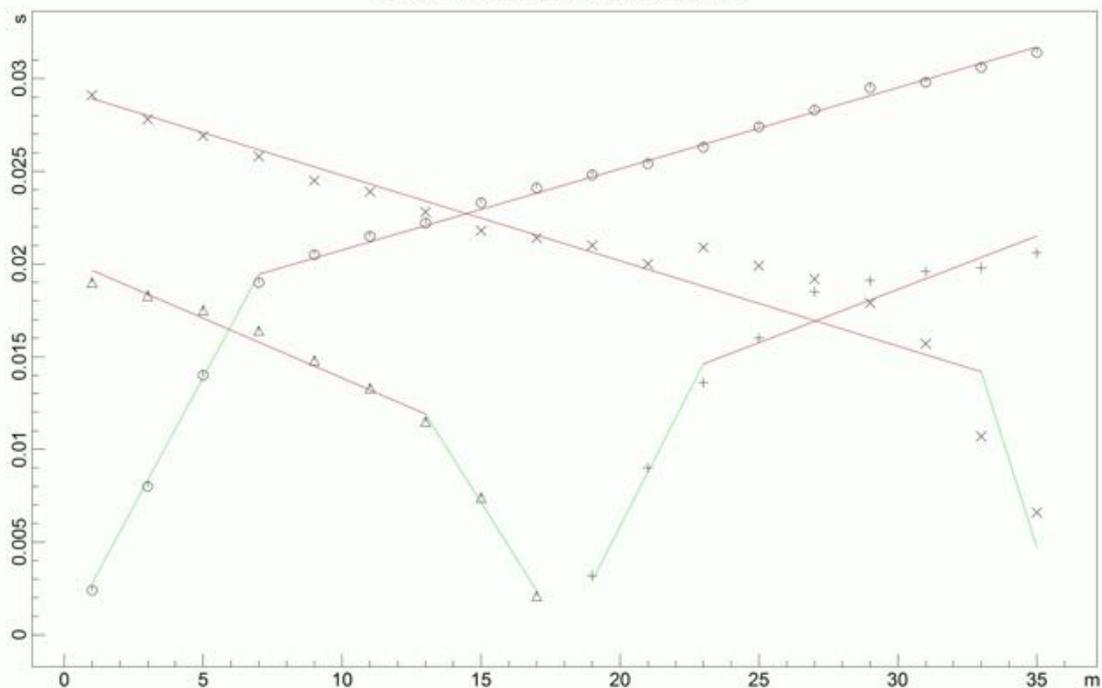
N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	2.0
2	2.1
3	2.3
4	2.3
5	2.5
6	2.6
7	2.6
8	2.8
9	2.9
10	2.7
11	2.5
12	2.4
13	2.3
14	2.5
15	2.5
16	2.2
17	1.5
18	1.4

VELOCITA' DEGLI STRATI

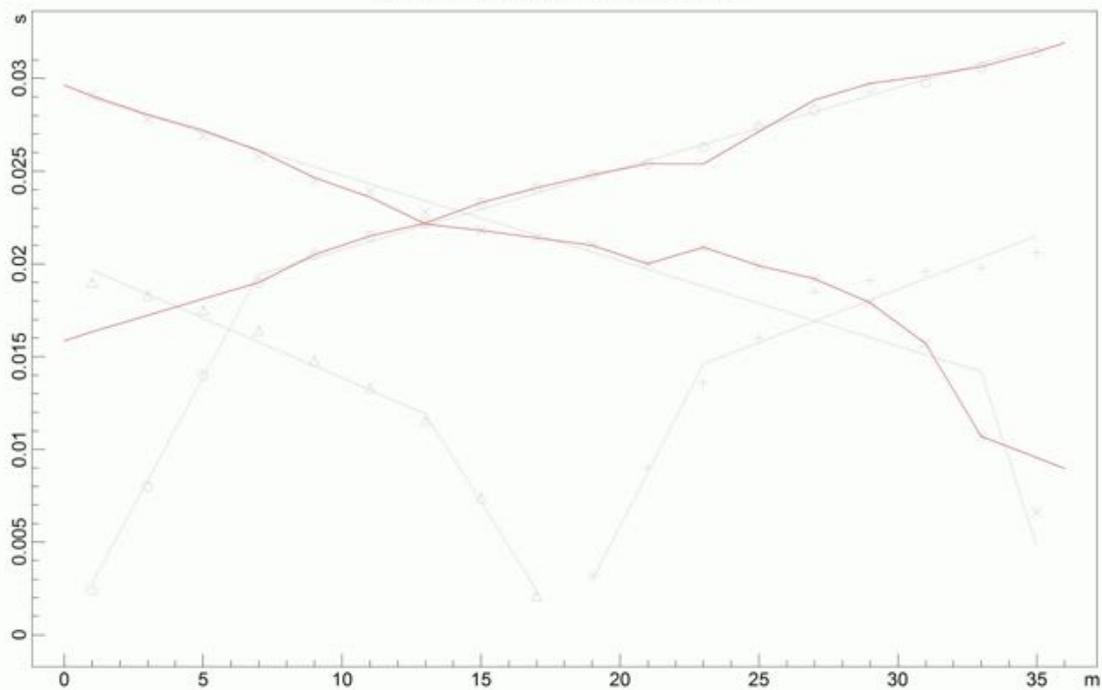
N. Strato	Velocità [m/s]
1	312.2
2	2112.3

Sismica a Rfrazione  
Località: Vallone Vicinanza - Pietrafitta (CS)  
Area di Valle

DROMOCRONE ORIGINALI

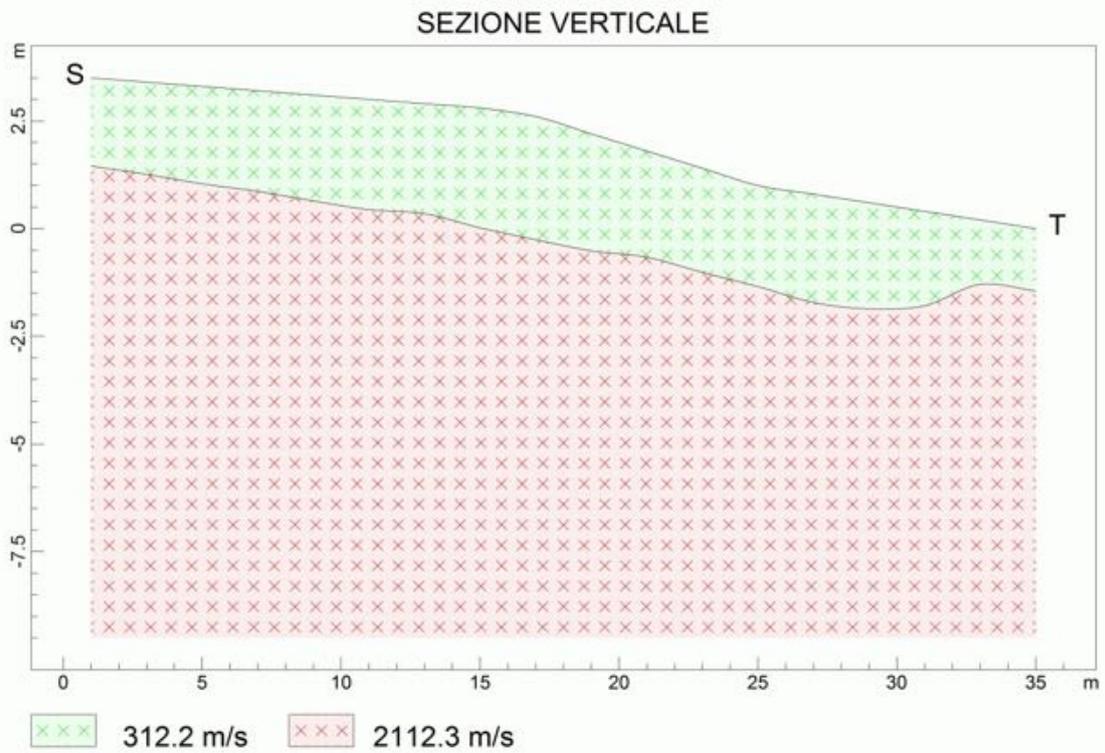
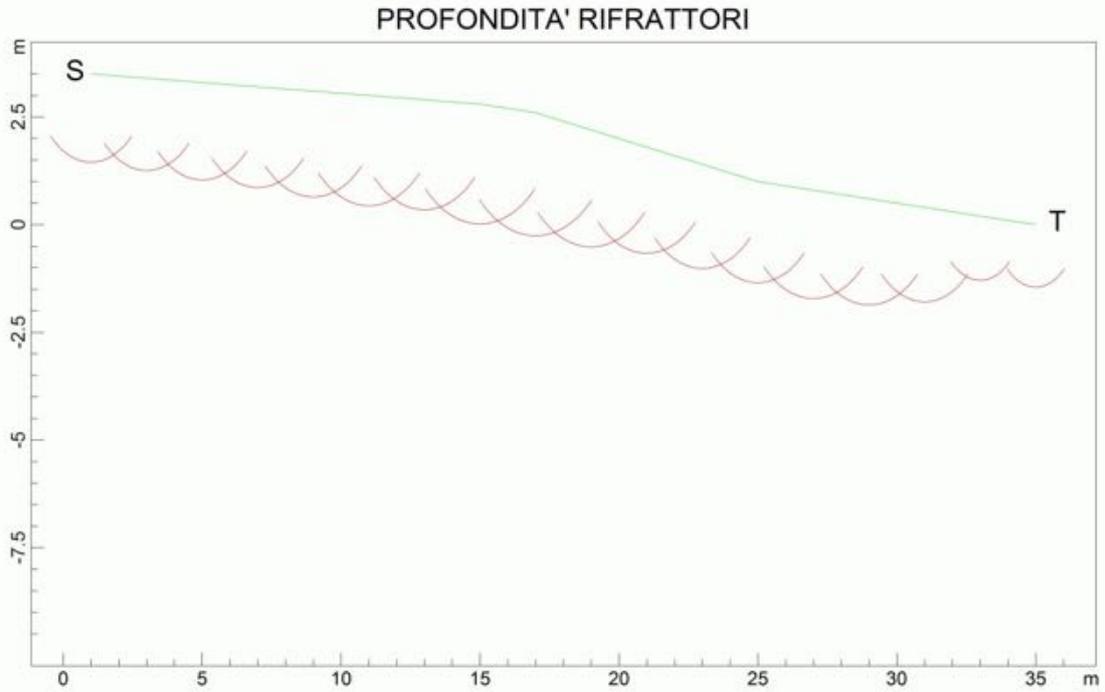


DROMOCRONE TRASLATE



www.geoandsoft.com

Sismica a Rfrazione  
Località: Vallone Vicinanzo - Pietrafitta (CS)  
Area di Valle



www.geoandsoft.com

## AREA C. CAMPITELLO

### Profilo Sismico a Rifrazione MN

Lo stendimento è stato effettuato parallelamente alla direzione di deflusso, in destra idrografica, nell'area di monte del Vallone Campitello, mediante l'ausilio di 24 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,50 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 9 : diretto, coniugato e sette scoppi intermedi.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili da i circa 300 m/sec ai 1300 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 3,00 -4,50 metri dal piano campagna, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p= 296$  associabile a sedimenti superficiali sciolti e con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 16,00-17,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde P( $V_p$ ) pari a circa 1296 m/s. Tali velocità sono assimilabili a sedimenti mediamente addensati.



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE  
PROFILO SIMICO M-N

Pietrafitta (CS) - Località Campitello  
Spazio intergeofonico:2,50 metri; N° scoppi:9  
POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	3.60	camprif1shok.dat
7.50	3.35	camprif2sh.dat
15.00	3.05	camprif3sh.dat
22.50	2.75	camprif4sh.dat
30.00	2.45	camprif5sh.dat
37.50	1.80	camprif6sh.dat
45.00	1.25	camprif7sh.dat
52.50	1.00	camprif8sh.dat
60.00	0.00	camprif9sh.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	4.2
2	4.0
3	3.9
4	3.7
5	3.4
6	3.9
7	4.1
8	4.1

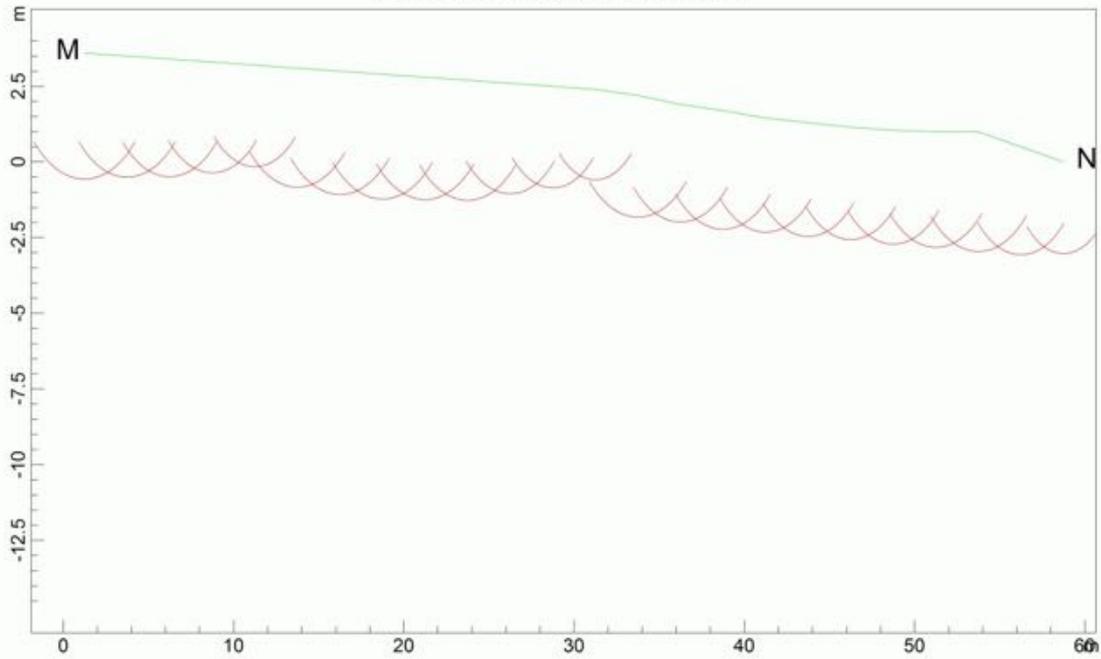
9	4.0
10	4.0
11	3.6
12	3.4
13	3.0
14	4.0
15	3.9
16	3.9
17	3.8
18	3.8
19	3.7
20	3.8
21	3.8
22	4.0
23	3.6
24	3.0

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	296.0
2	1298.9

Pietrafitta (CS) - Località Campitello  
Lunghezza Stendimento 60 metri  
Spazio intergeofonico: 2,50 metri; N° scoppi: 9

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



www.geoandsoft.com

## Profilo Sismico a Rifrazione OP

Lo stendimento è stato effettuato parallelamente alla direzione di deflusso, in destra idrografica, nell'area di valle del Vallone Campitello, mediante l'ausilio di 24 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 9 : diretto, coniugato e sette scoppi intermedi.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili da i circa 400 m/sec ai 800 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 3,00 -7,00 metri dal piano campagna, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_P= 401$  associabile a sedimenti superficiali sciolti e con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 12,00-13,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde  $P(V_p)$  pari a circa 800 m/s. Tali velocità sono assimilabili a sedimenti da poco a mediamente addensati.



