



STUDIO di GEOLOGIA

Dott. Geol. Giorgio Della Croce

COMUNE DI PISA
POLO DI ATTIVITA' MONTACCHIELLO

**PIANO ATTUATIVO "MONTACCHIELLO 2018" DELL'AREA DI
SVILUPPO POSTA IN LOCALITA' MONTACCHIELLO.**

ELABORATO A-07 e A-08

Relazione Geologica.

Relazione di Fattibilità Geologica.

ai sensi del DPGR n.53/R/2011

(rev. 2)

MARZO 2018

Committente:

Forti Sviluppo Immobiliare SRL.



**PIANO ATTUATIVO "MONTACCHIELLO 2018" DELL'AREA DI SVILUPPO POSTA IN
LOCALITA' MONTACCHIELLO.**

Relazione di Fattibilità Geologica e Relazione Geologica.

Sommario

1) INTRODUZIONE	3
2) PROPOSTA PROGETTUALE	3
2.1 DIMENSIONAMENTO AREE PRIVATE DI INTERVENTO E RELATIVI STANDARD PUBBLICI	4
2.2 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO.....	5
2.3 INTERVENTI PREVISTI.....	6
2.3 ANALISI E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI STRADALI PREVISTI.....	7
3) CLASSIFICAZIONI DI PERICOLOSITA' DELL'AREA.....	8
3.1) PERICOLOSITA' IDRAULICA.....	8
3.2) PERICOLOSITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGIA.....	9
3.3) PERICOLOSITA' SISMICA.....	10
4) INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO	10
5) ASSETTO STRATIGRAFICO E LITOTECNICO GENERALE	10
6) INDAGINE GEOGNOSTICHE E SISMICHE DI RIFERIMENTO	11
6.1 AREA NORD, EX MONTACCHIELLO 2.	11
6.2 AREA SUD, EX MONTACCHIELLO 3.....	12
6.3 AREA CENTRALE, EX MONTACCHIELLO 1.....	13
6.4 PROBLEMATICHE GEOTECNICHE ED IDRAULICHE SPECIFICHE.....	13
7) DETERMINAZIONE DELLA FATTIBILITA' E DELLE RELATIVE CONDIZIONI	14
ELENCO FIGURE ED ALLEGATI	16

1) INTRODUZIONE

Nel Polo di Attività Montacchiello, a seguito di specifici piani di lottizzazione di natura privata, negli ultimi vent'anni sono state accolte numerose attività artigianali, produttive e di servizio. Il successo dell'operazione Montacchiello ha indotto la Forti Holding a riflettere su come portare a compimento il completamento dell'intero comparto. Gli indirizzi generali del Piano Attuativo che viene presentato sono di ottimizzare l'esistente integrandolo con nuove funzioni e servizi.

Per questo, la previsione di sviluppo e completamento passa attraverso la redazione di un nuovo Piano Attuativo, che abbia la funzione di armonizzare quanto già realizzato con nuove previsioni edificatorie. La presente relazione si pone come allegato tecnico specialistico al Piano Attuativo.

L'ambito di Montacchiello è posto sul confine tra la pianura prevalentemente agricola e la zona artigianale- produttiva di Ospedaletto, caratterizzata da attività a destinazione artigianale, commerciale, direzionale e a servizi.

L'ambito di Montacchiello è stato oggetto in passato di due Piani Particolareggiati di cui l'ultimo approvato nel 2005. Le azioni previste dal presente Piano Attuativo sono tese al completamento delle previsioni dei Piani Particolareggiati precedenti ed a rispondere alla necessità di riconfigurazione di questa porzione di territorio, integrando i parcheggi, completando la viabilità interna, introducendo destinazioni d'uso innovative e impiegando energie rinnovabili.

Il presente Piano Attuativo non comporta un incremento della SUL o la modifica delle destinazioni d'uso previste dal precedente Piano Particolareggiato, in conformità con il Regolamento Urbanistico.

Nell'area del Polo di Attività Montacchiello è previsto lo sviluppo dell'urbanizzazione in direzione sud. Quest'area, situata tra l'attuale limite della strada di urbanizzazione ed il Fosso Toraletto era inserita già dall'inizio delle attività edificatorie nell'area Montacchiello, ed è stata oggetto di relazione di fattibilità geologica ai sensi della DCR 94/85 e di studio di pericolosità idraulica realizzato sempre nell'ambito dell'intero territorio di pertinenza del Polo di attività Montacchiello.

L'area di Montacchiello è geologicamente nota per mezzo delle indagini geognostiche e geofisiche che vi si sono succedute a partire dagli anni '90; essa è caratterizzata da depositi alluvionali di bassa consistenza che hanno spessore variabile, sono praticamente assenti nelle aree limitrofe ai Poderi Montacchiello e Podere Poggio (nord) ma sono presenti presenti con spessori crescenti e sempre più importanti procedendo in direzione sud e sud est. Le caratteristiche geotecniche generali dei terreni ed il loro comportamento sotto carico sono da ritenersi note.

2) PROPOSTA PROGETTUALE

Per valutare gli aspetti geologici, geomorfologici ed idraulici connessi alla realizzazione del Piano Attuativo, al fine di definirne la fattibilità, occorre preliminarmente descrivere gli interventi previsti.

Si farà riferimento (ai fini della fattibilità geologica) agli interventi che hanno un impatto sul terreno, **in quanto altri tipi di interventi quali ad esempio le reti tecnologiche, hanno un'influenza relativa e trascurabile sul suolo e sottosuolo.**

Gli ambiti di trasformazione oggetto del presente Piano Attuativo si configurano come un completamento delle zone produttive e artigianali esistenti negli ambiti già denominati Montacchiello 2 e 3 (si veda anche al capitolo 3 della Relazione Tecnica di progetto).

2.1 DIMENSIONAMENTO AREE PRIVATE DI INTERVENTO E RELATIVI STANDARD PUBBLICI

Gli ambiti di trasformazione oggetto del presente Piano Attuativo si configurano come un conseguente completamento delle zone produttive e artigianali esistenti negli ambiti denominati *Montacchiello 2 e Montacchiello 3*.

Nella Area Privata di Intervento n.01 si prevedono funzioni commerciali, direzionali e ricettivi. Sono ammesse pertanto attività commerciali con superfici per singola attività fino alla Media Distribuzione commerciale, con superficie di vendita massima di 2.500 mq. Il totale della superficie a destinazione commerciale della Area Privata n.01 non potrà superare 4.000 mq; la Superficie Fondiaria (Sf) risulta di 10.650 mq, la S.U.L massima ammissibile è pari a 8.600 mq e la superficie coperta massima ammissibile è di 6.390 mq. Per questa area si prevede la possibilità di realizzare parcheggi interrati e edifici a tipologia a torre con una altezza massima di 26 m. L'elemento a torre riprende scelte progettuali adottate nei Piani Attuativi precedenti

Nelle Aree Private di Intervento nn.02 - 05 si prevede una destinazione ad attività coerenti con le NTA vigenti, riproposte con il seguente piano, ad altezza massima degli edifici pari a 15m.

E' prevista una Area Privata di Intervento di superficie pari a 4.220 mq, sulla quale saranno destinate funzioni di supporto delle aree private limitrofe (dalla n. 4 alla n. 5), come ad esempio parcheggi di relazione, verde pertinenziale, etc.

Il presente Piano prevede un aumento delle superfici a Standard rispetto a quanto previsto dai piani di lottizzazione precedenti con contestuale riqualificazione delle aree a verde pubblico mediante la piantumazione di essenze arboree e arbustive autoctone. Inoltre si prevede una diminuzione della superficie fondiaria a favore di un aumento degli standard pubblici.

Il presente Piano Attuativo prevede di realizzare quanto segue:

- **Comparto Nuovo Montacchiello 2:**
 - Sup. fondiaria da utilizzare: 13.743 mq
 - Viabilità e accessi di nuova realizzazione: 465 mq
 - Standard di nuova realizzazione 2.741 mq di cui 1.333 mq di aree verdi pubbliche e 1.408 mq di parcheggio pubblico;
 - S.U.L massima realizzabile pari a 14.786 mq;
- **Comparto Nuovo Montacchiello 3:**
 - Sup. fondiaria da utilizzare: 43.726 mq

- Viabilità e accessi di nuova realizzazione e già realizzati da cedere: 5.833 mq
- Standard di nuova realizzazione e già realizzati da cedere: 2.515 mq di cui 1.581 mq di aree verdi pubbliche e 934 mq di parcheggi pubblici;
- S.U.L massima realizzabile pari a 83.440 mq.

Gli elaborati grafici illustrano il piano che risponde alle esigenze/obiettivi sopra formulate anche in considerazione delle finalità di trasformazione urbana (vedi Tavv. 14-15 di progetto).

Per quanto riguarda la **viabilità** è stata mantenuta la previsione di prosecuzione della via Umberto Forti fino a ricongiungersi con la prosecuzione di via Enrica Calabresi; in tal modo è comunque possibile garantire l'accesso alle aree di cui si prevede un utilizzo per interventi a destinazione produttiva, artigianale e a servizi.

Nel caso in cui si dovesse realizzare un breve tratto di accesso esso rimarrà, come già fatto anche per gli altri Piani Particolareggiati, viabilità privata di uso pubblico o condominiale con ulteriore conseguente risparmio di risorse pubbliche.

Inoltre si prevede di cedere a titolo gratuito al Comune di Pisa la viabilità privata già realizzata quale proseguimento di via Enrica Calabresi. Tale cessione si colloca in un piano di razionalizzazione della viabilità pubblica e privata all'interno del comparto.

2.2 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO

Durante le fasi di pianificazione pregresse, come esaurientemente illustrato nella relazione Relazione Tecnica di Piano Attuativo, furono distinti tre subcomparti, numerati in base alla loro attivazione cronologica. Questi tre subcomparti originari, oggi riuniti nel Piano Attuativo Montacchiello, hanno una logica anche nell'esame delle opere oggetto di Piano Attuativo, in quanto contraddistinguono aree peculiari di intervento e con particolari problematiche geotecniche e geologiche.

L'area nord, corrispondente alla parte di territorio di Montacchiello posta tra Via Giannessi e Via del Fagiano, corrispondeva all'area già denominata "Montacchiello 2". Oggi prevede le Aree Private di intervento 01, 02, 03.

L'area centrale, corrispondente alla parte di territorio posta tra Via Giannessi e Via Porlezza, corrispondeva alla area già denominata "Montacchiello 1". In questa area non sono previsti ulteriori interventi in ambito di Piano Attuativo.

L'area sud corrispondente alla parte di territorio di Montacchiello posta a sud di Via Porlezza, fino al Fosso Torale, corrisponde all'area già denominata "Montacchiello 3" ed è in gran parte libera da interventi. Oggi prevede le Aree Private di intervento 04 e 05, oltre all'Area Privata di Intervento a supporto delle stesse.

Le aree Nord e Sud, come meglio descritto in Piano Attuativo, sono interessate da interventi diversi e di diversa entità, quindi nella trattazione geologica devono essere differenziate.

Il Piano Attuativo individua le aree sulle quali si attuano i seguenti tipi di intervento:

- interventi di nuova edificazione su aree libere definite "Aree di trasformazione";
- riqualificazione di aree pubbliche già realizzate previste dai vecchi piani e per le quali il nuovo piano prevede una modifica planimetrica;
- realizzazione di aree pubbliche previste dai vecchi piani particolareggiati e non ancora realizzate. (Si rimanda agli elaborati di Piano).

2.3 INTERVENTI PREVISTI

Si riportano i principali interventi previsti nell'area di Montacchiello. Anche in questo caso si rimanda agli elaborati di Piano.

Area centrale (ex Montacchiello 1)

Nell'area centrale non sono previsti nuovi interventi.

Area nord (ex Montacchiello 2)

Il Comparto è suddiviso in 3 Aree Private di Intervento.

