

DOTT. GEOL. PAOLO GIANI – O.G.T. n. 1562
PIAZZA L. MONACO 16, 56020 CASTEL DEL BOSCO - MONTOPOLI IN VAL D'ARNO (PI)
TEL. 328 7239715 – E-MAIL: paologiani73@libero.it – P. IVA: 01613600509

COMUNE DI FUCECCHIO
(FIRENZE)

PIANO ATTUATIVO PA31

Fucecchio Via di Stieta angolo via di Fucecchiello

Relazione di fattibilità geologica

(L.R. 41/18 – N.T.A. DEL. C.I. 185/04 - D.P.G.R. 53/R - D.P.G.R. 5/R)

COMMITTENZA: EUROSPIN TIRRENICA SPA

PROGETTISTA ARCHITETTONICO: TECNOSTRUTTURE
STUDIO IDRAULICO: A4 INGEGNERIA

GEOLOGO : Dott. PAOLO GIANI

MAGGIO 2021

PREMESSA

La presente relazione di fattibilità geologica supporta il Piano Attuativo di iniziativa privata riferito alla realizzazione di un edificio commerciale in Via di Stieta nel comparto denominato PA 31.

In questa sede si valutano le condizioni di fattibilità dell'intervento alla luce dei criteri di definizione del grado di rischio geomorfologico, idraulico e sismico locale stimato sulla base di eventuali dati esistenti e/o sull'incrocio delle informazioni disponibili con i criteri definiti dalla disciplina del D.P.G.R. n. 5/R del 30/01/2020.

Per definire la fattibilità del Piano attuativo ne è stata inoltre verificata la compatibilità rispetto alle salvaguardie ed ai vincoli sovraordinati alla disciplina del P.R.G., introdotti dalle normative nazionali e regionali sul rischio idraulico (N.T.A. Del. 185/2004 dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e L.R. 41/2018).

Relativamente alla caratterizzazione geotecnica dei terreni si fa riferimento in questa fase ad un'indagine effettuata in loco e consistita in nr 2 prove penetrometriche statiche spinte fino a 17m dal p.c. locale, mentre dal punto di vista sismico è stata eseguita n°1 indagine sismica del tipo MASW e n°2 indagini di sismica passiva a stazione singola HVSR mentre si rimanda alla fase esecutiva l'esecuzione di una campagna geognostica e sismica di dettaglio conforme a quanto previsto dal D.P.G.R. 36/R, essendo l'intervento edilizio in progetto in classe di indagine 4.

1.DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Nel vigente regolamento Urbanistico comunale di Fucecchio l'area è classificata D10- "Nuovi interventi a prevalente destinazione commerciale/direzionale soggetti a Piano Attuativo".

Il comparto è ubicato in prossimità della via di Fucecchiello con la quale confina nel lato Est; confina a sud con via Stieta e a Ovest e a Nord con terreni agricoli.

Il comparto prevederà il miglioramento della viabilità esistente su via Stieta e via Foscolo, con la realizzazione di una rotatoria. Il comparto prevederà anche la realizzazione di 800 mq. di parcheggi pubblici. La superficie territoriale del comparto è pari a mq. 9541,70.

Detratti gli spazi Pubblici di strade e parcheggi rimane una superficie fondiaria pari a mq. 8453 in linea con quanto previsto dal piano. La SUL prevista dal piano è pari a 2200 mq. e verrà utilizzata nel progetto della nuova struttura commerciale.

Per quanto riguarda la tipologia edilizia si prevede di realizzare un unico fabbricato ad un piano o più piani fuori terra con altezza massima di mt. 8,00.

I parcheggi pubblici saranno individuati nella zona adiacente via di Fucecchiello angolo via di Stieta, avranno accesso carrabile da via di Stieta.

La sistemazione lungo via di Stieta prevederà la realizzazione dei marciapiedi lato comparto della nuova illuminazione pubblica con pali ogni 30 metri per tutto il fronte del comparto e l'allargamento della sede stradale per avere a finito una larghezza compreso i marciapiedi di mt. 8.30/8,70 così come riportato negli elaborati allegati. La realizzazione della nuova intersezione a raso fra via di Fucecchiello, via Stieta e via Foscolo, prevede la costruzione di una rotatoria delle dimensioni di cui al progetto allegato, con la sistemazione dei marciapiedi, dell'illuminazione pubblica direttamente interessata dai lavori.

2. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DEL SITO

La conformazione morfologica della zona è totalmente pianeggiante con quote assolute mediamente livellate sui +17, le quali degradano verso nordovest con pendenze molto basse, inferiori all'1%.

La geologia di superficie è costituita da sedimenti alluvionali olocenici, di prevalente composizione silico-clastica, caratterizzati dall'alternanza di limi sabbiosi sciolti o poco addensati ed argille limose di media plasticità e consistenza. Tali depositi olocenici sono legati al sovralluvionamento che si è sviluppato nella Pianura di Pisa durante la deglaciazione

postwurmiana che ha prodotto la risalita del livello del mare. In generale in questi sedimenti prevalgono le sabbie nelle zone adiacenti ai corsi d'acqua attuale (e a quelli antichi), sabbie accumulate durante le esondazioni del passato; nelle zone più lontane dai fiumi, invece, che sono rimaste leggermente depresse e quindi soggette ad impaludamenti, sono più diffuse le argille e le torbe dato che le esondazioni vi trasportavano solo i materiali più fini. I suoli superficiali, nelle zone dove prevalgono sedimenti sabbioso-limosi e limo-sabbiosi garantiscono un apprezzabile drenaggio verticale. Nei siti dove invece prevalgono sedimenti fini limo-argillosi l'infiltrazione verticale risulta difficoltosa per cui la circolazione delle acque piovane si concentra nel primo metro provocando nei periodi molto umidi saturazioni e ristagni temporanei.

Dal punto di vista sedimentologico trattasi quindi di un **sito complesso** nel quale sono possibili **variazioni frequenti di litologie sia in senso orizzontale che verticale**, come evidenziano peraltro le numerose prove penetrometriche effettuate nei dintorni del centro abitato.

Nel tempo si sono verificate ampie modifiche del tracciato del fiume principale; da immagini da satellite sono stati infatti rilevati numerosi tratti di alvei fluviali abbandonati per naturale evoluzione del corso fluviale, nonché paleoalvei sepolti che testimoniano una significativa variazione del regime di deposizione e quindi una notevole eteropia laterale dei sedimenti alluvionali. Per quanto riguarda l'idrogeologia, nell'area esiste una attiva circolazione idrica sotterranea spiegabile con la presenza di una falda freatica regionale direttamente alimentata dalle piogge e dalla filtrazione laterale delle acque dell'Arno e dei canali principali; da essa attingono i pozzi a sterro localizzati presso molti dei fabbricati rurali e non dispersi nella pianura. La circolazione sotterranea, pur modesta, interessa esclusivamente gli strati sabbiosi e limo-sabbiosi a maggiore permeabilità, per cui, data la notevole vicinanza dei medesimi, origina modeste falde sospese separate da livelli argillosi, saturi ma improduttivi. Nell'area in esame, alla luce dei numerosi sondaggi effettuati, oltre i nove-dieci metri di profondità si riscontrano frequenti livelli di sabbie limose interessate da circolazione di falda costante, probabilmente caratterizzata da una leggera pressione.

3. MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO

Le prove penetrometriche statiche effettuate, unitamente alle informazioni geologiche desunte dalle osservazioni sui luoghi, consentono in questa fase una prima caratterizzazione del sottosuolo di intervento, differenziandolo nei livelli a diverso grado di addensamento. Sulla base delle correlazioni empiriche e semiempiriche proposte dalla letteratura specializzata ed in ragione della diversa resistenza geomeccanica dei terreni rilevati, si sono quindi attribuiti i parametri geotecnici ai vari litotipi differenziati nel sottosuolo.

L'interpretazione sotto riportata risente della naturale approssimazione caratteristica delle prove indirette, per cui la definizione litologica, derivando da correlazioni empiriche, può talvolta non rispondere alla realtà.

Gli orizzonti litologici con differenti caratteristiche geotecniche che mediamente si incontrano dal piano campagna sono i seguenti:

p.c. – 1,00mt: **Terreno pedologico indurito per essiccazione (*LITOTIPO A*)**

Trattasi del suolo pedologico, maggiormente sensibile alle variazioni di umidità stagionali

Terreni misti prevalentemente limosi di consistenza bassa (*LITOTIPO B*, $Q_c=4-9\text{Kg/cmq}$)

In relazione ai parametri meccanico-fisici di questo litotipo possono essere derivati i seguenti valori:

- Coesione non drenata	$C_u = 0,20-0,45 \text{ kg/cmq}$
- Peso di volume	$\gamma = 1.80 \text{ kg/dmc}$
- Angolo di attrito interno	$\phi = 0^\circ$ (cautelativo)
- Modulo di deformazione edometrico	$M_o = 6-3 \text{ Kg/cmq}$

Terreni misti prevalentemente limosi di consistenza media (*LITOTIPO C*, $Q_c=10-20\text{Kg/cmq}$)

In relazione ai parametri meccanico-fisici di questo litotipo possono essere derivati i seguenti valori:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| - Coesione non drenata | $C_u = 0,5-0,8 \text{ kg/cmq}$ |
| - Peso di volume | $\gamma = 1.85 \text{ kg/dmc}$ |
| - Angolo di attrito interno | $\phi = 0^\circ$ (cautelativo) |
| - Modulo di deformazione edometrico | $M_o = 40-60 \text{ Kg/cmq}$ |

Terreni misti prevalentemente sabbioso-limosi mediamente addensati (*LITOTIPO D*, $Q_c=25-55\text{Kg/cmq}$)

In relazione ai parametri meccanico-fisici di questo litotipo possono essere derivati i seguenti valori:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| - Peso di volume | $\gamma = 1.85 \text{ kg/dmc}$ |
| - Angolo di attrito interno | $\phi = 28-31^\circ$ |
| - Modulo di deformazione edometrico | $M_o = 75-165 \text{ Kg/cmq}$ |

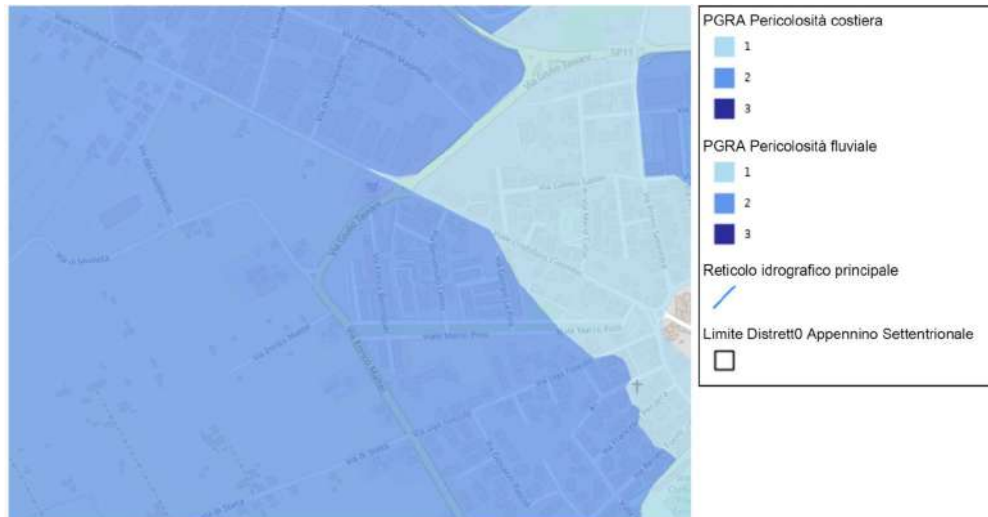
4.INQUADRAMENTO URBANISTICO: NORMATIVE SOVRAORDINATE AL P.R.G.

4.1 Piano di bacino del fiume Arno: ammissibilità della richiesta ai sensi delle N.T.A. Del. C.I. n° 185/2004

Nella cartografia adottata con Del. C.I. n° 185/2004 dall'Autorità di Bacino del fiume Arno (ed approvata con D.P.C.M. del 06/05/2005) risulta che il sito in oggetto è escluso dalle zone P.F.3, P.F.4 a rischio geomorfologico elevato e molto elevato. *Gli interventi previsti dallo Strumento Urbanistico sono ammissibili ai sensi dell' art. 8 N.T.A. Del. C.I. 185/2004.*

4.2. P.G.R.A.

Nella cartografia a supporto del P.G.R.A. (Piano di gestione del rischio alluvioni, redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49, adottato in data 17/12/2015) l'area in esame risulta compresa entro la perimetrazione di aree a pericolosità di alluvione media (2) **corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni.**



4.3 L.R. 41/2018

Relativamente all'assetto idraulico ad oggi è in vigore la nuova legge regionale **L.R.T. 24/07/2018 n. 41** "disposizioni in materia di rischio di alluvioni e tutela dei corsi di acqua in attuazione del D.Lgs/ 23.02.2010 n. 49" che detta norme specifiche alla utilizzazione dei terreni ove segnalati a rischio di alluvione dal P.G.R.A.

All'area in esame viene attribuita la possibilità di allagamento per **alluvioni poco frequenti.**

In relazione alle misure di salvaguardia adottate dalla Regione Toscana in materia di rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua si rileva che l'area in esame è esterna alle fasce della larghezza di 10 metri dai cigli di sponda o dal piede esterno degli argini dei corsi d'acqua censiti nel comune di Fucecchio, per cui non è soggetta al vincolo di inedificabilità di cui all' art. 1.

5. CLASSI DI PERICOLOSITA'

D.P.G.R. n. 53/R

Seguendo le direttive del D.P.G.R. n. 53/R, l'area in esame è stata classificata come segue:

➤ **PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (CLASSE G2- PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MEDIA)**

Ricadono in questa classe “.....aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.”



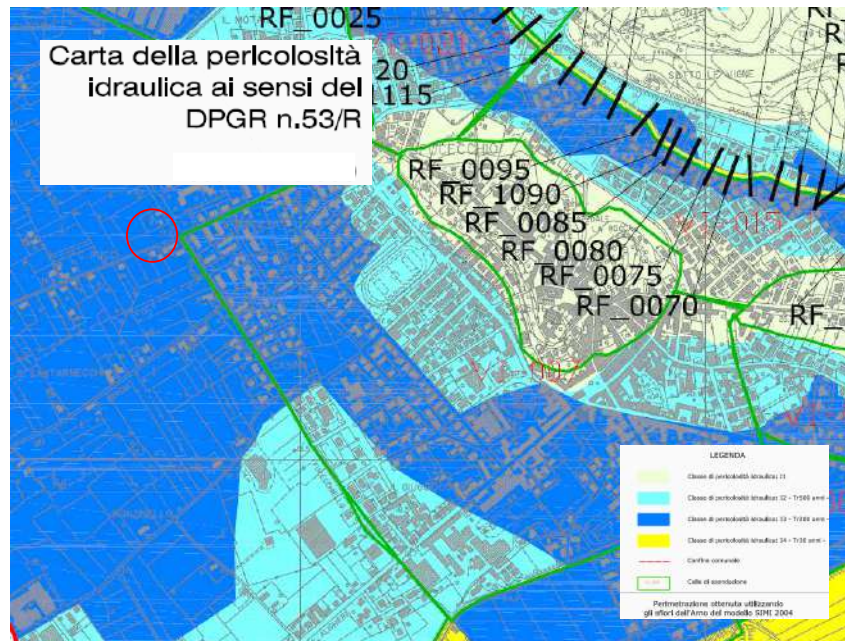
G.2 - Pericolosità Geologica Media



Aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

➤ **PERICOLOSITA' IDRAULICA**

L'area in esame risulta classificata a pericolosità idraulica elevata (**P.I. 3**, ovvero “Aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno compresi tra 30 e 200 anni”).



La cella di riferimento per l'area in esame (VI_009) prevede un battente statico riferito all'evento duecentennale massimo atteso Tr_{200} pari a 16,28 m s.l.m., a fronte di quote altimetriche comprese tra 16,70 e 17m slm. La quota di riferimento per la sicurezza idraulica è di 16,78 m s.l.m., valore comprensivo di 50 cm di franco sul livello duecentennale statico previsto per la suddetta cella così come riportato nella “Nota esplicativa delle modifiche effettuate alla relazione geologico-tecnica, elaborato C1 della II Variante al RU per alcuni errori materiali”. L'area pertanto risulta unicamente interessata dal transito delle acque in uscita dal Fiume Arno per episodi di esondazione con Tr pari a 200 anni

In base a quanto risulta dalla Seconda Variante al Regolamento Urbanistico, è necessario redigere uno studio idraulico di approfondimento finalizzato a ricostruire nel dettaglio i battenti di transito all'interno del lotto per effetto delle acque fuoriuscite per eventi con Tr 200

anni dal Fiume Arno che “entrano” nella cella VI_009, all’interno della quale e’ collocato il terreno oggetto di Piano Attuativo.

Le condizioni di fattibilita’ dell’intervento, che deriveranno dai risultati dello studio suddetto, dovranno rispettare quanto prescritto nella nota suddetta.

Inoltre, si dovrà tenere conto di quanto disposto dal comma 11 dell’art.198, *“la realizzazione di vaste superfici impermeabilizzate deve essere subordinata agli esiti di uno studio idrologico-idraulico di dettaglio che definisca gli interventi necessari per neutralizzare gli effetti derivanti dall’aumento della velocità di corrivazione delle acque nel corpo ricettore, da mitigarsi attraverso cisterne o invasi di prima pioggia. Nella progettazione delle superfici coperte, dovranno essere preferite le soluzioni che permettano la riduzione della velocità dell’acqua. Le reti fognarie per le acque bianche, devono essere progettate per favorire il massimo invaso di acqua, ottenibile attraverso ampie dimensioni, ridotta profondità e bassa pendenza”* e dal comma 14 *“le acque raccolte dai pluviali delle coperture devono, quando tecnicamente possibile, essere convogliate in aree permeabili. Qualora ciò non fosse possibile potranno essere immesse nella pubblica fognatura o nel reticolo idraulico minore, prevedendo a monte sistemi di laminazione del picco di piena, valutato per eventi con tempo di ritorno ventennale (Tr20) di durata oraria (1h).*

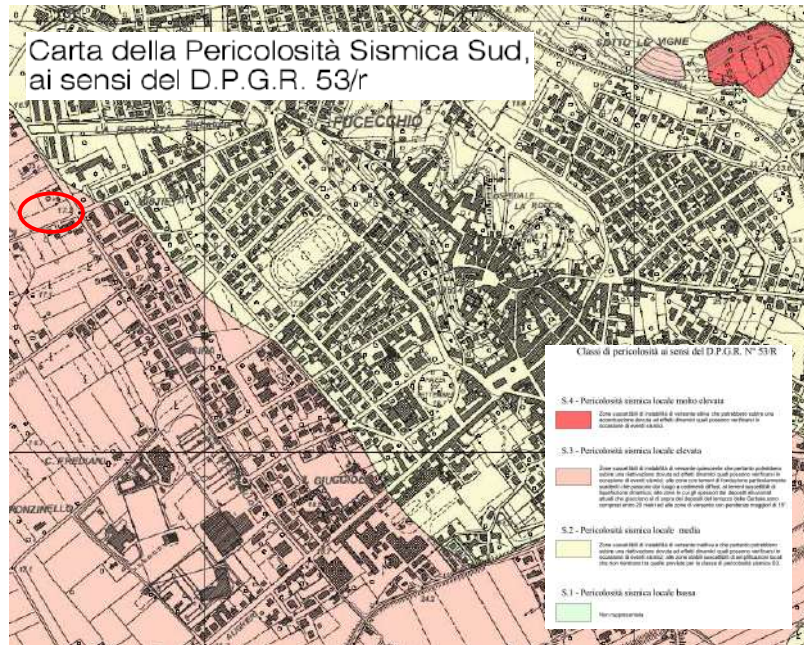
➤ **PERICOLOSITA’ SISMICA (CLASSE S3- PERICOLOSITA’ SISMICA ELEVATA)**

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri

DOTT. GEOL. PAOLO GIANI – O.G.T. n. 1562

PIAZZA L. MONACO 16, 56020 CASTEL DEL BOSCO - MONTOPOLI IN VAL D'ARNO (PI)

TEL. 328 7239715 – E-MAIL: paologiani73@libero.it – P. IVA: 01613600509



6. D. P. G. R. n. 5/R

Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.

Alla luce delle cartografie di base disponibili, preso atto delle risultanze delle indagini geognostiche e sismiche effettuate in loco si conferma il grado di pericolosità geomorfologica idraulica e sismica per l'area in esame ai sensi della nuova disciplina (D.P.G.R. 5/R). Nello specifico per l'area in oggetto si ha:

PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA G2

aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto

PERICOLOSITA' IDRAULICA P2

Aree a pericolosità per **alluvioni poco frequenti (P2)**, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r.41/2018

PERICOLOSITA' SISMICA S3

L'indagine geofisica in sismica passiva effettuata in loco, articolata su nr 2 postazioni di misura, ha evidenziato in entrambi i casi un picco H/V di natura stratigrafica, con segnale stazionario e non direzionale, di entità media tra 3,4 e 3,9 alla frequenza di 1,25 e 1,28 Hz. L'entità di H/V è tale da far presupporre che i due picchi corrispondano a contrasti di velocità significativi per cui si attribuisce all'area di indagine una pericolosità sismica S3

Ricadono in questa classe:

- aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti;
- aree potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, caratterizzate da terreni per i quali, sulla base delle informazioni disponibili, non è possibile escludere a priori il rischio di liquefazione;
- zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) > 1.4;
- aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, di seguito, denominate "APF", e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici;

7.CONDIZIONI DI FATTIBILITA'

Di seguito si rivalutano pertanto le condizioni di fattibilità specifiche per l'area in esame alla luce della destinazione d'uso e dei criteri di definizione del grado di rischio geomorfologico, idraulico e sismico locale stimato sulla base dei criteri definiti dalla nuova disciplina (D.P.G.R. n. 5/R).

- Fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici

Non sussistono condizioni di fattibilità legate direttamente all'assetto geomorfologico dell'area. In fase esecutiva, dal punto di vista geologico-geotecnico, sarà comunque necessario basare la progettazione considerando i disposti del D.M. 14/01/18 e del D.P.G.R. 9 luglio 2009 n. 36/R (*“Regolamento di attuazione dell'art.117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n.1 -Norme per il governo del territorio”*) anche in relazione alla classe di indagine dell'intervento edilizio (4) ai sensi del D.P.G.R. 9 luglio 2009 n. 36/R.

- Fattibilità in relazione agli aspetti idraulici

Nel caso specifico la fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni **poco frequenti (P2)** ed è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino

In generale, nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Il nuovo fabbricato dovrà essere progettato nel rispetto dell'art.11 comma 2 della L.R. 41/18 e s.m.i. e nello specifico realizzando le opere di cui all'art.8 comma 1 lettera c), ossia “opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree”; ciò alla luce del battente di transito definito all'interno del lotto per effetto di esondazioni lungo l'argine destro del Fiume Arno.

Il nuovo parcheggio privato dovrà rispettare le condizioni di cui all'art.13 comma 4 lett. b).

Gli interventi nel loro complesso dovranno garantire il non aggravio del rischio in altre aree ai sensi dell'art.8 comma 2 lettera a).

Si dovranno prevedere gli interventi di compensazione idraulica finalizzati a recuperare i volumi prodotti in surplus per effetto della variazione della permeabilità dei suoli, in modo da non aggravare il carico idraulico sul reticolo scolante esistente ai sensi dell'art.198 comma 11 delle NTA del Regolamento Urbanistico vigente.

In merito alle prescrizioni di fattibilità sopra indicate la committenza ha incaricato lo studio A4 Ingegneria (Dott. Ing. Cristiano Cappelli) di redigere la relazione idraulica relativa al comparto PA31 in esame, le cui risultanze sono di seguito riassunte:

- è stato determinato il battente di transito e la relativa velocità all'interno del lotto per effetto di esondazioni lungo l'argine destro del Fiume Arno, partendo dai dati forniti dall'Autorità di Distretto Appennino Settentrionale, che risultano rispettivamente pari a mediamente 20 cm (comunque non superiore a 50 cm nei punti più depressi) e 0.15 m/s;
- è stata definita la magnitudo per l'area oggetto di intervento ai sensi della L.R. 41/18 e s.m.i. sulla base dello studio idraulico, dal quale risulta una classe di magnitudo moderata;
- è stata definita la quota di 17.55 m s.l.m. come quota di sicurezza per il piano di calpestio del nuovo fabbricato (con riferimento al piano quotato di progetto), pari al

battente medio di 20 cm + 30 cm di franco, nel rispetto dell'art.11 comma 2 e dell'art.8 comma 1 lettera c) della L.R. 41/18 e s.m.i.;

- è stato previsto di collocare il parcheggio privato a quota pari o superiore a 17.35 m s.l.m. (con riferimento altimetrico al piano quotato di progetto), e quindi in condizioni di sicurezza idraulica così da rispettare quanto disposto all'art.13 comma 4 lett. b) della L.R. 41/18 e s.m.i.;
- è stato verificato che gli interventi nel loro complesso non comportano aggravio del rischio in altre aree ai sensi dell'art.8 comma 2 lettera a) della L.R. 41/18 e s.m.i.;
- è stato previsto di realizzare un intervento di compensazione idraulica derivante dalla riduzione di permeabilità dei suoli in modo da non aggravare il carico idraulico sul reticolo scolante esistente ai sensi dell'art.198 commi 11 e 14 delle NTA del Regolamento Urbanistico vigente, consistente in un ribassamento della zona a verde a nord-ovest del lotto per una profondità media pari a 30 cm e una superficie pari a circa 800 mq, per una volumetria invasabile di circa 240 mc, collegata al sistema fognario di smaltimento delle acque meteoriche, provvisto di scarico con bocca tarata, che scaricherà nella fognatura esistente lungo Via di Stieta. Lo scarico avverrà mediante bocca tarata costituita da una tubazione in PVC Ø200 disposta secondo le indicazioni precedentemente riportate, mentre il collegamento idraulico tra il collettore fognario (tubo in PVC Ø500) avverrà tramite un "tubo scolmatore" in PVC Ø315.

- **Fattibilità in relazione agli aspetti sismici**

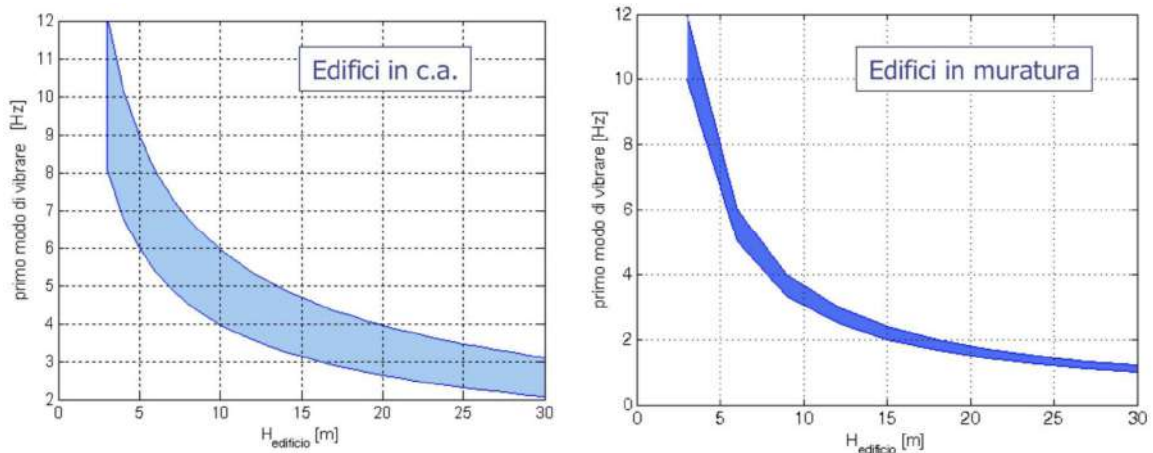
Nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, come nel caso in esame, le condizioni di fattibilità per la fase esecutiva prevedono la raccolta di dati bibliografici oppure di effettuare una specifica campagna di indagini geofisiche quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW (già effettuato in loco) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori,

geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse.

Nel caso in esame, essendo prevista la realizzazione di un edificio ricadente in classe di indagine 4 ai sensi del DPGR 36/R la categoria di suolo di fondazione dovrà essere determinata mediante indagine sismica in foro (down-hole o cono sismico)

L'indagine geofisica in sismica passiva effettuata in loco, articolatasi su nr 2 postazioni di misura, ha evidenziato in entrambi i casi un picco H/V di natura stratigrafica, con segnale stazionario e non direzionale, di entità media tra 3,4 e 3,9 alla frequenza di 1,25 e 1,28 Hz.

Secondo i grafici semplificati che mettono a confronto l'altezza di un edificio e la frequenza di risonanza del sito:



per frequenze dell'ordine di quelle rilevate (sotto 1,5Hz) non esisterebbe il potenziale rischio di fenomeni di doppia risonanza se non per edifici di altezza elevata.

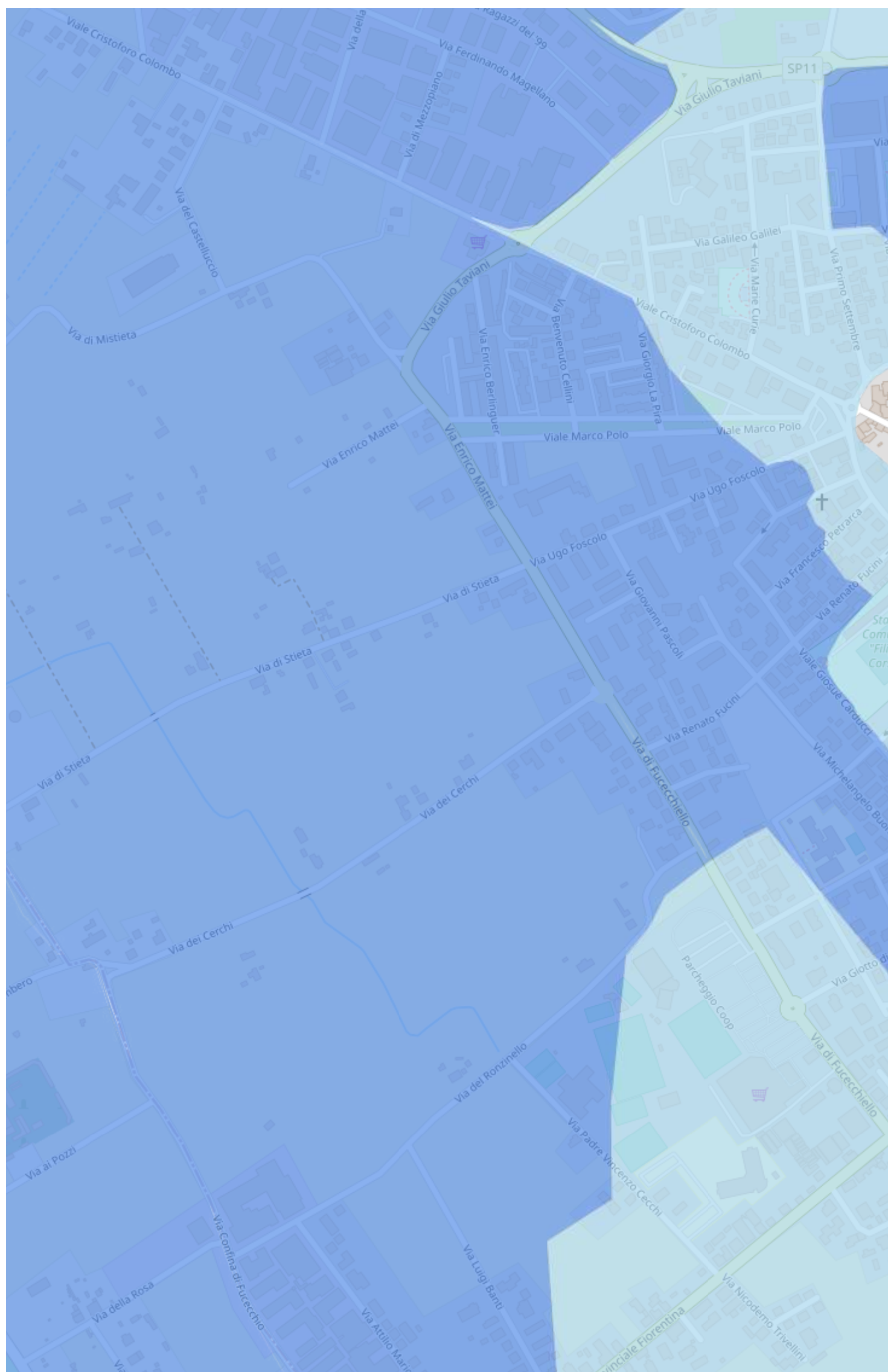
Nel rispetto di quanto sopra evidenziato si conclude che il Piano Attuativo in esame è fattibile dal punto di vista geologico.

Castel del Bosco, 31/05/2021

Il Geologo

APPENDICI

- Estratto da Google con ubicazione indagini
- Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica (tratta da PGRA - Bacino del fiume Arno)
- Carta Geologica
- Carta Litotecnica e dei Dati di Base
- Carta della Vulnerabilità idrogeologica
- Stralcio Carta di Pericolosità Geomorfologica (53/R.)
- Stralcio Carta di Pericolosità Idraulica (53/R.)
- Stralcio Carta di Pericolosità Sismica (53/R.)
- Planimetria generale stato di progetto
- Elaborati prove penetrometriche statiche CPT1 e CPT2
- Indagine geofisica in sismica passiva
- Indagine sismica MASW



PGRA Pericolosità costiera

- 1
- 2
- 3

PGRA Pericolosità fluviale

- 1
- 2
- 3

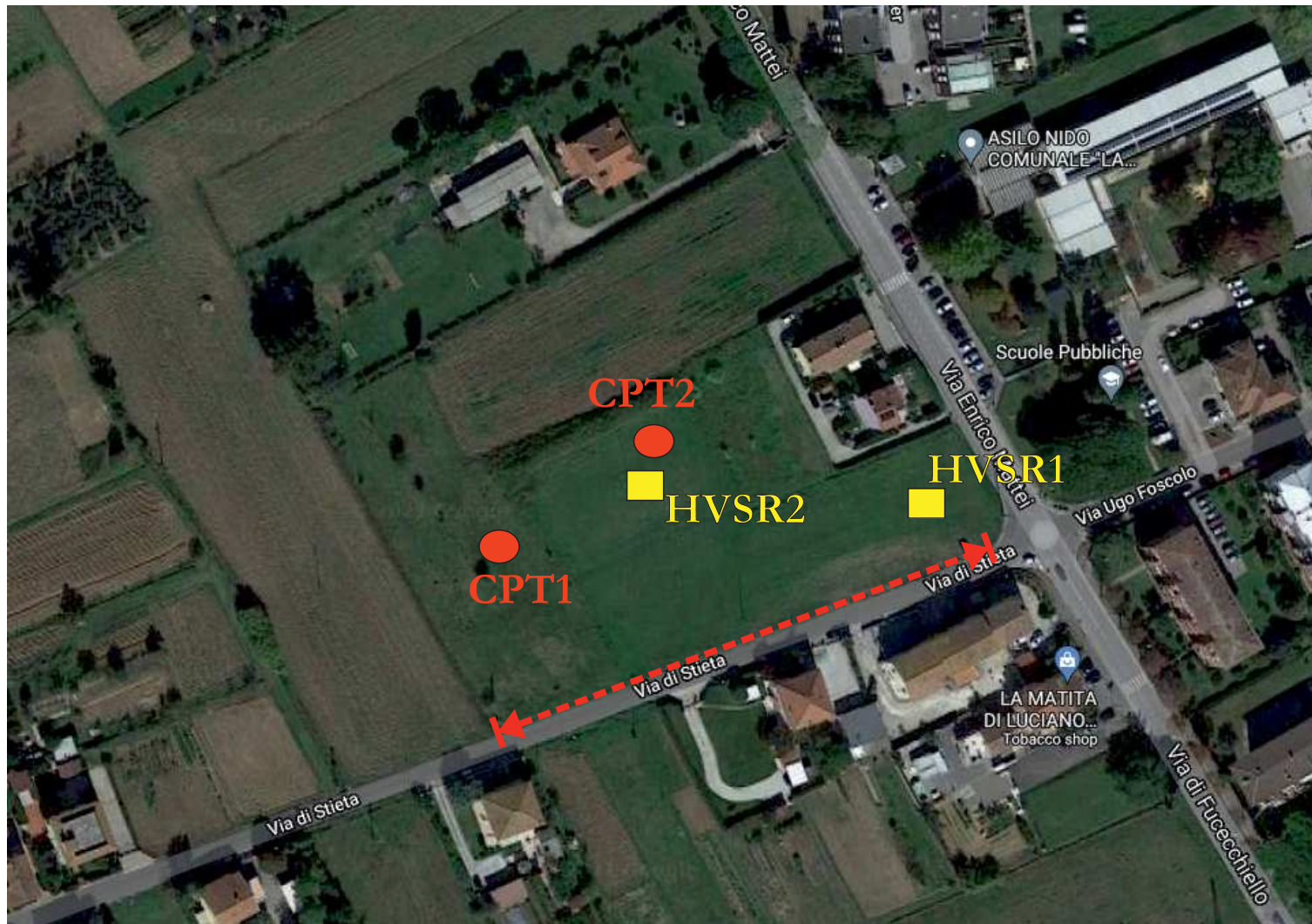
Reticolo idrografico principale



Limite Distretto Appennino Settentrionale



ESTRATTO DA GOOGLE CON UBICAZIONE INDAGINI



INDAGINE MASW

CPT1



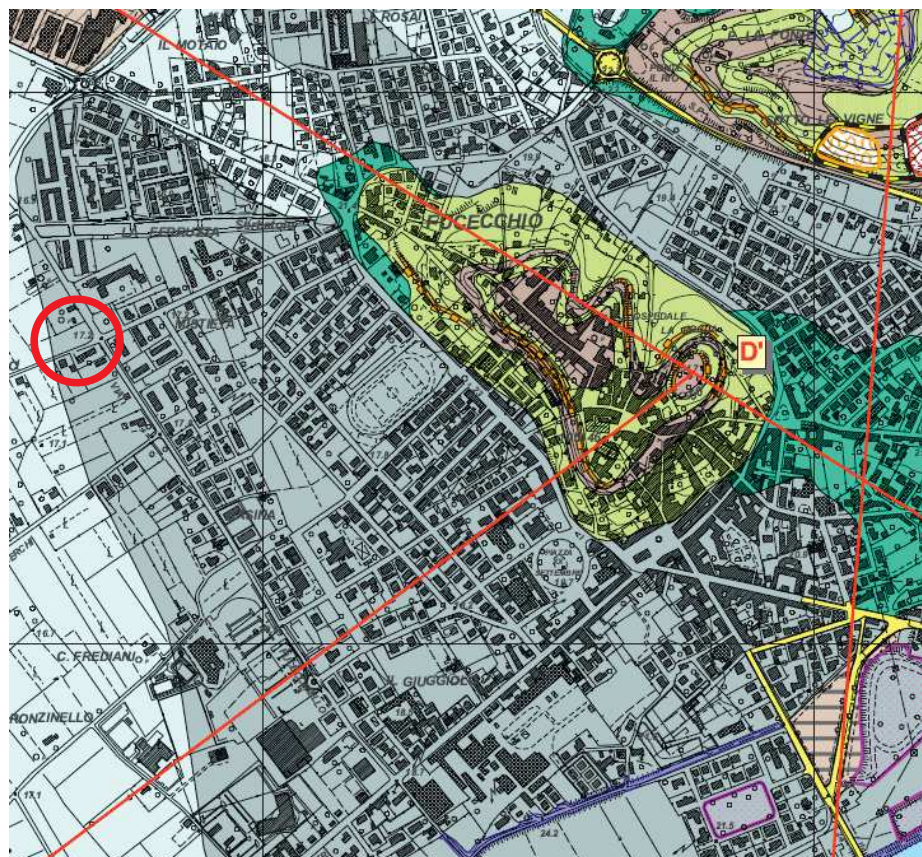
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

HVSR1



POSTAZIONI H/V

CARTA GEOLOGICA




 Area in oggetto


LEGENDA

Depositi Quaternari



Sedimenti delle aree golenali (Olocene)

 Limi e sabbie. Ambiente fluviale


Depositi lacustri e di colmata (Olocene)

 Sedimenti fini prevalentemente argillosi con abbondante presenza di torbe. Ambiente lacustre


Depositi alluvionali recenti (Olocene)

 Sedimenti a granulometria fine. Ambiente fluviale
 prevalentemente limoso sabbiosi nei primi 10-15 m dal p.d.c.


Depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene superiore - Olocene)

 Sabbie e limi con ciottoli e subordinatamente breccie. Ambiente fluviale



Depositi alluvionali del Bacino Cerbaie-Altopascio (Pleistocene medio)

 Sabbie e conglomerati, debolmente cementati, a cui si intercalano sottili e discontinui intervalli di argille grigie. Ambiente fluvio-lacustre

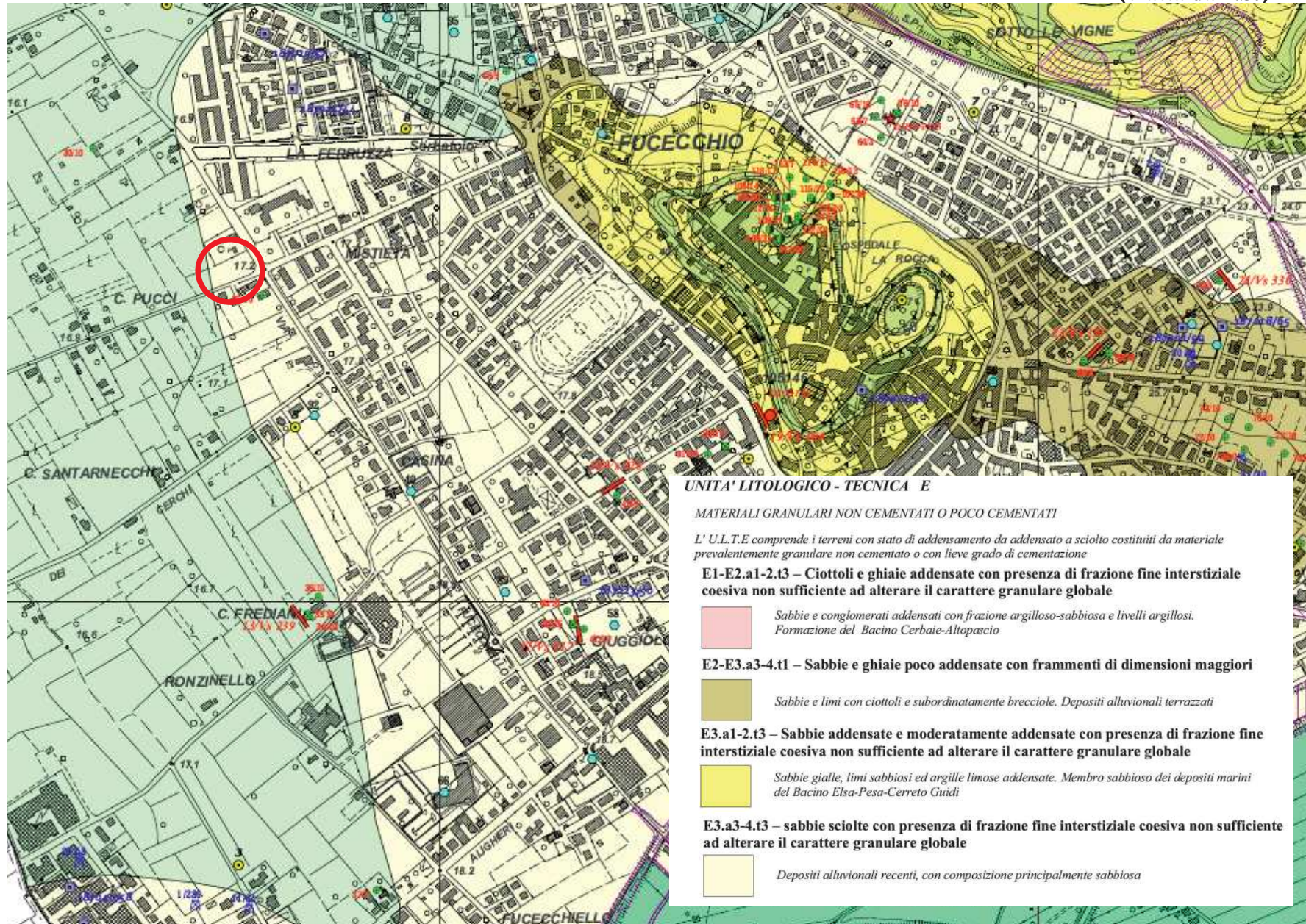
Depositi fluviali e lacustri del bacino di Lucca-Montecarlo-Vinci (?Rusciniano - Villafranchiano)

 Sabbie e argille di Marginone-Mastromarco. Sabbie gialle, limi sabbiosi ed argille limose con strutture sedimentarie (facies di canale e di piana alluvionale) ed associazione fossilifera di ambiente deposizionale fluviale e palustre. Nelle facies di canale sono presenti livelli conglomeratici, spesso cementati e con ciottoli prevalentemente carbonatici al cui interno si distinguono elementi della Falda Toscana

Depositi marini del bacino dell'Elsa - Pesa - Cerreto Guidi (Pliocene inf. medio)

 Argille e argille sabbiose con intercalazioni di sabbia e sabbia argillosa. in facies sabbioso limosa
 in facies argillosa

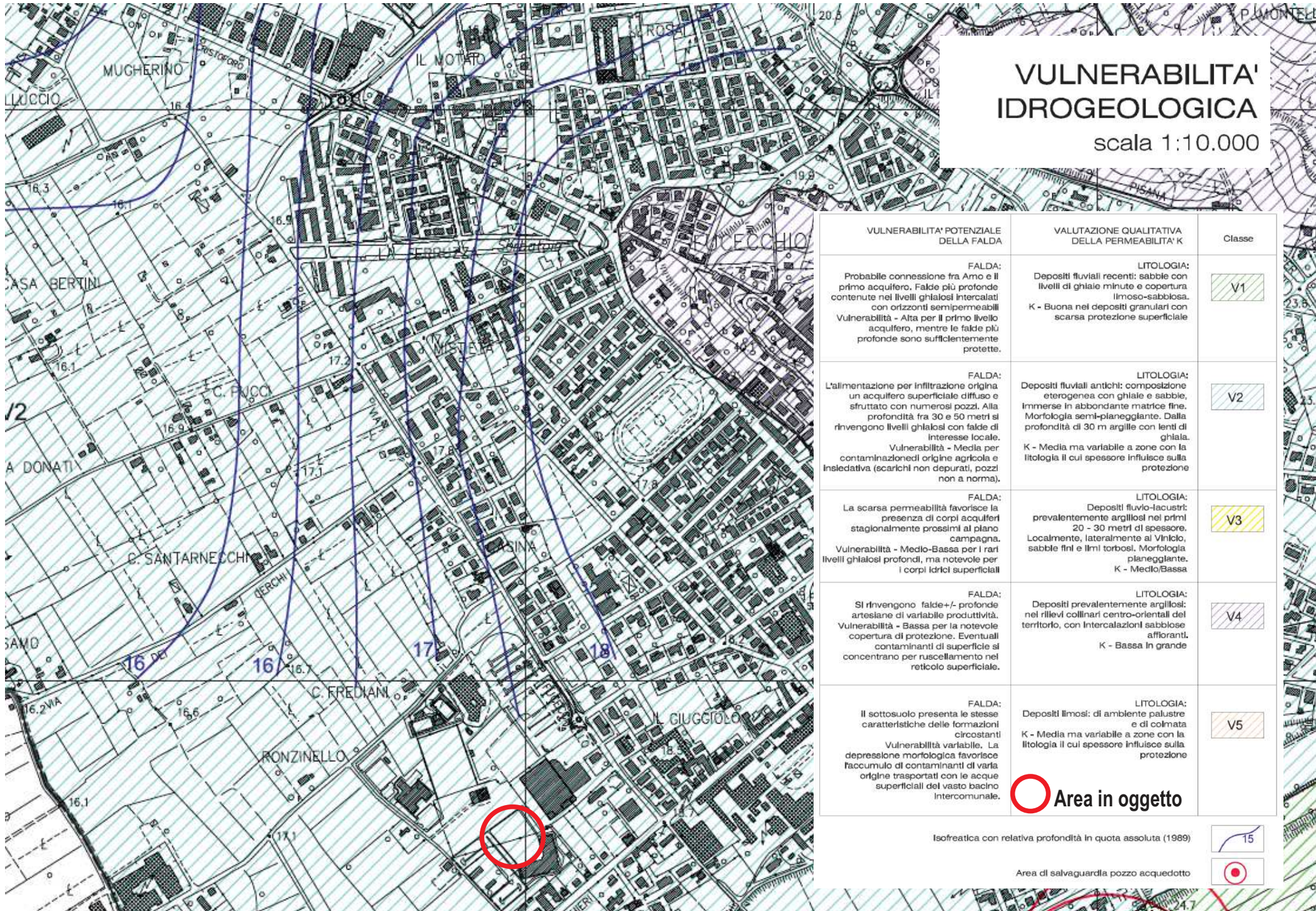
LITOLOGIA E DATI DI BASE (tratta da P.S.)



 Area in oggetto

VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

scala 1:10.000



VULNERABILITA' POTENZIALE DELLA FALDA	VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLA PERMEABILITA' K	Classe
<p>FALDA: Probabile connessione fra Arno e il primo acquifero. Falde più profonde contenute nei livelli ghiaiosi intercalati con orizzonti semipermeabili Vulnerabilità - Alta per il primo livello acquifero, mentre le falde più profonde sono sufficientemente protette.</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi fluviali recenti: sabbie con livelli di ghiale minute e copertura limoso-sabbiosa. K - Buona nei depositi granulari con scarsa protezione superficiale</p>	V1
<p>FALDA: L'alimentazione per infiltrazione origina un acquifero superficiale diffuso e sfruttato con numerosi pozzi. Alla profondità fra 30 e 50 metri si ritrovano livelli ghiaiosi con falde di interesse locale. Vulnerabilità - Media per contaminazioni di origine agricola e insediativa (scarichi non depurati, pozzi non a norma).</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi fluviali antichi: composizione eterogenea con ghiale e sabbie, immerse in abbondante matrice fine. Morfologia semi-pianeggiante. Dalla profondità di 30 m argille con lenti di ghiale. K - Media ma variabile a zone con la litologia il cui spessore influisce sulla protezione</p>	V2
<p>FALDA: La scarsa permeabilità favorisce la presenza di corpi acquiferi stagionalmente prossimi al piano campagna. Vulnerabilità - Medio-Bassa per i rari livelli ghiaiosi profondi, ma notevole per i corpi idrici superficiali</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi fluvio-lacustri: prevalentemente argillosi nei primi 20 - 30 metri di spessore. Localmente, lateralmente al Vinicio, sabbie fini e limi torbosi. Morfologia pianeggiante. K - Medio/Bassa</p>	V3
<p>FALDA: Si ritrovano falde +/- profonde artesiane di variabile produttività. Vulnerabilità - Bassa per la notevole copertura di protezione. Eventuali contaminanti di superficie si concentrano per ruscellamento nel reticolo superficiale.</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi prevalentemente argillosi: nei rilievi collinari centro-orientali del territorio, con intercalazioni sabbiose affioranti. K - Bassa in grande</p>	V4
<p>FALDA: Il sottosuolo presenta le stesse caratteristiche delle formazioni circostanti Vulnerabilità variabile. La depressione morfologica favorisce l'accumulo di contaminanti di varia origine trasportati con le acque superficiali del vasto bacino intercomunale.</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi limosi: di ambiente palustre e di colmata K - Media ma variabile a zone con la litologia il cui spessore influisce sulla protezione</p>	V5

 Area in oggetto

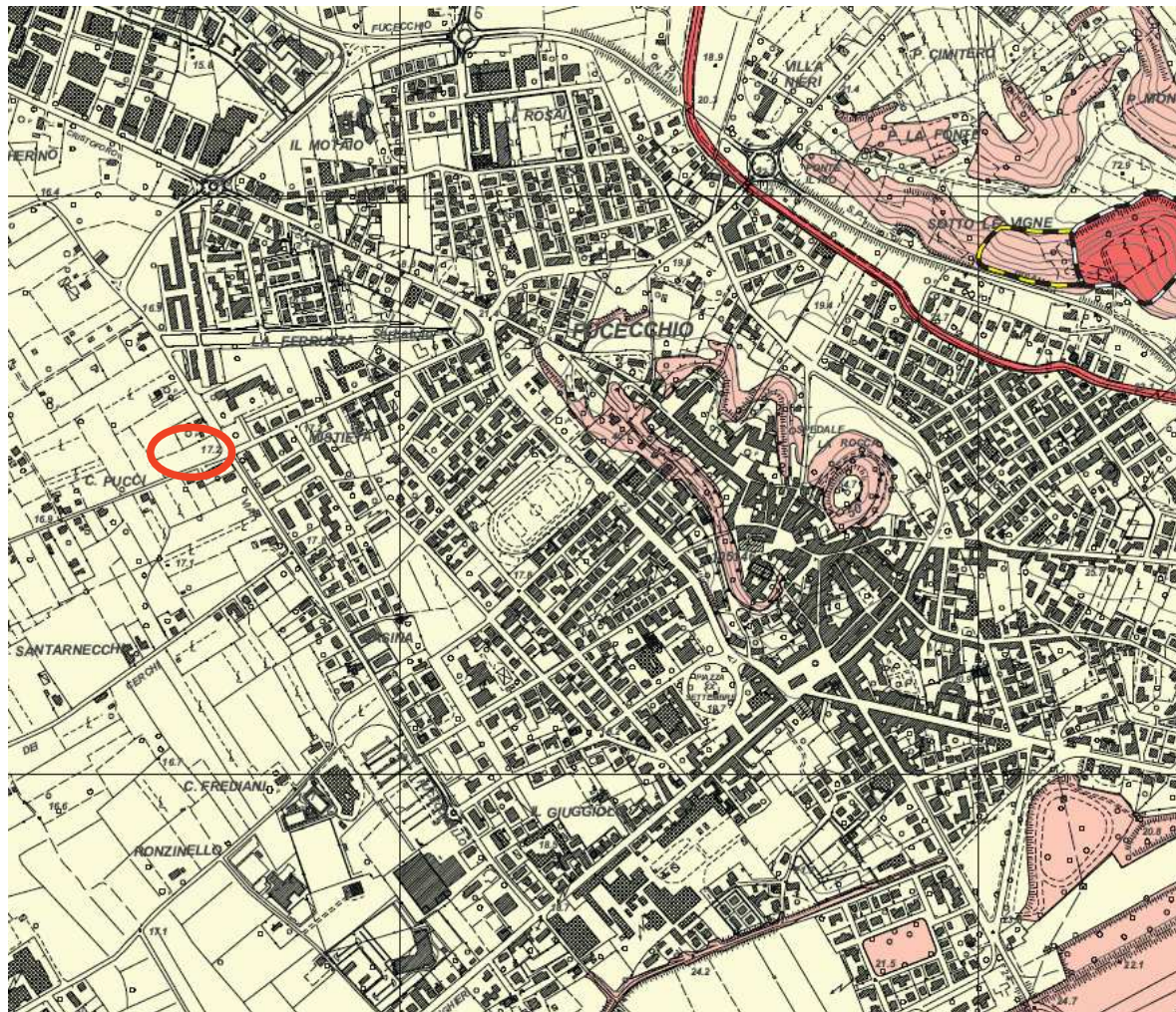
Isofreatica con relativa profondità in quota assoluta (1989)



Area di salvaguardia pozzo acquedotto



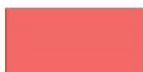
Carta della Pericolosità Geologica Nord, ai sensi del D.P.G.R. 53/r e del PAI Bacino Arno



 AREA IN ESAME

Classi di pericolosità ai sensi del D.P.G.R. N° 53/R

G.4 - Pericolosità Geologica Molto Elevata



Are in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza.
Sono inoltre compresi i corsi d'acqua, i laghi e la depressione del Padule

G.3 - Pericolosità Geologica Elevata



Are in cui sono presenti fenomeni quiescenti;
aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia,
alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado
di carattere antropico;
aree interessate da fenomeni erosivi;
aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche

G.2 - Pericolosità Geologica Media



Are con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione
risulta una bassa propensione al dissesto.

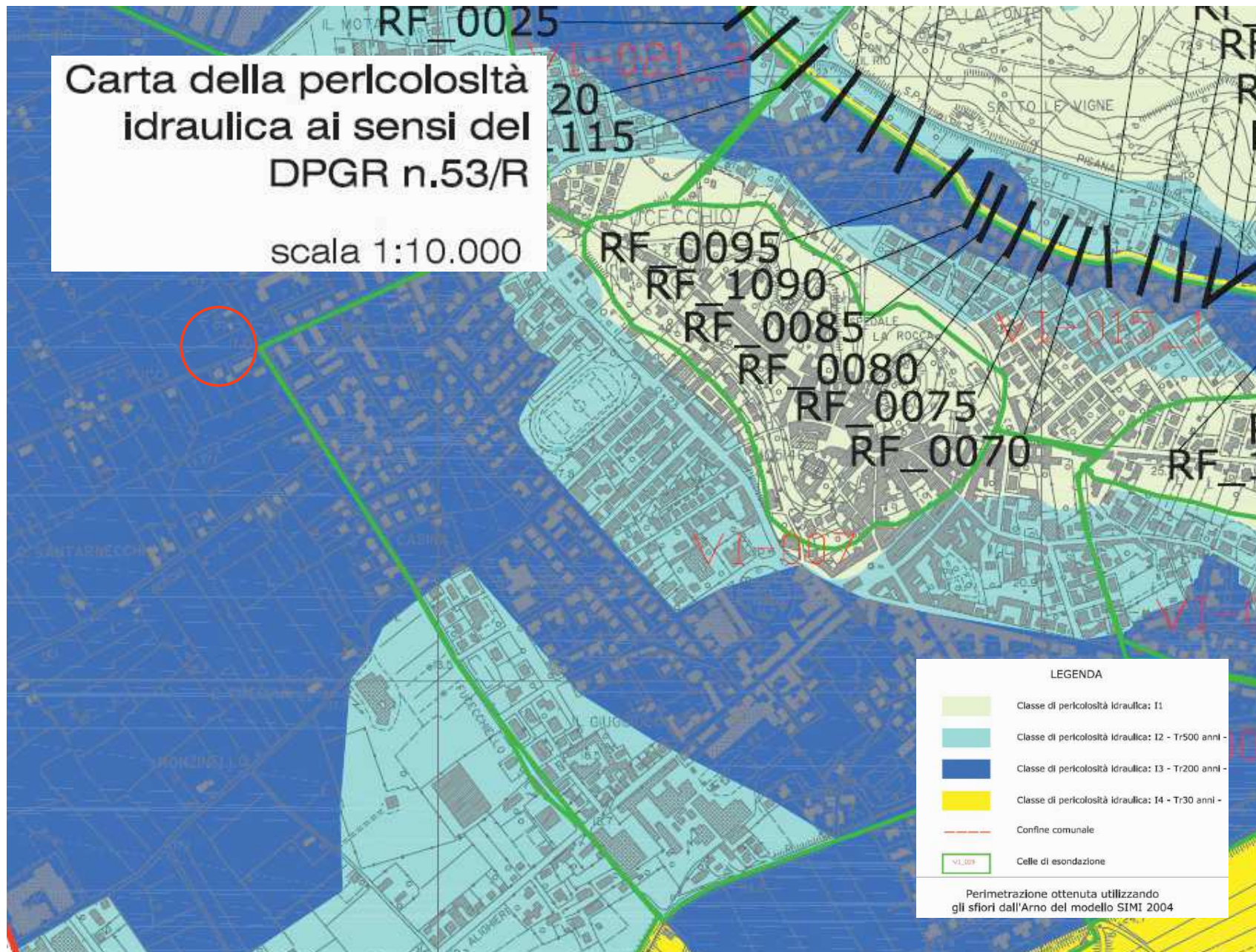
G.1 - Pericolosità Geologica Bassa



Are in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali
non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

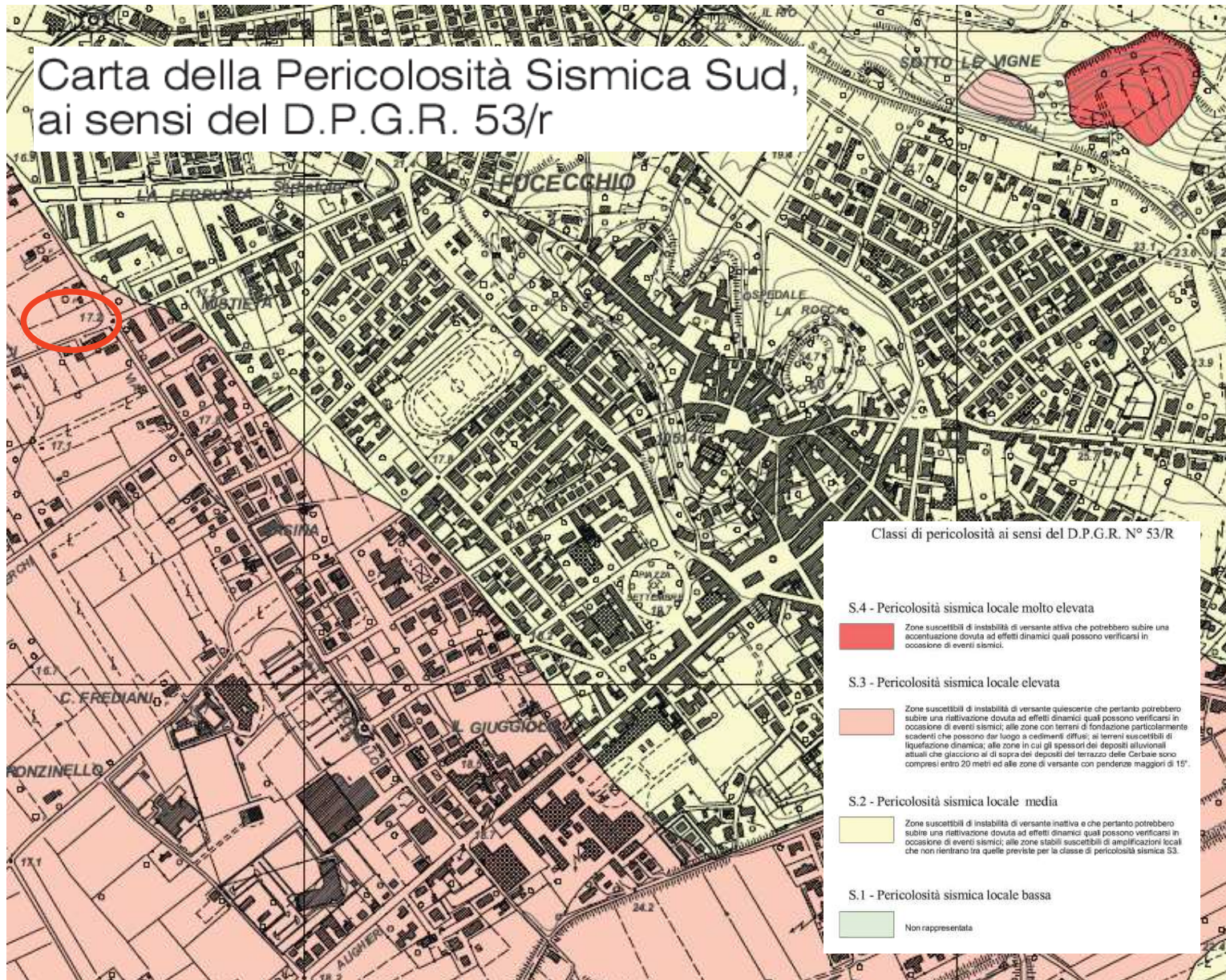
Carta della pericolosità
idraulica ai sensi del
DPGR n.53/R