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

**PROFILO SISMICO O-P**

Pietrafitta (CS) - Località Campitello

Lunghezza stendimento 48 metri

Spazio intergeofonico:2,00 metri; n° scoppi 9

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	3.00	camprif21sh.dat
6.00	3.00	camprif2-2sh.dat
12.00	3.00	camprif2-3sh.dat
18.00	3.00	camprif2-4sh.dat
24.00	2.80	camprif2-5sh.dat
30.00	2.10	camprif2-6sh.dat
36.00	1.20	camprif2-7sh.dat
42.00	0.30	camprif2-8sh.dat
48.00	0.00	camprif2-9sh.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	7.6
2	7.5
3	7.4
4	7.3
5	7.3
6	7.1

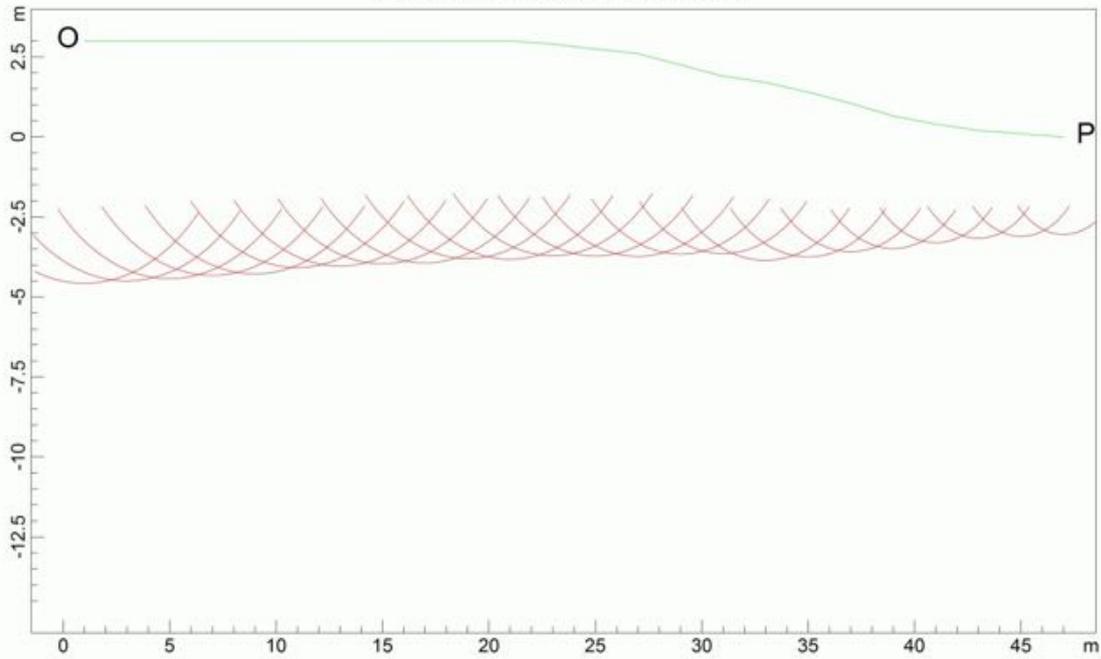
7	7.0
8	7.0
9	6.9
10	6.8
11	6.8
12	6.6
13	6.5
14	6.3
15	5.9
16	5.5
17	5.6
18	5.2
19	4.6
20	4.1
21	3.7
22	3.4
23	3.2
24	3.0

VELOCITA' DEGLI STRATI

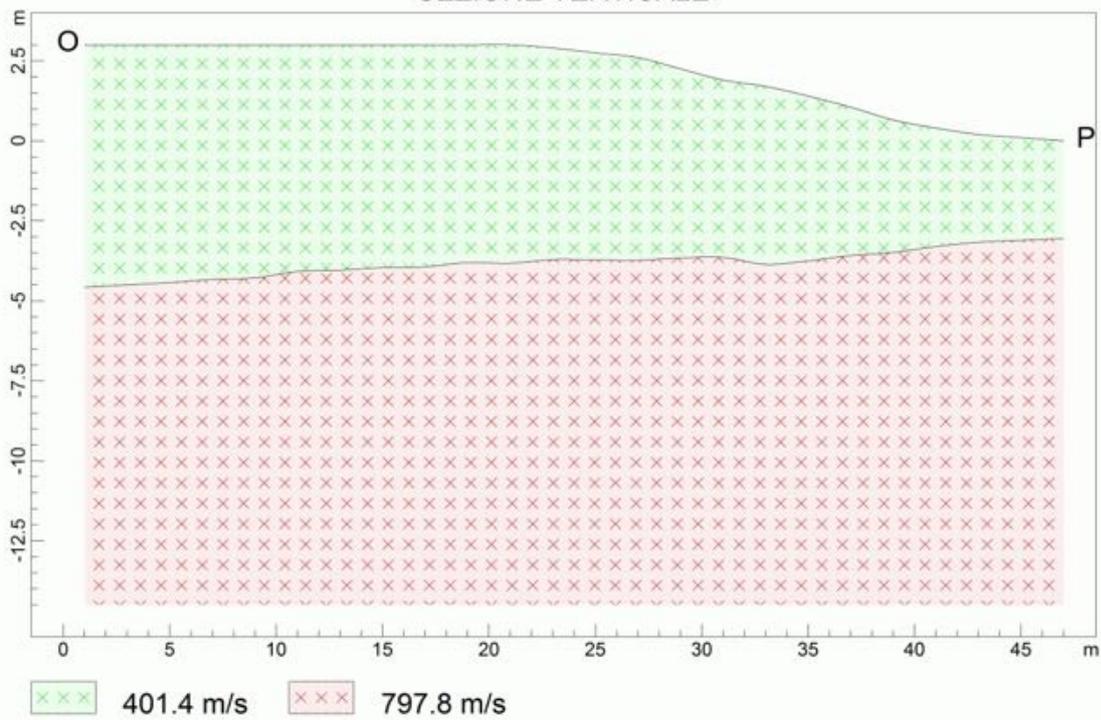
N. Strato	Velocità [m/s]
1	401.4
2	797.8

Pietrafitta (CS) - Località Campitello  
Lunghezza stendimento 48 metri  
Spazio intergeofonico: 2,00 metri; n° scoppi 9

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



401.4 m/s      797.8 m/s

www.geoandsoft.com

## AREA D. DOTA

### Profilo Sismico a Rifrazione UV

Lo stendimento è stato effettuato trasversalmente alla direzione di massima pendenza, mediante l'ausilio di 20 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 : diretto, coniugato e uno scoppio intermedio.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili da i circa 530 m/sec ai 2000 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 3,50 -4,30 metri dal piano campagna, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p= 527$  associabile a sedimenti superficiali sciolti e con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità di 11,00-12,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde  $P(V_p)$  pari a circa 2000 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione metamorfica mediamente consistente.



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

**PROFILO SISMICO U-V**

Località: Dota - Pietrafitta (CS)

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	1.00	rifdotval1sh.dat
20.00	0.50	rifdotval2sh.dat
40.00	0.00	rifdotval3sh.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 0,00 [ms]	FBP da 20,00 [ms]	FBP da 40,00 [ms]
1	1.00	1.00	1.38	19.10	32.39
2	3.00	0.94	5.25	18.40	31.94
3	5.00	0.89	7.25	17.50	31.16
4	7.00	0.83	8.75	16.60	30.52
5	9.00	0.78	10.13	15.50	29.18
6	11.00	0.72	11.63	14.00	27.98
7	13.00	0.67	13.75	13.10	28.90
8	15.00	0.61	15.50	10.00	27.34
9	17.00	0.56	16.75	5.50	25.92
10	19.00	0.50	19.13	1.30	25.28
11	21.00	0.50	21.63	1.10	24.50
12	23.00	0.44	23.63	7.10	23.16
13	25.00	0.39	25.13	12.50	22.52
14	27.00	0.33	26.13	17.00	21.53

15	29.00	0.28	27.00	18.50	20.40
16	31.00	0.22	28.00	19.50	17.99
17	33.00	0.17	28.50	20.00	15.72
18	35.00	0.11	29.13	20.50	11.97
19	37.00	0.06	29.63	20.90	6.25
20	39.00	0.00	30.25	21.60	1.63

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	3.5
2	3.6
3	3.6
4	3.7
5	3.6
6	3.5
7	3.8
8	3.8
9	3.7
10	3.8
11	3.9
12	4.1
13	4.3
14	4.2
15	4.3
16	3.9

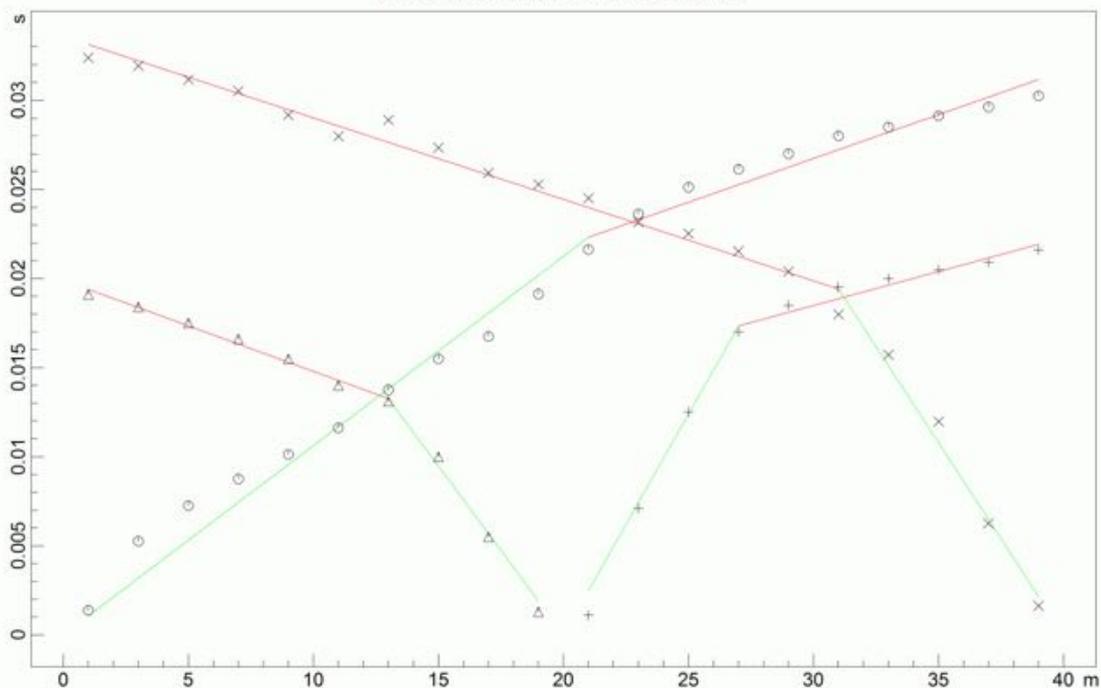
17	3.7
18	3.6
19	3.5
20	3.4

VELOCITA' DEGLI STRATI

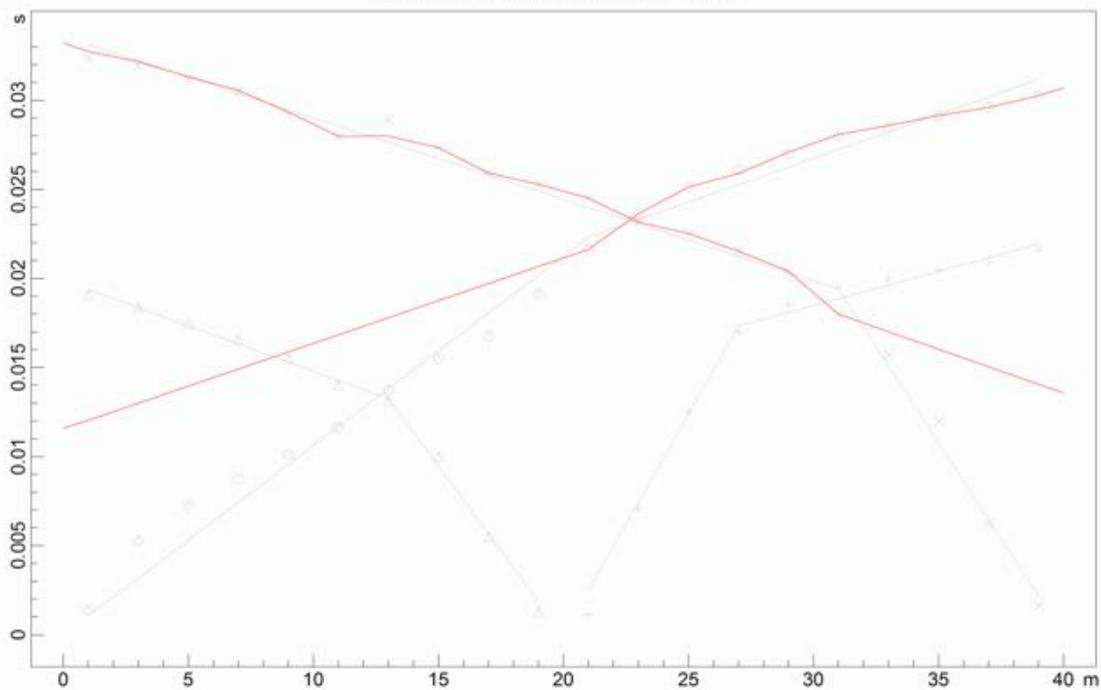
N. Strato	Velocità [m/s]
1	527.0
2	1988.4

### Sismica a Rifrazione Località: Dota - Pietrafitta (CS)

DROMOCRONE ORIGINALI



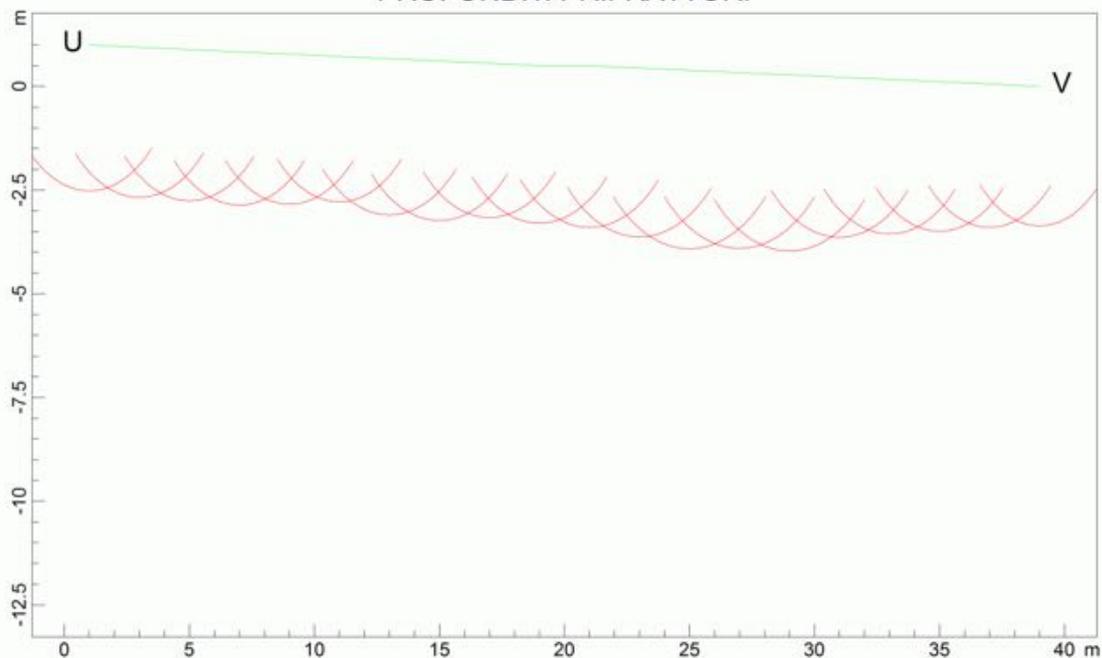
DROMOCRONE TRASLATE



www.geoandsoft.com

### Sismica a Rifrazione Località: Dota - Pietrafitta (CS)

#### PROFONDITA' RIFRATTORI



#### SEZIONE VERTICALE



## Profilo Sismico a Rifrazione WX

Lo stendimento è stato effettuato al margine Nord del versante, in posizione trasversale alla pendenza del versante mediante l'ausilio di 18 geofoni da 4,5 Hz, distanza intergeofonica di 2,00 metri lineari e con un numero di scoppi pari a 3 : diretto, coniugato e uno scoppio intermedio.

La prospezione sismica ha evidenziato la presenza di due sismostrati prevalenti con velocità delle onde longitudinali  $V_p$  variabili da i circa 650 m/sec ai 1200 m/sec e si individua un settore superficiale, con spessore variabile di circa 1,70 metri in corrispondenza dei primi geofoni sino ad arrivare alla profondità di quasi 5,00 metri dal piano campagna in corrispondenza del 17° e 18° geofono, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde longitudinali  $V_p = 642$  associabile a sedimenti superficiali sciolti o poco addensati e con al disotto un sismostrato individuato fino alla profondità massima di investigazione di 11,00-12,00 metri caratterizzato da una velocità media di propagazione delle onde P( $V_p$ ) pari a circa 1200 m/s. Tali velocità sono assimilabili alla formazione metamorfica alterata.