Area Privata di intervento n. 01 - Si prevede la realizzazione di un edificio destinato a Media Distribuzione Commerciale al piano terra e destinato a Direzionale e a Ricettivo ai piani superiori quali attività di servizio alla funzione di artigianato. L'edificio sarà formato al piano terra da una piattaforma con destinazione commerciale e ai piani superiori da una torre con altezza massima di 26 m destinata ad accogliere funzioni direzionali e funzioni annesse al direzionale. Per questa area si prevede la possibilità di realizzare parcheggi interrati. L'elemento a torre riprende scelte progettuali adottate nei Piani Attuativi precedenti

Aree private di intervento n. 02 e 03 - Si prevede una destinazione di edifici ad uso artigianale e produttivo, altezza massima 15 m.

Area sud (ex Montacchiello 3)

Il Piano prevede una organizzazione funzionale dell'area nel rispetto del tessuto edilizio circostante con l'identificazione di n.14 Unità di intervento (U.M.I.).

Aree private di intervento n. 04 e 05 - Destinazione di edifici per attività artigianali e produttive, di altezza massima 15 m.

Area privata di intervento - Area con funzioni di supporto delle aree n. 04 e 05, come ad esempio parcheggi di relazione, verde pertinenziale, etc.

Nell'area sud sono inoltre previsti, e rappresentati negli elaborati progettuali:

- un'area di parcheggio vicino alla linea ferroviaria;
- un percorso fitness nell'area a verde parallela alla ferrovia ed al Torrente Torale.

Il progetto di Piano attuativo prevede la realizzazione delle opere di urbanizzazione e delle reti tecnologiche a servizio delle nuove aree oggetto di edificazione così come specificato nella relazione tecnica generale del Piano Attuativo, eseguite con le stesse modalità tecniche ed architettoniche di quanto già realizzato ad oggi.

2.3 ANALISI E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI STRADALI PREVISTI

Opere stradali: viabilità e parcheggi

Sia per la viabilità che per le aree a parcheggio è prevista la realizzazione di un pacchetto stradale composto da un sottofondo in sabbia di spessore 10 cm su strato di separazione in tessuto non tessuto in poliestere, un rilevato in materiale granulare di altezza variabile secondo le quote di progetto, il corpo stradale formato da massicciata in *tout-venant* spessore cm 45 con strato di finitura superiore in materiale arido stabilizzato di spessore fino a cm 10, pavimentazione con strato di collegamento (Binder) spessore cm. 9 e manto di usura spessore cm 3.

Le opere stradali di finitura prevedono la delimitazione fra superfici stradali ed aree a verde con cordonato liscio prefabbricato in calcestruzzo vibrato dimensioni cm 10x25, la configurazione degli svincoli con cordonato prefabbricato in calcestruzzo vibrato tipo spartitraffico dimensioni 50x15/25 cm e, lungo le linee di compluvio dell'acqua piovana, zanelle prefabbricate in calcestruzzo vibrato a singolo o doppio petto, dimensioni rispettivamente 25x8 e 40x7/9 cm.

Le opere stradali sono previste complete di segnaletica orizzontale e verticale con materiale conforme alle forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche prescritte dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 n. 495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 n. 610.

Le aree a verde per la formazione di aiuole stradali oppure situate a tergo di aree a parcheggio sono formate dal riempimento su sottofondo in scampoli di pietra con terra vegetale di spessore medio pari a cm 40, con semina di erbe prative.

E' prevista la riconfigurazione di via del Fagiano con la realizzazione di una viabilità costituita da un'unica carreggiata a senso unico di circolazione e dotata di spazi verdi di filtro e mitigazione.

E' prevista la realizzazione di un nuovo tratto stradale di ricongiunzione tra l'attuale rotatoria di inversione di marcia posta sul finale di via U.Forti e il tratto di strada esistente quale proseguimento di via E. Calabresi; il nuovo tratto stradale è costituito da una carreggiata a doppio senso di circolazione affiancata da banchina stradale su un lato e marciapiede sull'altro lato ed aree a parcheggio pubblico alternate ad aree a verde.

Si prevede altresì l'esecuzione di tutte le reti tecnologiche per l'edificazione dei singoli lotti.

Specificazione degli interventi "stradali" per ogni comparto:

Area centrale (ex Montacchiello 1)

Non sono previsti interventi di tipo strutturale sulla rete stradale.

Area nord (ex Montacchiello 2)

E' prevista la realizzazione di una nuova viabilità lungo Via del Fagiano e di nuovi parcheggi pubblici. Il progetto presentato prevede pertanto la realizzazione di una viabilità da cedere al comune e collocata in parte su Proprietà Comunale (sul vecchio tracciato della strada comunale) e in parte su Proprietà Forti Sviluppo Immobiliare s.r.l.

visione degli elaborati grafici di progetto.

Area sud (ex Montacchiello 3)

E' prevista la realizzazione di un nuovo tratto stradale di ricongiunzione tra l'attuale rotatoria di inversione marcia posta sul finale di via U.Forti e l'incrocio tra le vie E.Calabresi e C.Porteza, quindi a sud e sudovest dell'area; il nuovo tratto stradale è costituito da una carreggiata a doppio senso di circolazione affiancata sui lati da banchina stradale ed aree a parcheggio pubblico alternate ad aree a verde.

3) CLASSIFICAZIONI DI PERICOLOSITA' DELL'AREA

3.1) PERICOLOSITA' IDRAULICA

La pericolosità da alluvione P è la probabilità di accadimento di un predefinito intervento calamitoso nell'intervallo temporale "t". Nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'U.O.M. Bacino Arno, la pericolosità da alluvione viene suddivisa in tre classi riferite a differenti frequenze di accadimento dell'evento e battenti idraulici diversi.

Nella vecchia cartografia del PAI, l'area di Montacchiello era perimetrata tra le aree a pericolosità idraulica P.I.3 (di quattro classi), secondo la classificazione allora vigente. Essa era compresa tra le "aree di ristagno"; tale classificazione risentiva anche al mancato aggiornamento della cartografia di base, che non teneva conto delle modifiche subite dall'area con l'urbanizzazione tuttora in corso, ed in particolare della quota delle strade e dell'area che fu adeguata allo studio idraulico originario. Tutte le opere di urbanizzazione eseguite, la viabilità, le opere di regimazione idraulica che hanno interessato il sistema di fossette campestri originarie, sono state eseguite a partire dalla fine degli anni '90 in accordo con le indicazioni scaturite dagli studio idrologico-idraulici di supporto, che hanno portato a definire le quote dei battenti idraulici caratteristici. Di questo fattore non ha tenuto compiutamente conto nemmeno anche la cartografia di Piano Strutturale, che pone l'area in pericolosità idraulica 3b (di quattro), ovvero medio alta.

Con il passaggio alle norme e carte del Distretto Appennino Settentrionale, Piano Gestione Rischio Alluvioni, che ha sostituito il P.A.I., la cartografia di base è stata recentemente adeguata e riformulata considerando le trasformazioni e l'assetto reale del territorio, anche mediante modelli digitali.

Nell'ultima revisione, vigente, che si riporta come stralcio cartografico allegato, l'area è classificata come segue:

- Pericolosità da alluvioni fluviali: P1 "Pericolosità bassa".

Con riferimento alla "Disciplina di Piano", all'Art.6, tali aree sono "corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al substrato alluvionale".

Nell'Art.11 delle Norme, sono indicati gli "indirizzi per gli strumenti di governo del territorio"; viene

garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico;

2. La Regione disciplina la condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P1.

In allegato è riportato anche lo stralcio della carta del rischio da alluvioni fluviali. Il rischio "R" è il prodotto tra pericolosità idraulica, vulnerabilità ed entità del bene considerato. Nell'area di Montacchiello il rischio nelle aree edificate (quelle attuali, ma in proiezione di Piano attuativo va considerato su tutta l'area) è R2, su una scala di rischio crescente da 1 a 4.

Per la determinazione della classe di pericolosità con riferimento al D.P.G.R. 53R/2011, si riporta testualmente quanto segue:

"Tenuto conto degli indirizzi tecnici dettati dagli atti di pianificazione di bacino, ed in coerenza con quanto dagli stessi previsto, sono da analizzare gli aspetti connessi alla probabilità di allagamento per fenomeni di:

- inondazione da corsi d'acqua;
- insufficienza di drenaggio.

Con riferimento alle esigenze di sicurezza idraulica e agli obiettivi posti in tal senso, poiché la propensione all'allagabilità comporta diverse condizioni d'uso del territorio sia per le nuove previsioni sia per l'attuazione di quelle esistenti, è necessario definire, almeno per le UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, gli ambiti territoriali interessati da allagamenti in generale riferiti rispettivamente a $TR \leq 30$ anni, $30 < TR < 200$ anni. In presenza di specifiche indicazioni dei PAI o in relazione ad esigenze di protezione civile, possono essere definiti ambiti territoriali interessati da $200 < TR \leq 500$ anni."

Nel caso specifico quindi, data la classificazione (P.G.R.A. Bacino Arno) dell'area di Montacchiello in pericolosità idraulica P.I.1 e rischio idraulico R.2, ai sensi del D.P.G.R. 53R/2011 Per quanto riguarda quindi la pericolosità idraulica, l'area in oggetto è classificabile in "**Pericolosità idraulica media (I.2): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < TR < 500$ anni**".

3.2) PERICOLOSITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGIA

L'area è completamente pianeggiante, non sono presenti dissesti alcuni, come vedremo in altro capitolo, ma il substrato è caratterizzato da caratteristiche eterogenee, con livelli a forte compressibilità o torbosi nella parte superficiale, con spessore crescente da nord verso sud. Questo porterebbe ad una differenziazione della classificazione di pericolosità geomorfologica.

Se nell'area nord, ex Montacchiello 2, la presenza di un substrato relativo a breve distanza non pone particolari problemi per la realizzazione di interventi edilizi, nell'area sud ex Montacchiello 3

lo spessore dei depositi a bassa consistenza è crescente, e quindi occorre adottare differenti

Si ha quindi, ai sensi del D.P.G.R. 53R/2011:

Area nord, ex Montacchiello 2 - Pericolosità geologica media (G.2).

Aree centro e sud, ex Montacchiello 1 e Montacchiello 3 - Pericolosità geologica elevata (G.3):

“aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche”.

3.3) PERICOLOSITA' SISMICA

Come anticipato, e come vedremo più avanti, il substrato è caratterizzato da caratteristiche eterogenee, con livelli a forte compressibilità o torbosi nella parte superficiale, con spessore crescente da nord verso sud. A causa di questo fattore, si ha, per l'intera area di Montacchiello:

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi.

4) INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area è ubicata in un settore pianeggiante della pianura a sud di Pisa, compreso tra la S.S. 206 e la linea ferroviaria Pisa - Collesalveti. La morfologia è piatta, caratterizzata dalla presenza dei canali e relativi argini e da modestissimi rialzi della pianura dove sono ubicati i poderi “Il Poggio” e “Montacchiello”, i quali costituiscono secondo alcuni autori un relitto delle calcareniti e sabbie del Pleistocene sup. o più semplicemente la sommità di antiche dune e cordoni oggi sepolti sotto ai sedimenti argillosi prevalenti in superficie nell'area. Si tratterebbe quindi della testimonianza locale del sistema di barre e cordoni costieri dietro alle quali, nella fase di colmata progressiva della valle dell'Arno, si trovavano lagune e paludi con fondo argilloso.

La geologia di superficie, interpretata sulla base della geomorfologia e della costituzione del terreno superficiale, è riportata nella carta allegata tratta dal sito cartografico ufficiale della Regione Toscana. Come si nota, si tratta di terreni recenti di natura prevalentemente coesiva e prevalentemente di scarsa consistenza.

La falda in superficie è costituita da modeste lenti nei depositi alluvionali superficiali, alimentate dal subalveo dei rii e fossi artificiali, scarsamente produttiva ed asciutta in periodo siccitoso. Gli acquiferi profondi si collocano in livelli di ghiaie e sabbie, che si trovano compresi in varie lenti e strati compresi tra 60 e 120 m da p.c. con andamento lentiforme.