scala 1:10.000



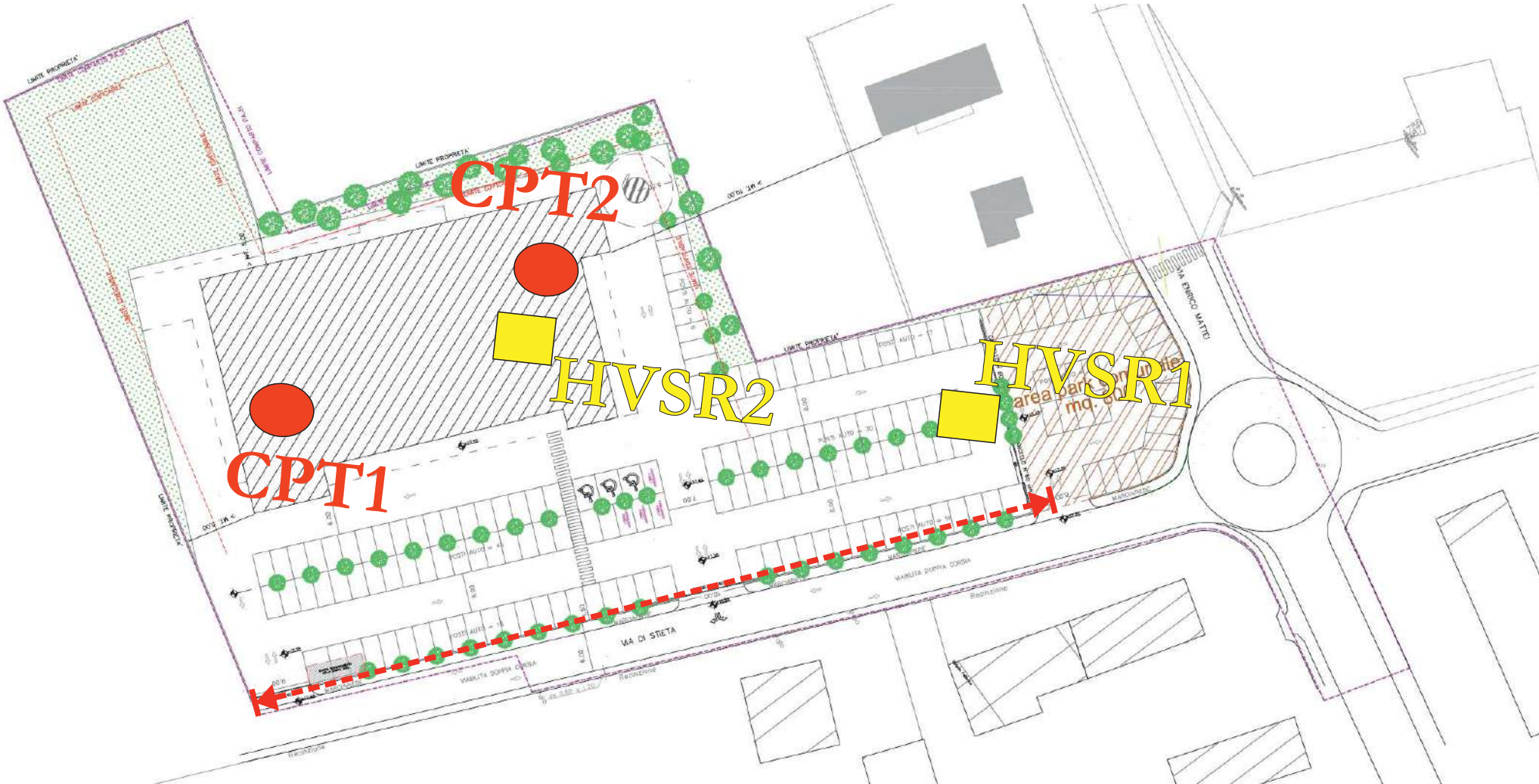
AREA IN ESAME

Carta della Pericolosità Sismica Sud, ai sensi del D.P.G.R. 53/r



 AREA IN ESAME

PLANIMETRIA GENERALE



 INDAGINE MASW

CPT1
 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

HVSR1
 POSTAZIONI H/V



Andrea Casella Geologo

Piazza Berlinguer 38, 56017 Metato (San Giuliano Terme - PI)

INDAGINE GEOFISICA IN SISMICA PASSIVA
SU UN'AREA POSTA IN FUCECCHIO (FI)
VIA DI STIETA

Comm.te: Dr. Geol. P. Giani

MAGGIO 2020



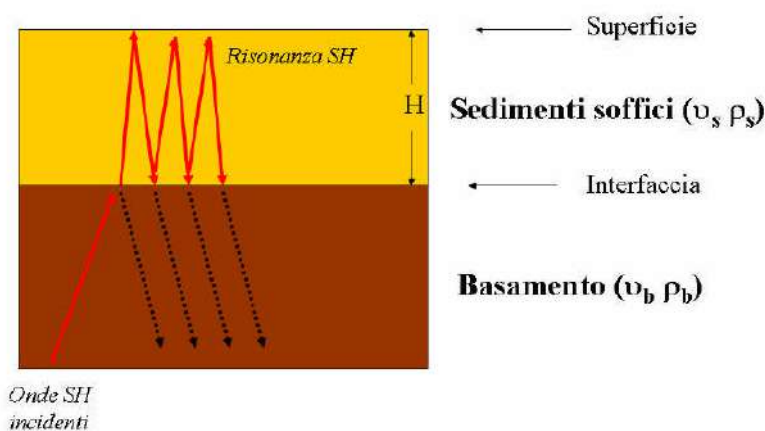
INDAGINE GEOFISICA IN SISMICA PASSIVA SU UN'AREA POSTA IN FUCECCHIO (FI) VIA DI STIETA.

GENERALITÀ

La sismica passiva studia il microtremore sismico ambientale (rumore sismico), sfruttando il fatto che il "rumore", pur non recando l'informazione relativa alla sua sorgente, risulta sensibile alla locale struttura presso la stazione di misura. La strumentazione per eseguire misure di sismica passiva può operare in spazi ridotti, non necessita di energizzazioni e permette di indagare profondità molto elevate; i tempi di esecuzione sono relativamente bassi.

Il rumore sismico ambientale deriva dalla composizione di molte sorgenti che agiscono in tempi diversi e in zone diverse. Nel campo del rumore sono rappresentate sia onde di volume (fronte d'onda sferico) sia onde di superficie (fronte d'onda cilindrico), ma le onde di superficie hanno carattere dominante, perché caratterizzate da minore attenuazione.

Quando fra 2 superfici esiste una variazione significativa dell'impedenza acustica si ha il fenomeno della *risonanza*, che deriva dall' "intrappolamento" di energia sismica (essenzialmente delle fasi SH) all'interno delle coperture, ovvero fra la superficie e un basamento rigido qui inteso come una formazione "caratterizzata da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti".



Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla legge :

$$f = n \frac{V_s}{4H} \quad n = 1, 3, 5, \dots$$

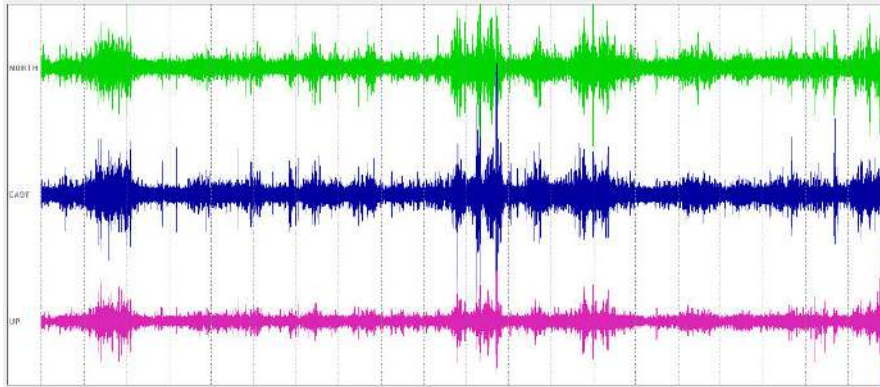
dove n indica l'ordine del modo di vibrare (fondamentale, primo superiore ecc.), V_s è la velocità delle onde di taglio nello strato oggetto di risonanza e H è lo spessore di detto strato.

Nella maggior parte dei casi, a causa dell'attenuazione delle coperture, il solo modo visibile è il fondamentale.

Le registrazioni in campagna vengono effettuate mediante un *tromografo*, che consiste in un'apparecchiatura che riunisce una terna di sensori velocimetrici orientati su tre direzioni

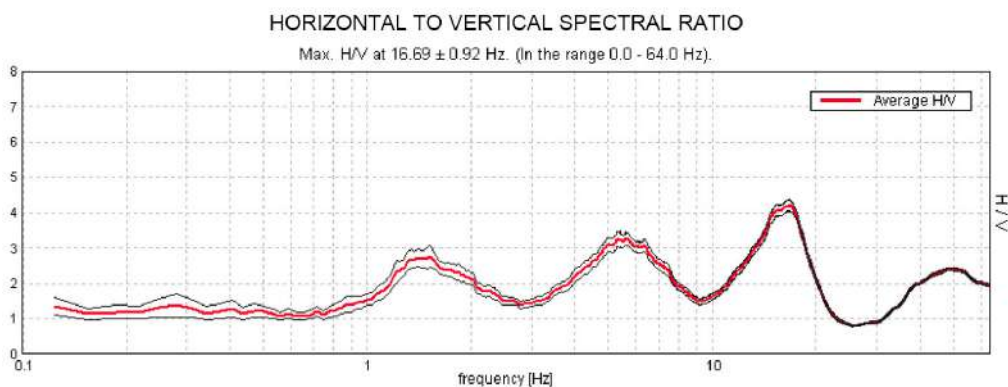
ortogonali:

- 2 nella componente orizzontale dello spostamento (tra loro ortogonali) per misure su suoli ordinariamente corrispondenti alle direzioni NS ed EW;
- 1 nella componente verticale (up-down).



I diagrammi relativi a tali registrazioni vengono elaborati attraverso la determinazione dell'intensità del segnale in sottofinestre di determinata durata, e trasformati in spettri H/V .

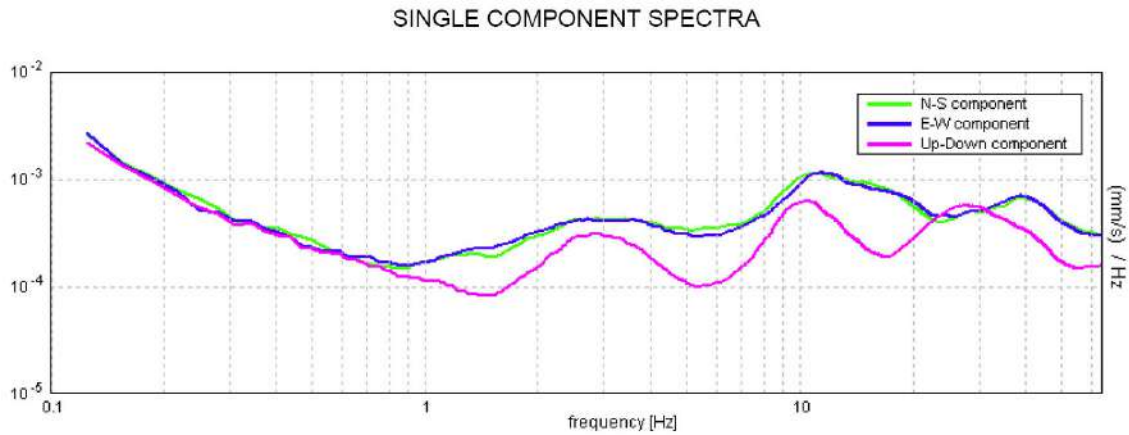
Nella pratica si utilizza il rapporto H/V perché è un buon normalizzatore e un buon estimatore delle frequenze di risonanza dei terreni; i valori assoluti degli spettri orizzontali e verticali variano infatti con il livello assoluto del rumore ambientale, mentre la forma dello spettro e in particolare il rapporto tra le ampiezze orizzontale e verticale si mantiene più stabile, e per il suo carattere stocastico mostra caratteristiche correlabili con la struttura locale del suolo. Alle frequenze caratteristiche di vibrazione dei suoli corrisponde infatti un decremento del segnale della componente verticale, che determina un picco nel rapporto spettrale rappresentato dal grafico seguente.



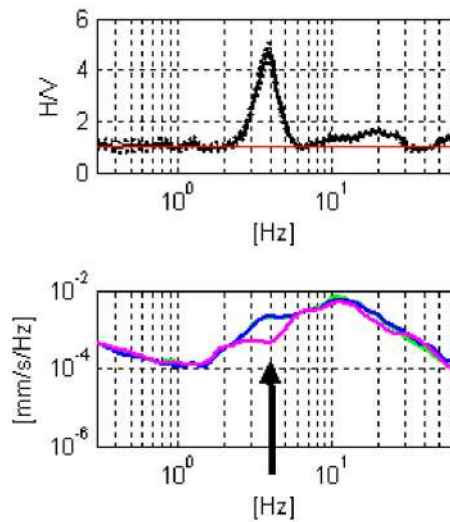
In un mezzo senza contrasti di impedenza (es. un ammasso roccioso sano) la curva H/V risulta teoricamente piatta e con valore medio tra 0,7 e 1,0 (in funzione del modulo μ).

La presenza di un picco nella curva H/V può essere data da un fenomeno di *risonanza*, causato da una variazione di velocità delle onde sismiche nel terreno, e quindi da passaggi stratigrafici caratterizzati da un notevole contrasto tra le velocità sismiche stesse.

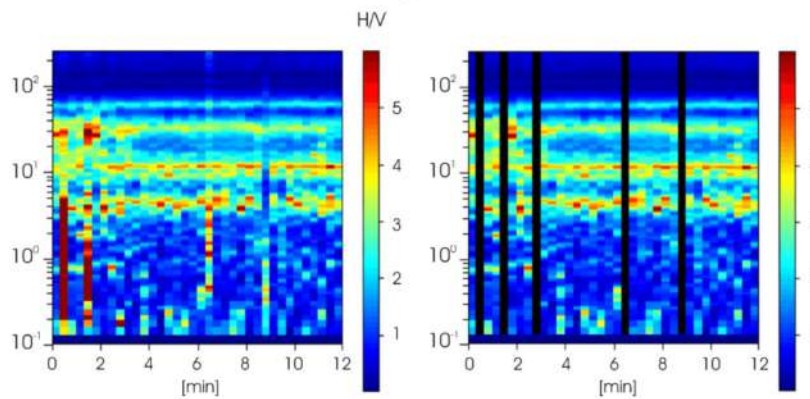
Dato che tali picchi su H/V possono essere dovuti anche ad artefatti e transienti, H/V deve essere sempre analizzato alla luce degli spettri delle singole componenti.



Un picco di natura stratigrafica (e non artefattuale) presenta un minimo locale della componente spettrale verticale, mentre picchi spettrali (di solito aguzzi) su tutte le 3 componenti del moto sono di origine antropica.



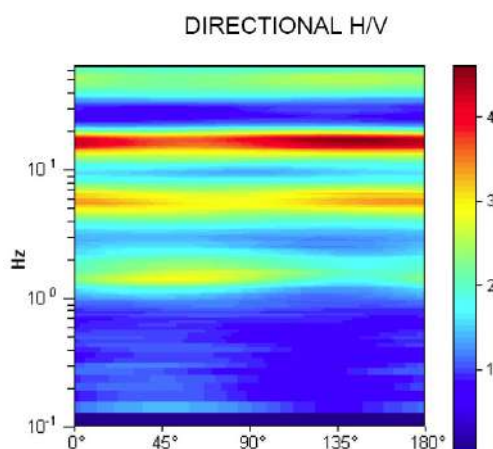
L'elaborazione degli spettri H/V comporta quindi un'analisi ragionata dei vari picchi, uno *smoothing* e una valutazione sugli spettri nelle varie "finestre" di tempo in cui è stata suddivisa l'acquisizione, in modo da poter eventualmente rimuovere gli intervalli di misura caratterizzati da disturbi.



Di solito è consigliabile effettuare le correzioni nel dominio delle frequenze, e non operare nel dominio del tempo, in quanto in tale contesto non è agevole identificare quali perturbazioni

siano relative ad artefatti e transienti.

Altro aspetto importante da considerare è la *stabilità direzionale* del segnale, che è un elemento a favore della valenza stratigrafica del picco analizzato.



PROSPEZIONE IN OGGETTO

La prospezione è stata effettuata mediante l'utilizzo di uno strumento TROMINO® della *Micromed Geophisics*, espressamente progettato per misure di microtremore.



TROMINO® è uno strumento efficiente per la misura del rumore sismico; presenta ridotte dimensioni e peso, e bassissimo consumo di energia. L'alta risoluzione dell'elettronica digitale impiegata consente di ottimizzare la misura del microtremore nell'intervallo di frequenze compreso fra 0.1 e 200 Hz; i sensori sono costituiti da una terna di velocimetri smorzati criticamente che trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore a dinamica non inferiore a 23 bit. Le caratteristiche progettuali consentono una accuratezza relativa maggiore di 10^{-4} sulle componenti spettrali al di sopra di 0.1 Hz; l'assenza di cavi esterni consente inoltre di lasciare virtualmente imperturbato il campo d'onda presente nell'ambiente.

Lo strumento dispone di tre canali analogici connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alta risoluzione disposti secondo tre direzioni ortogonali. Il moto del terreno viene amplificato, convertito in forma digitale, organizzato e salvato su una memoria digitale di tipo Flash.

I dati registrati da *TROMINO*® possono essere scaricati, organizzati, archiviati, visualizzati e analizzati tramite il programma *Grilla* fornito assieme allo strumento. Esso include inoltre procedure per l'analisi spettrale di base e per l'analisi *HVSR* anche secondo le direttive fornite dal progetto di ricerca europeo *SESAME*.

* * *

L'area di indagine si inquadra nell'ambito di una zona pianeggiante, alla periferia NW dell'abitato di Fucecchio; è attualmente a prato e vegetazione spontanea.

La prospezione in oggetto si è articolata su 2 postazioni di misura (vedere schede relative), nelle quali è stata effettuata una rilevazione del microtremore sismico ambientale con le seguenti modalità:

- durata dell'acquisizione pari a 20' ;
- suddivisione dell'acquisizione stessa in "finestre" temporali di 20" ;
- frequenza di campionamento pari a 128 Hz.

Lo strumento è risultato abbastanza lontano da fonti di rumore tali da ostacolare e/o obliterare una corretta acquisizione dei segnali. Le schede illustrano la posizione di dettaglio dei punti di misura, da foto-sat/CTR e da documentazione fotografica, con le caratteristiche descrittive del sito di indagine.

CRITERI DI ANALISI DELLE MISURE

Il dato di campagna è stato trattato con una procedura di analisi consistente in:

- lisciamento "finestra triangolare" al 12%
- analisi temporale dell'intero spettro (0-64 Hz) in sottofinestre di 20 s
- analisi direzionale con step di 5°.

Una volta effettuata una prima elaborazione del dato è stata effettuata una selezione per eliminazione delle sottofinestre temporali contenenti sollecitazioni transienti.

CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE

Le misure sono soggette alle valutazioni sulla "robustezza" statistica del dato secondo i criteri del protocollo *SESAME*, automaticamente inserito nel report, secondo quanto accennato al paragrafo precedente.

Nell'interpretare la tabella SESAME di significatività dei picchi H/V bisogna considerare che ogni sito può generare più di una risonanza, e che non esiste una risonanza fondamentale in assoluto.

- *I primi 3 criteri della tabella dicono se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata. E' opportuno che questi 3 criteri siano tutti soddisfatti; se così non fosse, tipicamente è necessario rianalizzare la registrazione aumentando il parametro WINDOW SIZE.*
- *I secondi 6 criteri della tabella dicono se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile (preferibilmente almeno 5 su 6) ma si ricordi che eventuali NO su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male ma implicano che non ci sono picchi significativi. Ad esempio una registrazione su roccia "sana" darebbe NO su tutti questi criteri.*

Un'ulteriore classificazione dei risultati può essere effettuata tenendo conto dei criteri adottati nello studio di "Microzonazione Sismica per la ricostruzione dell'area Aquilana" a cura del Dipartimento della Protezione Civile, e finalizzati a una valutazione più generale, e più restrittiva, della qualità del dato acquisito, secondo i seguenti parametri:

- *stazionarietà del segnale nel campo dello sviluppo temporale dello spettro*
- *isotropia del segnale nel campo dello sviluppo direzionale dello spettro*

- presenza di rumore elettromagnetico, con particolare riferimento al campo di frequenza di eventuali picchi
- plausibilità fisica del picco
- robustezza statistica del picco (comprensiva dei primi 3 criteri SESAME)
- durata della misura.

Le misure sono classificabili:

- in CLASSE A di qualità quando soddisfano tutti i criteri, fatta eccezione per gli spettri piatti che ovviamente disattendono i criteri SESAME per assenza di picchi significativi;
- in CLASSE B quando ne disattendono almeno uno ma mantengono buona leggibilità;
- in CLASSE C quando contengono elementi di disturbo invalidanti ai fini della corretta interpretazione.

Nel primo caso le misure sono utilizzabili anche da sole, nel secondo caso sono utilizzabili con cautela e unitamente ad altre misure effettuate nell'ambito della lunghezza d'onda di interesse, nel terzo caso vanno scartate. Limitatamente ai primi due casi sono poi definite le sottoclassi 1 e 2 in base alla presenza o meno di un picco chiaro.

* * *

Come si osserva nei report allegati, si ha in entrambi i casi un "picco" H/V di natura stratigrafica, con segnale stazionario e non direzionale, di entità media fra 3,4 e 3,9 , alla frequenza di 1,25/1,28 Hz. Entrambi i picchi soddisfano tutte le condizioni SESAME.

L'entità di H/V è tale da far presupporre che i due picchi corrispondano a contrasti di velocità sismiche significativi.