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

**PROFILO SISMICO W-X**

Località: Dota - Pietrafitta (CS)

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	1.20	rifdot1sh1.dat
18.00	0.05	rifdot2sh.dat
36.00	1.25	rifdot3sh.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 0,00 [ms]	FBP da 18,00 [ms]	FBP da 36,00 [ms]
1	1.00	1.20	1.20	17.40	36.70
2	3.00	1.20	4.80	16.00	35.80
3	5.00	1.20	7.40	14.80	34.40
4	7.00	1.20	10.60	13.10	33.00
5	9.00	1.15	12.00	11.50	32.20
6	11.00	1.00	13.30	10.10	31.00
7	13.00	0.80	14.50	7.60	29.90
8	15.00	0.40	16.60	3.50	28.80
9	17.00	0.00	18.90	0.80	27.90
10	19.00	0.10	20.50	0.80	25.80
11	21.00	0.20	22.50	4.80	24.00
12	23.00	0.40	25.10	9.60	21.60
13	25.00	0.60	27.40	12.30	17.70
14	27.00	0.80	29.20	14.40	15.90
15	29.00	0.90	30.80	16.60	13.30
16	31.00	1.00	32.50	18.60	10.50
17	33.00	1.10	34.60	21.70	6.90

18	35.00	1.20	37.30	23.90	1.50
----	-------	------	-------	-------	------

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

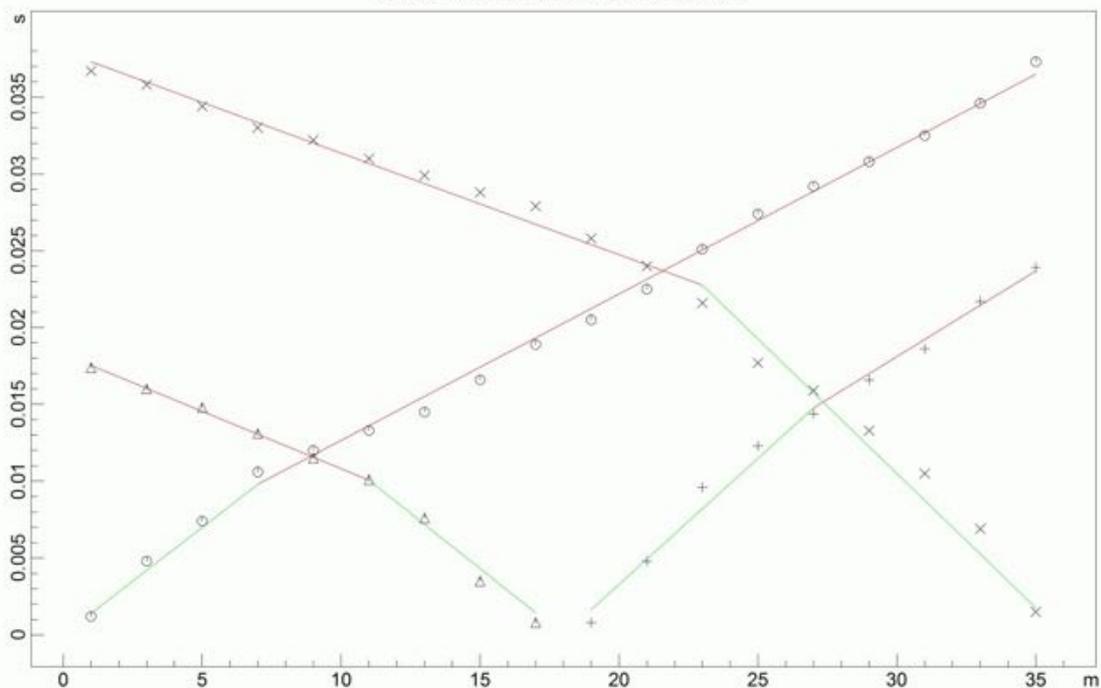
N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	1.7
2	1.9
3	2.2
4	2.3
5	2.1
6	2.0
7	2.1
8	2.3
9	2.1
10	2.7
11	3.0
12	3.4
13	3.2
14	3.6
15	3.9
16	4.4
17	4.9
18	5.3

VELOCITA' DEGLI STRATI

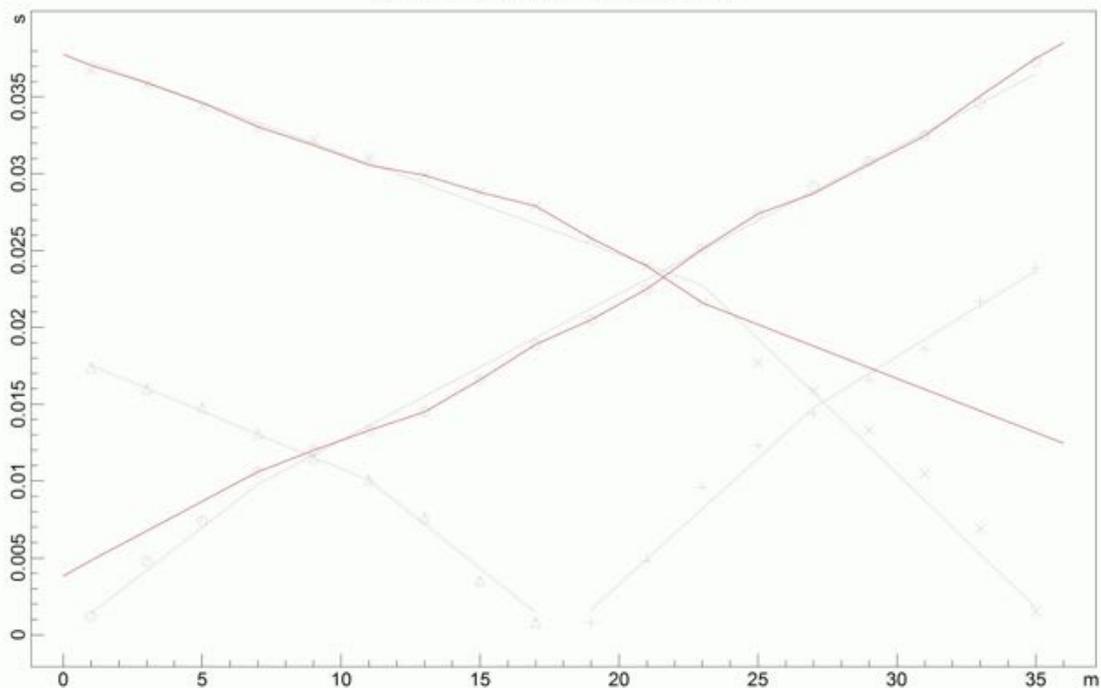
N. Strato	Velocità [m/s]
1	642.2
2	1195.5

### Sismica a Rifrazione Località: Dota - Pietrafitta (CS)

DROMOCRONE ORIGINALI

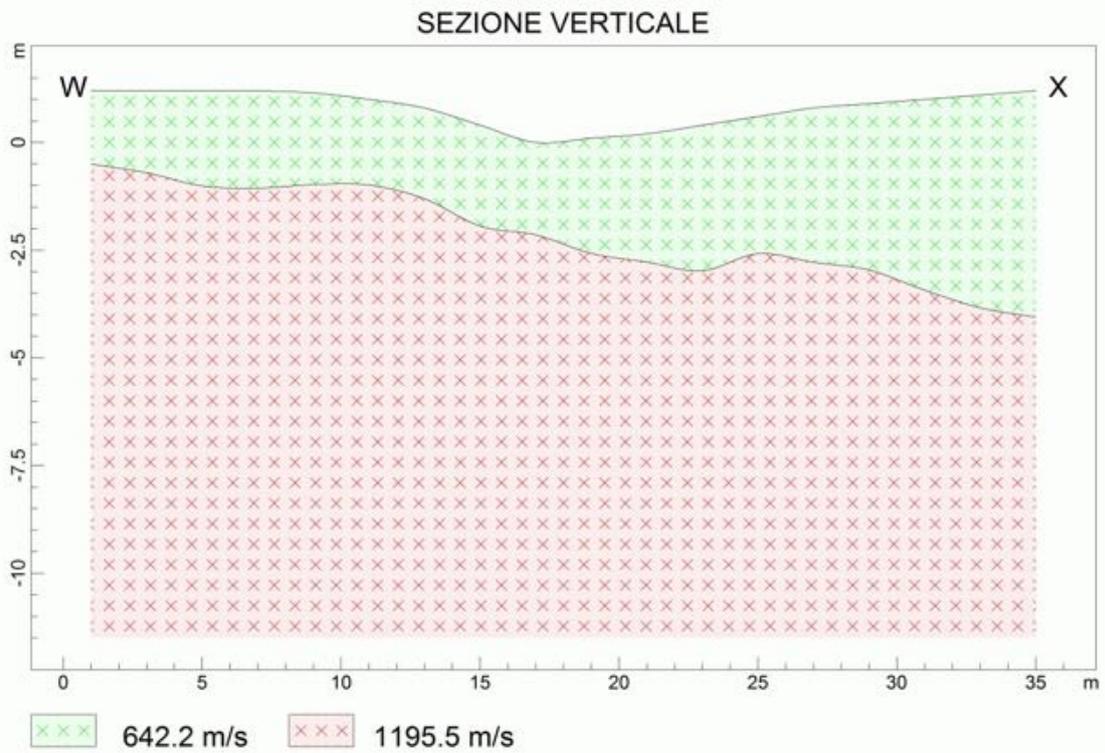
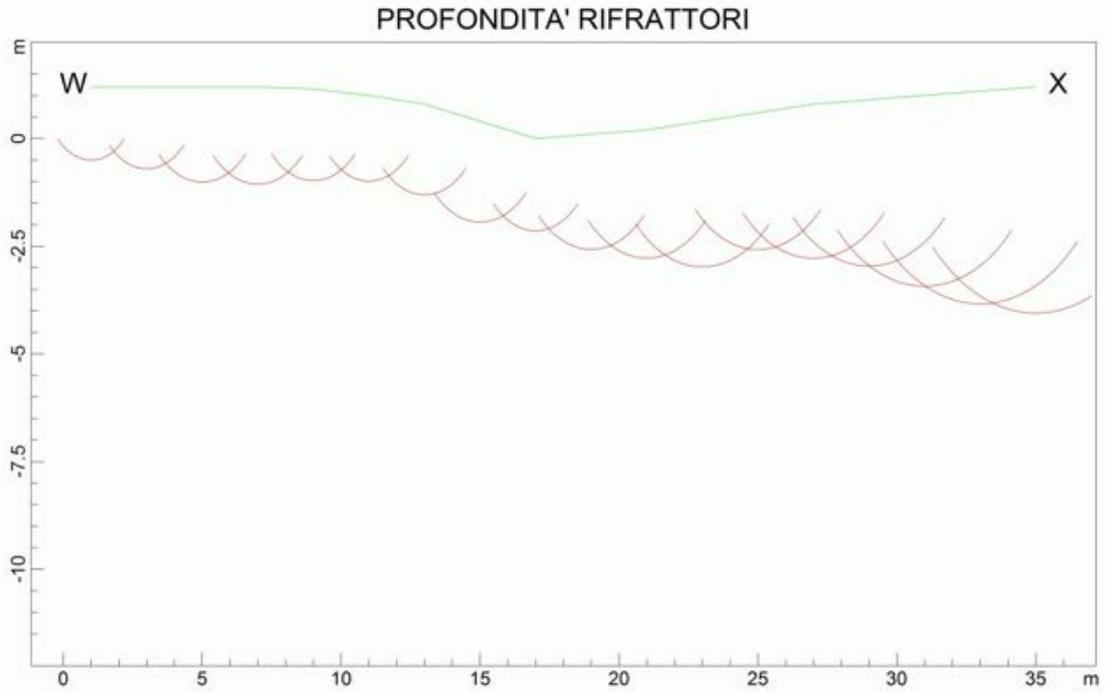


DROMOCRONE TRASLATE



www.geoandsoft.com

Sismica a Rifrazione  
Località: Dota - Pietrafitta (CS)



www.geoandsoft.com

## PROFILI SISMICI DI TIPO MASW

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame sono state effettuate una serie di acquisizioni, di analisi sulla dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva di tipo MASW (E.g. Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della VS (velocità di propagazione delle onde di taglio) ed una stratigrafia di massima del sottosuolo.

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo al Decreto del 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Secondo la norma si calcola la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  che rappresenta la media pesata delle velocità delle onde S negli strati, nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

- N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore  $h(strato)$  e dalla velocità delle onde S  $V_s(strato)$ .

- H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

## CARATTERISTICHE DELL'APPARECCHIATURA

L'apparecchiatura d'acquisizione dei dati di campagna è un sismografo a rifrazione e riflessione a 24 canali modello PASI16SG24, avente le seguenti caratteristiche:

Processore Pentium 266 Intel

Trattamento dati Floating Point 32-bit

Ambiente operativo Windows xp

Numero canali 24

Risoluzione d'acquisizione 24 bit con sovra campionamento e post-processing

Max frequenza di campionamento 100.000 camp/sec

Durata acquisizioni da 32 a 2048 ms

Tempi di campionamento da 16 s a 2ms

Filtri digitali Passa Alto, Passa Basso e Notch attivabili in acquisizione e postacquisizione

Start acquisizione con trigger esterno o comando software (ASAP)

Trigger Hammer o geofono starter

Guadagni tutti selezionabili da software Enhancement con/senza preview totale/parziale  
Geofoni verticali 4.5 Hz Pasi

## **PRINCIPI TEORICI**

Nelle prospezioni sismiche per le quali si utilizzano le onde di tipo P, la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo Rayleigh. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda. Questa proprietà si chiama dispersione. Sebbene le onde superficiali siano considerate come rumore, per le indagini sismiche che utilizzano le onde di volume (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane nella modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Per ottenere un profilo verticale di velocità  $V_s$  bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione. La MASW può essere efficace anche con solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni verticali a bassa frequenza (4.5 Hz). 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. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde di taglio S ( $V_s$ ) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati sperimentali;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione( di seguito allegata) per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  (profilo 1-D), che descrive la variazione di  $V_s$  con la profondità.

## **TECNICA DI RILEVAMENTO LOCALITA' FRANCONI**

Di seguito sono riportati le principali caratteristiche di acquisizione MASW nell'area studiata

### **A. LOCALITA' FRANCONI**

- lunghezza dello stendimento pari a 48 metri lineari
- distanza intergeofonica: 2.00 metri lineari
- Geofoni : 24 verticali da 4,5 Hz
- Intervallo di campionamento: 2000 ms
- N° 4 registrazioni con le seguenti coordinate: a -2,00 e -5,00 metri dal 1° geofono; 2 e 5 metri dal 24° geofono;
- impulso sismico: massa battente di 9 Kg battuta su un piattello metallico

### **INTERPRETAZIONE DEI DATI**

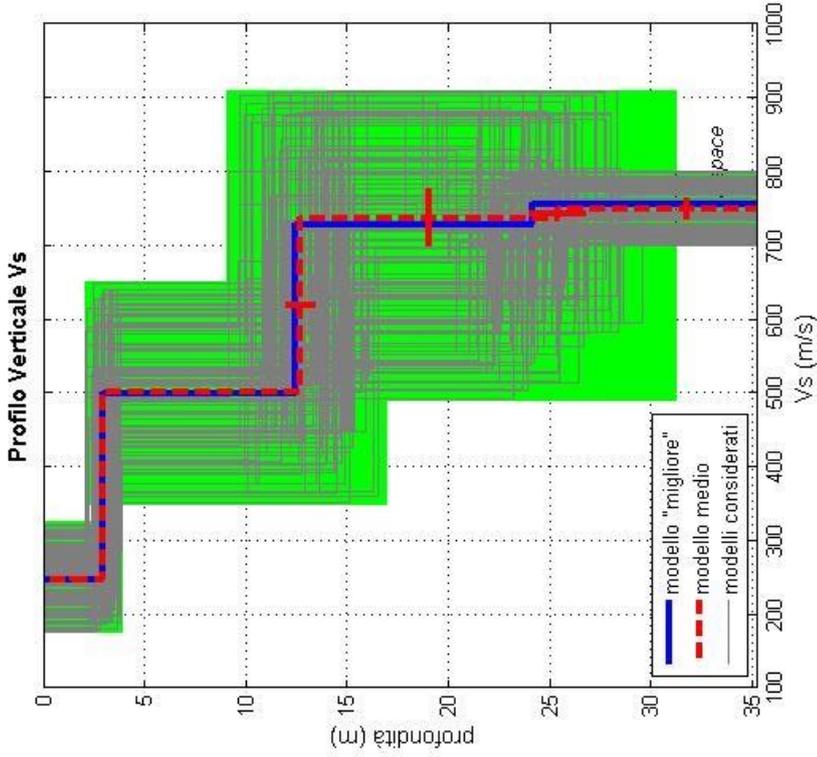
I valori delle onde sismiche misurati in fase di acquisizione dati, unitamente con la distanza dei geofoni sono stati elaborati con il software: WinMasw 4.1, che ha consentito il calcolo delle velocità delle onde sismiche e la profondità degli orizzonti sismo stratigrafici.

I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS) medio riscontrato al centro dello stendimento.