Un maggiore approfondimento si avrà nella sezione dedicata alla caratterizzazione geotecnica specifica dell'area Montacchiello.

5) ASSETTO STRATIGRAFICO E LITOTECNICO GENERALE

Come anticipato, l'area pianeggiante di Montacchiello maschera una strutturazione sepolta piuttosto singolare. Ci troviamo in un'area dove osserviamo la transizione tra la struttura dei cordoni dunari pleistocenici ed olocenici, verso un'area di colmata piuttosto profonda, riempita da decine di metri di terreni di colmata, fluvio palustri, a bassa consistenza.

Le dune sepolte costituite da sabbie molto addensate, in pratica affiorano o sono molto vicine al

piano di campagna nell'area nordovest di Montacchiello (*Montacchiello 2*). Da qui, con alcune oscillazioni locali, il substrato sabbioso relativo si approfondisce sia in direzione est e sud est (*Montacchiello 1*) ma soprattutto in direzione sud (*Montacchiello 3*), dove lo spessore dei depositi di bassa consistenza è di alcune decine di metri.

Si capisce come, soprattutto nell'area sud, ex Montacchiello 3, gli stati compressibili presenti obblighino i progettisti ad adottare metodi e sistemi di fondazione complessi (fondazioni compensate, palificazioni, iniezioni, precarichi, ecc...) da definire caso per caso.

Nel prossimo capitolo si farà riferimento ad alcune indagini geognostiche di riferimento soprattutto nelle aree interessate da interventi edilizi (ex Montacchiello 2 e Montacchiello 3). Nell'area centrale non sono previsti interventi edilizi.

6) INDAGINE GEOGNOSTICHE E SISMICHE DI RIFERIMENTO

6.1 AREA NORD, EX MONTACCHIELLO 2.

Nell'area nord (ex Montacchiello 2) sono previste tre Aree Private di Intervento, definite 01, 02, 03. Come anticipato, nell'area 01 è prevista la realizzazione di una torre alta 26 m, nelle altre due aree interventi simili agli edifici artigianali esistenti. Questi interventi dovranno essere realizzati ricorrendo ad una approfondita indagine geognostica e sismica specifica. Si riporta in allegato a titolo esemplificativo la stratigrafia del sondaggio geognostico eseguito nel lotto di competenza della Welcome Italia, con relativa relazione sismica "down-hole". Nell'area lo spessore dei depositi a bassa consistenza è limitato, ed addirittura le Aree Private di Intervento 02 e 03 si avvicinano agli affioramenti delle sabbie dunari consistenti.

Con riferimento alle indagini allegate, si riporta la caratterizzazione stratigrafica e litotecnica del lotto adiacente alla Area Privata di Intervento 01.

Stratigrafia

- Unità A (da p.c. a -1,1 m): terreno vegetale e "crosta" superficiale di natura coesiva; è caratterizzata da valori di resistenza alla penetrazione piuttosto elevati e da media consistenza;
- Unità A1 (da -1,1 a -1,9 m) terreno superficiale coesivo di bassa consistenza con materiale vegetale indecomposto;
- Unità B (da -1,9 a -5,0 m, con leggera pendenza verso Nord della base dello strato): terreni argillosi organici e torbosi con pessime proprietà meccaniche e alta compressibilità;
- Unità C (da -5,0 m a -16,2/16,3 m), alternanza di terreni coesivi e granulari di media consistenza/addensamento e buone proprietà geotecniche;
- Unità C1 (da -5,8 m a -6 m) intercalazioni coesive poco consistenti;
- Unità D (da -16,2/16,3 a 24,9 m) Terreni granulari addensati con alta resistenza alla penetrazione e buone proprietà geotecniche;
- Unità D1 (da -19 a -20 m e da -21 a -21,5 m in corrispondenza di CPT) intercalazioni di terreni coesivi di alta consistenza;

- Unità E (da -24,9 a fine S1 -34 m, limite inferiore non raggiunto) depositi marini di facies prossimale prevalentemente sabbiosi addensati con intercalazioni argillose con fossili di bivalve.

Caratterizzazione geotecnica

- Strato 1 - corrisponde alle unità A e A1 della stratigrafia;
- Strato 3 - corrisponde all'unità B della sezione stratigrafica allegata;
- Strato 4 - corrisponde all'unità C1 della sezione stratigrafica allegata e viene interpretato come una transizione tra il livello di torbe e i livelli sottostanti con proprietà geotecniche nettamente migliori;
- Strato 5 - corrisponde ai livelli individuati D-D1 a partire da 6 metri di profondità.

Parametro	Strato 1 (coesivo)	Strato 2 (coesivo)	Strato 3 (coesivo)	Strato 4 (coesivo)	Strato 5 (coesivo)
γ (T/m ³) peso di volume	1,80	1,80	1,65	1,85	1,90
c_u (T/m ²) coesione non drenata	8-10	4-5	1-2	6-4	0-10
ϕ (°) angolo di attrito interno non drenato	-	-	-	-	32-33
c' (T/m ²) coesione efficace	0,14	0,1	-	0,1	1,2
ϕ' (°) angolo di attrito interno efficace	27	24-25	-	25-26	24
mv (cm ² /kg) coefficiente di compressibilità volumetrico	0,015	0,020	0,040	0,018	0,011
E (kg/cm ²) modulo di Young	-	-	-	-	250

Caratterizzazione sismica

Nel foro di sondaggio è stata eseguita una indagine sismica down hole, allegata alla presente relazione, che ha fornito un valore di Vs30 di 218 m/s, corrispondente alla categoria di suolo di fondazione "C".

6.2 AREA SUD, EX MONTACCHIELLO 3.

Nell'area sud (ex Montacchiello 3) sono previsti numerosi interventi edilizi di tipo artigianale ed industriale nelle Aree Private di Intervento 04 e 05. Sono inoltre previsti un parcheggio ed un percorso fitness. Allo stato attuale, solo due lotti sono stati oggetto di edificazione. Si fa riferimento anche in questo caso a puro titolo di inquadramento, alle indagini eseguite per la realizzazione di uno dei due interventi edilizi esistenti in quest'area (indagini riportate in parte in allegato). Nel caso specifico si è fatto riferimento all'esecuzione di quattro prove penetrometriche statiche CPTU eseguite agli angoli dell'area di intervento, spinte tra 25 e 30 m dal p.c., di cui una allegata alla presente relazione, e ad una indagine sismica con metodologia *masw*.

Stratigrafia

Strato A - Terrano vegetale limo argilloso e crosta da essiccazione. Spessore circa due metri nel punto di indagine, variabile.

- Strato B - Limo argilloso plastico, molle, organico, di bassa e bassissima consistenza. Profondità della base dello strato tra 14 e 16 m da p.c.
- Strato C - Limi argillosi ed argille limose, consistenza medio bassa, fino ad almeno 30 m di profondità
- Strato D - Lenti di limo sabbioso e sabbia limosa di media consistenza, variamente intercalate al livello C.

Caratterizzazione geotecnica

Strato A	γ	17-18 (kN/m ³)
	cu	45-60 (kPa)
Strato B	cu	10-16 (kPa) nel tratto fino a 10 m
	γ	16,6-17 (kN/m ³)
Strato C	cu	35-55 (kPa)
	γ	18,0-18,5 (kN/m ³)
Strato D	ϕ	30 - 32 (°)
	γ	19,5 (kN/m ³)

ϕ angolo d'attrito
 γ peso di volume
cu coesione non drenata

Caratterizzazione sismica

E' stata eseguita sul sito in oggetto una specifica indagine geofisica con metodologia masw, in data marzo 2014. In allegato è riportata la relazione di calcolo con i relativi risultati.

E' stata riscontrata una velocità $V_{s30} = 162$ m/s, che colloca il substrato in categoria di suolo "D", che è coerente con quanto riscontrato un sede di indagine in sito ($cu_{30} < 70$ kpa). Non sono state rilevate inversioni di velocità.

6.3 AREA CENTRALE, EX MONTACCHIELLO 1.

Nell'area ex Montacchiello 1, come anticipato, non sono previsti interventi edilizi. Per questo motivo non sono state riportate indagini di riferimento.

Gli interventi di tipo stradale ed impiantistico si svolgono (in tutte le aree di Montacchiello) nello strato superficiale denominato "crosta" o "riporto", e non hanno praticamente nessuna influenza sul terreno in profondità. Rispetto ai punti indicati nei due capitoli precedenti, le caratteristiche del substrato sono intermedie, ovvero migliori in prossimità dell'estremo nord (ex Montacchiello 2) e peggiori in direzione sud (ex Montacchiello 3).

6.4 PROBLEMATICHE GEOTECNICHE ED IDRAULICHE SPECIFICHE.

Geotecnica

Come abbiamo visto nei capitoli precedenti, le problematiche geotecniche sono legate alla presenza in prossimità della superficie di terreni a scarsa consistenza, scarsamente addensati e potenzialmente in grado di subire cedimenti significativi sotto carico.

Ovviamente questo riguarda le zone dove sono in progetto interventi edificativi.

Nell'area nord, ex Montacchiello 2 (in particolare l'Area Privata di Intervento 01) data l'entità

Nelle A.P.I 02 e 03 presumibilmente il terreno di fondazione sarà più favorevole, data la vicinanza alle dune sepolte; pur dovendo verificare la stratigrafia con apposita indagine geognostica, i problemi che si dovranno affrontare sono risolvibili con appropriate tecniche di fondazione.

Nell'area sud, ex Montacchiello 3, l'elevato spessore (anche > 30 m) di depositi compressibili obbligherà il ricorso a fondazioni profonde e/o compensate, con una attenzione particolare ai cedimenti assoluti e differenziali.

Non è mai stato evidenziato nell'area il rischio di liquefazione, in quanto i terreni sono sostanzialmente coesivi, e gli strati granulari sono molto addensati (dune pleistoceniche ed oloceniche) oppure sono confinati entro strati coesivi.

Il livello di saturazione del terreno varia stagionalmente, ma non è presente una vera e propria falda freatica. I livelli acquiferi produttivi si trovano in strati di ghiaie, oltre i 60 m di profondità.

Idraulica

Come anticipato, il piano di calpestio minimo "abitabile" del piano terreno deve essere superiore a 2,12 m slm. La stessa quota è da adottarsi per la messa in sicurezza (soglia di accesso) dei locali seminterrati, per i quali è comunque opportuno adottare sistemi di contenimento ed anche evacuazione di acque in caso di eventi eccezionali.

7) DETERMINAZIONE DELLA FATTIBILITA' E DELLE RELATIVE CONDIZIONI

Le condizioni di fattibilità di un intervento devono tenere conto sia della classificazione di pericolosità di una determinata area, che dal tipo di intervento previsto nell'area stessa. Ne deriva, a causa in particolare degli elementi di pericolosità idraulica e sismica la seguente classificazione, suddivisa per ciascuna area, da cui poi si ricaverà la fattibilità complessiva ed unitaria del Piano attuativo:

AREA	Nuovo Montacchiello 1	Nuovo Montacchiello 2	Nuovo Montacchiello 3
Tipo di intervento	Aree verdi e parcheggi	Aree verdi e parcheggi. Edificazioni. Rotatoria.	Aree verdi e parcheggi. Edificazioni. Viabilità. Urbanizzazione.
Pericolosità idraulica	I 2	I 2	I 2
Pericolosità sismica	S 3	S 3	S 3
Pericolosità geologica	G 2	G 3	G 3
Fattibilità per area	F 2	F 3	F3

A livello di Piano Attuativo di insieme, la fattibilità geologica risultante è la maggiore tra quelle individuate.

Ne deriva che il Piano Attuativo Montacchiello si colloca, ai sensi del D.P.G.R. 53R/2011 in:

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro

Si definiscono quindi i criteri generali di fattibilità.

Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici

Dal punto di vista della pericolosità idraulica, la cartografia relativa all'area di Montacchiello è stata adeguata allo stato effettivo dell'area ed è quindi collocata, nella cartografia del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, in classe di pericolosità bassa P.I.1.

Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici

Dalla normativa 53R/2011:

"Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata (S3), in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi dovranno essere valutati i seguenti aspetti:

b) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti (4) e, limitatamente alle zone 3s, per i terreni soggetti a liquefazione dinamica (5), devono essere prescritte adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni".

Ne deriva che il fattore di amplificazione sismica locale debba essere accuratamente determinato per ciascun intervento in modo sito specifico, nella stessa area di intervento, secondo quanto previsto dal D.M.17.01.2018 "Aggiornamenti alle N.T.C." o dal DPGR 36R/2009 (o successive varianti normative). Non è consentito, data l'eterogeneità dell'area, ricorrere ad indagini eseguite in lotti adiacenti.

Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici

Pur avendo a disposizione numerosi dati di indagini pregresse, la presenza di un livello compressibile di spessore variabile impone di acquisire le caratteristiche del sottosuolo in modo sito specifico mediante indagini che soddisfino i requisiti del D.M.14.01.09 "N.T.C." o dal DPGR 36R/2009 (o successive varianti normative) in particolar modo la valutazione del volume di influenza del fabbricato deve essere specificatamente indicato e motivato caso per caso e non deve limitarsi alle quantità minime prescritte in normativa. Non è consentito, data l'eterogeneità dell'area, ricorrere per la progettazione geotecnica e strutturale ad indagini eseguite in lotti adiacenti, se non per ricostruzioni stratigrafiche generali e di inquadramento.

Montacchiello, 19 marzo 2018

ELENCO FIGURE ED ALLEGATI

- Cartografia di inquadramento generale:
 - Estratto carta IGMI scala 1:25.000;
 - Estratto carta CTR scala 1:10.000;
 - Estratto immagine da Google Earth con delimitazione dei subcomparti.
- Estratti da: Distretto Appennino Settentrionale, Piano gestione del Rischio Alluvioni, Piano di Bacino del Fiume Arno, carta di pericolosità idraulica e carta di rischio idraulico.
- Estratti dal Piano Strutturale del Comune di Pisa: Tavole Geologica, Litotecnica, Idrogeologica, Aree Allagabili, Pericolosità geologica.
- Indagini geologiche e sismiche di riferimento in area NM 2:
 - Corografia indagine;
 - Ubicazione indagine;
 - Stratigrafia del sondaggio geognostico;
 - Prova penetrometrica statica;
 - Indagine sismica down hole.
- Indagini geologiche e sismiche di riferimento in area NM 3:
 - Ubicazione indagine;
 - Prova penetrometrica statica CPTU;
 - Indagine sismica masw.

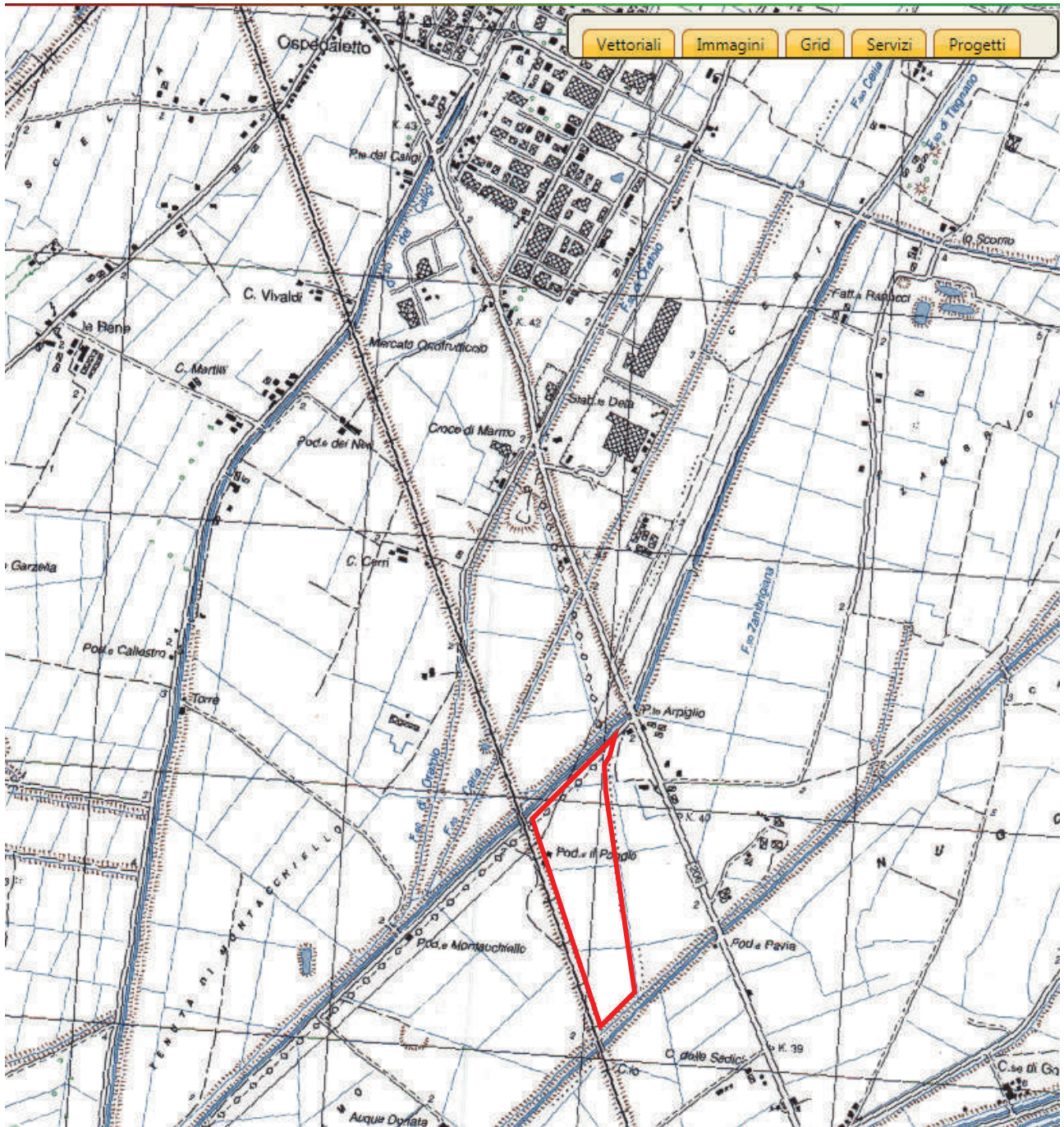
TAVOLE DI RIFERIMENTO

- Carta di pericolosità geologica Tavola B 01;
- Carta di fattibilità geologica Tavola B 02.

Montacchiello, 19 marzo 2018

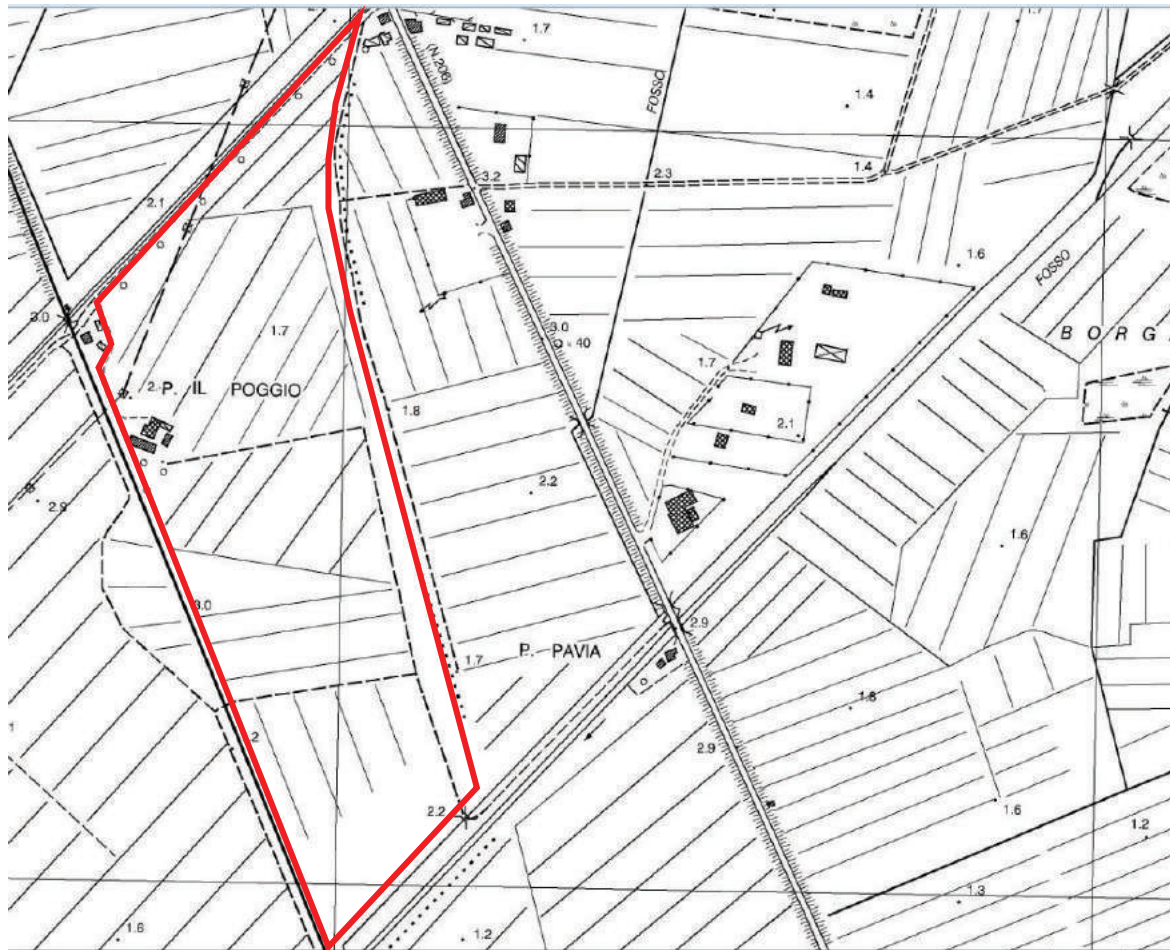
Dott. Geol. Giorgio Della Croce





Estratto carta IGMI 1:25.000 - Fonte: Geoportale Nazionale

Ubicazione dell'area Montacchiello



Estratto CTR scala 1:10.000 - Fonte: Regione Toscana

Ubicazione dell'area Montacchiello.



Stato attuale - Immagine da Google Earth - Ripresa del 11/03/2017
Individuazione delle aree.

LEGENDA

Contorno rosso esterno: delimitazione dell'area Montacchiello soggetta a Piano Attuativo.