ALLEGATI :

- scheda relativa alla postazione di misura n. 1
- scheda relativa alla postazione di misura n. 2
- report elaborazione dei dati postazione 1
- report elaborazione dei dati postazione 2

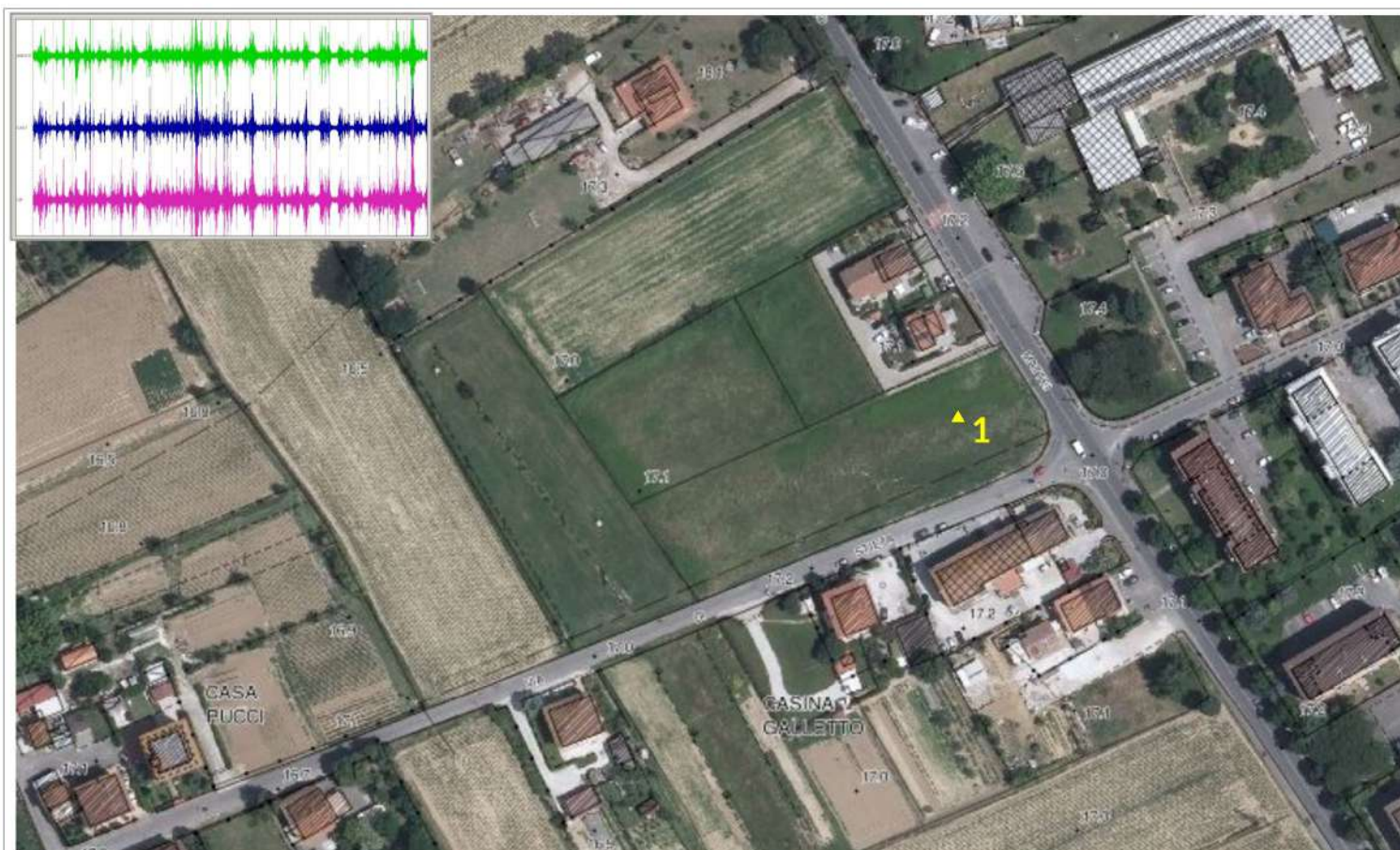
San Giuliano T.me, 19.05.2020



INDAGINE HVSR LOC. FUCECCHIO, VIA DI STIETA - POSTAZ. 1



documentazione fotografica



ubicazione su fotosat / CTR scala 1:2.000

coordinate: 43° 43' 51.1" N - 10° 47' 45.5" E

orientazione strumento : N

contesto globale : zona pianeggiante periferica

contesto locale : prato

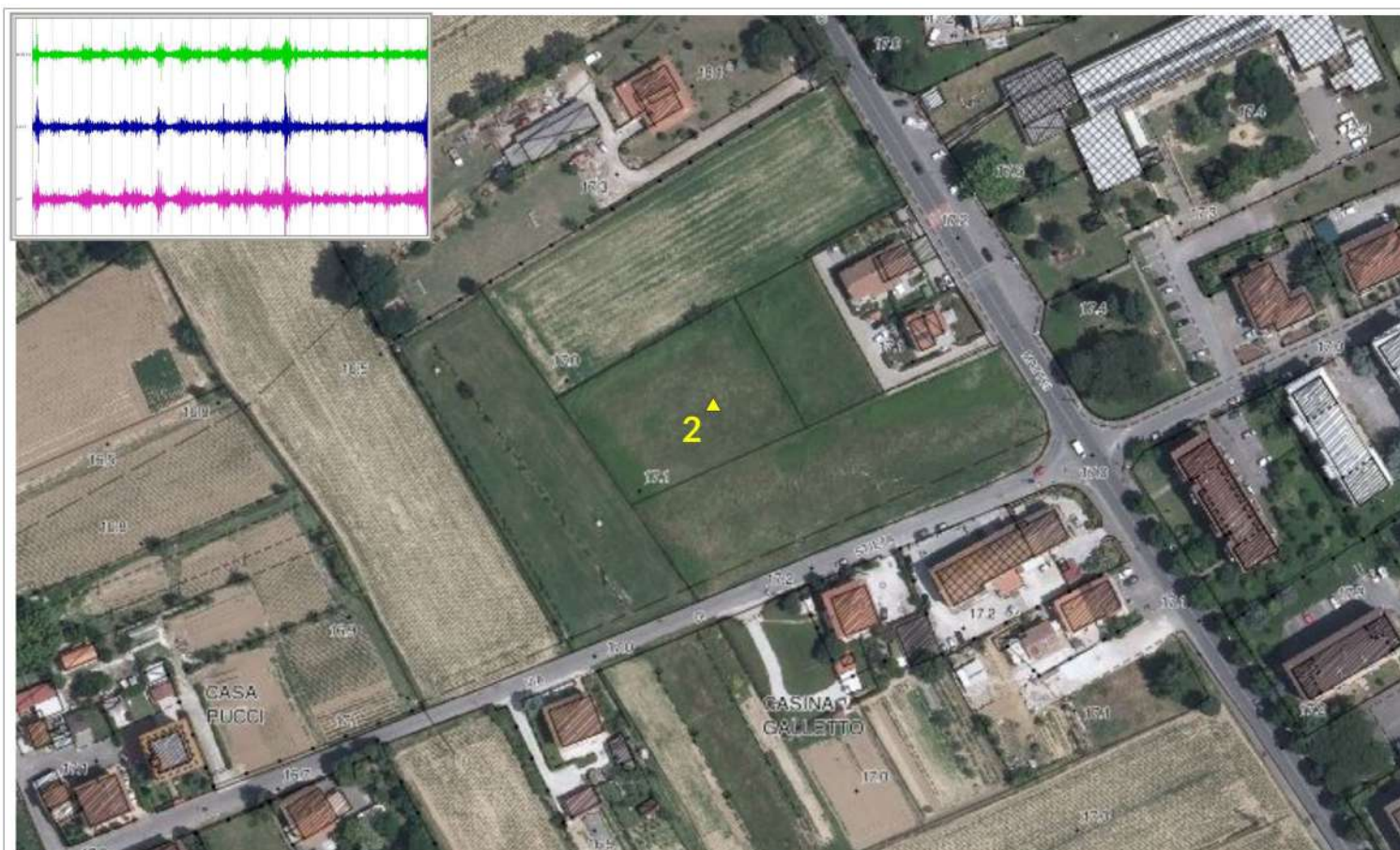
condizioni climatiche : nuvoloso, assenza di vento

rumori/disturbi : traffico intermittente nelle vicine strade

INDAGINE HVSR LOC. FUCECCHIO, VIA DI STIETA - POSTAZ. 2



documentazione fotografica



ubicazione su fotosat / CTR scala 1:2.000

coordinate: 43° 43' 51.1" N - 10° 47' 42.4" E

orientazione strumento : N

contesto globale : zona pianeggiante periferica

contesto locale : prato, vegetazione spontanea

condizioni climatiche : nuvoloso, assenza di vento

rumori/disturbi : traffico intermittente nelle vicine strade

REPORT INDAGINE HVSR FUCECCHIO, VIA DI STIETA – POSTAZIONE 1

Strumento: TRZ-0158/01-11

Inizio registrazione: 19/05/20 14:37:13 Fine registrazione: 19/05/20 14:57:12

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

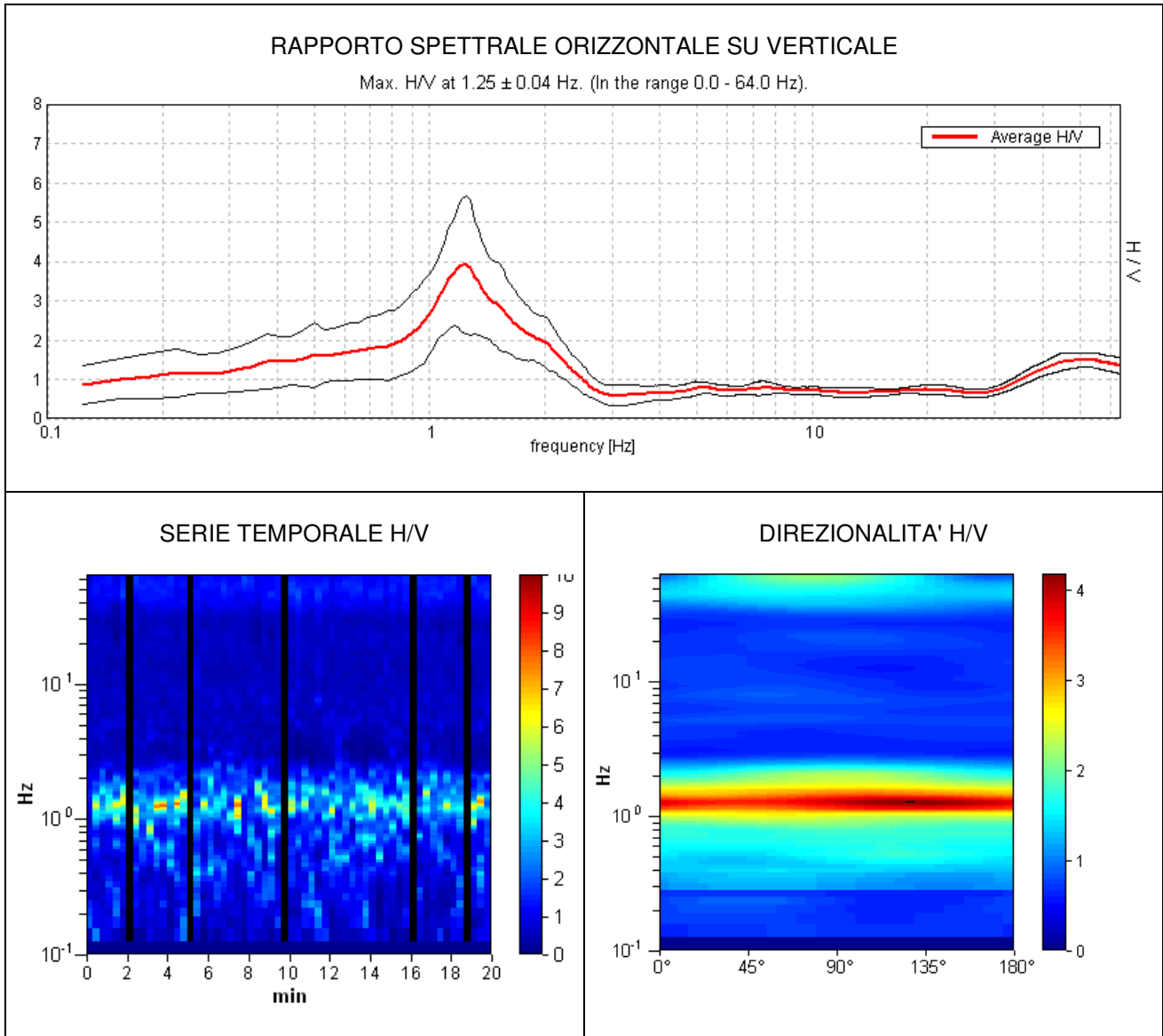
Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

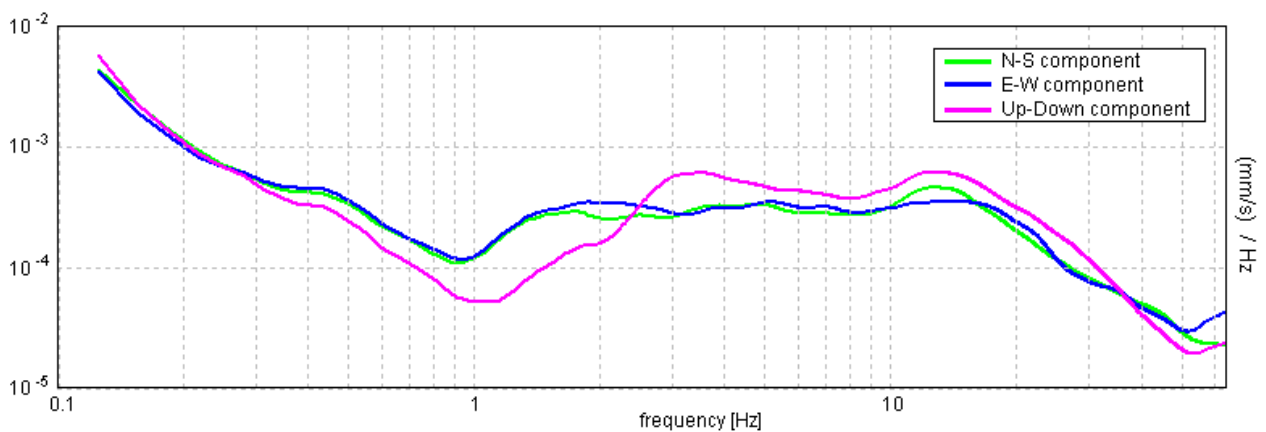
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window Lisciamento: 12%



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 1.25 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1375.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.813 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.0 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.92 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01616 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0202 < 0.125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8703 < 1.78$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

REPORT INDAGINE HVSR FUCECCHIO, VIA DI STIETA – POSTAZIONE 2

Strumento: TRZ-0158/01-11

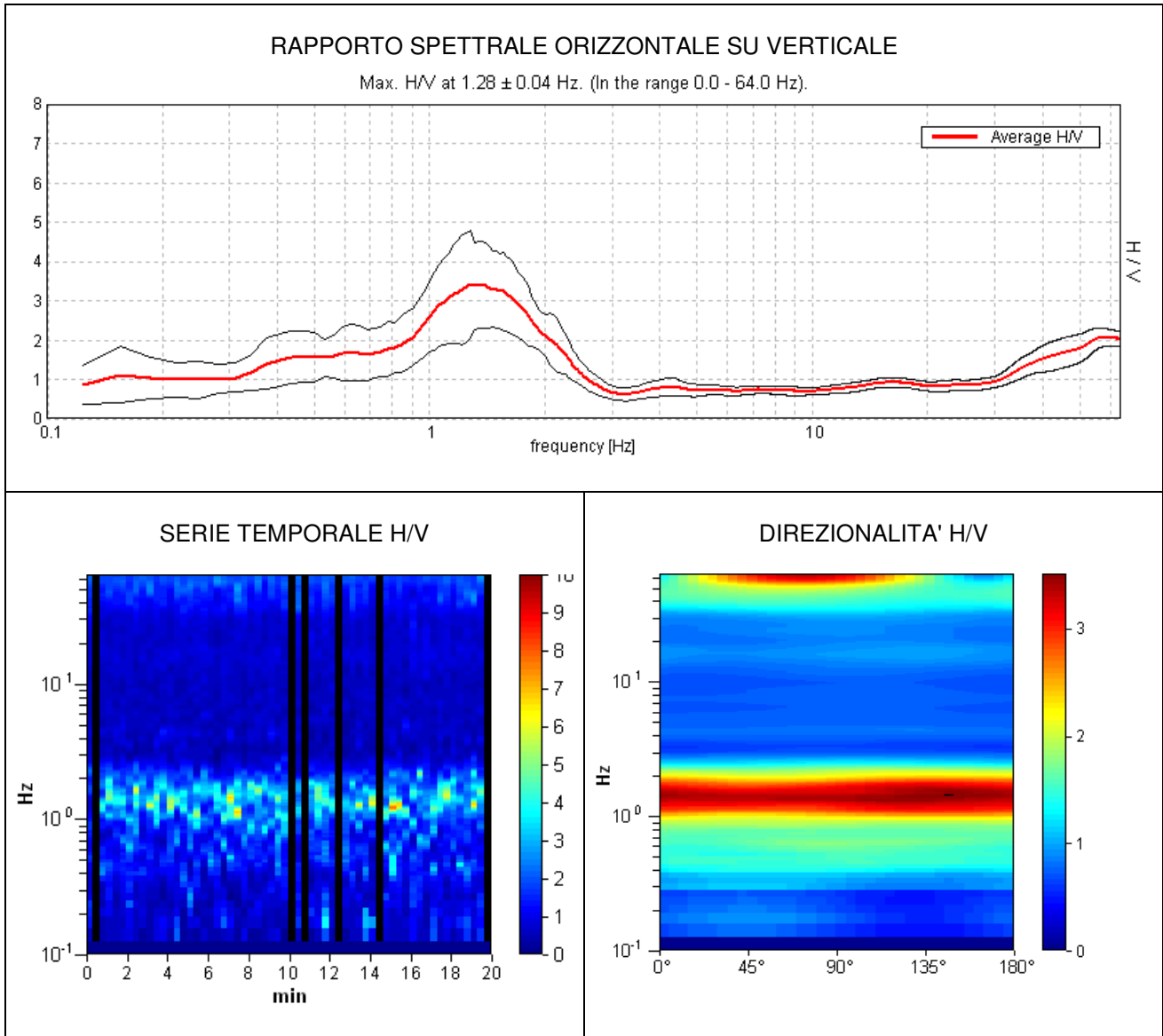
Inizio registrazione: 19/05/20 15:02:41 Fine registrazione: 19/05/20 15:22:40

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

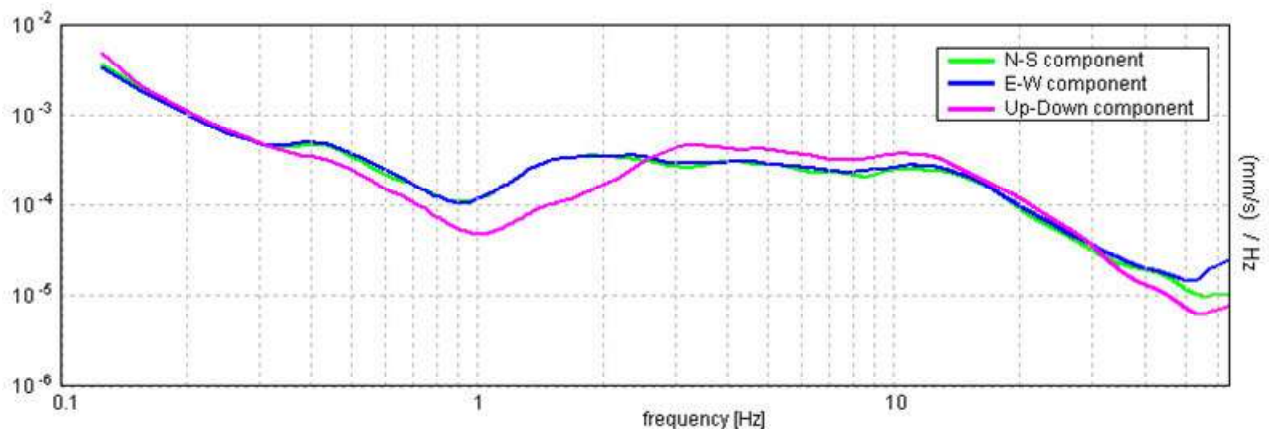
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window Lisciamento: 12%



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 1.28 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.28 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1383.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 62	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.75 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.42 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01586 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02032 < 0.12813$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6697 < 1.78$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

PENETRATIO s.n.c.

di Lotti Giuseppe e Giani Paolo

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

COMUNE DI FUCECCHIO

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W. ESEGUITA
IN LOC. FUCECCHIO VIA DI STIETA**



~~~~~

MAGGIO 2021

COMMITTENTE: EUROSPIN TIRRENICA

INDICE

1 PREMESSE.....	3
2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH.....	3
3 IL METODO M.A.S.W.....	5
4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE	6
5 INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	7

ALLEGATI:

- *Grafici "common-shot gather", spettro di velocità, e profilo verticale onde S*
- *Report di calcolo*

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W. ESEGUITA
IN LOC. FUCECCHIO VIA DI STIETA**
~~~~~

1 PREMESSA

La presente relazione descrive i risultati della prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) eseguita in Via di Stieta nel comune di Fucecchio.