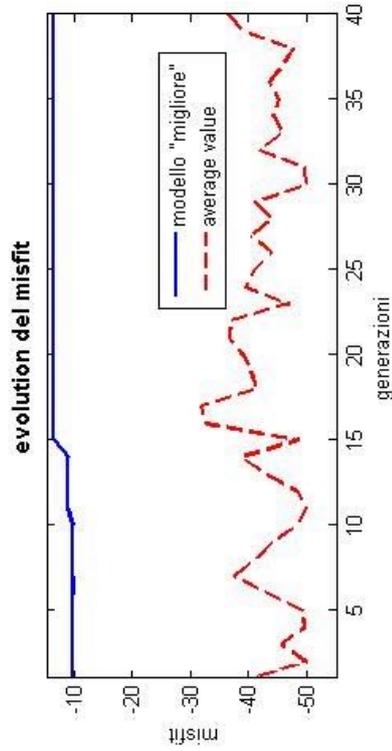
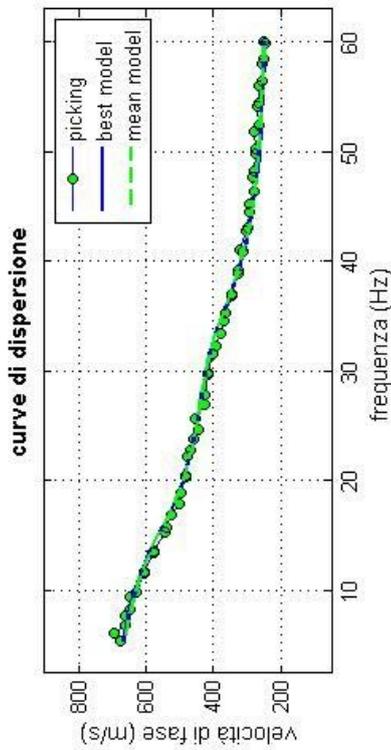
Di seguito sono allegati alcuni valori approssimativi determinati dall'elaborazione dell'indagine e la curva di frequenza analizzata

Valori approssimativi dei livelli sismostratigrafici individuati

Spessore (mt.)	3,00	10,00	13,00	9,00
Densità (gr/cm <sup>3</sup> )	2.01	2.10	2.16	2.16
Vs (m/s)	249	502	738	750
Deviazioni Standard (m/s)	2	2	38	13
Vp (m/s)	526	1230	1530	1561
Modulo Poisson	0.45	0.42	0.39	0.36
Stima modulo di compressione (MPa)	1204	2476	3525	3647
Stima modulo di Young (MPa)	361	1485	3174	3284
Stima modulo di Lamé (MPa)	1121	2123	2741	2836



curve di dispersione: franc.cdp  
VS30 (modello "migliore"): 550 m/s  
VS30 (modello medio): 550 m/s



## **TECNICA DI RILEVAMENTO LOCALITA' VICINANZO**

Di seguito sono riportati le principali caratteristiche di acquisizione MASW nell'area studiata

### B. LOCALITA' VICINANZO

- lunghezza dello stendimento pari a 36 metri lineari
- distanza intergeofonica: 2.00 metri lineari
- Geofoni : 18 verticali da 4,5 Hz
- Intervallo di campionamento: 2000 ms
- N° 2 registrazioni con le seguenti coordinate: a - 2,00 e - 7,00 metri dal 1°geofono;
- acquisizione lungo il profilo sismico ST
- impulso sismico: massa battente di 9 Kg battuta su un piattello metallico

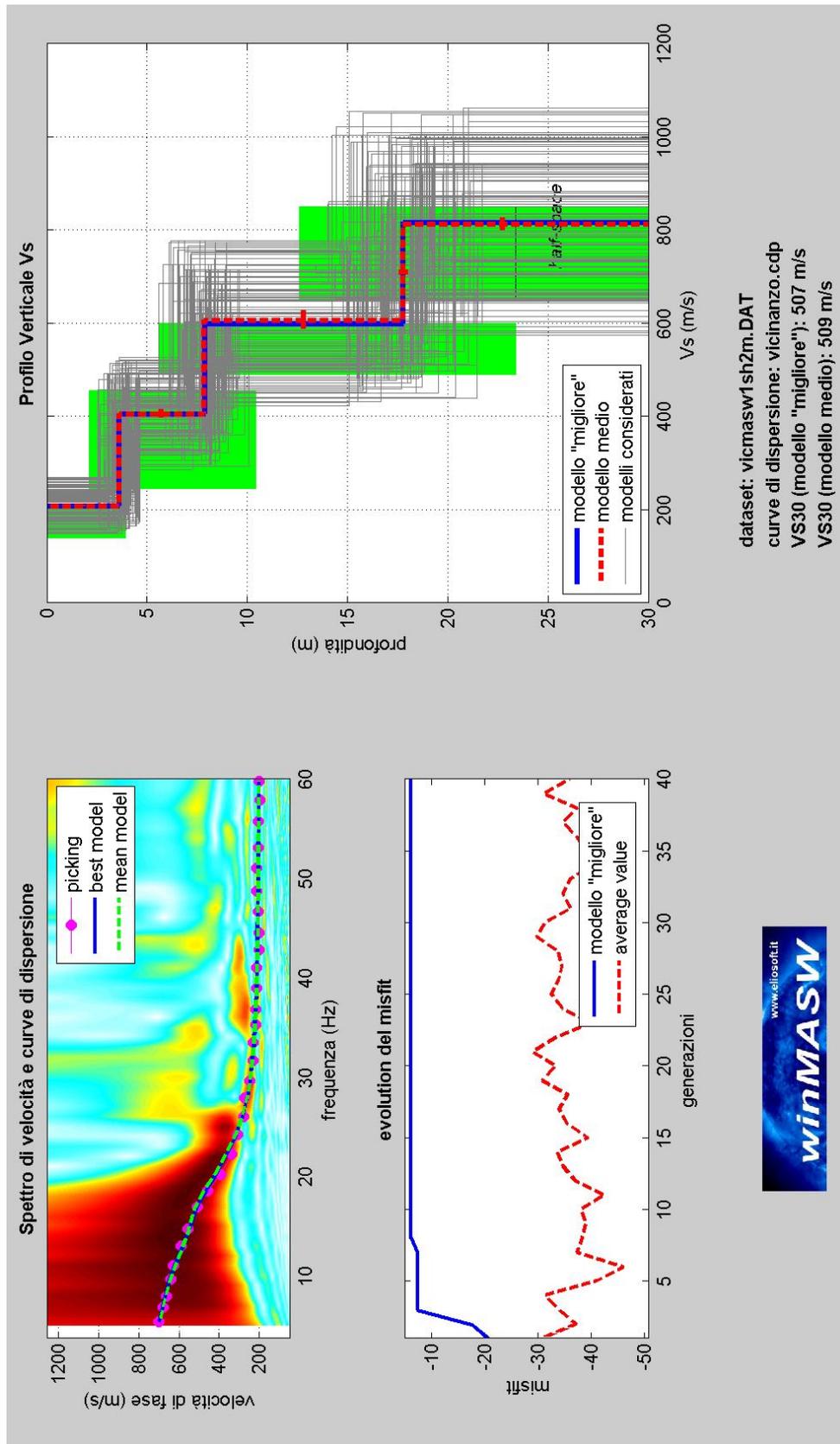
### INTERPRETAZIONE DEI DATI

I valori delle onde sismiche misurati in fase di acquisizione dati, unitamente con la distanza dei geofoni sono stati elaborati con il software: WinMasw 4.1, che ha consentito il calcolo delle velocità delle onde sismiche e la profondità degli orizzonti sismo stratigrafici.

I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS) medio riscontrato al centro dello stendimento.

Di seguito viene allegata la CURVA DI FREQUENZA individuata insieme ad alcuni valori e stime determinati dall'elaborazione dell'indagine:

Spessore (mt.)	3.6	4.2	9.9	12.3
Densità (gr/cm <sup>3</sup> )	2.06	2.09	2.11	2.16
Vs (m/s)	210	407	608	814
Deviazioni Standard (m/s)	0	8	19	13
Vp (m/s)	1008	1116	1276	1545
Modulo Poisson	0.48	0.40	0.35	0.31
Stima modulo di compressione (MPa)	1635	2689	2399	3247
Stima modulo di Young (MPa)	273	955	2114	3743
Stima modulo di Lamé (MPa)	1408	2628	1878	2293



## **TECNICA DI RILEVAMENTO LOCALITA' CAMPITELLO**

Di seguito sono riportati le principali caratteristiche di acquisizione MASW nell'area studiata

### **C. LOCALITA' CAMPITELLO**

- lunghezza dello stendimento pari a 48 metri lineari
- distanza intergeofonica: 2.00 metri lineari
- Geofoni : 24 verticali da 4,5 Hz
- Intervallo di campionamento: 2000 ms
- N° 4 registrazioni con le seguenti coordinate: a - 2,00 e - 5,00 metri dal 1° e dal 24° geofono;
- acquisizione lungo il profilo sismico OP
- impulso sismico: massa battente di 9 Kg battuta su un piattello metallico

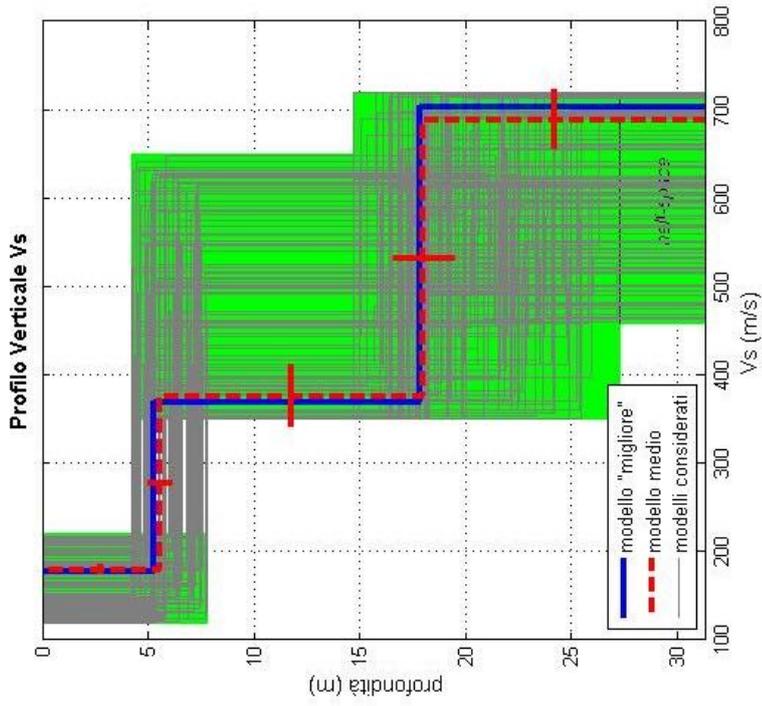
### **INTERPRETAZIONE DEI DATI**

I valori delle onde sismiche misurati in fase di acquisizione dati, unitamente con la distanza dei geofoni sono stati elaborati con il software: WinMasw 4.1, che ha consentito il calcolo delle velocità delle onde sismiche e la profondità degli orizzonti sismo stratigrafici.

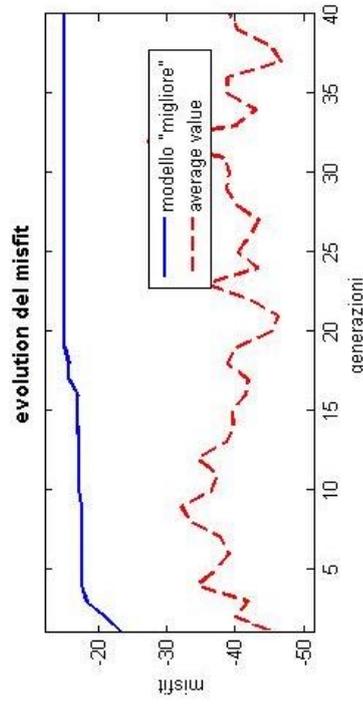
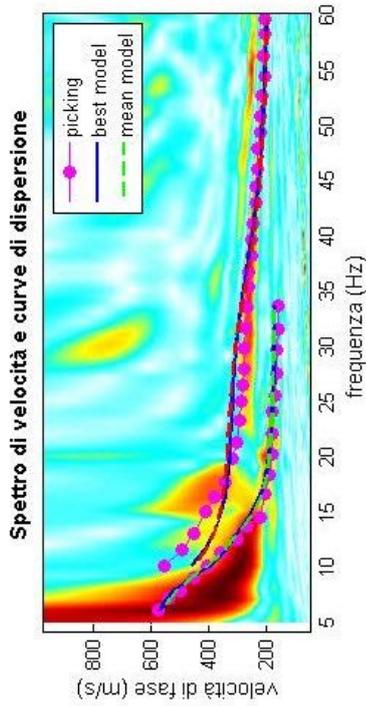
I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS) medio riscontrato al centro dello stendimento.

Di seguito viene allegata la CURVA DI FREQUENZA individuata insieme ad alcuni valori e stime determinati dall'elaborazione dell'indagine:

Spessore (mt.)	5.6	12.4	14
Densità (gr/cm <sup>3</sup> )	1.94	2.04	2.15
Vs (m/s)	181	377	690
Deviazioni Standard (m/s)	5	35	33
Vp (m/s)	629	945	1478
Modulo Poisson	0.45	0.41	0.36
Stima modulo di compressione (MPa)	683	1435	3525
Stima modulo di Young (MPa)	185	815	2784
Stima modulo di Lamé (MPa)	641	1242	2648



dataset: campmasw1sh2-5.DAT  
 curve di dispersione: masw camp1.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 372 m/s  
 VS30 (modello medio): 370 m/s



**TECNICA DI RILEVAMENTO LOCALITA' DOTA**

Di seguito sono riportati le principali caratteristiche di acquisizione MASW nell'area studiata

**D. LOCALITA' DOTA**

- lunghezza dello stendimento pari a 36 metri lineari
- distanza intergeofonica: 2.00 metri lineari
- Geofoni : 18 verticali da 4,5 Hz
- Intervallo di campionamento: 2000 ms
- N° 2 registrazioni con le seguenti coordinate: a 2,00 metri dal 1° e dal 24° geofono;
- acquisizione lungo il profilo sismico WX
- impulso sismico: massa battente di 9 Kg battuta su un piattello metallico

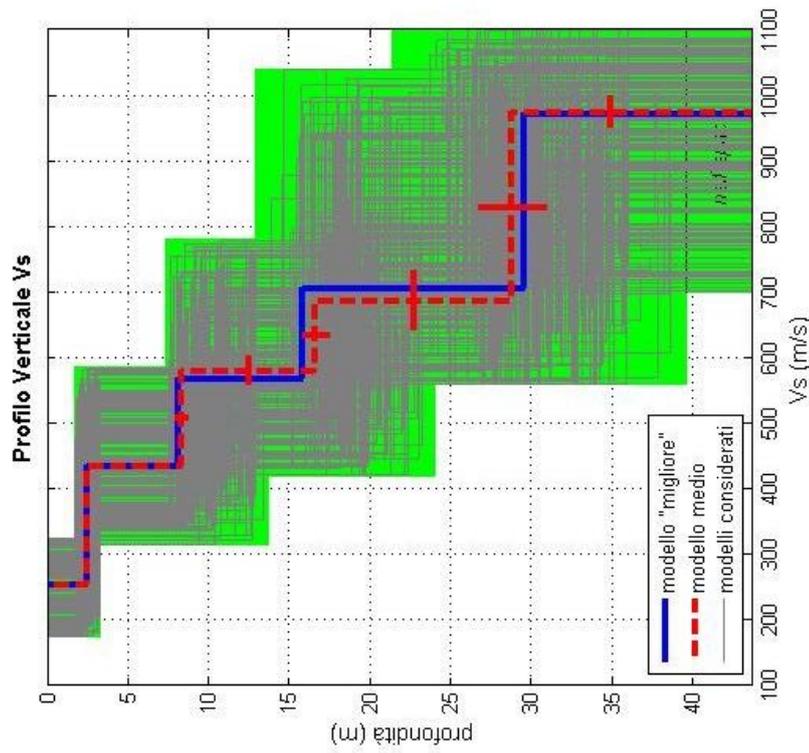
**INTERPRETAZIONE DEI DATI**

I valori delle onde sismiche misurati in fase di acquisizione dati, unitamente con la distanza dei geofoni sono stati elaborati con il software: WinMasw 4.1, che ha consentito il calcolo delle velocità delle onde sismiche e la profondità degli orizzonti sismo stratigrafici.

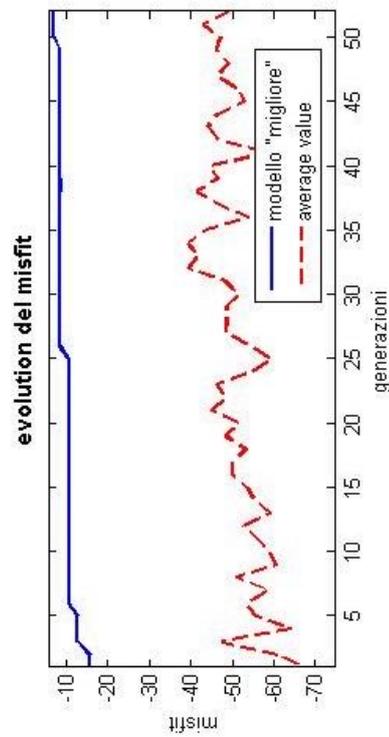
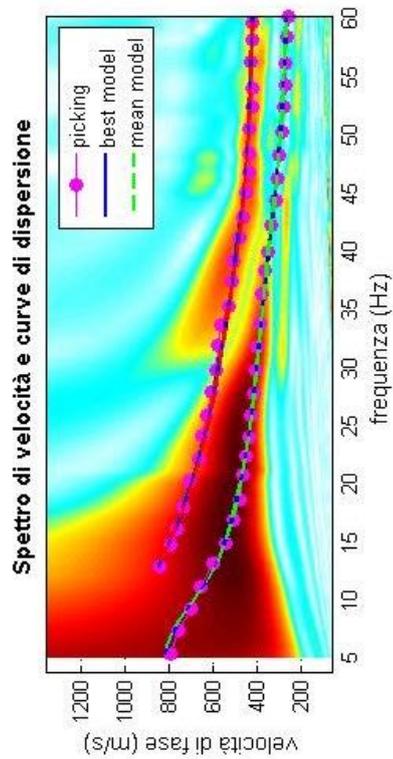
I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS) medio riscontrato al centro dello stendimento.