M 1 - Ex Montacchiello 1

M 2 - Ex Montacchiello 2

N 3 - Ex Montacchiello 3

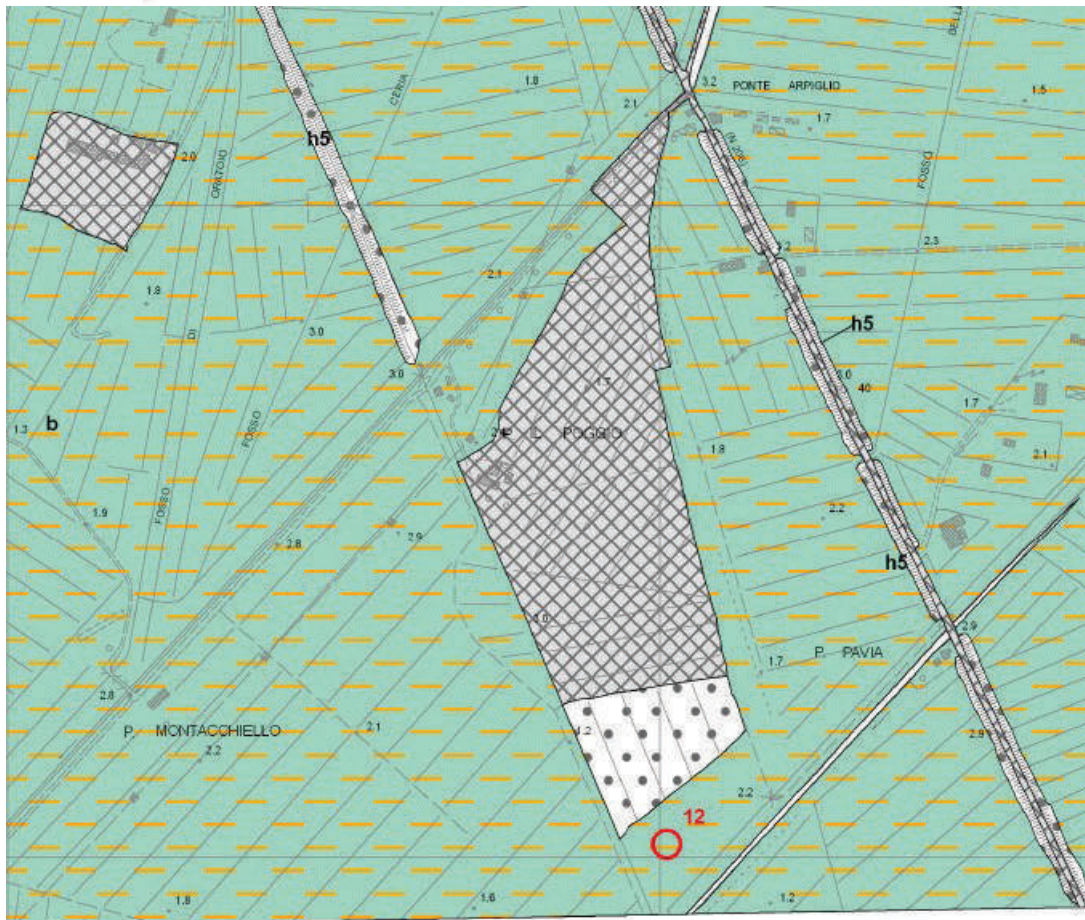
CARTA GEOLOGICA DELLA TOSCANA

Scala 1.10.000

Sezione 273100 - NAVACCHIO



D.G.P.T.A.
Servizio Geologico
Regionale



FORME E STRUTTURE ANTROPICHE



Struttura antropica che impedisce l'osservazione degli elementi geologici o geomorfologici e che ha profondamente modificato le caratteristiche del terreno (Area urbanizzata)

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

DEPOSITI OLOCENICI



Terreni di riporto, bonifica per colmata - **h5**



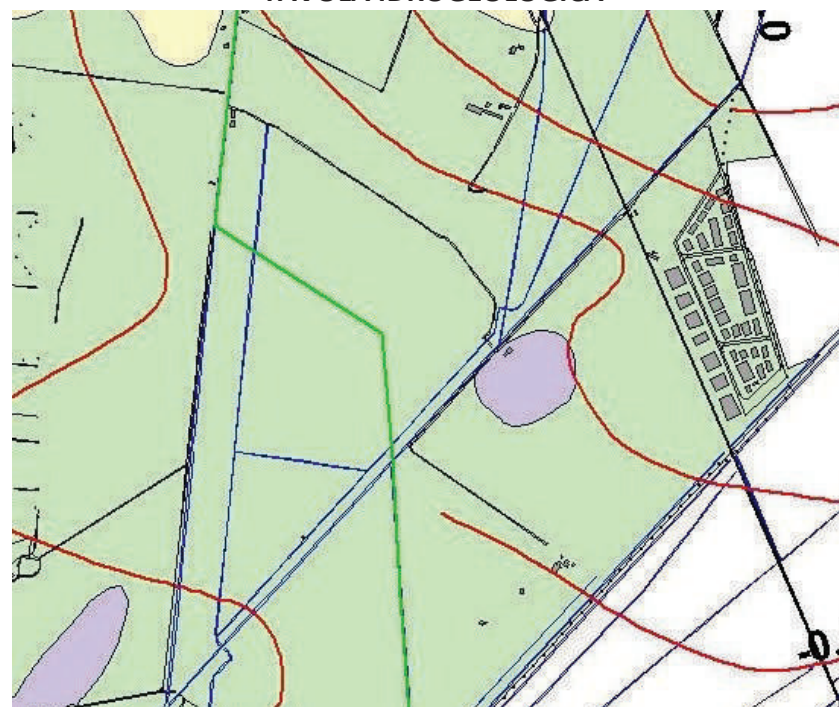
Depositi alluvionali attuali - limi e argille prevalenti - **b**

TAVOLA GEOLOGICA



- at** Depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata (Olocene)
- la** Depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene)
- sa** Depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi (Olocene)
- c** Calcareniti e sabbie di Coltano (Pleistocene superiore)

TAVOLA IDROGEOLOGICA



- Isofreatiche estive. Valori riferiti al livello del mare
- Sedimenti a permeabilità primaria media
- Sedimenti a permeabilità primaria molto bassa, contengono livelli praticamente impermeabili in corrispondenza delle intercalazioni torbose

TAVOLA LITOTECNICA



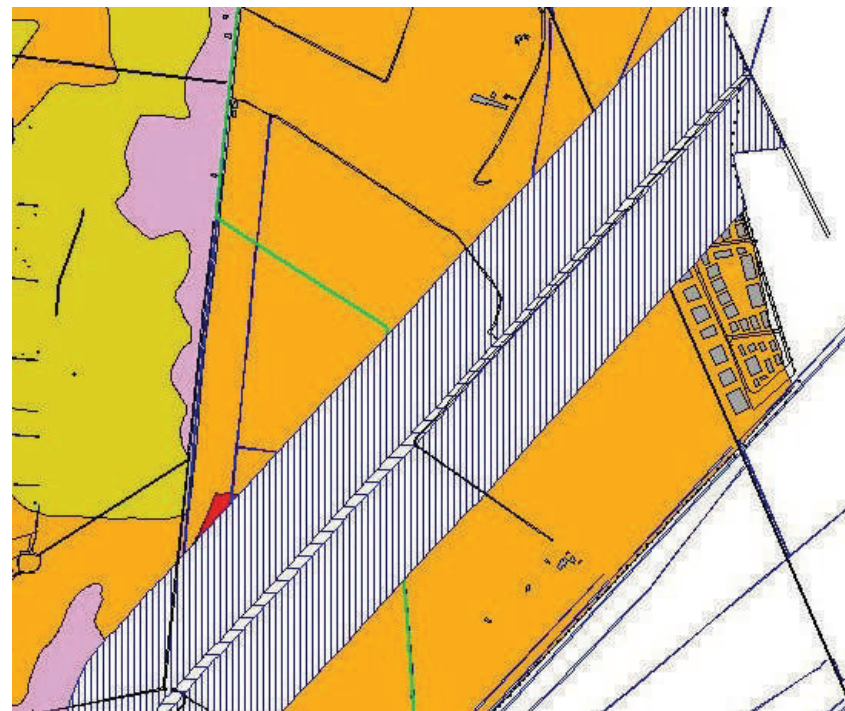
s **SABBIE**
 Questi terreni sono costituiti prevalentemente da sabbie con intercalazioni di sabbie limose talvolta con Lamellibranchi. L'angolo di attrito interno delle sabbie da dati di prove penetrometriche statiche è risultato variabile tra un minimo di 29° ed un massimo di 43°.
 Nei primi 10 metri di profondità la resistenza alla punta (Rp) del penetrometro statico è generalmente maggiore di 45 kg/cmq con punte massime intorno a 170 kg/cmq. La coesione degli strati sabbiosi è da considerarsi nulla. Il peso di volume varia tra minimi intorno 1,80 kg/dmc per le sabbie con contenuto limoso, fino a 2,08 kg/dmc per le sabbie pure più addensate. La densità relativa (Dr) varia tra minimi intorno al 52% e massimi che in rari casi possono raggiungere il 100%. Il colore di queste sabbie si presenta marrone chiaro-nocciola negli strati più superficiali e grigio in quelli più profondi.

TAVOLA DELLE AREE ALLAGABILI



Aree soggette a episodi di tracimazione dei canali di bonifica e difficoltoso drenaggio in caso di eventi piovosi intensi

TAVOLA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA



- Ambiti di applicazione della D.C.R. n.230/'94
- Ambito "A1"
 - Ambito "B"
- Classi di Pericolosità Classe 3c

al **ARCILLE E LIMI**
 Questi terreni sono costituiti da limi ed argille di colore bruno-giallastro. La componente limosa è generalmente preponderante su quella argillosa. La Rp del penetrometro statico varia generalmente tra 9 e 15 kg/cmq. La coesione è compresa tra 0,4 e 0,7 kg/cmq, mentre il coefficiente di compressibilità volumetrica mv assume valori tra 0,21 e 0,34 cmq/t con valori medi intorno a 0,25 cmq/t. In base a prove edometriche effettuate su campioni indisturbati prelevati negli orizzonti argillosi e limo-argillosi, è risultato che gli strati superficiali di questi terreni sono generalmente preconsolidati. Presentano inoltre valori generalmente elevati dell'indice di consistenza e valori del peso di volume compresi tra 1,7 e 1,9 kg/cmq.

COMUNE DI PISA

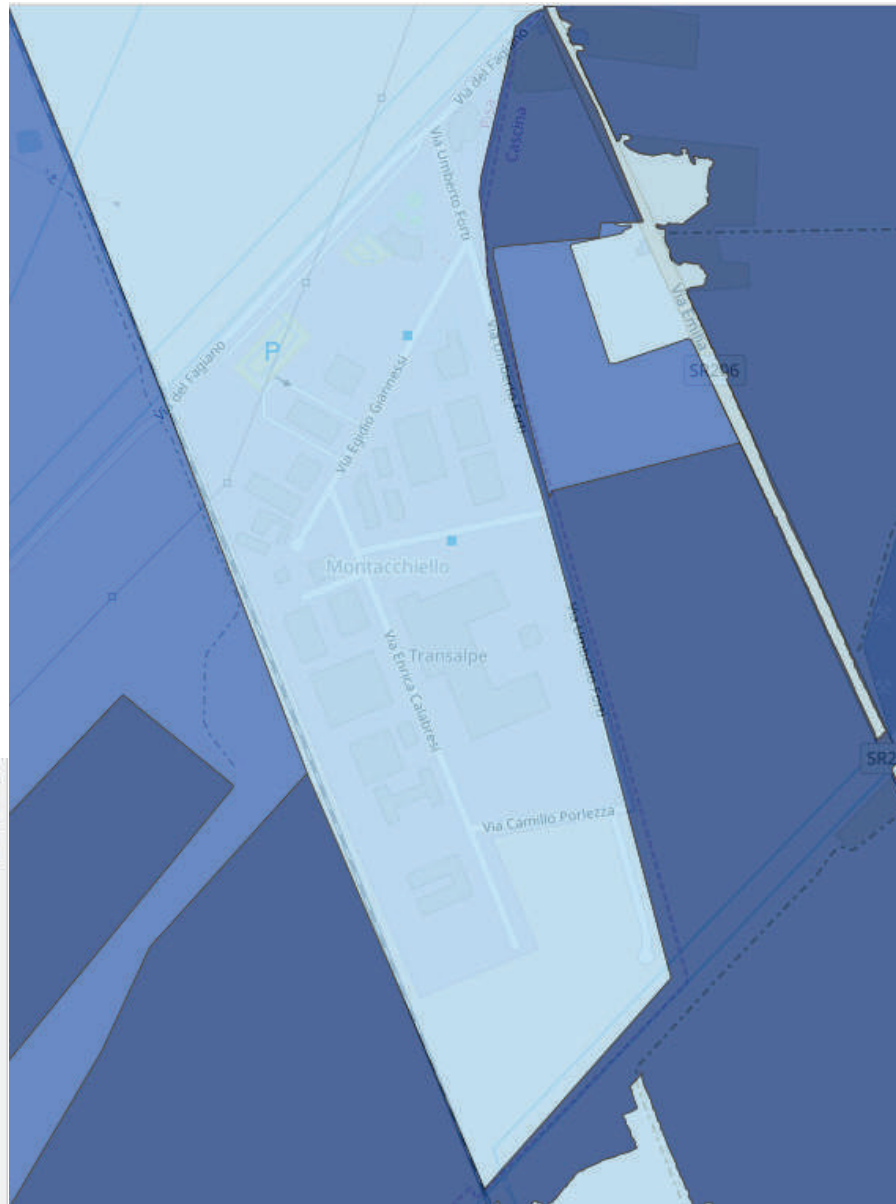
PIANO ATTUATIVO "MONTACCHIELLO 2018" DELL'AREA DI SVILUPPO IN LOCALITA' MONTACCHIELLO.