L'indagine M.A.S.W. è stata condotta con l'obiettivo di determinare il parametro VSeq, necessario al fine della classificazione dei suoli, per la definizione dell'azione sismica di progetto, volendo procedere secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH

Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 1) e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera.

L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a $0.92V_s$.

In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e $0.92 V_s$.

La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).

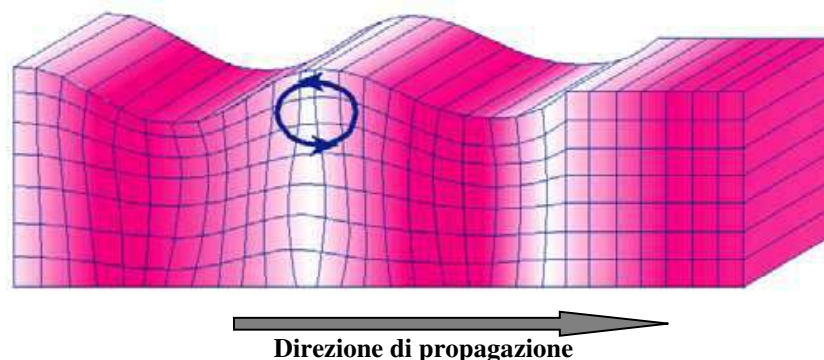


Fig. 1 - Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto al senso di propagazione dell'onda.

La determinazione della velocità delle onde di taglio V_S tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla V_p e dalla densità, è funzione innanzitutto della V_s , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018, mentre la velocità delle onde P misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde S è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde P , risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. In caso di variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale si propaga a una diversa velocità (velocità di fase) che a sua volta corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda. (Fig. 2)

Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.

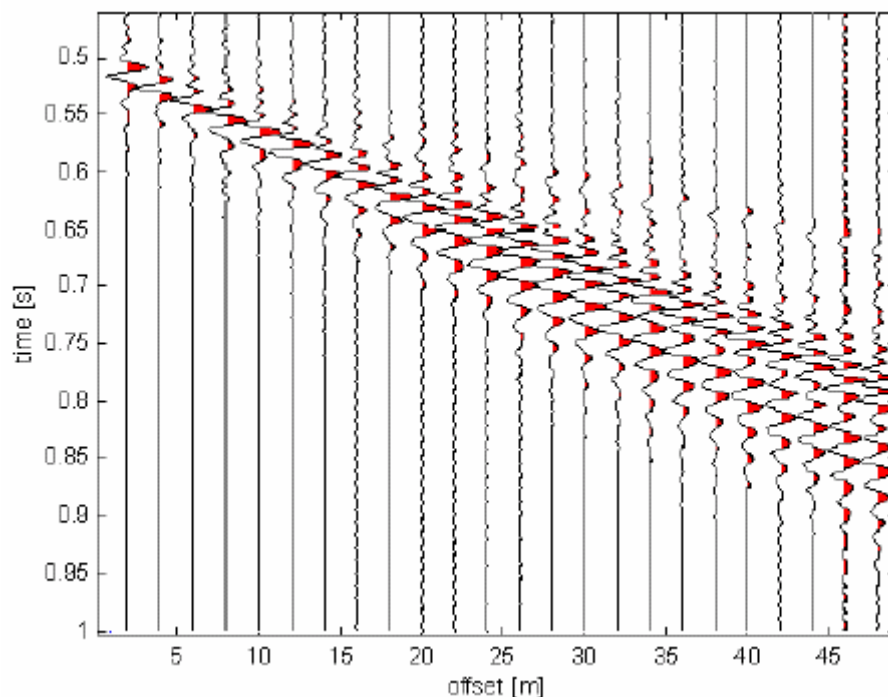


Fig. 2 – Segnali sismici che evidenziano (in rosso) le onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato. Risulta evidente il fenomeno della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato.

3. IL METODO M.A.S.W.

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio V_S .

Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso tecniche computazionali, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 3 fasi fondamentali:

- acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
- estrazione del modo fondamentale dalla curva di dispersione (grafico velocità di fase rispetto alla frequenza) delle onde superficiali di Rayleigh;

- inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle V/S .

Per ottenere un profilo V_s vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume (P e S), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni.

Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella possibilità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali. Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni. Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico.

4. STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO12-24/2002 Sismic Unit", avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%
- . sampler:
 - 25 msec (191 punti)

50 msec (383 punti)
100 msec (756 punti)
200 msec (1530 punti)
400 msec (3060 punti)
800 msec (6121 punti)
1000 msec

- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 12-24" vers. 7.00.

L'attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spazati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni "Geospace" a 4,5 Hz, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per il profilo MASW in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 24
- spaziatura fra i geofoni: 2 m
- n. shots: sono state effettuate 3 rilevazioni, impiegando la massa battente, a distanze di 2 m 4,0 m e 10m dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Il profilo è da considerare orizzontale, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono modesti (nell'ordine del centimetro).

5 INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW versione 6.0 professional, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs. tramite il processo d'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh acquisite con la tecnica masw.

Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo.

Il processo si articola in due fasi:

- 1) determinazione dello spettro di velocità dove è possibile identificare la curva di dispersione, mediante il picking riconoscendo il solo modo fondamentale o anche i modi superiori.
- 2) Inversione della curva di dispersione mediante algoritmi genetici.

Per il processo d'inversione si procede definendo un intervallo di ricerca sia per quanto riguarda le velocità che per gli spessori, all'interno del quale il software valuta tutte le possibili soluzioni fornendo quella più rispondente al picking eseguito.

Risulta evidente che la rispondenza tra modello reale del sito e quello ottenuto dal processo d'inversione risente fortemente degli intervalli impostati all'interno dei quali il software esegue la ricerca.

Il modello calcolato sarà più prossimo a quello reale tante più informazioni del sito si avranno a disposizione e quindi tanto più gli intervalli di ricerca saranno stringenti.

È possibile inoltre procedere con la modellazione diretta inserendo un modello di partenza del sito e confrontando la curva sintetica calcolata dal software con quella di dispersione ottenuta dalle rilevazioni con tecnica masw.

Nel caso in esame il picking della curva di dispersione è stato eseguito riconoscendo il modo fondamentale e i primi due modi superiori utilizzando il grafico spettro di velocità/velocità di fase relativo allo shot con offset di 10m, che è risultato con sufficiente grado di definizione. Anche gli spettri relativi agli altri shots sono risultati confrontabili con quello preso in esame.

I profili di velocità delle onde S ottenuti sono profili semplificati a 4 strati derivanti da parametri di partenza quali spessori e ranges di velocità.

Tali parametri son stimabili con indagini aggiuntive quali sondaggi geognostici prove penetrometriche, indagini sismica in foro o a rifrazione.

In assenza di tali approfondimenti non è possibile ottenere il modello reale sismo-stratigrafico, ma sarà comunque possibile fornire un valore di Vs30 affidabile.

Il software winMasw presenta come soluzione due modelli: il modello migliore cioè quello che presenta la differenza minore tra la curva osservata e calcolata, e un modello medio calcolato secondo un'operazione statistica, fornendo per ciascun modello il valore di Vs30.

Di seguito sono riportate le velocità Vs e gli spessori dei livelli sismici costituenti i due modelli.

- secondo il MODELLO MEDIO

strato n.	1	2	3	4
VS (m/s):	147	180	205	296
spessori (m):	4.3	7.5	7.9	

- secondo il MODELLO MIGLIORE:

strato n.	1	2	3	4
VS (m/s):	147	178	220	292
spessori (m):	4	7.5	8.4	

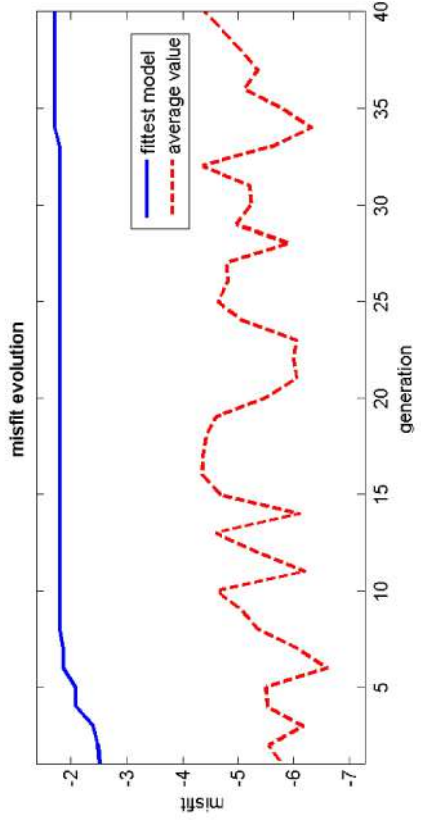
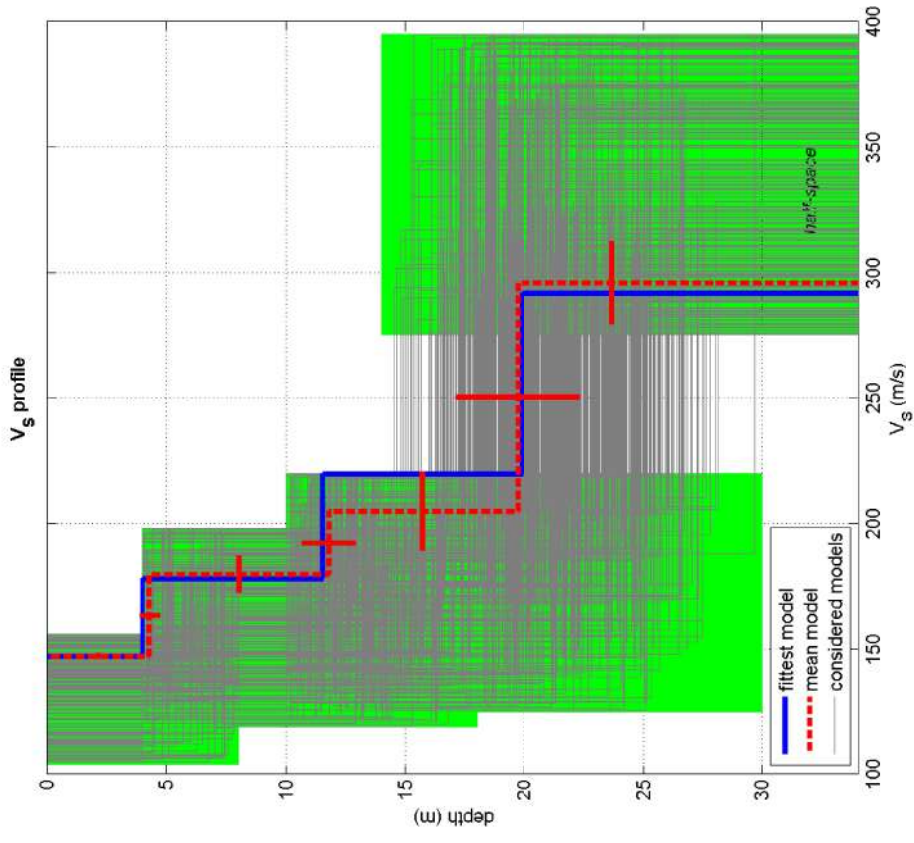
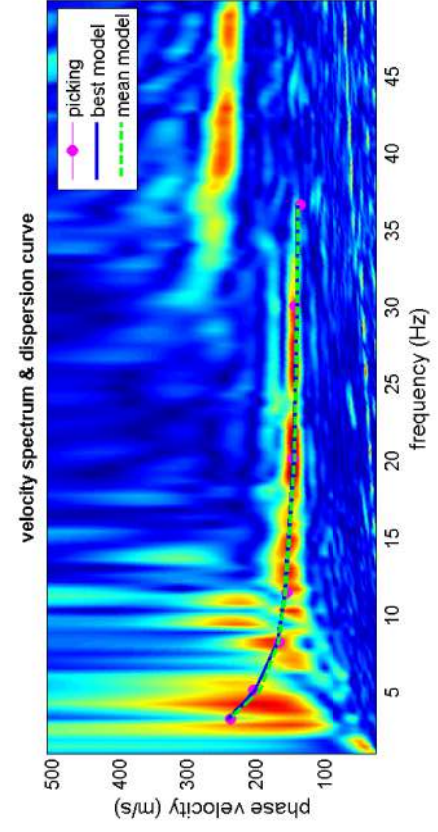
Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha:

- VS30 del modello migliore: 211 m/s

Fermo restando che la scelta della corretta categoria di suolo spetta al progettista, sulla base delle proprie conoscenze e valutazioni geologiche del sito, oltre ai risultati della presente indagine sismica, si osserva che a partire da quota zero di p.c. il valore di VSeq ottenuto (che nel caso specifico, data la profondità del substrato > 30 m, corrisponde a VS₃₀) rientra tra quelli riconducibili alla categoria di sottosuolo **tipo C** secondo la tabella 3.2.II delle NTC 2018, corrispondente a “ *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*”

Castel del Bosco 29/05/2021

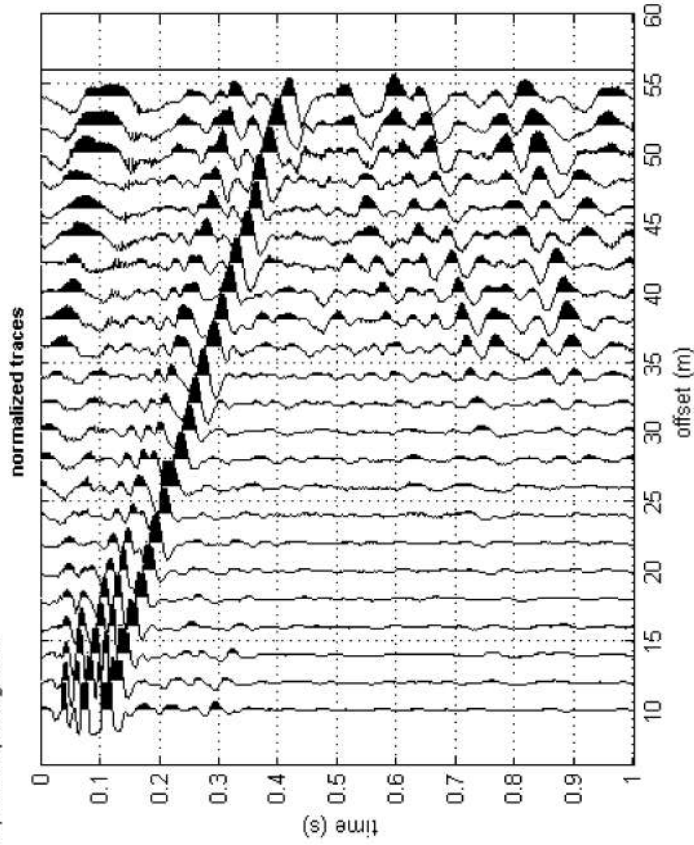
Geol. Giani Paolo



dataset: 10msp2.SGY
 dispersion curve: 10m.cdp
 V_{s30} (best model): 211 m/s
 V_{s30} (mean model): 208 m/s

#1: uploading & processing (MASW analyses)

dataset: 10msp2.SGY
 sampling: 0.131 ms
 minimum offset: 10 m
 geophone spacing: 2 m

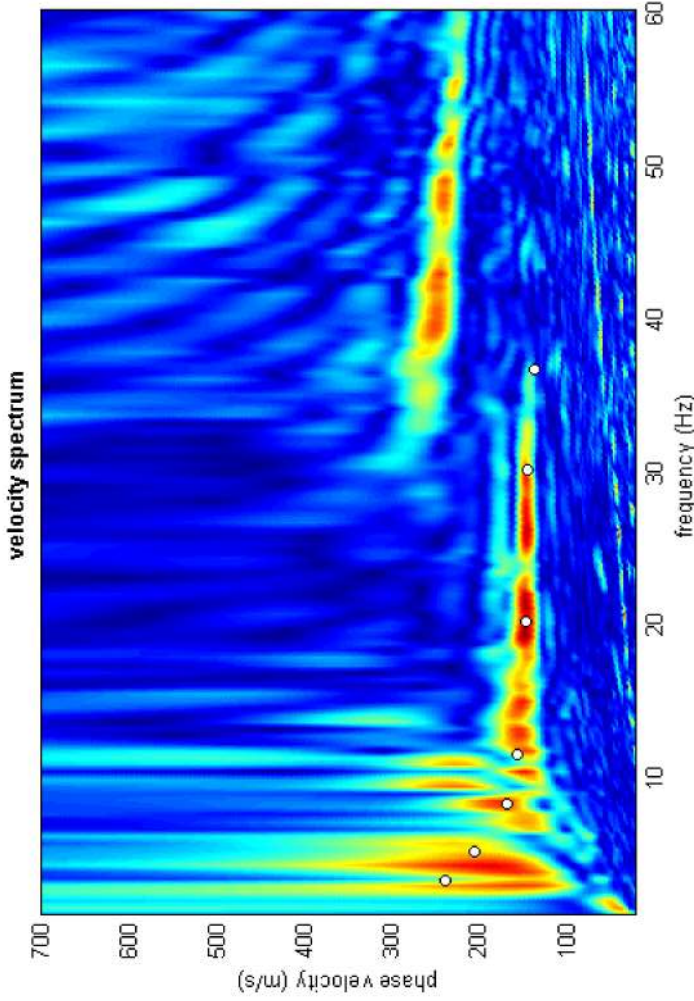


resampling: 1

 filtering & spectra:
 refraction:
 other tools & setting:

#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)

MASW: compute velocity spectrum f-k group velocity



general setting: Reference depth Refraction H/V body waves H/V modes (SW ellipticity)

Vs (m/s): Poisson: thickness (m):

modelling: elastic shows DC

visualize curves

picking:
 to select the last point of the considered mode click the right button

10m.cdp

inversion:



Analyzing phase velocities

==o== SECTION#1

dataset: 10msp2.SGY
minimum offset (m): 10
geophone spacing (m): 2
sampling (ms): 0.131
Dispersion curve: 10m.cdp
Number of individuals: 30
Number of generations: 31

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase Velocities

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 104 4 119 6 125 4 275.3425
Adopted search space (maximum Vs & thickness): 156 8 198 10 220 12 395
Adopted Poisson values: 0.4 0.35 0.35 0.35

Output folder: C:\Users\Giuseppe\Desktop\ismiche temp\output_disp

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-5.8131	-2.5165
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-5.5605	-2.4858
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-6.1722	-2.3986
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-5.5376	-2.0882
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-5.5139	-2.0882
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-6.6111	-1.8616
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-6.0851	-1.8616
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-5.3707	-1.7989
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-5.0807	-1.7989
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-4.6154	-1.7989
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-6.2127	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-5.3596	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-4.5881	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-6.1143	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-4.6704	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-4.3479	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-4.3583	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-4.4112	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-4.5896	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-5.5005	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-6.0566	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-5.9985	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-6.0515	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-5.1035	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-4.6353	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:	-4.8276	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits:	-4.8102	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits:	-5.9211	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits:	-4.974	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits:	-5.2411	-1.7979
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits:	-5.2222	-1.7979

Checking the new search space (for the finer search)

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -4.358 -1.7979
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -5.5878 -1.7979
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -6.3306 -1.7163
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -5.8107 -1.7163
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -5.1198 -1.7163
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -5.3635 -1.7163
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -5.0701 -1.7163
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -4.7399 -1.7163
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -4.3855 -1.7163

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 147 178 220 292
 Thickness (m): 4 7.5 8.4

Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35

Number of models considered to calculate the average model: 94

 RESULTS
 #####

Dataset: 10msp2.SGY
 Analyzed curve/spectrum: 10m.cdp

===== SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-Wave Dispersion

=====

MEAN MODEL

Vs (m/s): 147 180 205 296
 Standard deviations (m/s): 1 7 16 17

Thickness (m): 4.3 7.5 7.9
 Standard deviations (m): 0.5 1.2 2.6

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 360 375 427 616
 Density (gr/cm3): 1.81 1.82 1.85 1.94
 Vp/Vs ratio: 2.45 2.08 2.08 2.08
 Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35
 Shear modulus (MPa): 39 59 78 170
 Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0

Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
3.21663	239.3349
5.11124	193.9326
8.23177	166.7818
11.4638	157.1307
20.1567	143.7522
30.0755	139.6818
36.6509	138.9679

===== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 147 178 220 292
 thickness (m): 4 7.5164 8.3847

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 360 371 458 608
 Density (gr/cm3): 1.81 1.81 1.87 1.93
 Vp/Vs ratio: 2.45 2.08 2.08 2.08
 Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35
 Shear modulus (MPa): 39 57 90 165
 Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
3.21663	239.9796
5.11124	201.2727
8.23177	168.9526
11.4638	158.0376
20.1567	144.7284
30.0755	140.052
36.6509	139.1488

===== SECTION#5

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 30 m

Inversion quality: very good

Vs5 (mean model): 151 m/s
 Vs5 (best model): 152 m/s

Vs20 (mean model): 181 m/s
 Vs20 (best model): 185 m/s

Vs30 (mean model): 208 m/s
 Vs30 (best model): 211 m/s

For Italian Users:

Dalla normativa vigente (aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanato con D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n°8 del 20/02/2018):

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

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

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

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con

profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

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

Per queste cinque categorie di sottosuolo le azioni sismiche sono definite come descritto al § 3.2.3. del D.M.

17.01.2018. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale per la determinazione delle azioni sismiche.