Di seguito viene allegata la CURVA DI FREQUENZA individuata insieme ad alcuni valori e stime determinati dall'elaborazione dell'indagine:

Spessore (mt.)	2.5	5.8	8.3	12.2	11
Densità (gr/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.09,	2.14	2.15	2.23
Vs (m/s)	255	437	582	688	975
Deviazioni Standard (m/s)	3	1	21	45	25
Vp (m/s)	913	1165	1418	1481	2045
Modulo Poisson	0.46	0.42	0.40	0.36	0.35
Stima modulo di compressione (MPa)	1517	2306	3335	3358	6493
Stima modulo di Young (MPa)	385	1133	2027	2772	5731
Stima modulo di Lamé (MPa)	1429	2039	2852	2679	5081



dataset: maswdotv1sh2m.DAT  
 curve di dispersione: Pietrafitta dota metamorphic alterat.cdp  
 VS30 (modello "migliore"): 535 m/s  
 VS30 (modello medio): 532 m/s



# PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPERPESANTI E MEDIE

Committente: Dott. Geologo Marco Eraldo Le Pera

Cantiere: Località Campitello di Pietrafitta (CS)

Progetto: Interventi di mitigazione e messa in sicurezza di aree ubicate nel comune di Pietrafitta (CS)

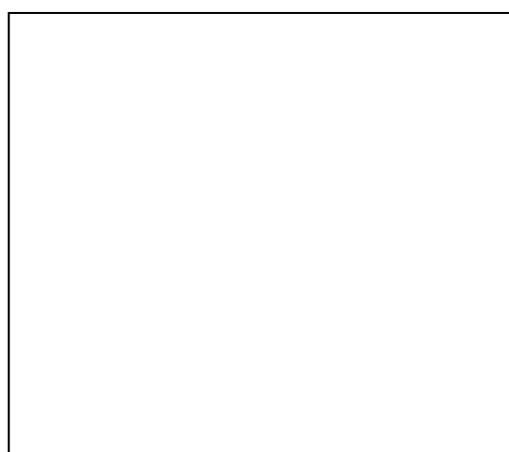
Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: **DPSH TG 63-100 PAGANI**

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,472
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °



Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: **DM30 DEEP DRILL**

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	13 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,751
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °



---

## Indice

Premessa tipologie di prove e stima dei parametri geotecnici	04
<b>1. PROVA P1</b>	<b>11</b>
1.1. Coesione non drenata	12
1.2. $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	12
1.3. Modulo Edometrico	12
1.4. Modulo di Young	12
1.5. Classificazione AGI	13
1.6. Peso unità di volume	13
1.7. Peso unità di volume saturo	13
1.8. Velocità onde di taglio	13
1.9. Densità relativa	14
1.10. Angolo di resistenza al taglio	14
1.11. Modulo di Young	14
1.12. Modulo Edometrico	14
1.13. Classificazione AGI	15
1.14. Peso unità di volume	15
1.15. Peso unità di volume saturo	15
1.16. Modulo di Poisson	16
1.17. Modulo di deformazione a taglio dinamico	16
1.18. Velocità onde di taglio	16
1.19. Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$	16
1.20. $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	17
<b>2. PROVA P2</b>	<b>19</b>
2.1. Coesione non drenata	21
2.2. $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	21
2.3. Modulo Edometrico	21
2.4. Modulo di Young	21
2.5. Classificazione AGI	22
2.6. Peso unità di volume	22
2.7. Peso unità di volume saturo	22
2.8. Velocità onde di taglio	23
2.9. Densità relativa	23
2.10. Angolo di resistenza al taglio	23
2.11. Modulo di Young	23
2.12. Modulo Edometrico	24
2.13. Classificazione AGI	24
2.14. Peso unità di volume	24
2.15. Peso unità di volume saturo	24
2.16. Modulo di Poisson	24
2.17. Modulo di deformazione a taglio dinamico	25
2.18. Velocità onde di taglio	25
2.19. Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$	25
2.20. $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	25
<b>3. PROVA P3</b>	<b>27</b>
3.1. Coesione non drenata	29
3.2. $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	29
3.3. Modulo Edometrico	29
3.4. Modulo di Young	30
3.5. Classificazione AGI	30
3.6. Peso unità di volume	30
3.7. Peso unità di volume saturo	30
3.8. Velocità onde di taglio	31
3.9. Densità relativa	31
3.10. Angolo di resistenza al taglio	31
3.11. Modulo di Young	31
3.12. Modulo Edometrico	31
3.13. Classificazione AGI	32

3.14. Peso unità di volume	32
3.15. Peso unità di volume saturo	32
3.16. Modulo di Poisson	32
3.17. Modulo di deformazione a taglio dinamico	33
3.18. Velocità onde di taglio	33
3.19. Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$	33
3.20. $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	33
Elaborato Penetrometrico Superpesante P1	34
Elaborato Penetrometrico Superpesante P2	35
Elaborato Penetrometrico Superpesante P3	36
<b>Planimetria Indagini Sondaggi Penetrometrici Superpesanti</b>	<b>37</b>
4. PROVA S1	38
Densità relativa	39
Angolo di resistenza al taglio	39
Modulo di Young	39
Modulo Edometrico	39
Classificazione AGI	39
Peso unità di volume	39
Peso unità di volume saturo	39
Modulo di deformazione a taglio dinamico	39
5. PROVA S2	40
Densità relativa	41
Angolo di resistenza al taglio	41
Modulo di Young	41
Modulo Edometrico	41
Classificazione AGI	41
Peso unità di volume	41
Peso unità di volume saturo	41
Modulo di deformazione a taglio dinamico	42
6. PROVA S3	43
Densità relativa	44
Angolo di resistenza al taglio	44
Modulo di Young	44
Modulo Edometrico	44
Classificazione AGI	44
Peso unità di volume	44
Peso unità di volume saturo	44
Modulo di deformazione a taglio dinamico	44
<b>Planimetria Indagini Sondaggi Penetrometrici Medi</b>	<b>45</b>
Elaborato Penetrometrico Medio S1	46
Elaborato Penetrometrico Medio S2	47
Elaborato Penetrometrico Medio S3	48

---

PREMESSA

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ );
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$  ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

**penetrometri in uso in Italia**

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H=0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con $N_{spt}$

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{spt}$  è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

$M$	peso massa battente.
$M'$	peso aste.
$H$	altezza di caduta.
$A$	area base punta conica.
$\delta$	passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

$R_{pd}$	resistenza dinamica punta (area $A$ ).
$e$	infissione media per colpo ( $\delta/N$ ).
$M$	peso massa battente (altezza caduta $H$ ).
$P$	peso totale aste e sistema battuta.

### Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$  è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa' / \sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa} \quad (\text{Liao e Whitman 1986})$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

$ER/60$  rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

---

$C_S$	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
$C_D$	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
$C_R$	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

### **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

### **Valutazioni statistiche e correlazioni**

#### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### **Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media (+ s)**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media (- s)**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Distribuzione normale R.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

---

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove  $\sigma_{N_{spt}}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

### **Distribuzione normale R.N.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di  $N_{spt}$  distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove  $n$  è il numero di letture.

### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione  $d = 1$  m.

### **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

#### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

#### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda**

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

#### **Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38° ).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.

- 
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
  - Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
  - Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### ***Densità relativa (%)***

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie  $D_r$  viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### ***Modulo Di Young ( $E_y$ )***

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### ***Modulo Edometrico***

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### ***Stato di consistenza***

- Classificazione A.G.I. 1977

#### ***Peso di Volume***

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### ***Peso di volume saturo***

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

#### ***Modulo di poisson***

- 
- Classificazione A.G.I.

#### **Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### **Velocità onde di taglio $V_s$ (m/s)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

#### **Modulo di deformazione di taglio (G)**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

#### **Modulo di reazione (K<sub>o</sub>)**

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q<sub>c</sub>)**

- Robertson (1983) - Q<sub>c</sub>

### **Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

#### **Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con N<sub>spt</sub> < 8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C<sub>u</sub> (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (C<sub>u</sub>-N<sub>spt</sub>-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), C<sub>u</sub> (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con N<sub>c</sub> = 20 e Q<sub>c</sub>/N<sub>spt</sub> = 2.
- Schmertmann (1975), C<sub>u</sub> (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata C<sub>u</sub> (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.

- 
- Begemann.
  - De Beer.

***Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )***

- Robertson (1983) -  $Q_c$

***Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )***

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cm<sup>2</sup>)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli (  $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt} = 6-12$ ).

***Modulo Di Young ( $E_y$ )***

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

***Stato di consistenza***

- Classificazione A.G.I. 1977.

***Peso di Volume***

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

***Peso di volume saturo***

- Meyerhof ed altri.

## PROVA P1

Strumento utilizzato

DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 31/07/2020

Profondità prova 12,20 mt

Falda non rilevata



Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	4	0,855	35,92	42,03	1,80	2,10
0,40	4	0,851	35,76	42,03	1,79	2,10
0,60	6	0,847	49,01	57,86	2,45	2,89
0,80	6	0,843	48,80	57,86	2,44	2,89
1,00	6	0,840	48,59	57,86	2,43	2,89
1,20	5	0,836	40,32	48,22	2,02	2,41
1,40	5	0,833	40,16	48,22	2,01	2,41
1,60	5	0,830	36,96	44,55	1,85	2,23
1,80	4	0,826	29,45	35,64	1,47	1,78
2,00	5	0,823	36,68	44,55	1,83	2,23
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	2	0,817	14,56	17,82	0,73	0,89
2,60	4	0,814	26,97	33,13	1,35	1,66
2,80	2	0,811	13,44	16,56	0,67	0,83
3,00	2	0,809	13,39	16,56	0,67	0,83
3,20	4	0,806	26,70	33,13	1,34	1,66
3,40	4	0,803	26,61	33,13	1,33	1,66
3,60	5	0,801	30,98	38,68	1,55	1,93
3,80	4	0,798	24,70	30,94	1,24	1,55
4,00	5	0,796	30,79	38,68	1,54	1,93
4,20	5	0,794	30,70	38,68	1,53	1,93
4,40	5	0,791	30,61	38,68	1,53	1,93
4,60	8	0,789	45,82	58,06	2,29	2,90
4,80	6	0,787	34,27	43,54	1,71	2,18

5,00	6	0,785	34,18	43,54	1,71	2,18
5,20	12	0,783	68,19	87,08	3,41	4,35
5,40	14	0,731	74,27	101,60	3,71	5,08
5,60	17	0,729	84,71	116,18	4,24	5,81
5,80	11	0,777	58,43	75,18	2,92	3,76
6,00	12	0,775	63,60	82,01	3,18	4,10
6,20	5	0,774	26,44	34,17	1,32	1,71
6,40	5	0,772	26,38	34,17	1,32	1,71
6,60	6	0,770	29,85	38,75	1,49	1,94
6,80	6	0,769	29,79	38,75	1,49	1,94
7,00	7	0,767	34,68	45,20	1,73	2,26
7,20	9	0,766	44,50	58,12	2,22	2,91
7,40	8	0,764	39,48	51,66	1,97	2,58
7,60	8	0,763	37,35	48,97	1,87	2,45
7,80	8	0,761	37,28	48,97	1,86	2,45
8,00	9	0,760	41,86	55,09	2,09	2,75
8,20	8	0,759	37,14	48,97	1,86	2,45
8,40	6	0,757	27,81	36,73	1,39	1,84
8,60	8	0,756	35,18	46,54	1,76	2,33
8,80	8	0,755	35,12	46,54	1,76	2,33
9,00	9	0,753	39,45	52,36	1,97	2,62
9,20	11	0,752	48,14	63,99	2,41	3,20
9,40	8	0,751	34,96	46,54	1,75	2,33
9,60	8	0,750	33,25	44,34	1,66	2,22
9,80	8	0,749	33,20	44,34	1,66	2,22
10,00	9	0,748	37,30	49,88	1,86	2,49
10,20	9	0,747	37,24	49,88	1,86	2,49
10,40	7	0,746	28,92	38,80	1,45	1,94
10,60	10	0,744	39,40	52,92	1,97	2,65
10,80	6	0,743	23,61	31,75	1,18	1,59
11,00	9	0,742	35,36	47,63	1,77	2,38
11,20	10	0,741	39,23	52,92	1,96	2,65
11,40	9	0,740	35,26	47,63	1,76	2,38
11,60	11	0,739	41,18	55,70	2,06	2,79
11,80	12	0,738	44,86	60,77	2,24	3,04
12,00	9	0,737	33,60	45,57	1,68	2,28
12,20	18	0,686	62,55	91,15	3,13	4,56

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	4	42,03	Incoerente - coesivo	0	1,81	1,89	0,04	1,47	5,89	terreno vegetale
5	4,7	39,63	Incoerente - coesivo	0	1,86	1,9	0,5	1,47	6,92	sabbia limosa
6	13,2	92,41	Incoerente - coesivo	0	2,1	2,31	1,03	1,47	19,43	sabbia ghiaiosa
12	8,2	47,25	Incoerente - coesivo	0	2,02	2,22	1,74	1,47	12,07	sabbia limosa debolmente ghiaiosa

12,2	18	91,15	Incoerente - coesivo	0	2,13	2,27	2,37	1,47	26,5	sabbia ghiaiosa
------	----	-------	----------------------	---	------	------	------	------	------	-----------------

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	Shioi - Fukui (1982)	0,15
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	Shioi - Fukui (1982)	0,17
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	Shioi - Fukui (1982)	0,49
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	Shioi - Fukui (1982)	0,30
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	Shioi - Fukui (1982)	0,66

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	Robertson (1983)	8,84
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	Robertson (1983)	10,38
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	Robertson (1983)	29,15
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	Robertson (1983)	18,11
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	Robertson (1983)	39,75

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	61,87
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	72,37
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	199,97
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	124,90
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	272,08

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	Schultze-Menzenbach	47,34
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	Schultze-Menzenbach	59,18
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	Schultze-Menzenbach	203,05
Strato (4)	12,07	6,00-12,00	Schultze-Menzenbach	118,41

sabbia limosa debolmente ghiaiosa				
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	Schultze-Menzenbach	284,35

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	Meyerhof	1,81
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	Meyerhof	1,86
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	Meyerhof	2,10
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	Meyerhof	2,02
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	Meyerhof	2,13

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	Meyerhof	1,89
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	Meyerhof	1,90
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	Meyerhof	2,31
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	Meyerhof	2,22
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	Meyerhof	2,27

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	68,15
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	115,8
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	158,82

Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	160,85
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	195,13

### TERRENI INCOERENTI P1

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Meyerhof (1957)	59,4
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	6,92	Meyerhof (1957)	50,42
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	Meyerhof (1957)	70,32
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	Meyerhof (1957)	46,67
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	Meyerhof (1957)	61,69

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Shioi-Fukuni (1982)	24,4
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	6,92	Shioi-Fukuni (1982)	25,19
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	Shioi-Fukuni (1982)	32,07
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	Shioi-Fukuni (1982)	28,46
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	Shioi-Fukuni (1982)	34,94

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Bowles (1982)	35,67
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	6,92	Bowles (1982)	38,76
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	Bowles (1982)	172,15
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	Bowles (1982)	54,21
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	Bowles (1982)	207,50

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Begemann (1974)	39,56
Strato (2)	6,92	0,40-5,00	6,92	Begemann (1974)	41,68

sabbia limosa					
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	Begemann (1974)	269,81
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	Begemann (1974)	52,26
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	Begemann (1974)	334,15

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	5,89	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	6,92	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	5,89	Terzaghi-Peck 1948	1,42
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	6,92	Terzaghi-Peck 1948	1,44
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	Terzaghi-Peck 1948	1,59
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	Terzaghi-Peck 1948	1,50
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	Terzaghi-Peck 1948	1,66

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	5,89	Terzaghi-Peck 1948	1,89
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	6,92	Terzaghi-Peck 1948	1,90
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	Terzaghi-Peck 1948	1,99
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	Terzaghi-Peck 1948	1,94
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	Terzaghi-Peck 1948	2,04

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	6,92	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	(A.G.I.)	0,32
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	(A.G.I.)	0,33
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	(A.G.I.)	0,3

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Ohsaki & Iwasaki	454,89
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	6,92	Ohsaki & Iwasaki	514,16
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	Ohsaki & Iwasaki	1126,83
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	Ohsaki & Iwasaki	784,72
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	Ohsaki & Iwasaki	1426,54

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Ohta & Goto (1978) Limi	68,15
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	6,92	Ohta & Goto (1978) Limi	115,8
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	Ohta & Goto (1978) Limi	158,82
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	Ohta & Goto (1978) Limi	160,85
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	Ohta & Goto (1978) Limi	195,13

#### Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Navfac 1971-1982	1,19
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	6,92	Navfac 1971-1982	1,43
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	Navfac 1971-1982	3,95
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	Navfac 1971-1982	2,54
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	Navfac 1971-1982	5,10

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Robertson (1983)	17,67
Strato (2) sabbia limosa	6,92	0,40-5,00	6,92	Robertson (1983)	20,76
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19,43	5,00-6,00	19,43	Robertson (1983)	77,72
Strato (4) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	12,07	6,00-12,00	12,07	Robertson (1983)	36,21
Strato (5) sabbia ghiaiosa	26,5	12,00-12,20	26,5	Robertson (1983)	106,00

## PROVA P2

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data

31/07/2020

Profondità prova

11,00 mt

Falda non rilevata



Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	4	0,855	35,92	42,03	1,80	2,10
0,40	4	0,851	35,76	42,03	1,79	2,10
0,60	7	0,847	57,18	67,50	2,86	3,38
0,80	5	0,843	40,66	48,22	2,03	2,41
1,00	6	0,840	48,59	57,86	2,43	2,89
1,20	7	0,836	56,45	67,50	2,82	3,38
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	13	0,780	90,30	115,84	4,52	5,79
1,80	11	0,826	81,00	98,02	4,05	4,90
2,00	10	0,823	73,35	89,11	3,67	4,46
2,20	10	0,820	73,08	89,11	3,65	4,46
2,40	7	0,817	50,97	62,38	2,55	3,12
2,60	9	0,814	60,69	74,54	3,03	3,73
2,80	9	0,811	60,48	74,54	3,02	3,73
3,00	5	0,809	33,49	41,41	1,67	2,07
3,20	6	0,806	40,05	49,69	2,00	2,48
3,40	5	0,803	33,27	41,41	1,66	2,07
3,60	5	0,801	30,98	38,68	1,55	1,93
3,80	6	0,798	37,06	46,41	1,85	2,32
4,00	7	0,796	43,10	54,15	2,16	2,71