RELAZIONE GEOLOGICA
 PIANO STRUTTURALE - STRALCI DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI

FORTI HOLDING SPA

Marzo 2018 - Dott. Geol. Giorgio Della Croce

CARTA DELLA PERICOLOSITA DA ALLUVIONI FLUVIALI



Livelli **Legenda**

Legenda

Aree_Omogenee

Single symbol

Reticolo_principale

Blue Line

pericolosita_alluvioni_fluviali

P1 - pericolosita bassa

P2 - pericolosita media

P3 - pericolosita elevata

CARTA DEL RISCHIO DA ALLUVIONI FLUVIALI



Livelli **Legenda**

Legenda

Lim_adb2001_10K_GB

Blue Line

Rischio_polig

R1

R2

R3

R4

DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE

100 m / 200 ft | 1 : 8530 | km

Autorita di Bacino del fiume Arno - via dei Servi 15, Firenze

COMUNE DI PISA

PIANO ATTUATIVO "MONTACCHIELLO 2018" DELL'AREA DI SVILUPPO POSTA IN LOCALITA' MONTACCHIELLO.

RELAZIONE GEOLOGICA

DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE - PIANO DI BACINO DEL FIUME ARNO. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI - ELABORATI CARTOGRAFICI.

FORTI HOLDING SPA

Marzo 2018 - Dott. Geol. Giorgio Della Croce

INDAGINE DI RIFERIMENTO

AREA MONTACCHIELLO 2

COMUNE DI PISA

REALIZZAZIONE DI EDIFICIO
in loc. Montacchiello, Via E. Giannessi
Impresa Forti spa

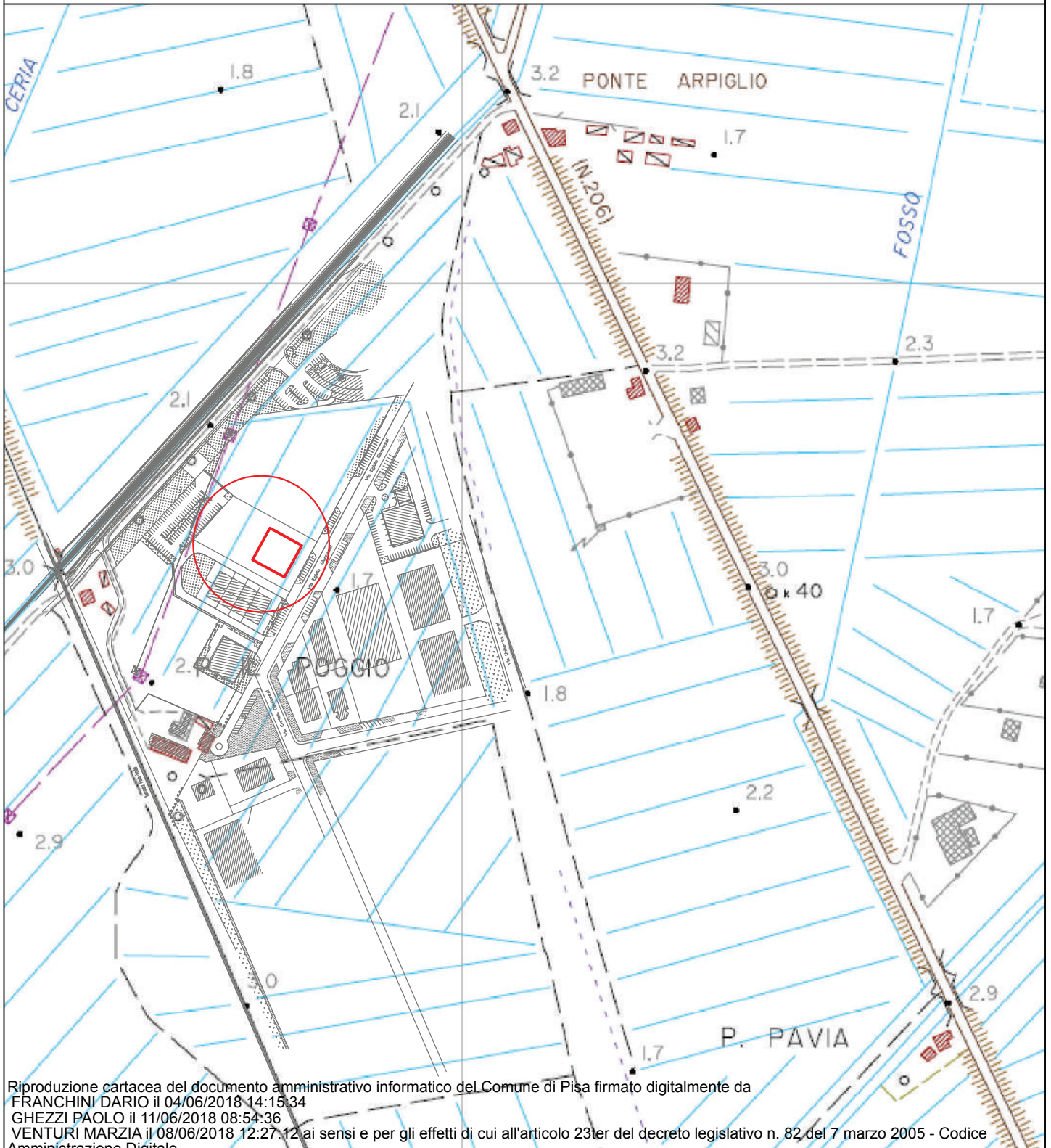
RELAZIONE GEOLOGICA

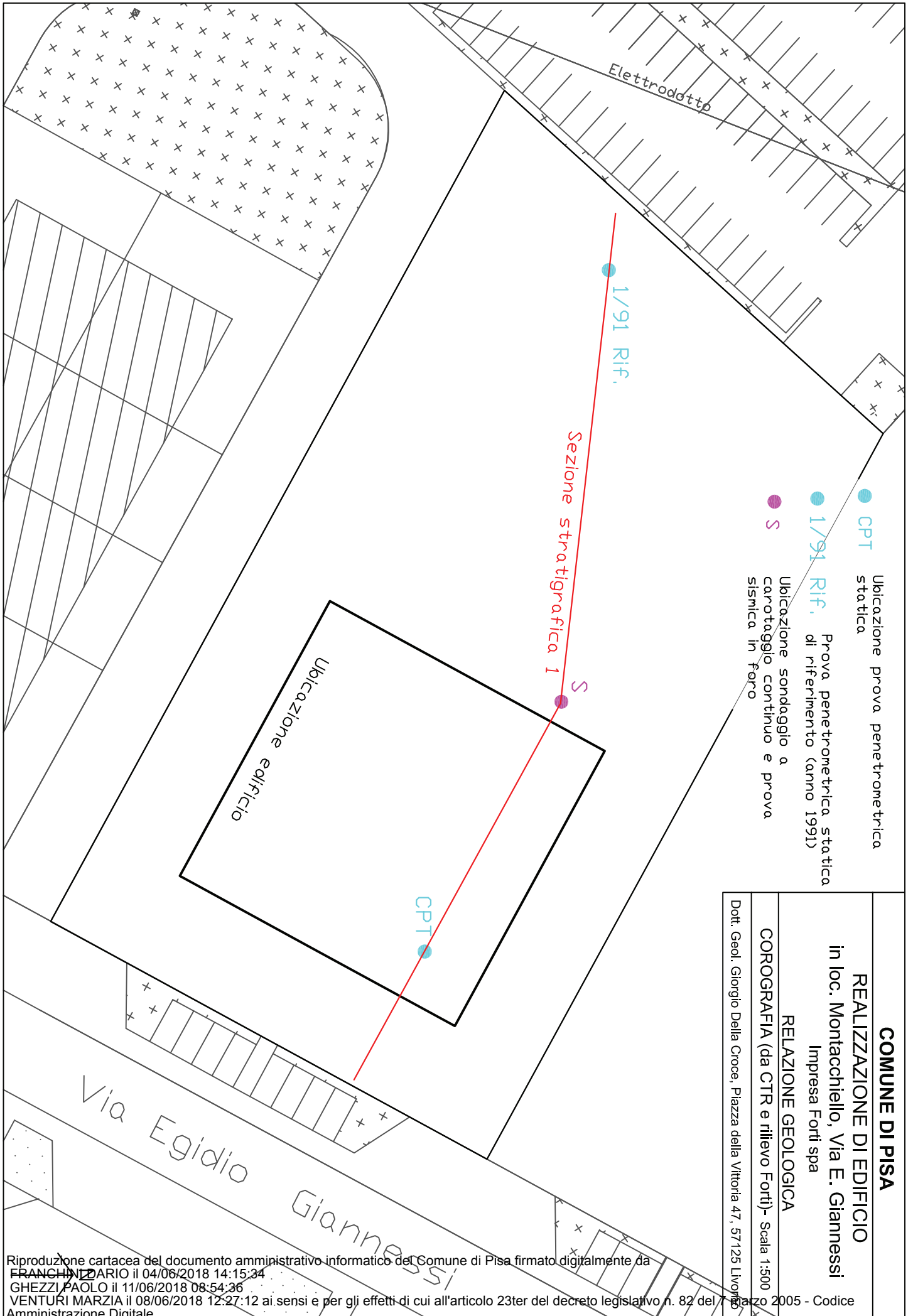
COROGRAFIA (da CTR e rilievo Forti)- Scala 1:5.000

Dott. Geol. Giorgio Della Croce, Piazza della Vittoria 47, 57125 Livorno



Ubicazione edificio in costruzione

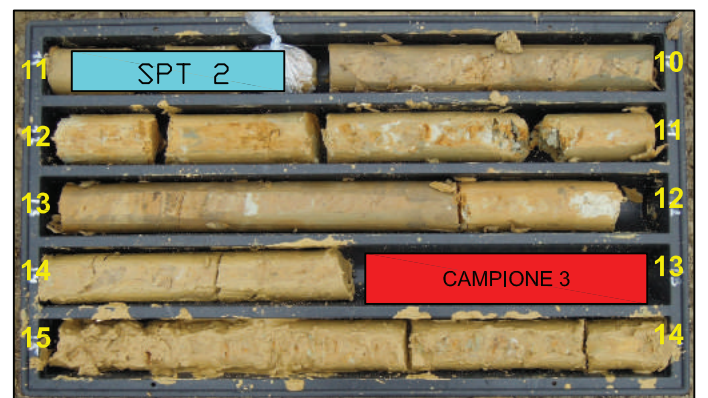
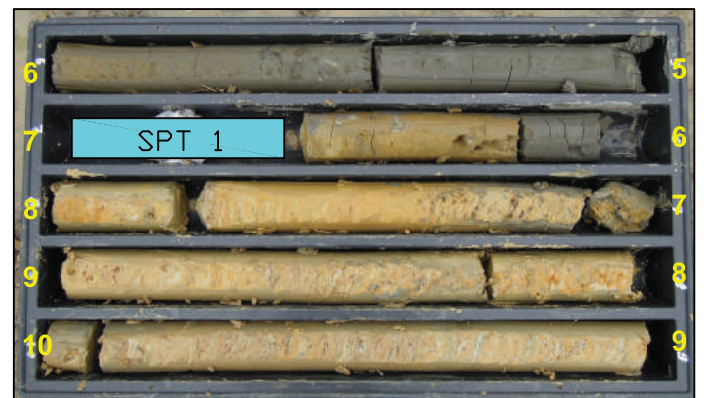
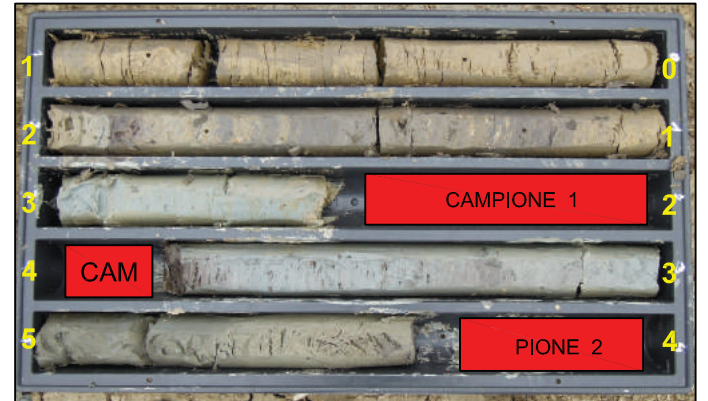