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha= 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow spinta) $C_t = \text{spinta (Kg)} / \text{LETTURA al manometro}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta} \quad q_c \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = L_1 \times C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale} \quad f_s \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = (L_2 - L_1) \times C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale} \quad R_t \text{ (Kg)} = (L_t) \times C_t$$

$$q_c / f_s = \text{rapporto Begemann}$$

- L1. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L2. totale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Lt. aste = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

$$1 \text{ kN (kiloNewton)} = 1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t} - 1 \text{ MN (megaNewton)} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N} \approx 100 \text{ t}$$

$$1 \text{ kPa (kiloPascal)} = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ MPa (MegaPascal)} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa} \approx 100 \text{ t / m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} \approx 10 \text{ kN}$$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: **$F = (q_c / f_s)$**

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi

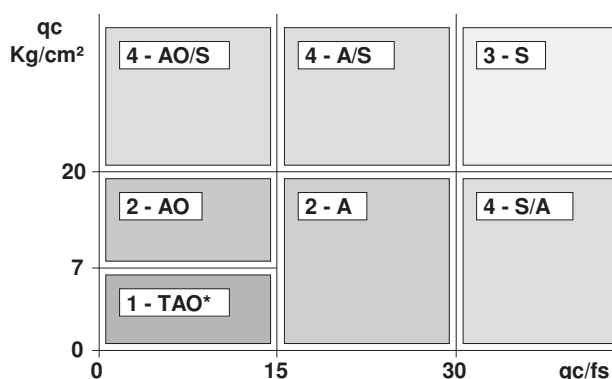
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto qc / fs (Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$qc \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(qc / fs) > 30$

$qc \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(qc / fs) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ - qc - natura] (Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ)
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - qc]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}] (Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = indice plastico] Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - qc] E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (coefficiente di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente) (Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - qc - natura] (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati) [correlazioni : Dr - qc - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - qc - σ'_{vo}] (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media uniforme/ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa uniforme/ media ben gradata
 ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco limosa/ ghiaietto uniforme
- ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari) (g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

PENETRATIO s.n.c.

Via P.Maioli 37, 56028 San Miniato (PI)

tel.0571418116

PEC: penetratiosnc@lamiapec.it

Rif.: 37 cpt 1 2020

(Arch. Interno 67L-2020)

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 1

committente:	Soc. EUROSPIN Tirrenica Spa	data:	13/06/2020
località:	Via di Stieta	profondità prova:	16,8 m
Comune	Fucecchio (FI)	quota inizio: p.c.	
		profondità falda:	- 1,90 m da p.c.
Note:	-		

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Penetrometro: statico/dinamico PAGANI TG 63-200 da 20 ton, autoancorante

Sistema di ancoraggio: aste elicoidali di serie (mm) Ø100x750

Sistema di misura: cella di carico AEP con visualizzatore Pagani

Punta: conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)

Manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)

Velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)

Spinta massima rilevabile dalla cella di carico 200 kN

Passo di lettura 0,20 m



PROVA PENETROMETRICA STATICA

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : Soc. Eurospin Tirrenica Spa
 - lavoro :
 - località : Via di Stieta - Fucecchio (FI)
 - assist. cantiere :

- data : 13/06/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	8,60	6,0	10,0	6,0	0,80	7,0
0,40	----	----	--	0,80	----	8,80	10,0	22,0	10,0	0,87	12,0
0,60	57,0	69,0	57,0	1,00	57,0	9,00	10,0	23,0	10,0	0,27	37,0
0,80	48,0	63,0	48,0	1,33	36,0	9,20	15,0	19,0	15,0	0,47	32,0
1,00	39,0	59,0	39,0	1,40	28,0	9,40	20,0	27,0	20,0	0,33	60,0
1,20	20,0	41,0	20,0	1,27	16,0	9,60	12,0	17,0	12,0	0,80	15,0
1,40	13,0	32,0	13,0	1,13	11,0	9,80	18,0	30,0	18,0	0,27	67,0
1,60	13,0	30,0	13,0	1,07	12,0	10,00	18,0	22,0	18,0	0,53	34,0
1,80	12,0	28,0	12,0	0,80	15,0	10,20	8,0	16,0	8,0	0,27	30,0
2,00	13,0	25,0	13,0	0,67	19,0	10,40	10,0	14,0	10,0	0,40	25,0
2,20	16,0	26,0	16,0	0,53	30,0	10,60	7,0	13,0	7,0	0,27	26,0
2,40	16,0	24,0	16,0	0,60	27,0	10,80	6,0	10,0	6,0	0,33	18,0
2,60	14,0	23,0	14,0	0,40	35,0	11,00	9,0	14,0	9,0	0,40	22,0
2,80	13,0	19,0	13,0	0,60	22,0	11,20	11,0	17,0	11,0	0,40	27,0
3,00	10,0	19,0	10,0	0,33	30,0	11,40	10,0	16,0	10,0	0,27	37,0
3,20	8,0	13,0	8,0	0,40	20,0	11,60	8,0	12,0	8,0	0,27	30,0
3,40	6,0	12,0	6,0	0,33	18,0	11,80	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0
3,60	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0	12,00	6,0	10,0	6,0	0,20	30,0
3,80	13,0	18,0	13,0	0,40	32,0	12,20	9,0	12,0	9,0	0,33	27,0
4,00	11,0	17,0	11,0	0,40	27,0	12,40	8,0	13,0	8,0	0,47	17,0
4,20	13,0	19,0	13,0	0,60	22,0	12,60	13,0	20,0	13,0	0,33	39,0
4,40	29,0	38,0	29,0	0,60	48,0	12,80	27,0	32,0	27,0	0,87	31,0
4,60	25,0	34,0	25,0	0,33	75,0	13,00	29,0	42,0	29,0	0,40	72,0
4,80	11,0	16,0	11,0	0,53	21,0	13,20	24,0	30,0	24,0	0,67	36,0
5,00	7,0	15,0	7,0	0,27	26,0	13,40	12,0	22,0	12,0	0,53	22,0
5,20	9,0	13,0	9,0	0,13	67,0	13,60	8,0	16,0	8,0	0,20	40,0
5,40	6,0	8,0	6,0	0,13	45,0	13,80	7,0	10,0	7,0	0,40	17,0
5,60	4,0	6,0	4,0	0,13	30,0	14,00	38,0	44,0	38,0	0,40	95,0
5,80	5,0	7,0	5,0	0,13	37,0	14,20	17,0	23,0	17,0	0,67	25,0
6,00	5,0	7,0	5,0	0,13	37,0	14,40	13,0	23,0	13,0	0,40	32,0
6,20	6,0	8,0	6,0	0,33	18,0	14,60	10,0	16,0	10,0	0,27	37,0
6,40	9,0	14,0	9,0	0,20	45,0	14,80	12,0	16,0	12,0	0,53	22,0
6,60	8,0	11,0	8,0	0,27	30,0	15,00	13,0	21,0	13,0	0,53	24,0
6,80	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0	15,20	12,0	20,0	12,0	0,40	30,0
7,00	7,0	11,0	7,0	0,27	26,0	15,40	10,0	16,0	10,0	0,40	25,0
7,20	9,0	13,0	9,0	0,33	27,0	15,60	19,0	25,0	19,0	0,67	28,0
7,40	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0	15,80	33,0	43,0	33,0	0,93	35,0
7,60	7,0	12,0	7,0	0,27	26,0	16,00	27,0	41,0	27,0	0,47	58,0
7,80	7,0	11,0	7,0	0,33	21,0	16,20	24,0	31,0	24,0	0,87	28,0
8,00	10,0	15,0	10,0	0,40	25,0	16,40	29,0	42,0	29,0	0,53	54,0
8,20	10,0	16,0	10,0	0,40	25,0	16,60	35,0	43,0	35,0	0,47	75,0
8,40	8,0	14,0	8,0	0,27	30,0	16,80	36,0	43,0	36,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

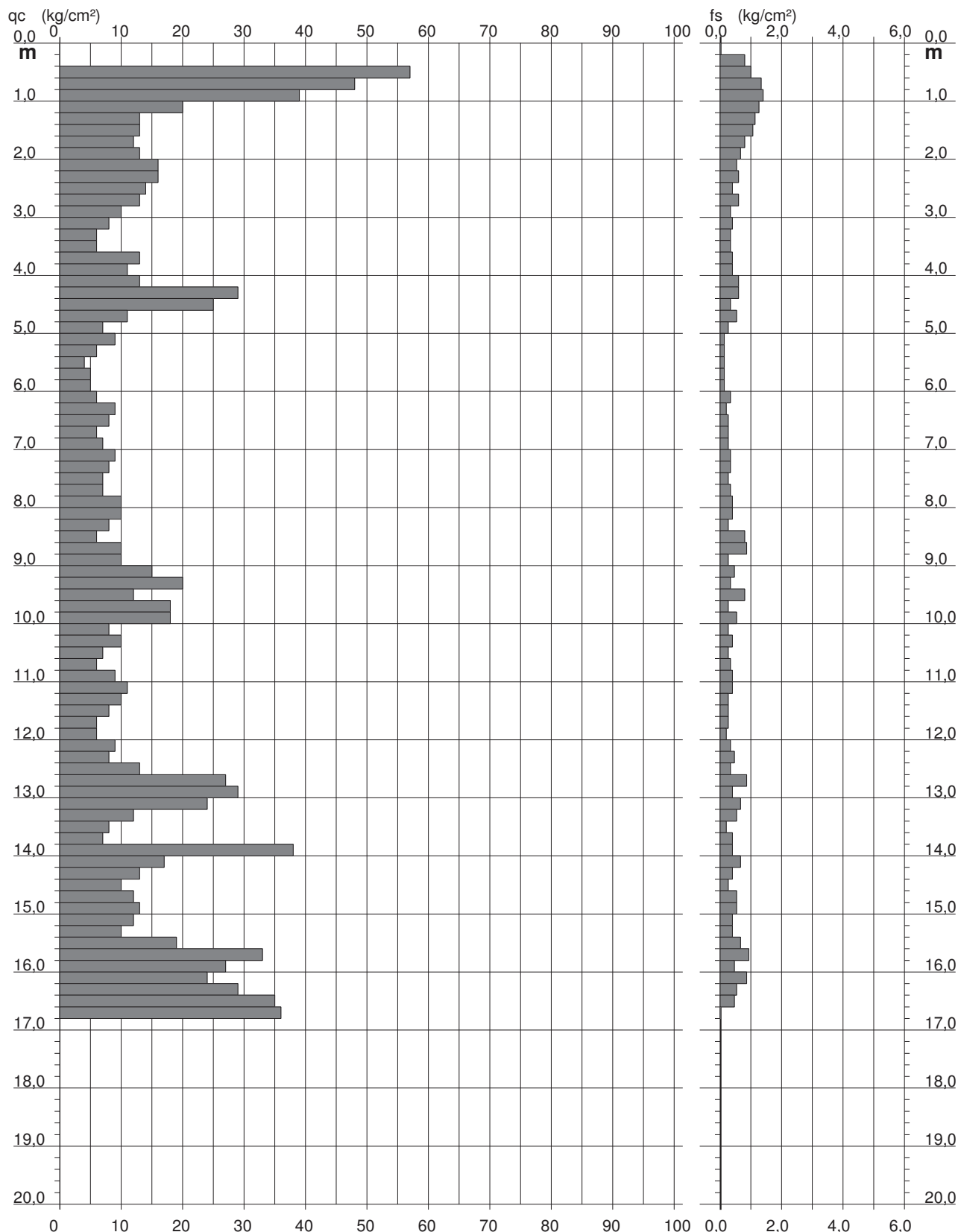
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : Soc. Eurospin Tirrenica Spa
 - lavoro :
 - località : Via di Stieta - Fucecchio (FI)
 - assist. cantiere :

- data : 13/06/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

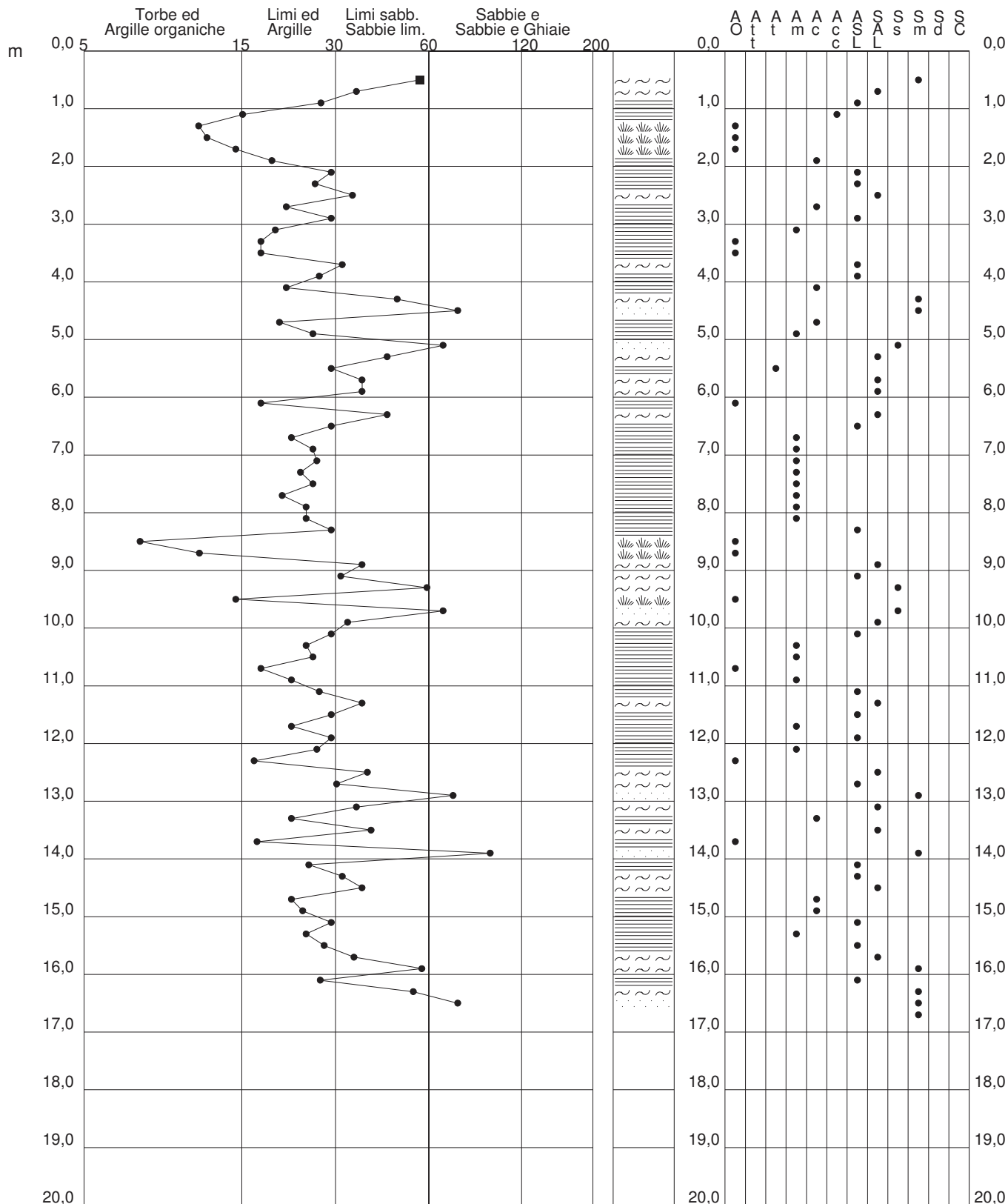
2.0105-157

- committente : Soc. Eurospin Tirrenica Spa
 - lavoro :
 - località : Via di Stieta - Fucecchio (FI)
 - assist. cantiere :

- data : 13/06/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.0105-157

- committente : Soc. Eurospin Tirrenica Spa
 - lavoro :
 - località : Via di Stieta - Fucecchio (FI)
 - assist. cantiere :

- data : 13/06/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	57	57	3:~	1,85	0,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	31	0,258	95	143	171	
0,80	48	36	3:~	1,85	0,15	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	42	31	0,235	80	120	144	
1,00	39	28	4:/	1,85	0,19	1,30	71,8	221	332	117	81	39	41	43	44	40	30	0,193	65	98	117	
1,20	20	16	4:/	1,85	0,22	0,80	31,2	136	204	60	53	35	38	40	42	36	27	0,113	33	50	60	
1,40	13	11	2:~	1,85	0,26	0,60	18,1	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,60	13	12	2:~	1,85	0,30	0,60	15,3	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,80	12	15	2:~	1,85	0,33	0,57	12,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,00	13	19	2:~	1,85	0,37	0,60	11,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,20	16	30	4:/	1,85	0,41	0,70	12,3	118	177	52	31	32	35	38	40	32	27	0,060	27	40	48	
2,40	16	27	2:~	1,85	0,44	0,70	11,0	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,60	14	35	4:/	1,85	0,48	0,64	8,9	114	171	48	22	31	34	37	40	30	26	0,042	23	35	42	
2,80	13	22	2:~	1,85	0,52	0,60	7,6	126	189	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,00	10	20	4:/	1,85	0,55	0,50	5,5	150	225	40	7	29	32	35	39	27	26	0,016	17	25	30	
3,20	8	20	2:~	1,85	0,59	0,40	3,8	166	250	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,40	6	18	2:~	1,85	0,63	0,30	2,5	159	239	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,60	6	18	2:~	1,85	0,67	0,30	2,3	163	244	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,80	13	32	4:/	1,85	0,70	0,60	5,2	193	289	47	10	29	33	36	39	28	26	0,021	22	33	39	
4,00	11	27	2:~	1,85	0,74	0,54	4,2	207	310	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,20	13	22	2:~	1,85	0,78	0,60	4,6	216	325	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,40	29	48	3:~	1,85	0,81	--	--	--	--	--	34	33	35	38	41	31	29	0,067	48	73	87	
4,60	25	75	3:~	1,85	0,85	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	30	28	0,054	42	63	75	
4,80	11	21	2:~	1,85	0,89	0,54	3,3	249	374	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,00	7	26	2:~	1,85	0,93	0,35	1,9	198	298	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,20	9	67	4:/	1,85	0,96	0,45	2,4	241	361	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27	
5,40	6	45	4:/	1,85	1,00	0,30	1,4	176	264	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18	
5,60	4	30	4:/	1,85	1,04	0,20	0,8	120	180	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12	
5,80	5	37	4:/	1,85	1,07	0,25	1,0	150	225	25	--	28	31	35	38	25	25	--	8	13	15	
6,00	5	37	4:/	1,85	1,11	0,25	1,0	150	225	25	--	28	31	35	38	25	25	--	8	13	15	
6,20	6	18	2:~	1,85	1,15	0,30	1,2	178	268	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,40	9	45	4:/	1,85	1,18	0,45	1,9	255	382	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27	
6,60	8	30	4:/	1,85	1,22	0,40	1,6	232	349	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24	
6,80	6	22	2:~	1,85	1,26	0,30	1,0	180	269	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,00	7	26	2:~	1,85	1,30	0,35	1,2	208	312	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,20	9	27	2:~	1,85	1,33	0,45	1,6	260	390	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,40	8	24	2:~	1,85	1,37	0,40	1,3	236	353	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,60	7	26	2:~	1,85	1,41	0,35	1,1	209	313	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,80	7	21	2:~	1,85	1,44	0,35	1,1	209	314	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,00	10	25	2:~	1,85	1,48	0,50	1,6	289	434	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,20	10	25	2:~	1,85	1,52	0,50	1,6	290	435	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,40	8	30	4:/	1,85	1,55	0,40	1,2	238	357	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24	
8,60	6	7	1:~	1,85	1,59	0,30	0,8	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,80	10	12	2:~	1,85	1,63	0,50	1,4	293	439	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,00	10	37	4:/	1,85	1,66	0,50	1,4	294	441	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30	
9,20	15	32	4:/	1,85	1,70	0,67	1,9	375	563	50	--	28	31	35	38	25	27	--	25	38	45	
9,40	20	60	4:/	1,85	1,74	0,80	2,4	430	645	60	3	28	32	35	38	25	27	0,008	33	50	60	
9,60	12	15	2:~	1,85	1,78	0,57	1,5	333	499	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,80	18	67	4:/	1,85	1,81	0,75	2,1	417	625	56	--	28	31	35	38	25	27	--	30	45	54	
10,00	18	34	4:/	1,85	1,85	0,75	2,0	419	628	56	--	28	31	35	38	25	27	--	30	45	54	
10,20	8	30	4:/	1,85	1,89	0,40	0,9	240	360	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24	
10,40	10	25	2:~	1,85	1,92	0,50	1,2	298	446	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,60	7	26	2:~	1,85	1,96	0,35	0,7	210	315	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,80	6	18	2:~	1,85	2,00	0,30	0,6	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,00	9	22	2:~	1,85	2,03	0,45	1,0	270	405	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,20	11	27	2:~	1,85	2,07	0,54	1,2	319	479	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,40	10	37	4:/	1,85	2,11	0,50	1,0	299	449	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30	
11,60	8	30	4:/	1,85	2,15	0,40	0,8	240	360	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24	
11,80	6	22	2:~	1,85	2,18	0,30	0,5	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
12,00	6	30	4:/	1,85	2,22	0,30	0,5	180	270	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18	
12,20	9	27	2:~	1,85	2,26	0,45	0,8	270	405	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
12,40	8	17	2:~	1,85	2,29	0,40	0,7	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
12,60	13	39	4:/	1,85	2,33	0,60	1,2	360	540	47	--	28	31	35	38	25	26	--	22	33	39	
12,80	27	31	3:~	1,85	2,37	--	--	--	--	--	6	29	32	35	38	25	28	0,014	45	68	81	
13,00	29	72	3:~	1,85	2,40	--	--	--	--	--	8	29	32	35	39	25	29	0,017	48	73	87	
13,20	24	36	3:~	1,85	2,44	--	--	--	--	--	1	28	31	35	38	25	28	0,003	40	60	72	
13,40	12	22	2:~	1,85	2,48	0,57	1,0	343	514	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
13,60	8	40	4:/	1,85	2,52	0,40	0,6	240	360	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24	
13,80	7	17	2:~	1,85	2,55	0,35	0,5	210	315	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
14,00	38	95	3:~	1,85	2,59	--	--	--	--	--	16	30	33	36	39	26	30	0,030	63	95	114	
14,20	17	25	2:~	1,85	2,63	0,72	1,3	429	643	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
14,40	13	32	4:/	1,85	2,66	0,60	1,0	363	544	47	--	28	31	35	38	25	26	--	22	33	39	
14,60	10	37	4:/	1,85	2,70	0,50	0,8	300	450	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30	
14,80	12	22	2:~	1,85	2,74	0,57	0,9	343	514	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
15,00	13	24	2:~	1,85	2,77	0,60	0,9	363	544	47	--	--	--									

PENETRATIO s.n.c.