4,20	7	0,794	42,98	54,15	2,15	2,71
4,40	6	0,791	36,73	46,41	1,84	2,32
4,60	7	0,789	40,09	50,80	2,00	2,54
4,80	9	0,787	51,41	65,31	2,57	3,27
5,00	10	0,785	56,97	72,57	2,85	3,63
5,20	10	0,783	56,82	72,57	2,84	3,63
5,40	9	0,781	51,01	65,31	2,55	3,27
5,60	13	0,729	64,78	88,84	3,24	4,44
5,80	14	0,727	69,58	95,68	3,48	4,78
6,00	13	0,725	64,45	88,84	3,22	4,44
6,20	13	0,724	64,30	88,84	3,21	4,44
6,40	12	0,772	63,31	82,01	3,17	4,10
6,60	18	0,720	83,74	116,24	4,19	5,81
6,80	15	0,719	69,62	96,87	3,48	4,84
7,00	16	0,717	74,10	103,33	3,71	5,17
7,20	15	0,716	69,32	96,87	3,47	4,84
7,40	12	0,764	59,22	77,49	2,96	3,87
7,60	16	0,713	69,80	97,93	3,49	4,90
7,80	15	0,711	65,31	91,81	3,27	4,59
8,00	18	0,710	78,21	110,18	3,91	5,51
8,20	16	0,709	69,39	97,93	3,47	4,90
8,40	15	0,707	64,93	91,81	3,25	4,59
8,60	20	0,706	82,14	116,35	4,11	5,82
8,80	18	0,705	73,79	104,71	3,69	5,24
9,00	17	0,703	69,57	98,89	3,48	4,94
9,20	17	0,702	69,45	98,89	3,47	4,94
9,40	14	0,701	57,10	81,44	2,85	4,07
9,60	19	0,700	73,71	105,31	3,69	5,27
9,80	20	0,699	77,46	110,85	3,87	5,54
10,00	16	0,698	61,87	88,68	3,09	4,43
10,20	19	0,697	73,36	105,31	3,67	5,27
10,40	18	0,696	69,39	99,76	3,47	4,99
10,60	27	0,644	92,09	142,89	4,60	7,14
10,80	19	0,693	69,72	100,55	3,49	5,03
11,00	29	0,642	98,59	153,48	4,93	7,67

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	4	42,03	Incoerente - coesivo	0	1,81	1,89	0,04	1,47	5,89	terreno vegetale
1,4	6,2	59,79	Incoerente - coesivo	0	1,94	2,13	0,17	1,47	9,13	sabbia limosa
2,8	9,86	86,22	Incoerente - coesivo	0	2,06	2,27	0,41	1,47	14,51	sabbia ghiaiosa
4,6	6	47,01	Incoerente - coesivo	0	1,93	2,12	0,73	1,47	8,83	sabbia debolmente limosa
10,4	15,07	93,47	Incoerente - coesivo	0	2,11	2,15	1,51	1,47	22,18	sabbia limosa debolmente ghiaiosa
11	25	132,31	Incoerente - coesivo	0	2,36	2,5	2,2	1,47	36,8	sabbia ghiaiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2**

**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	Shioi - Fukui (1982)	0,15
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	Shioi - Fukui (1982)	0,23
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	Shioi - Fukui (1982)	0,36
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	Shioi - Fukui (1982)	0,22
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	Shioi - Fukui (1982)	0,55
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	Shioi - Fukui (1982)	0,92

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	Robertson (1983)	8,84
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	Robertson (1983)	13,70
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	Robertson (1983)	21,77
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	Robertson (1983)	13,25
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	Robertson (1983)	33,27
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	Robertson (1983)	55,20

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	61,87
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	94,91
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	149,79
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	91,85
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	228,01
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	377,13

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	Schultze-Menzenbach	47,34
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	Schultze-Menzenbach	84,60

Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	Schultze-Menzenbach	146,47
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	Schultze-Menzenbach	81,15
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	Schultze-Menzenbach	234,67
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	Schultze-Menzenbach	402,80

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	Meyerhof	1,81
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	Meyerhof	1,94
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	Meyerhof	2,06
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	Meyerhof	1,93
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	Meyerhof	2,11
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	Meyerhof	2,36

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	Meyerhof	1,89
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	Meyerhof	2,13
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	Meyerhof	2,27
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	Meyerhof	2,12
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	Meyerhof	2,15

Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	Meyerhof	2,50
-------------------------------	------	-------------	----------	------

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	68,15
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	98,28
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	125,39
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	128,36
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	172,53
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	201,69

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Meyerhof (1957)	59,4
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	Meyerhof (1957)	68,05
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	Meyerhof (1957)	75,91
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	Meyerhof (1957)	52,21
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	22,18	Meyerhof (1957)	66,47
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	Meyerhof (1957)	74,85

##### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Shioi-Fukuni (1982)	24,4
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	Shioi-Fukuni (1982)	26,7
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	Shioi-Fukuni (1982)	29,75
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	Shioi-Fukuni (1982)	26,51
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	22,18	Shioi-Fukuni (1982)	33,24
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	Shioi-Fukuni (1982)	38,49

### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Bowles (1982)	35,67
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	Bowles (1982)	45,39
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	Bowles (1982)	147,55
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	Bowles (1982)	44,49
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	22,18	Bowles (1982)	84,54
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	Bowles (1982)	259,00

### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Begemann (1974)	39,56
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	Begemann (1974)	46,22
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	Begemann (1974)	225,04
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	Begemann (1974)	45,60
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	22,18	Begemann (1974)	73,02
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	Begemann (1974)	427,88

### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0,00-0,40	5,89	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	22,18	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume
-------------	------	------------------	------------	--------------	----------------------

					(t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	5,89	Terzaghi-Peck 1948	1,42
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	Terzaghi-Peck 1948	1,47
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	Terzaghi-Peck 1948	1,53
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	Terzaghi-Peck 1948	1,46
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	22,18	Terzaghi-Peck 1948	1,62
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	Terzaghi-Peck 1948	1,76

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	5,89	Terzaghi-Peck 1948	1,89
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	Terzaghi-Peck 1948	1,91
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	Terzaghi-Peck 1948	1,95
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	Terzaghi-Peck 1948	1,91
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	22,18	Terzaghi-Peck 1948	2,01
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	Terzaghi-Peck 1948	2,09

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	5,89	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	(A.G.I.)	0,33
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	(A.G.I.)	0,34
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	22,18	(A.G.I.)	0,31
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	(A.G.I.)	0,28

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	5,89	Ohsaki & Iwasaki	454,89
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	Ohsaki & Iwasaki	634,71

Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	Ohsaki & Iwasaki	902,58
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	Ohsaki & Iwasaki	618,80
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	22,18	Ohsaki & Iwasaki	1246,09
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	Ohsaki & Iwasaki	1830,89

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	5,89	Ohta & Goto (1978) Limi	68,15
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	Ohta & Goto (1978) Limi	98,28
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	Ohta & Goto (1978) Limi	125,39
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	Ohta & Goto (1978) Limi	128,36
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	22,18	Ohta & Goto (1978) Limi	172,53
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	Ohta & Goto (1978) Limi	201,69

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	5,89	Navfac 1971-1982	1,19
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	Navfac 1971-1982	1,92
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	Navfac 1971-1982	3,03
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	Navfac 1971-1982	1,85
Strato (5) sabbia limosa debolmente ghiaiosa	22,18	4,60-10,40	22,18	Navfac 1971-1982	4,42
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	Navfac 1971-1982	6,50

#### $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	5,89	0.00-0,40	5,89	Robertson (1983)	17,67
Strato (2) sabbia limosa	9,13	0,40-1,40	9,13	Robertson (1983)	27,39
Strato (3) sabbia ghiaiosa	14,51	1,40-2,80	14,51	Robertson (1983)	58,04
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8,83	2,80-4,60	8,83	Robertson (1983)	26,49
Strato (5) sabbia limosa	22,18	4,60-10,40	22,18	Robertson (1983)	66,54

debolmente ghiaiosa					
Strato (6) sabbia ghiaiosa	36,8	10,40-11,00	36,8	Robertson 1983	73,60

### PROVA P3

Strumento utilizzato DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 31/07/2020

Profondità prova 7,80 mt

Falda non rilevata



Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	5	0,851	44,70	52,54	2,23	2,63
0,60	4	0,847	32,67	38,57	1,63	1,93
0,80	5	0,843	40,66	48,22	2,03	2,41
1,00	5	0,840	40,49	48,22	2,02	2,41
1,20	6	0,836	48,39	57,86	2,42	2,89
1,40	9	0,833	72,29	86,79	3,61	4,34
1,60	7	0,830	51,74	62,38	2,59	3,12
1,80	7	0,826	51,54	62,38	2,58	3,12
2,00	4	0,823	29,34	35,64	1,47	1,78
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	2	0,817	14,56	17,82	0,73	0,89
2,60	1	0,814	6,74	8,28	0,34	0,41

2,80	1	0,811	6,72	8,28	0,34	0,41
3,00	1	0,809	6,70	8,28	0,33	0,41
3,20	2	0,806	13,35	16,56	0,67	0,83
3,40	3	0,803	19,96	24,85	1,00	1,24
3,60	3	0,801	18,59	23,21	0,93	1,16
3,80	3	0,798	18,53	23,21	0,93	1,16
4,00	2	0,796	12,32	15,47	0,62	0,77
4,20	5	0,794	30,70	38,68	1,53	1,93
4,40	4	0,791	24,49	30,94	1,22	1,55
4,60	4	0,789	22,91	29,03	1,15	1,45
4,80	5	0,787	28,56	36,28	1,43	1,81
5,00	12	0,785	68,36	87,08	3,42	4,35
5,20	19	0,733	101,07	137,88	5,05	6,89
5,40	21	0,681	103,79	152,40	5,19	7,62
5,60	18	0,729	89,69	123,01	4,48	6,15
5,80	16	0,727	79,52	109,35	3,98	5,47
6,00	14	0,725	69,41	95,68	3,47	4,78
6,20	14	0,724	69,24	95,68	3,46	4,78
6,40	16	0,722	78,95	109,35	3,95	5,47
6,60	16	0,720	74,43	103,33	3,72	5,17
6,80	11	0,769	54,61	71,04	2,73	3,55
7,00	11	0,767	54,50	71,04	2,72	3,55
7,20	27	0,666	116,06	174,36	5,80	8,72
7,40	18	0,714	83,01	116,24	4,15	5,81
7,60	16	0,713	69,80	97,93	3,49	4,90
7,80	12	0,761	55,92	73,45	2,80	3,67

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,2	1	10,51	Incoerente - coesivo	0	1,52	1,85	0,02	1,47	1,47	terreno vegetale
2,2	5,6	52,82	Incoerente - coesivo	0	1,91	2,1	0,22	1,47	8,24	sabbia debolmente ghiaiosa
3,2	1,4	11,85	Incoerente - coesivo	0	1,57	1,85	0,49	1,47	2,06	sabbia debolmente limosa
4,8	3,62	27,71	Incoerente - coesivo	0	1,78	1,88	0,71	1,47	5,33	sabbia limosa
7,8	16,07	107,85	Incoerente - coesivo	0	2,11	2,19	1,17	1,47	23,66	sabbia ghiaiosa

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P3

#### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	Shioi - Fukui (1982)	0,04
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	Shioi - Fukui (1982)	0,21
Strato (3)	2,06	2,20-3,20	Shioi - Fukui (1982)	0,05

sabbia debolmente limosa				
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	Shioi - Fukui (1982)	0,13
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	Shioi - Fukui (1982)	0,59

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0.00-0,20	Robertson (1983)	2,21
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	Robertson (1983)	12,36
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	Robertson (1983)	3,09
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	Robertson (1983)	8,00
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	Robertson (1983)	35,49

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0.00-0,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	16,79
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	85,84
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	22,80
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	56,16
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	243,11

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0.00-0,20	Schultze-Menzenbach	-3,50
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	Schultze-Menzenbach	74,36
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	Schultze-Menzenbach	3,29
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	Schultze-Menzenbach	40,90
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	Schultze-Menzenbach	251,69

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0.00-0,20	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0.00-0,20	Meyerhof	1,52
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	Meyerhof	1,91
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	Meyerhof	1,57
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	Meyerhof	1,78
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	Meyerhof	2,11

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0.00-0,20	Meyerhof	1,85
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	Meyerhof	2,10
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	Meyerhof	1,85
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	Meyerhof	1,88
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	Meyerhof	2,19

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0.00-0,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	46,89
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	102,06
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	93,9
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	119,41
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	168,69

#### TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa
-------------	------	--------------	------------	--------------	------------------

		(m)			(%)
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	Meyerhof (1957)	30,11
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	Meyerhof (1957)	62,8
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	Meyerhof (1957)	27,62
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	5,33	Meyerhof (1957)	40,8
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	Meyerhof (1957)	74,68

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	Shioi-Fukuni (1982)	19,7
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	Shioi-Fukuni (1982)	26,12
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	Shioi-Fukuni (1982)	20,56
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	5,33	Shioi-Fukuni (1982)	23,94
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	Shioi-Fukuni (1982)	33,84

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	Bowles (1982)	22,41
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	Bowles (1982)	42,72
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	Bowles (1982)	24,18
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	5,33	Bowles (1982)	33,99
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	Bowles (1982)	193,30

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	Begemann (1974)	30,48
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	Begemann (1974)	44,39
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	Begemann (1974)	31,70
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	5,33	Begemann (1974)	38,41
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	Begemann (1974)	308,31

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	5,33	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,36
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	Terzaghi-Peck 1948	1,46
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	Terzaghi-Peck 1948	1,37
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	5,33	Terzaghi-Peck 1948	1,42
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	Terzaghi-Peck 1948	1,64

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	Terzaghi-Peck 1948	1,85
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	Terzaghi-Peck 1948	1,91
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	Terzaghi-Peck 1948	1,85
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	5,33	Terzaghi-Peck 1948	1,88
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	Terzaghi-Peck 1948	2,02

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	(A.G.I.)	0,35
Strato (4)	5,33	3,20-4,80	5,33	(A.G.I.)	0,34

sabbia limosa					
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	(A.G.I.)	0,31

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	Ohsaki & Iwasaki	158,41
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	Ohsaki & Iwasaki	587,11
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	Ohsaki & Iwasaki	204,72
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	5,33	Ohsaki & Iwasaki	421,63
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	Ohsaki & Iwasaki	1308,79

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	Ohta & Goto (1978) Limi	46,89
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	Ohta & Goto (1978) Limi	102,06
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	Ohta & Goto (1978) Limi	93,9
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	5,33	Ohta & Goto (1978) Limi	119,41
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	Ohta & Goto (1978) Limi	168,69

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	Navfac 1971-1982	0,14
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	Navfac 1971-1982	1,72
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	Navfac 1971-1982	0,28
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	5,33	Navfac 1971-1982	1,06
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	Navfac 1971-1982	4,66

#### $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) terreno vegetale	1,47	0,00-0,20	1,47	Robertson (1983)	4,41
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	8,24	0,20-2,20	8,24	Robertson (1983)	24,72
Strato (3) sabbia debolmente limosa	2,06	2,20-3,20	2,06	Robertson (1983)	6,18

---

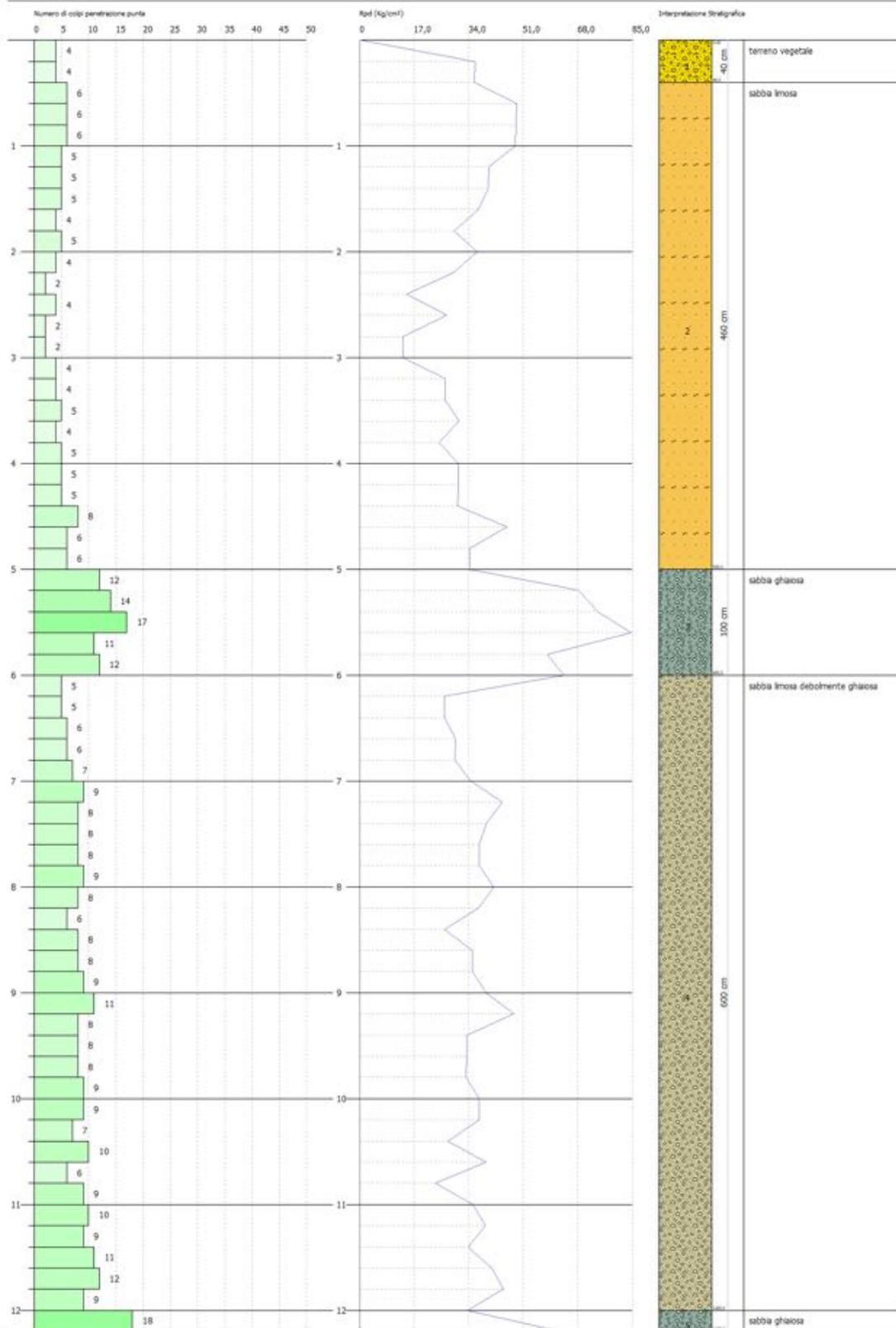
Strato (4) sabbia limosa	5,33	3,20-4,80	5,33	Robertson (1983)	15,99
Strato (5) sabbia ghiaiosa	23,66	4,80-7,80	23,66	Robertson (1983)	94,64