COMUNE DI PISA	
REALIZZAZIONE DI EDIFICIO	
in loc. Montacchiello, Via E. Giannessi	
Impresa Forti spa	
RELAZIONE GEOLOGICA	
COROGRAFIA (da CTR e rilievo Forti) - Scala 1:500	
Dott. Geol. Giorgio Della Croce, Piazza della Vittoria 47, 57125 Livorno	

Cantiere : Montacchiello Località: Montacchiello, Pisa Data inizio 31/01/12 Data fine: 02/02/2012
 Sondaggio n.: S1(pag. 1 di 3) Metodo perfor.: Carotaggio continuo - carotiere semplice Diamm.(mm): 101/127
 Liv.falda (m da p.c.): - 3.00 m (07/03/12) Quota p.c. (m s.l.m.): 1.7 Redattore stratigrafia: Dott. Geol. Giorgio Della Croce, Dott. Giulia Fronza

P.P.	(MPa)	Tor.	(kg/cmq)	S.P.T.	N.colpi	P.P.(MPa)	Prof.(m)	Prof.(m)	Prof.(m)	Descrizione
								0		Limo argilloso debolmente sabbioso consistente color nocciola con concrezioni carbonatiche millimetriche
								1.10	1	Argilla limosa colore marrone scuro con lamine color nocciola e ocra passante a grigio verso il basso, presenza crescente verso il basso di materiale vegetale indecomposto
							1.90 2.00	2		Argilla laminata color grigio e nocciola con concrezioni carbonatiche CAMPIONE 1
							2.50			Argilla poco consistente di colore grigio con lamine color nocciola
							3.10	3		Argilla poco consistente variegata di colore grigio e marrone molto scuro con materiale vegetale indecomposto in presenza crescente verso il basso
							3.80			Argilla poco consistente variegata di colore grigio e marrone molto scuro con materiale vegetale indecomposto in presenza crescente verso il basso
							4.30	4		CAMPIONE 2
							4.80			Argilla sabbiosa poco consistente di colore grigio scuro-marrone
							5.70	5		Argilla sabbiosa consistente di colore grigio scuro, passa gradualmente a ...
							6.00 6.15	6		... limo sabbioso consistente di colore marrone con concrezioni carbonatiche color ocra Argilla sabbiosa poco consistente di colore grigio scuro Limo sabbioso consistente di colore ocra con lamine di colore marrone
			6.50	7 13 14			6.50			SPT 1
							6.95	7		Sabbia limosa addensata colore ocra con raro ghiaietto e screziature grigio scuro
							7.40			Limo sabbioso molto consistente color ocra con lamine grigio chiaro
							7.90	8		Sabbia limosa addensata variegata colore ocra e grigio
							8.30			Argilla limosa molto consistente variegata ocra-grigio chiaro con frequenti punteggiature di materia organica
							10.50	9		Argilla limosa molto consistente variegata ocra-grigio chiaro con frequenti punteggiature di materia organica
			10,50	11 12 16			10.50			SPT 2
							10.95 11.15	11		Limo argilloso consistente variegato ocra e grigio chiaro Sabbia fine limosa addensata variegata ocra-grigio chiaro
							12.10	12		Argilla limosa molto consistente color nocciola con lamine di colore grigio scuro
							13.00	13		CAMPIONE 3
							13.50 13.70			come sopra
								14		Limo sabbioso argilloso poco consistente variegato ocra-nocciola con rare concrezioni carbonatiche
								15		



- Terreno Vegetale**
- Sabbia**
- Limo**
- Argillite**
- Concrezioni di Carbonato di Calcio**
- Resti vegetali, radici**
- Bivalvi**

(*)1,2,3,... s=Shelby d=Denison
 o=Osterberg a=altro
 A,B,C,...camp.rimanegg.
 P.P.=penetrometro tascabile
 Tor=Scissometro tascabile
 S.P.T. Standard Penetration Test
 V.T. Vane Test (kg/cmq)
 max-residuo
 R.Q.D.=Rock Quality Designation

NOTE: _____

Cantiere : Montacchiello Località: Montacchiello, Pisa Data inizio 31/01/12 Data fine: 02/02/2012
 Sondaggio n.: S1(pag. 2 di 3) Metodo perfor.: Carotaggio continuo - carotiere semplice Diamm.(mm): 101/127
 Liv.falda (m da p.c.): - 3.00 m (07/03/12) Quota p.c. (m s.l.m.): 1.7 Redattore stratigrafia: Dott. Geol. Giorgio Della Croce, Dott. Giulia Fronza

P.P.	(MPa)	Tor.	(kg/cmq)	S.P.T.	N.colpi	P.P.(MPa)	Prof.(m)	Prof.(m)	Prof.(m)	Descrizione
							15.10	15		come sopra
								16		Argilla limosa consistente color nocciola
			16.50	2	7		16.40	16.50		Sabbia fine limosa color nocciola
					14		16.95	17		SPT 3
							17.20			Limo sabbioso poco consistente color nocciola
								18		Sabbia fine limosa poco addensata color nocciola
							18.60			limo sabbioso consistente color nocciola
							18.90	19		argilla limosa consistente variegata nocciola-grigio
							19.30			Sabbia limosa mediamente addensata color nocciola
							19.50			limo sabbioso poco consistente color nocciola
							20.20	20		Sabbia limosa mediamente addensata color nocciola
							21.30	21		Sabbia debolmente limosa addensata color grigio
			22.50	5	4		22.50			SPT 4
					9		22.95	23		come sopra
							23.40	24		Sabbia limosa poco addensata color ocra
							24.30			limo argilloso sabbioso consistente color nocciola
							24.50			Sabbia debolmente limosa addensata color nocciola
							24.90	25		Argilla limosa poco consistente color grigio con fr. di gusci di bivalvi
							25.00			limo sabbioso consistente color grigio con fr. di gusci di bivalvi
							25.40			Argilla limosa sabbiosa poco consistente color grigio
							25.50	26		Sabbia limosa poco addensata color grigio
							26.70			Sabbia fine limosa poco addensata color grigio
							27.10	27		Argilla limosa sabbiosa poco consistente color grigio con gusci di bivalvi
							27.30	28		Sabbia fine limosa addensata color grigio e fr. di gusci di bivalvi
							29.50	29		limo sabbioso consistente color grigio con screziatura grossolana color ocra
							29.75	30		Argilla limosa sabbiosa consistente color grigio con resti vegetali indecomposti



- Terreno Vegetale**
- Sabbia**
- Limo**
- Argillite**
- Concrezioni di Carbonato di Calcio**
- Resti vegetali, radici**
- Bivalvi**

(*1,2,3,... s=Shelby d=Denison
 o=Osterberg a=altro
 A,B,C,...camp.rimanegg.
 P.P.=penetrometro tascabile
 Tor=Scissometro tascabile
 S.P.T. Standard Penetration Test
 V.T. Vane Test (kg/cmq)
 max=residuo
 R.Q.D.=Rock Quality Designation

NOTE: _____

Ichnogeo s.a.s.
via Ilaria Alpi 18/20, 56028 San Miniato (PI)

Committente:

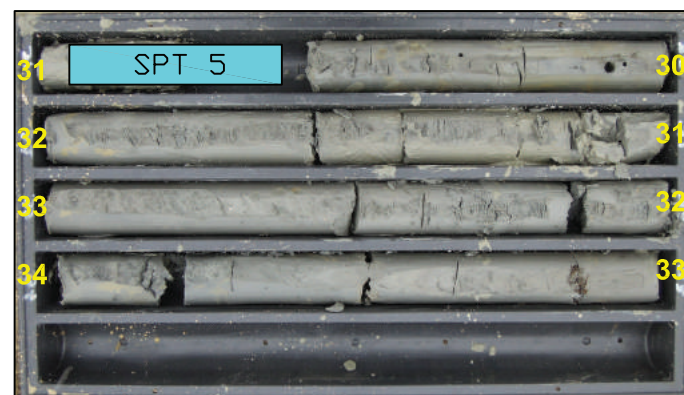
Impresa Forti s.p.a.

Cantiere : Montacchiello Località: Montacchiello, Pisa Data inizio 31/01/12 Data fine: 02/02/2012

Sondaggio n.: S1(pag. 3 di 3) Metodo perfor.: Carotaggio continuo - carotiere semplice Diamm.(mm): 101/127

Liv.falda (m da p.c.): - 3.00 m (07/03/12) Quota p.c. (m s.l.m.): 1.7 Redattore stratigrafia: Dott. Geol. Giorgio Della Croce, Dott. Giulia Fronza

P.P.	(MPa)	Tor.	(kg/cmq)	S.P.T.	N.colpi	P.P.(MPa)	Prof.(m)	Prof.(m)	Prof.(m)	Descrizione
								30		come sopra
				30.50	12			30.30		Sabbia limosa poco addensata color grigio
					17			30.50		SPT 5
					19			31.95		SPT 5
								31		Sabbia fine e media debolmente limosa addensata color grigio con fr. di gusci di bivalvi
								32		Sabbia fine limosa addensata color grigio con fr. di gusci di bivalvi
								32.40		Sabbia fine limosa addensata color grigio con fr. di gusci di bivalvi
								33		argilla limosa sabbiosa consistente color grigio con fr. di gusci di bivalvi
								33.30		Sabbia media e grossolana debolmente limosa addensata color grigio
								33.80		
								34		



Terreno Vegetale



Sabbia



Limo



Argillite



Concrezioni di Carbonato di Calcio



Resti vegetali, radici



Bivalvi

(*)1,2,3,... s=Shelby d=Denison
o=Osterberg a=altro
A,B,C,...camp.rimanegg.
P.P.=penetrometro tascabile
Tor=Scissometro tascabile
S.P.T. Standard Penetration Test
V.T. Vane Test (kg/cmq)
max=residuo
R.Q.D.=Rock Quality Designation

NOTE:

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

norma di riferimento: Raccomandazioni AGI 1977
deviazioni dalla norma: nessuna

verbale di accettazione n° **016/12** del **25/01/2012**
certificato di prova n° **0143/12** del **02/01/2012**

Comm.te: **Impresa Forti Spa**
Località: **Loc. Montacchiello, Pisa**
prova n° **CPT 1**

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

penetrometro: statico RMU 190 kN, autoancorante
sistema di ancoraggio: elicoidi diam.220 mm - prof. circa 0,9 m da piano di campagna
sistema di misura: cella di carico di sommità NBC elettronica con visualizzatore Pagani - risoluz. 98 N
punta: meccanica tipo Begemann con manicotto di attrito