Via P.Maioli 37, 56028 San Miniato (PI)

tel.0571418116

PEC: penetratiosnc@lamiapec.it

Rif.: 37 cpt 2 2020

(Arch. Interno 67L-2020)

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 2

committente:	Soc. EUROSPIN Tirrenica Spa	data:	13/06/2020
località:	Via di Stieta	profondità prova:	16,8 m
Comune	Fucecchio (FI)	quota inizio: p.c.	
		profondità falda:	- 1,90 m da p.c.
Note:	-		

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Penetrometro: statico/dinamico PAGANI TG 63-200 da 20 ton, autoancorante

Sistema di ancoraggio: aste elicoidali di serie (mm) Ø100x750

Sistema di misura: cella di carico AEP con visualizzatore Pagani

Punta: conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)

Manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)

Velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)

Spinta massima rilevabile dalla cella di carico 200 kN

Passo di lettura 0,20 m



PROVA PENETROMETRICA STATICA

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : Soc. Eurospin Tirrenica Spa
 - lavoro :
 - località : Via di Stieta - Fucecchio (FI)
 - assist. cantiere :

- data : 13/06/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	8,60	6,0	11,0	6,0	0,27	22,0
0,40	----	----	--	0,87	----	8,80	8,0	12,0	8,0	0,47	17,0
0,60	59,0	72,0	59,0	0,80	74,0	9,00	16,0	23,0	16,0	0,33	48,0
0,80	60,0	72,0	60,0	1,80	33,0	9,20	16,0	21,0	16,0	0,47	34,0
1,00	42,0	69,0	42,0	2,20	19,0	9,40	9,0	16,0	9,0	0,27	34,0
1,20	26,0	59,0	26,0	2,53	10,0	9,60	12,0	16,0	12,0	0,20	60,0
1,40	17,0	55,0	17,0	1,80	9,0	9,80	8,0	11,0	8,0	0,20	40,0
1,60	13,0	40,0	13,0	1,40	9,0	10,00	24,0	27,0	24,0	0,67	36,0
1,80	12,0	33,0	12,0	0,87	14,0	10,20	7,0	17,0	7,0	0,40	17,0
2,00	12,0	25,0	12,0	0,73	16,0	10,40	8,0	14,0	8,0	0,27	30,0
2,20	10,0	21,0	10,0	0,60	17,0	10,60	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0
2,40	10,0	19,0	10,0	0,47	21,0	10,80	5,0	9,0	5,0	0,27	19,0
2,60	13,0	20,0	13,0	0,53	24,0	11,00	7,0	11,0	7,0	0,53	13,0
2,80	13,0	21,0	13,0	0,60	22,0	11,20	6,0	14,0	6,0	0,20	30,0
3,00	9,0	18,0	9,0	0,40	22,0	11,40	7,0	10,0	7,0	0,67	10,0
3,20	9,0	15,0	9,0	0,47	19,0	11,60	15,0	25,0	15,0	0,47	32,0
3,40	6,0	13,0	6,0	0,40	15,0	11,80	25,0	32,0	25,0	-----	----
3,60	4,0	10,0	4,0	0,27	15,0	12,00	17,0	2,0	17,0	0,60	28,0
3,80	5,0	9,0	5,0	0,27	19,0	12,20	7,0	16,0	7,0	0,33	21,0
4,00	8,0	12,0	8,0	0,47	17,0	12,40	8,0	13,0	8,0	0,87	9,0
4,20	16,0	23,0	16,0	0,40	40,0	12,60	32,0	45,0	32,0	0,40	80,0
4,40	16,0	22,0	16,0	0,47	34,0	12,80	26,0	32,0	26,0	0,67	39,0
4,60	22,0	29,0	22,0	0,33	66,0	13,00	10,0	20,0	10,0	0,47	21,0
4,80	10,0	15,0	10,0	0,40	25,0	13,20	8,0	15,0	8,0	0,13	60,0
5,00	7,0	13,0	7,0	0,20	35,0	13,40	7,0	9,0	7,0	0,47	15,0
5,20	6,0	9,0	6,0	0,20	30,0	13,60	18,0	25,0	18,0	0,20	90,0
5,40	5,0	8,0	5,0	0,20	25,0	13,80	11,0	14,0	11,0	0,33	33,0
5,60	4,0	7,0	4,0	0,13	30,0	14,00	6,0	11,0	6,0	0,27	22,0
5,80	5,0	7,0	5,0	0,13	37,0	14,20	17,0	21,0	17,0	0,40	42,0
6,00	5,0	7,0	5,0	0,20	25,0	14,40	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0
6,20	5,0	8,0	5,0	0,27	19,0	14,60	9,0	14,0	9,0	0,40	22,0
6,40	11,0	15,0	11,0	0,27	41,0	14,80	8,0	14,0	8,0	0,33	24,0
6,60	10,0	14,0	10,0	0,27	37,0	15,00	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0
6,80	7,0	11,0	7,0	0,33	21,0	15,20	10,0	15,0	10,0	0,33	30,0
7,00	9,0	14,0	9,0	0,40	22,0	15,40	11,0	16,0	11,0	0,40	27,0
7,20	10,0	16,0	10,0	0,47	21,0	15,60	9,0	15,0	9,0	0,73	12,0
7,40	8,0	15,0	8,0	0,40	20,0	15,80	15,0	26,0	15,0	0,67	22,0
7,60	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0	16,00	9,0	19,0	9,0	0,47	19,0
7,80	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0	16,20	37,0	44,0	37,0	0,73	50,0
8,00	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0	16,40	55,0	66,0	55,0	0,87	63,0
8,20	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0	16,60	43,0	56,0	43,0	0,87	50,0
8,40	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0	16,80	41,0	54,0	41,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

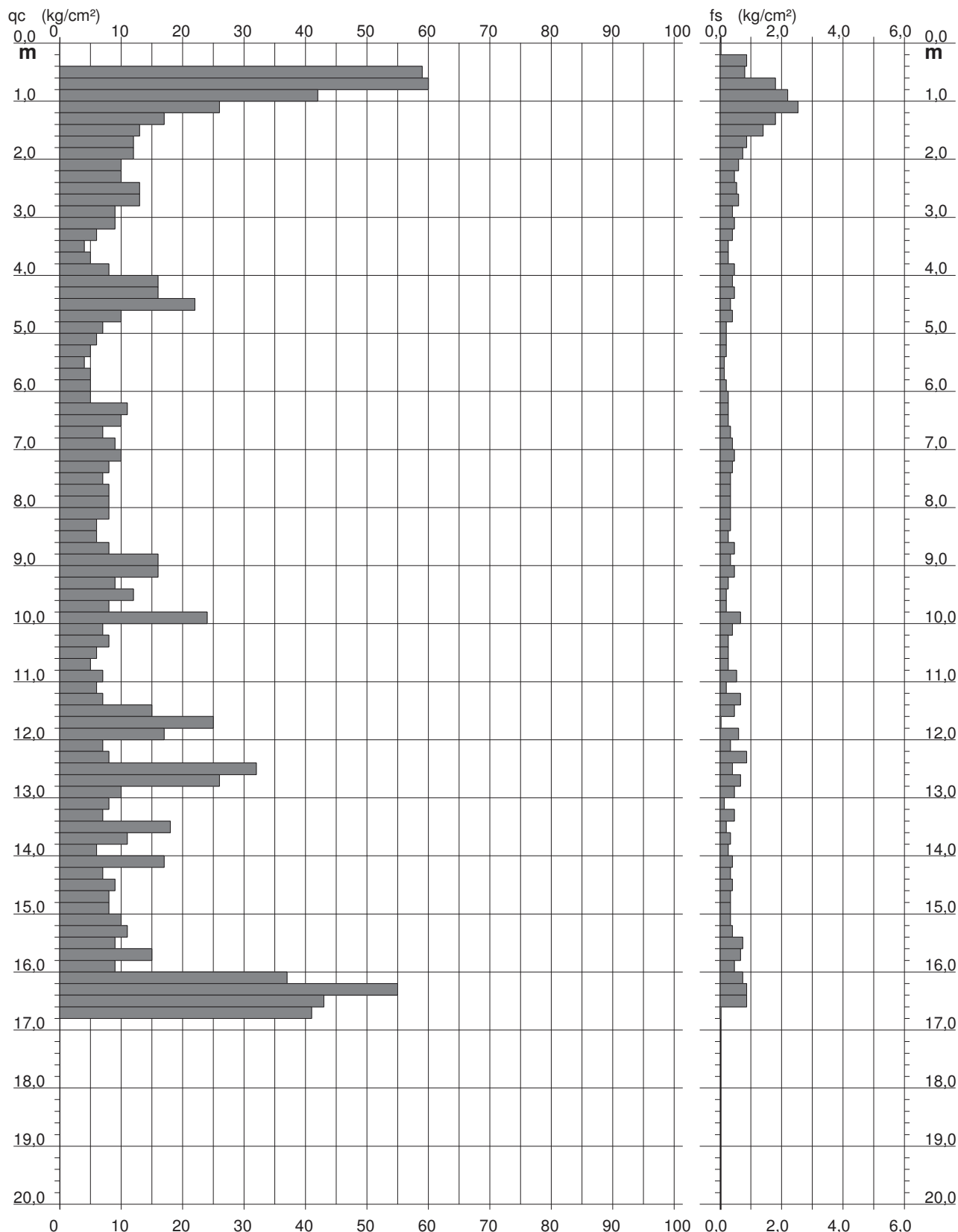
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : Soc. Eurospin Tirrenica Spa
 - lavoro :
 - località : Via di Stieta - Fucecchio (FI)
 - assist. cantiere :

- data : 13/06/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

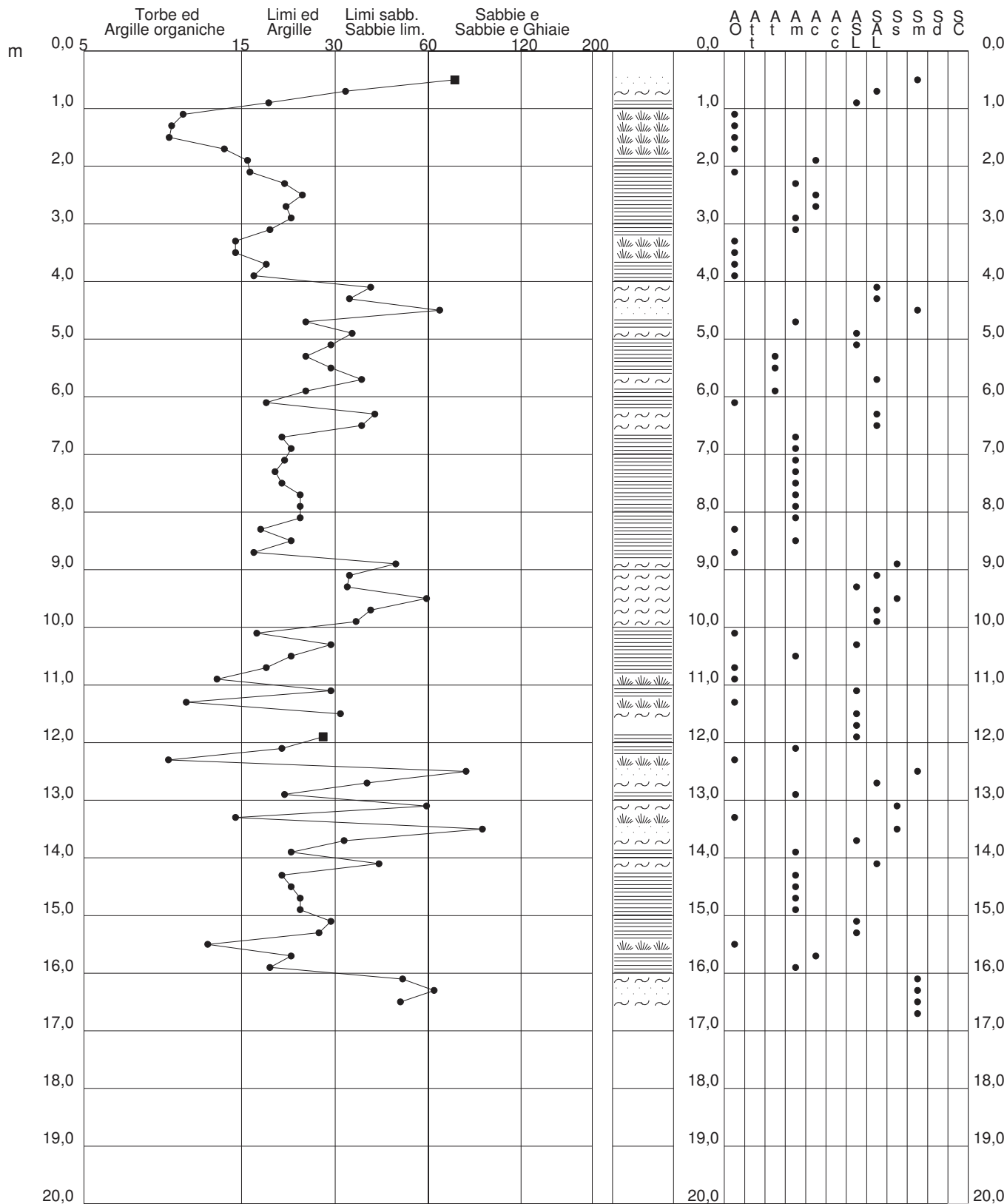
2.0105-157

- committente : Soc. Eurospin Tirrenica Spa
 - lavoro :
 - località : Via di Stieta - Fucecchio (FI)
 - assist. cantiere :

- data : 13/06/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.0105-157

- committente : Soc. Eurospin Tirrenica Spa
 - lavoro :
 - località : Via di Stieta - Fucecchio (FI)
 - assist. cantiere :

- data : 13/06/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	59	74	3:~:~	1,85	0,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	32	0,258	98	148	177	
0,80	60	33	3:~:~	1,85	0,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	32	0,258	100	150	180	
1,00	42	19	4/:/	1,85	0,19	1,40	78,8	238	357	126	83	40	41	43	45	41	30	0,201	70	105	126	
1,20	26	10	4/:/	1,85	0,22	0,93	37,6	158	237	78	62	37	39	41	43	38	28	0,137	43	65	78	
1,40	17	9	2:~:~	1,85	0,26	0,72	22,7	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,60	13	9	2:~:~	1,85	0,30	0,60	15,3	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,80	12	14	2:~:~	1,85	0,33	0,57	12,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,00	12	16	2:~:~	1,85	0,37	0,57	10,8	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,20	10	17	2:~:~	1,85	0,41	0,50	8,1	97	146	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,40	10	21	2:~:~	1,85	0,44	0,50	7,3	110	165	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,60	13	24	2:~:~	1,85	0,48	0,60	8,4	114	172	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,80	13	22	2:~:~	1,85	0,52	0,60	7,6	126	189	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,00	9	22	2:~:~	1,85	0,55	0,45	4,8	154	231	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,20	9	19	2:~:~	1,85	0,59	0,45	4,5	165	248	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,40	6	15	1**	1,85	0,63	0,30	2,5	33	50	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,60	4	15	1**	1,85	0,67	0,20	1,4	25	38	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,80	5	19	2:~:~	1,85	0,70	0,25	1,7	143	215	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,00	8	17	2:~:~	1,85	0,74	0,40	2,9	200	300	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,20	16	40	4/:/	1,85	0,78	0,70	5,5	211	316	52	15	30	33	36	39	28	27	0,029	27	40	48	
4,40	16	34	4/:/	1,85	0,81	0,70	5,2	224	335	52	14	30	33	36	39	28	27	0,027	27	40	48	
4,60	22	66	3:~:~	1,85	0,85	--	--	--	--	--	24	31	34	37	40	29	28	0,045	37	55	66	
4,80	10	25	2:~:~	1,85	0,89	0,50	3,1	244	366	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,00	7	35	4/:/	1,85	0,93	0,35	1,9	198	298	32	--	28	31	35	38	25	26	--	12	18	21	
5,20	6	30	4/:/	1,85	0,96	0,30	1,5	175	263	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18	
5,40	5	25	2:~:~	1,85	1,00	0,25	1,1	149	224	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,60	4	30	4/:/	1,85	1,04	0,20	0,8	120	180	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12	
5,80	5	37	4/:/	1,85	1,07	0,25	1,0	150	225	25	--	28	31	35	38	25	25	--	8	13	15	
6,00	5	25	2:~:~	1,85	1,11	0,25	1,0	150	225	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,20	5	19	2:~:~	1,85	1,15	0,25	0,9	150	225	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,40	11	41	4/:/	1,85	1,18	0,54	2,3	290	435	42	--	28	31	35	38	25	26	--	18	28	33	
6,60	10	37	4/:/	1,85	1,22	0,50	2,1	278	418	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30	
6,80	7	21	2:~:~	1,85	1,26	0,35	1,3	207	311	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,00	9	22	2:~:~	1,85	1,30	0,45	1,7	259	389	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,20	10	21	2:~:~	1,85	1,33	0,50	1,8	284	426	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,40	8	20	2:~:~	1,85	1,37	0,40	1,3	236	353	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,60	7	21	2:~:~	1,85	1,41	0,35	1,1	209	313	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,80	8	24	2:~:~	1,85	1,44	0,40	1,3	237	355	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,00	8	24	2:~:~	1,85	1,48	0,40	1,2	237	356	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,20	8	24	2:~:~	1,85	1,52	0,40	1,2	238	357	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,40	6	18	2:~:~	1,85	1,55	0,30	0,8	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,60	6	22	2:~:~	1,85	1,59	0,30	0,8	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,80	8	17	2:~:~	1,85	1,63	0,40	1,1	239	359	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,00	16	48	4/:/	1,85	1,66	0,70	2,1	385	578	52	--	28	31	35	38	25	27	--	27	40	48	
9,20	16	34	4/:/	1,85	1,70	0,70	2,1	388	581	52	--	28	31	35	38	25	27	--	27	40	48	
9,40	9	34	4/:/	1,85	1,74	0,45	1,2	268	402	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27	
9,60	12	60	4/:/	1,85	1,78	0,57	1,5	333	499	45	--	28	31	35	38	25	26	--	20	30	36	
9,80	8	40	4/:/	1,85	1,81	0,40	0,9	240	360	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24	
10,00	24	36	3:~:~	1,85	1,85	--	--	--	--	--	8	29	32	35	39	26	28	0,017	40	60	72	
10,20	7	17	2:~:~	1,85	1,89	0,35	0,8	210	315	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,40	8	30	4/:/	1,85	1,92	0,40	0,9	240	360	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24	
10,60	6	22	2:~:~	1,85	1,96	0,30	0,6	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,80	5	19	2:~:~	1,85	2,00	0,25	0,5	150	225	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,00	7	13	1**	1,85	2,03	0,35	0,7	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,20	6	30	4/:/	1,85	2,07	0,30	0,6	180	270	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18	
11,40	7	10	1**	1,85	2,11	0,35	0,7	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,60	15	32	4/:/	1,85	2,15	0,67	1,5	390	585	50	--	28	31	35	38	25	27	--	25	38	45	
11,80	25	--	4/:/	1,85	2,18	0,91	2,1	504	756	75	5	29	32	35	38	25	28	0,013	42	63	75	
12,00	17	28	2:~:~	1,85	2,22	0,72	1,5	421	631	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
12,20	7	21	2:~:~	1,85	2,26	0,35	0,6	210	315	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
12,40	8	9	2:~:~	1,85	2,29	0,40	0,7	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
12,60	32	80	3:~:~	1,85	2,33	--	--	--	--	--	12	30	33	36	39	26	29	0,024	53	80	96	
12,80	26	39	3:~:~	1,85	2,37	--	--	--	--	--	5	29	32	35	38	25	28	0,012	43	65	78	
13,00	10	21	2:~:~	1,85	2,40	0,50	0,9	300	450	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
13,20	8	60	4/:/	1,85	2,44	0,40	0,7	240	360	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24	
13,40	7	15	1**	1,85	2,48	0,35	0,5	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
13,60	18	90	4/:/	1,85	2,52	0,75	1,4	441	661	56	--	28	31	35	38	25	27	--	30	45	54	
13,80	11	33	4/:/	1,85	2,55	0,54	0,9	322	483	42	--	28	31	35	38	25	26	--	18	28	33	
14,00	6	22	2:~:~	1,85	2,59	0,30	0,4	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
14,20	17	42	4/:/	1,85	2,63	0,72	1,3	429	643	54	--	28	31	35	38	25	27	--	28	43	51	
14,40	7	21	2:~:~	1,85	2,66	0,35	0,5	210	315	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
14,60	9	22	2:~:~	1,85	2,70	0,45	0,7	270	405	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
14,80	8	24	2:~:~	1,85	2,74	0,40	0,6	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
15,00	8	24	2:~:~	1,85	2,77	0,40	0,6	240	360	35												