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Comitente:  
 Carriere:  
 Località:

Data: 15/07/2020

Scala 1:1



SIGNATURE 1

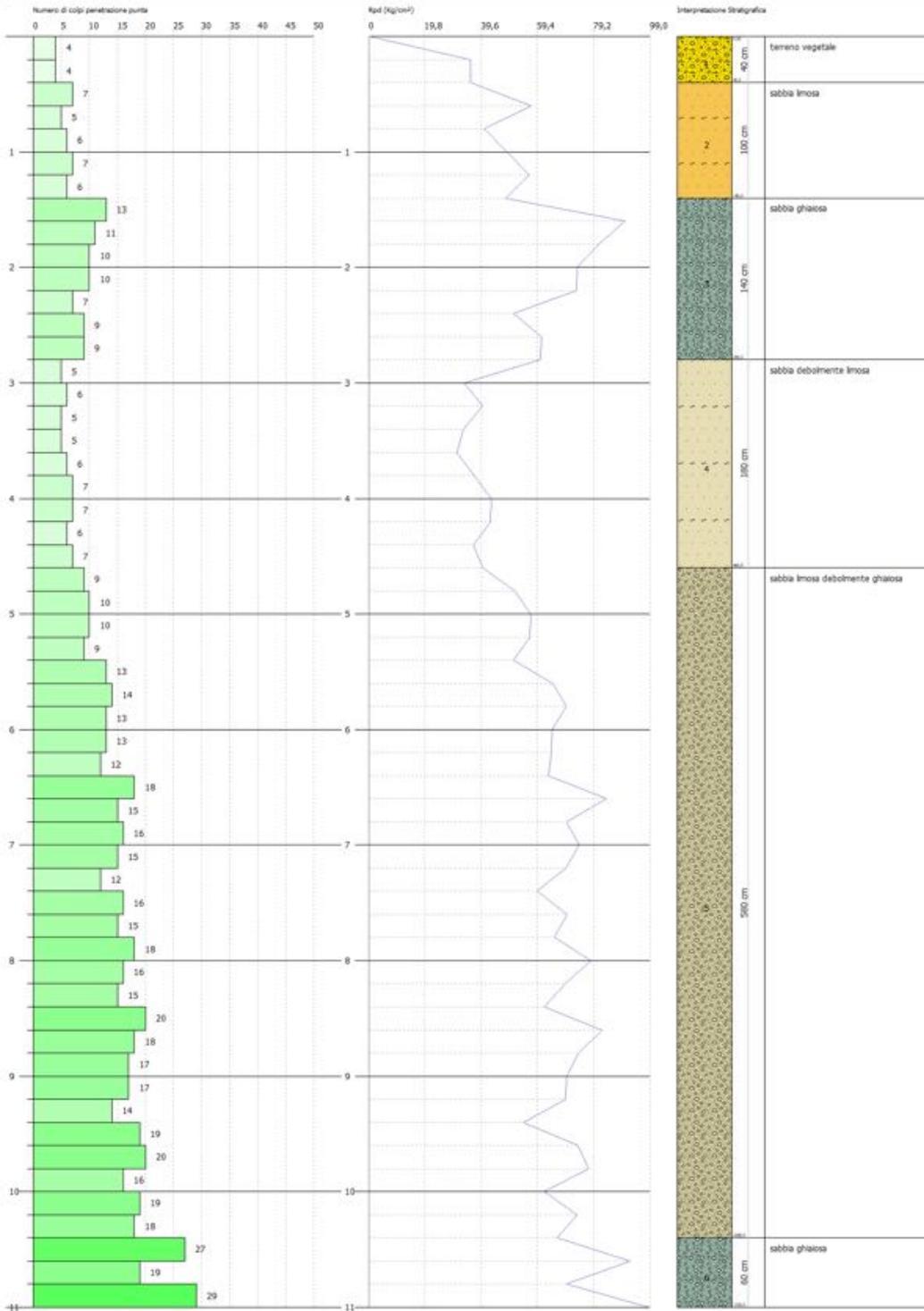
SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Comittente:  
Cantiere:  
Località:

Data: 31/07/2020

Scala 1:41



SIGNATURE 1

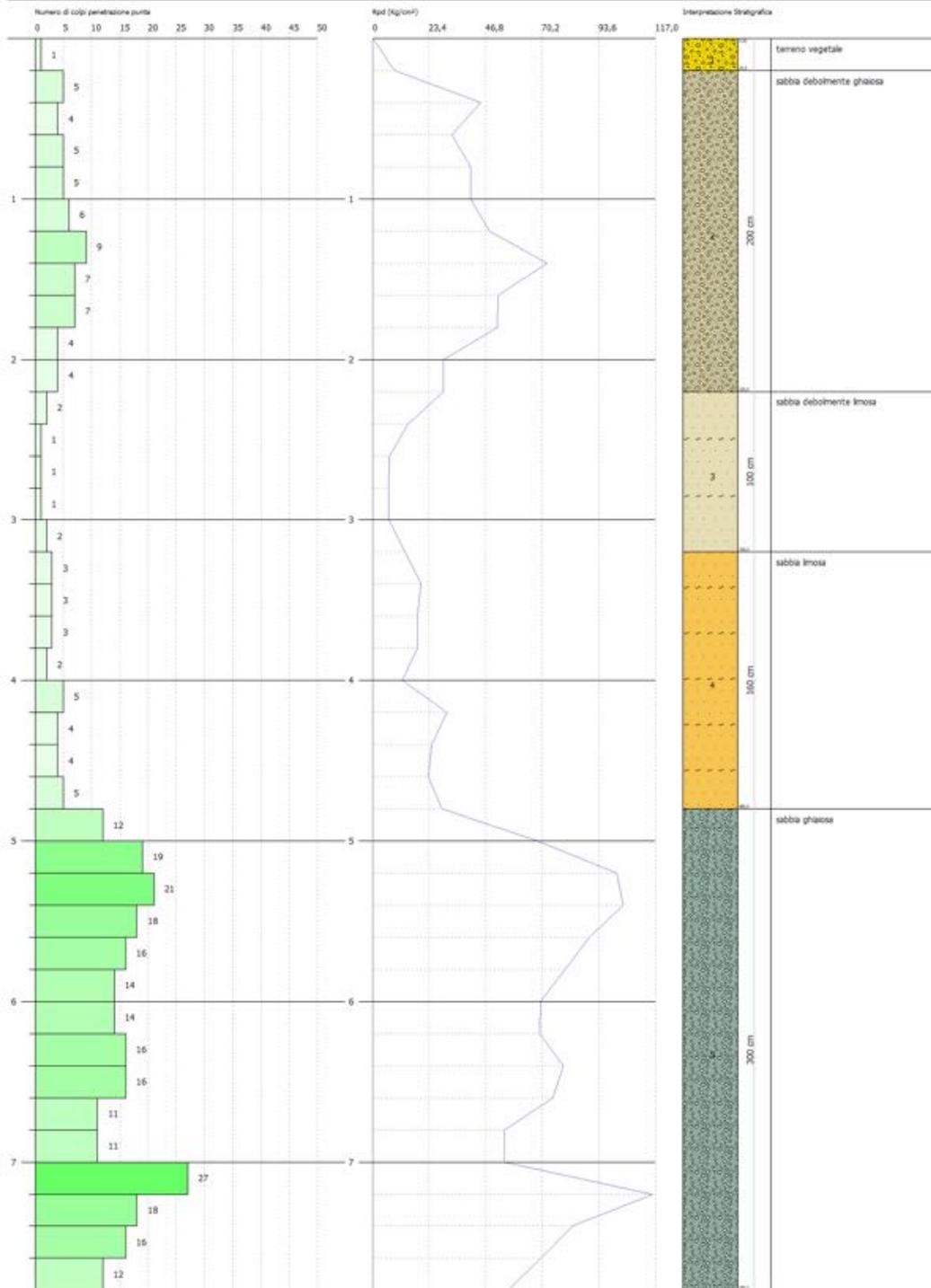
SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 31/07/2020

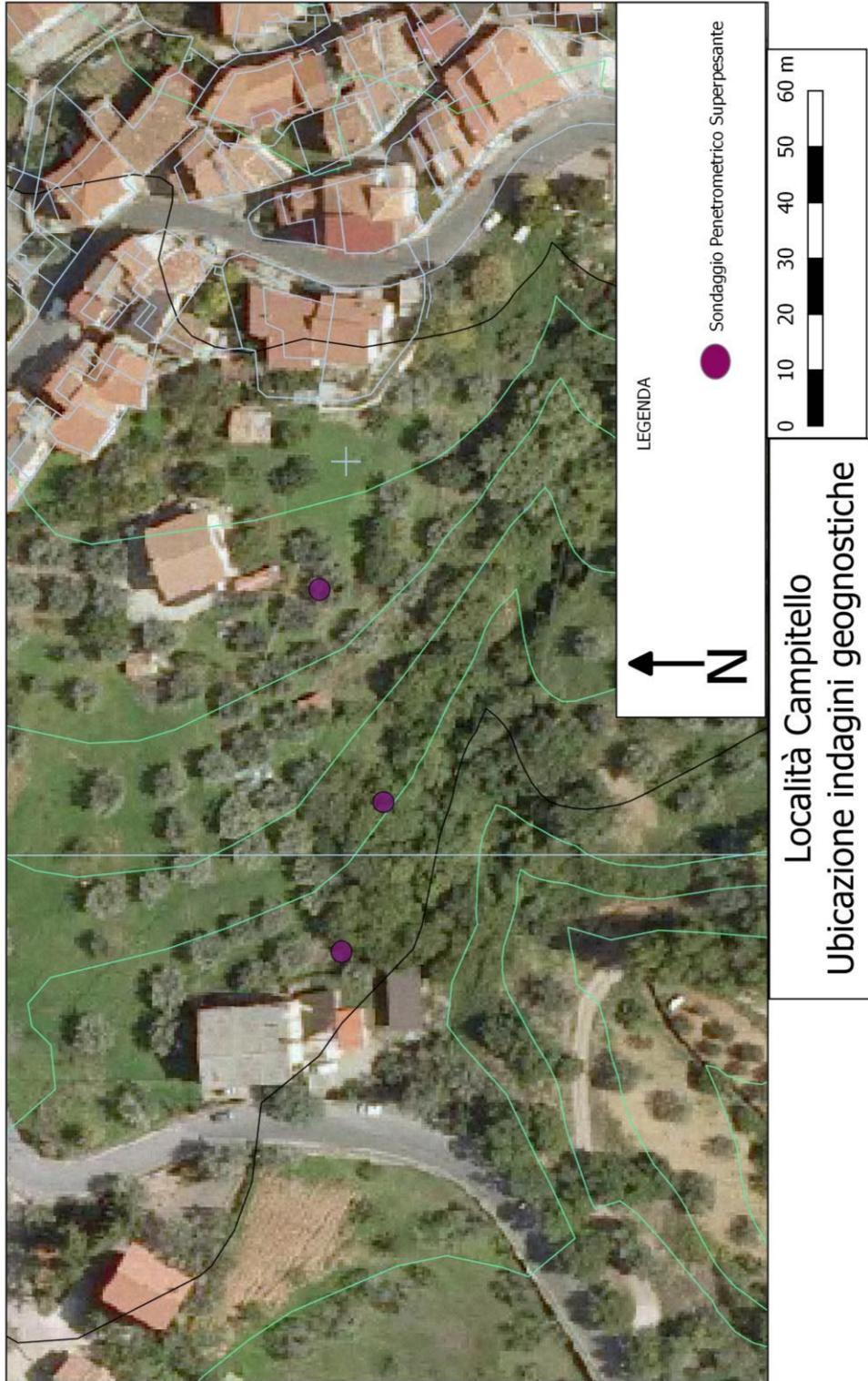
Scala 1:30



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

PLANIMETRIA INDAGINI



## PROVA S1

Strumento utilizzato DM30 DEEP DRILL  
 Prova eseguita in data 29/07/2020  
 Profondità prova 2,00 mt  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio



Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	0	0,857	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,30	0	0,853	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	21	0,751	61,69	82,17	3,08	4,11
0,50	16	0,799	50,02	62,61	2,50	3,13
0,60	19	0,797	59,26	74,35	2,96	3,72
0,70	20	0,795	62,23	78,26	3,11	3,91
0,80	18	0,793	55,88	70,43	2,79	3,52
0,90	20	0,792	58,15	73,47	2,91	3,67
1,00	22	0,740	59,78	80,82	2,99	4,04
1,10	15	0,788	43,42	55,10	2,17	2,76
1,20	27	0,736	73,03	99,18	3,65	4,96
1,30	32	0,685	80,47	117,55	4,02	5,88
1,40	40	0,633	92,99	146,94	4,65	7,35
1,50	35	0,681	87,58	128,57	4,38	6,43
1,60	29	0,730	77,72	106,53	3,89	5,33
1,70	29	0,728	77,55	106,53	3,88	5,33
1,80	26	0,726	69,37	95,51	3,47	4,78
1,90	36	0,675	84,08	124,62	4,20	6,23
2,00	50	0,623	107,86	173,08	5,39	8,65

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,3	0	0	Incoerente	0	--	--	--	--	0	Materiale Terreno vegetale
2	22,62	84,81	Incoerente	0	1,91	1,96	0,2	0,75	16	Sabbia limosa ghiaiosa

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Materiale Terreno vegetale	0	0,30	0	0	0	0
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	16	2,00	47,39	88,48	98,02	44,79

### Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Materiale Terreno vegetale	0	0,30	--	--	--	--	--
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	16	2,00	16	30-32	30,49	29,51	32,89

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Materiale Terreno vegetale	0	0,30	0	---	---	---	---	---
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	16	2,00	16	285,52	128,00	189,50	300,00	155,00

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Materiale Terreno vegetale	0	0,30	0	---	--	---	--
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	16	2,00	16	96,00	60,33	113,60	109,36

### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Materiale Terreno vegetale	0	0,30	0	Classificazione A.G.I	--
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	16	2,00	16	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale Terreno vegetale	0	0,30	0	Terzaghi-Peck 1948	--
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	16	2,00	16	Terzaghi-Peck 1948	1,6

### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale Terreno vegetale	0	0,30	0	Terzaghi-Peck 1948	--
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	16	2,00	16	Terzaghi-Peck 1948	1,97

### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Materiale Terreno vegetale	0	0,30	0	---	---
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	16	2,00	16	880,62	680,19

## PROVA S2

DM30 DEEP DRILL

29/07/2020

3,70 mt

Strumento utilizzato

Prova eseguita in data

Profondità prova

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio



Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	0	0,857	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,30	9	0,853	30,03	35,22	1,50	1,76
0,40	9	0,851	29,96	35,22	1,50	1,76
0,50	8	0,849	26,57	31,30	1,33	1,57
0,60	8	0,847	26,51	31,30	1,33	1,57
0,70	8	0,845	26,46	31,30	1,32	1,57
0,80	10	0,843	33,00	39,13	1,65	1,96
0,90	12	0,842	37,10	44,08	1,85	2,20
1,00	12	0,840	37,02	44,08	1,85	2,20
1,10	20	0,788	57,89	73,47	2,89	3,67
1,20	37	0,686	93,28	135,92	4,66	6,80
1,30	18	0,785	51,88	66,12	2,59	3,31
1,40	20	0,783	57,52	73,47	2,88	3,67
1,50	20	0,781	57,39	73,47	2,87	3,67
1,60	17	0,780	48,68	62,45	2,43	3,12
1,70	30	0,728	80,22	110,20	4,01	5,51
1,80	35	0,676	86,96	128,57	4,35	6,43
1,90	35	0,675	81,75	121,15	4,09	6,06
2,00	35	0,673	81,56	121,15	4,08	6,06
2,10	70	0,622	150,63	242,31	7,53	12,12
2,20	70	0,620	150,26	242,31	7,51	12,12
2,30	70	0,619	149,90	242,31	7,49	12,12
2,40	40	0,617	85,45	138,46	4,27	6,92
2,50	40	0,616	85,25	138,46	4,26	6,92
2,60	40	0,614	85,05	138,46	4,25	6,92
2,70	25	0,713	61,69	86,54	3,08	4,33
2,80	22	0,711	54,18	76,15	2,71	3,81
2,90	12	0,810	31,81	39,27	1,59	1,96
3,00	9	0,809	23,82	29,45	1,19	1,47
3,10	10	0,807	26,42	32,73	1,32	1,64
3,20	12	0,806	31,65	39,27	1,58	1,96
3,30	28	0,705	64,58	91,64	3,23	4,58
3,40	38	0,653	81,26	124,36	4,06	6,22
3,50	35	0,652	74,70	114,55	3,73	5,73
3,60	7	0,801	18,35	22,91	0,92	1,15
3,70	70	0,600	137,37	229,09	6,87	11,45

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,2	0	0	Incoerente	0	--	--	--	--	0	Terreno vegetale
1	9,5	36,45	Incoerente	0	1,62	1,9	0,09	0,75	7	Sabbia limosa
3,7	24,38	85,68	Incoerente	0	1,95	1,97	0,42	0,75	18	Sabbia limosa ghiaiosa

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Terreno vegetale	0	0,20	--	--	--	--
[2] - Sabbia limosa	7	1,00	31,68	62,48	81,35	25,97
[3] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	3,70	45,57	84,23	85,59	48,14

### Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Terreno vegetale	0	0,20	0	--	--	--	--
[2] - Sabbia limosa	7	1,00	7	<30	25,25	26,38	26,83
[3] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	3,70	18	30-32	31,43	29,96	33,97

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Terreno vegetale	0	0,20	0	---	---	---	---	---
[2] - Sabbia limosa	7	1,00	7	---	56,00	---	---	---
[3] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	3,70	18	302,84	144,00	213,10	315,00	165,00

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Terreno vegetale	0	0,20	0	---	--	---	--
[2] - Sabbia limosa	7	1,00	7	---	41,84	49,70	69,22
[3] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	3,70	18	108,00	64,44	127,80	118,28

### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno vegetale	0	0,20	0	Classificazione A.G.I	--
[2] - Sabbia limosa	7	1,00	7	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	3,70	18	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Terreno vegetale	0	0,20	0	Terzaghi-Peck 1948	--
[2] - Sabbia limosa	7	1,00	7	Terzaghi-Peck 1948	1,44
[3] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	3,70	18	Terzaghi-Peck 1948	1,6

### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Terreno vegetale	0	0,20	0	Terzaghi-Peck 1948	--
[2] - Sabbia limosa	7	1,00	7	Terzaghi-Peck 1948	1,90

[3] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	3,70	18	Terzaghi-Peck 1948	1,98
---------------------------------	----	------	----	--------------------	------

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Terreno vegetale	0	0,20	--	---	---
[2] - Sabbia limosa	7	1,00	7	404,86	410,45
[3] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	3,70	18	983,72	730,94

## PROVA S3

DM30 DEEP DRILL

06/08/2020

2,10 mt

Strumento utilizzato

Prova eseguita in data

Profondità prova

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio



Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi		Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )			
0,10	0	0,857		0,00	0,00	0,00	0,00			
0,20	0	0,855		0,00	0,00	0,00	0,00			
0,30	0	0,853		0,00	0,00	0,00	0,00			
0,40	19	0,801		59,54	74,35	2,98	3,72			
0,50	23	0,749		67,40	90,00	3,37	4,50			
0,60	17	0,797		53,02	66,52	2,65	3,33			
0,70	16	0,795		49,78	62,61	2,49	3,13			
0,80	21	0,743		61,08	82,17	3,05	4,11			
0,90	21	0,742		57,20	77,14	2,86	3,86			
1,00	24	0,740		65,22	88,16	3,26	4,41			
1,10	27	0,738		73,20	99,18	3,66	4,96			
1,20	35	0,686		88,23	128,57	4,41	6,43			
1,30	40	0,635		93,24	146,94	4,66	7,35			
1,40	32	0,683		80,27	117,55	4,01	5,88			
1,50	28	0,731		75,21	102,86	3,76	5,14			
1,60	50	0,630		115,63	183,67	5,78	9,18			
1,70	40	0,628		92,27	146,94	4,61	7,35			
1,80	35	0,676		86,96	128,57	4,35	6,43			
1,90	40	0,625		86,50	138,46	4,33	6,92			
2,00	70	0,623		151,00	242,31	7,55	12,12			
2,10	70	0,622		150,63	242,31	7,53	12,12			
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,3	0	0	Incoerente	0	--	--	--	--	0	Terreno vegetale
2,1	24,83	93,14	Incoerente	0	1,95	1,97	0,21	0,75	18	Sabbia limosa ghiaiosa

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Terreno vegetale	0	0,30	--	--	--	--
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	2,10	49,92	93,17	100	48,14

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Terreno vegetale	0	0,30	0	--	--	--	--
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	2,10	18	30-32	31,43	29,96	33,97

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Terreno vegetale	0	0,30	0	---	---	---	---	---
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	2,10	18	302,84	144,00	213,10	315,00	165,00

**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Terreno vegetale	0	0,30	0	---	--	---	--
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	2,10	18	108,00	64,44	127,80	118,28

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno vegetale	0	0,30	0	Classificazione A.G.I	--
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	2,10	18	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Terreno vegetale	0	0,30	0	Terzaghi-Peck 1948	--
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	2,10	18	Terzaghi-Peck 1948	1,6

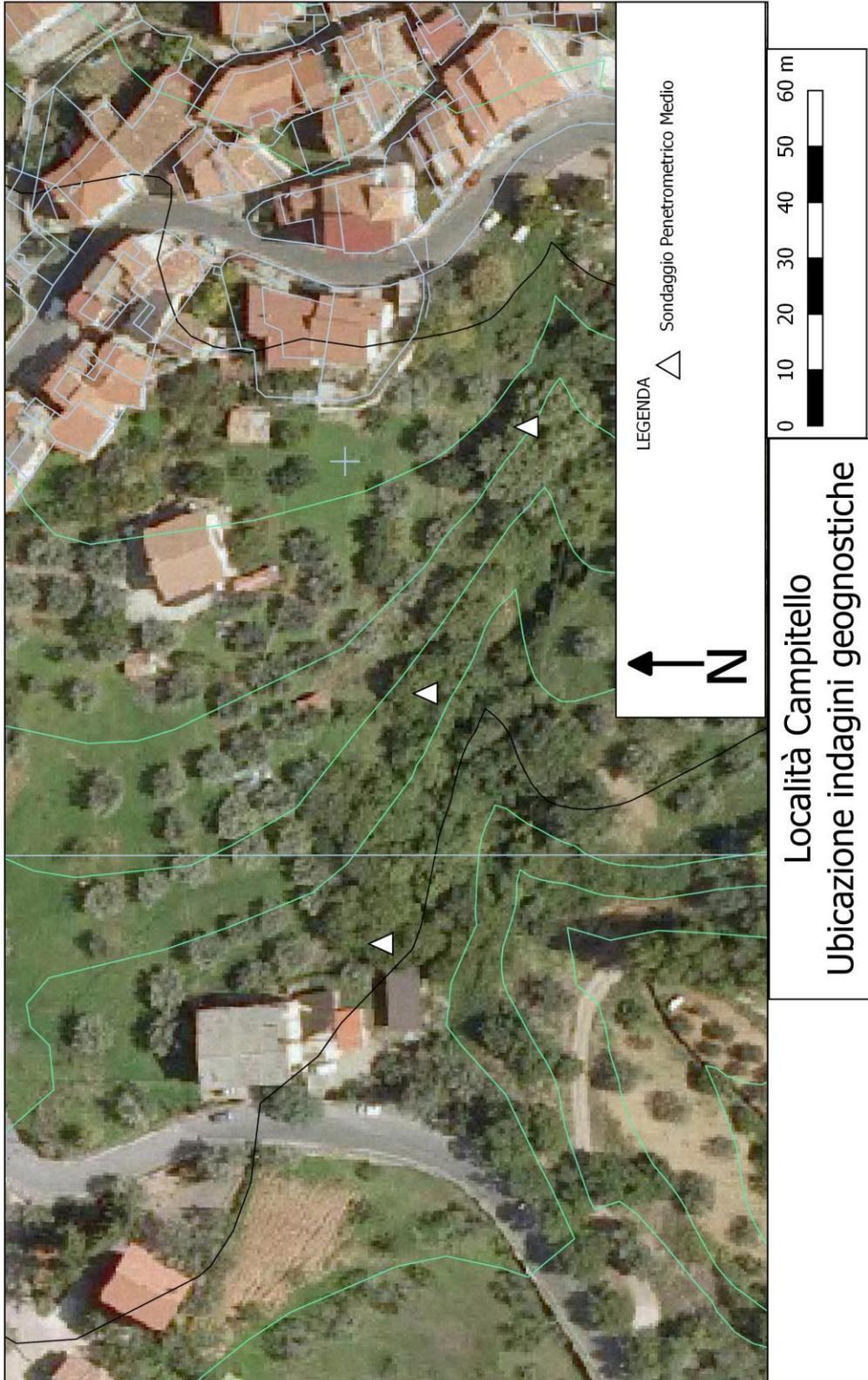
**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Terreno vegetale	0	0,30	0	Terzaghi-Peck 1948	--
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	2,10	18	Terzaghi-Peck 1948	1,98

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

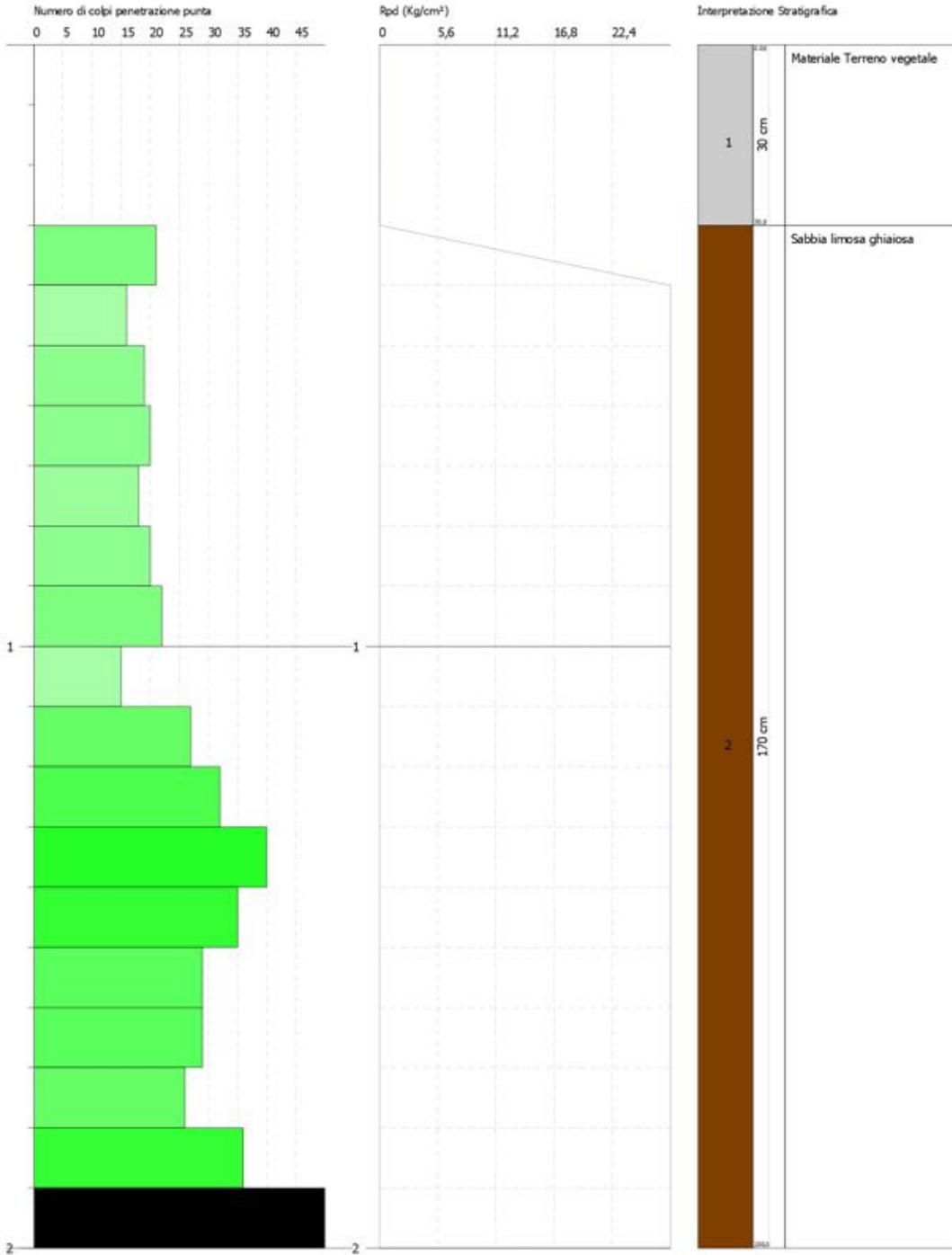
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Terreno vegetale	0	0,30	--	---	---
[2] - Sabbia limosa ghiaiosa	18	2,10	18	983,72	730,94

**PLANIMETRIA SONDAGGI PENETROMETRICI MEDI**



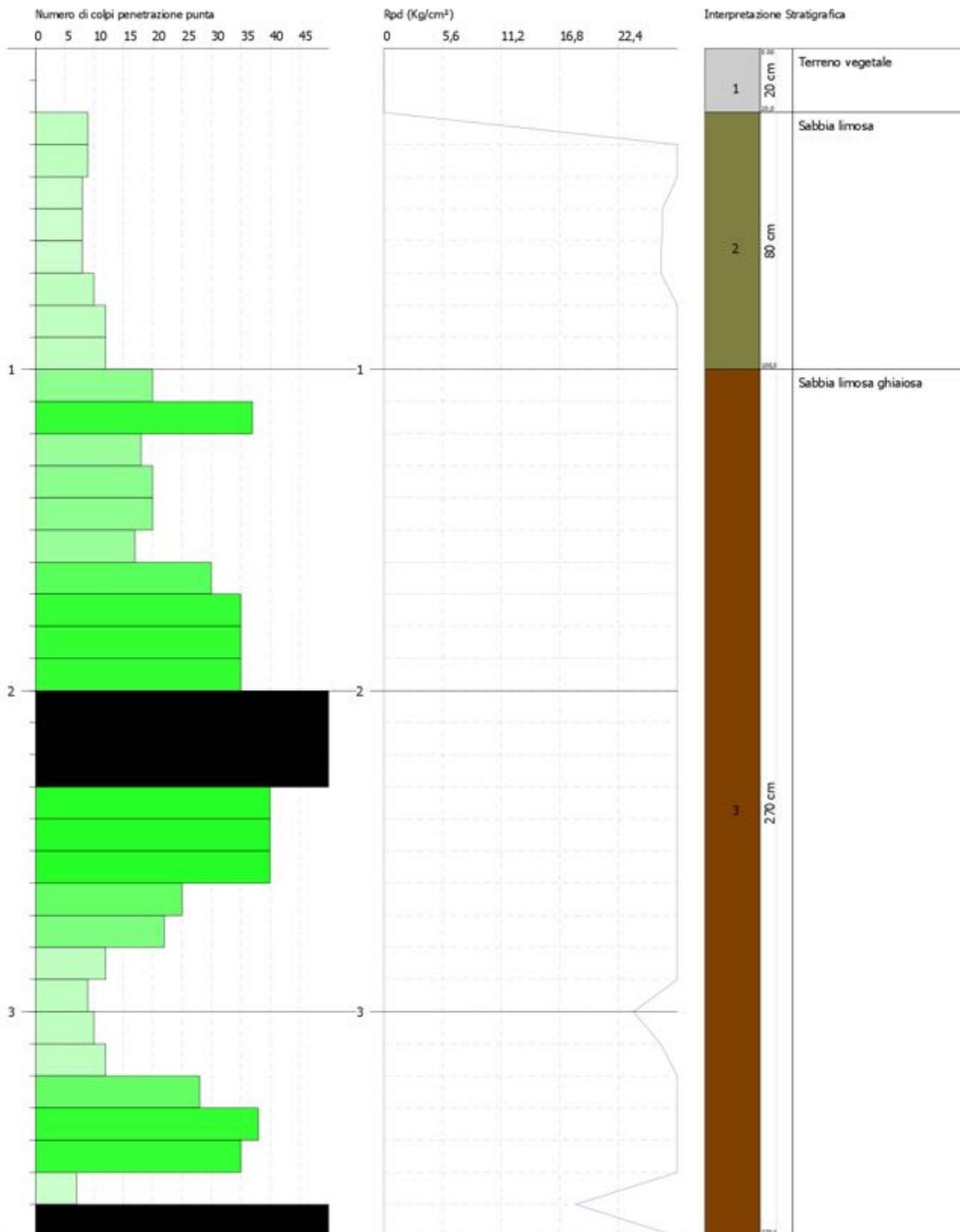
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DM30 DEEP DRILL**

Scala 1:9



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DM30 DEEP DRILL**

Scala 1:17



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3**  
**Strumento utilizzato... DM30 DEEP DRILL**

Scala :