<i>diametro</i>	3.75	cm
<i>area punta</i>	10	cm ²
<i>angolo di apertura</i>	60	°
<i>area manicotto</i>	150	cm ²

peso aste interne: 13,5 N/m
passo di lettura: 0,2 m

DATI DI PROVA

prof. inizio prova (m): 0 da p.c.
prof. fine prova (m): 21.80 da p.c.
totale metri prova: 21.8
livello di falda (m): 3.00 da p.c.

profondità base strato da p.c. (m)	Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - q_c (MPa)	Attrito laterale unitario - f_s (kPa)	q_c/f_s	note
	punta	punta + manicotto				
0.20						
0.40		2.26		91.5		
0.60	0.88	1.96	0.88	65.4	13.5	
0.80	0.98	2.26	0.98	71.9	13.6	
1.00	1.18	2.55	1.18	71.9	16.4	
1.20	1.47	3.53	1.47	78.5	18.8	



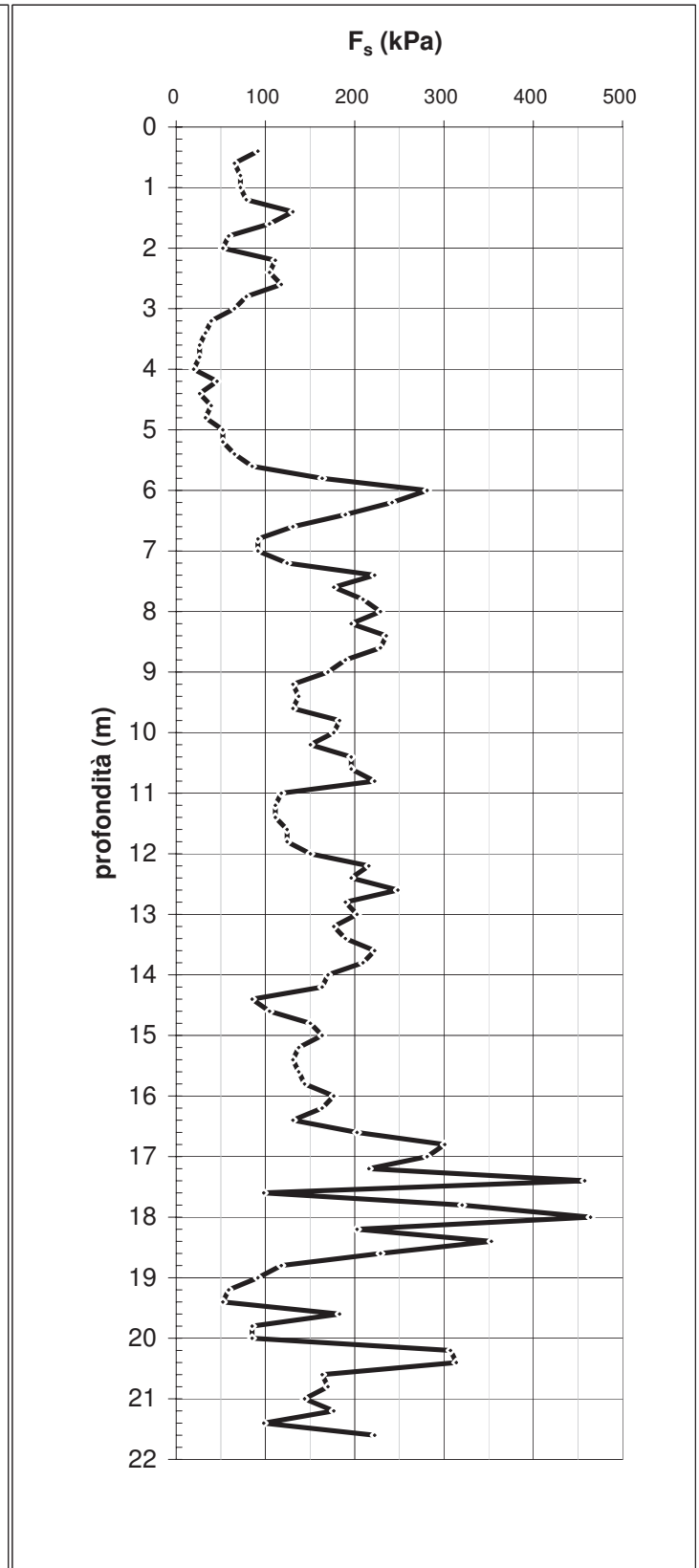
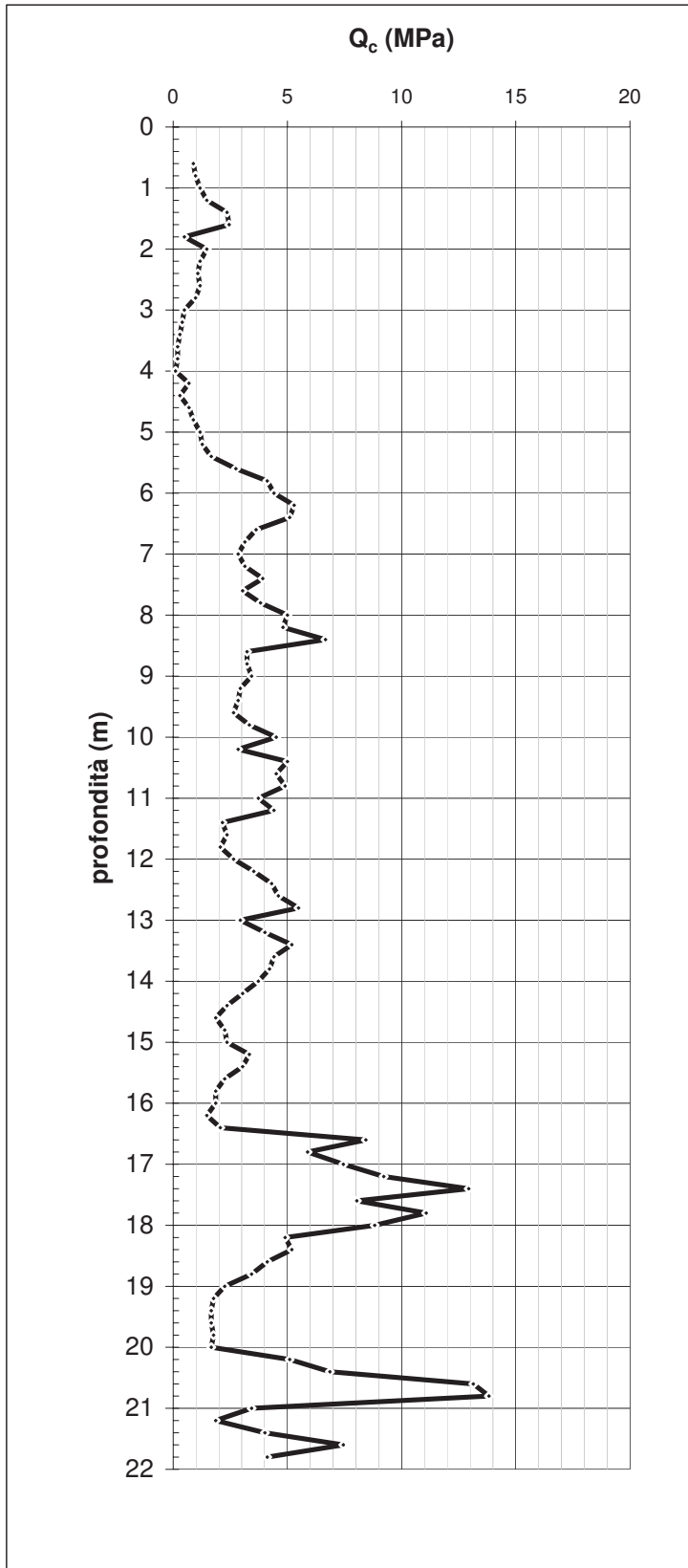
profondità da p.c. (m)	Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - q_c (MPa)	Attrito laterale unitario - f_s (kPa)	q_c/f_s	note
	punta	punta + manicotto				
1.40	2.35	4.41	2.35	130.8	18.0	
1.60	2.45	2.06	2.45	104.6	23.4	
1.80	0.49	2.35	0.49	58.8	8.3	
2.00	1.47	1.96	1.47	52.3	28.1	
2.20	1.18	2.75	1.18	111.1	10.6	
2.40	1.08	2.75	1.08	104.6	10.3	
2.60	1.18	2.75	1.18	117.7	10.0	
2.80	0.98	1.67	0.98	78.5	12.5	
3.00	0.49	1.37	0.49	65.4	7.5	
3.20	0.39	0.88	0.39	39.2	10.0	
3.40	0.29	0.69	0.29	32.7	9.0	
3.60	0.20	0.59	0.20	26.2	7.5	
3.80	0.20	0.49	0.20	26.2	7.5	
4.00	0.10	0.98	0.10	19.6	5.0	
4.20	0.69	0.98	0.69	45.8	15.0	
4.40	0.29	1.08	0.29	26.2	11.3	
4.60	0.69	1.47	0.69	39.2	17.5	
4.80	0.88	1.67	0.88	32.7	27.0	
5.00	1.18	2.06	1.18	52.3	22.5	
5.20	1.27	2.45	1.27	52.3	24.4	
5.40	1.67	3.73	1.67	65.4	25.5	
5.60	2.75	5.39	2.75	85.0	32.3	
5.80	4.12	6.86	4.12	163.4	25.2	
6.00	4.41	9.51	4.41	281.1	15.7	
6.20	5.30	8.73	5.30	241.9	21.9	
6.40	5.10	6.47	5.10	189.6	26.9	
6.60	3.63	5.10	3.63	130.8	27.8	
6.80	3.14	4.22	3.14	91.5	34.3	
7.00	2.84	4.51	2.84	91.5	31.1	
7.20	3.14	5.79	3.14	124.2	25.3	
7.40	3.92	6.37	3.92	222.3	17.6	
7.60	3.04	6.47	3.04	176.5	17.2	
7.80	3.82	8.14	3.82	209.2	18.3	
8.00	5.00	8.24	5.00	228.8	21.9	
8.20	4.81	9.61	4.81	196.1	24.5	
8.40	6.67	6.77	6.67	235.4	28.3	
8.60	3.24	6.67	3.24	228.8	14.1	
8.80	3.24	6.28	3.24	189.6	17.1	
9.00	3.43	5.49	3.43	170.0	20.2	
9.20	2.94	4.81	2.94	130.8	22.5	
9.40	2.84	4.71	2.84	137.3	20.7	



profondità da p.c. (m)	Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - q_c (MPa)	Attrito laterale unitario - f_s (kPa)	q_c/f_s	note
	punta	punta + manicotto				
9.60	2.65	5.30	2.65	130.8	20.3	
9.80	3.33	7.26	3.33	183.1	18.2	
10.00	4.51	5.49	4.51	176.5	25.6	
10.20	2.84	7.26	2.84	150.4	18.9	
10.40	5.00	7.45	5.00	196.1	25.5	
10.60	4.51	7.85	4.51	196.1	23.0	
10.80	4.90	7.06	4.90	222.3	22.1	
11.00	3.73	6.18	3.73	117.7	31.7	
11.20	4.41	3.82	4.41	111.1	39.7	
11.40	2.16	4.02	2.16	111.1	19.4	
11.60	2.35	3.92	2.35	124.2	18.9	
11.80	2.06	4.51	2.06	124.2	16.6	
12.00	2.65	5.79	2.65	150.4	17.6	
12.20	3.53	7.55	3.53	215.7	16.4	
12.40	4.31	7.55	4.31	196.1	22.0	
12.60	4.61	9.22	4.61	248.4	18.6	
12.80	5.49	5.79	5.49	189.6	29.0	
13.00	2.94	7.06	2.94	202.7	14.5	
13.20	4.02	7.85	4.02	176.5	22.8	
13.40	5.20	7.26	5.20	189.6	27.4	
13.60	4.41	7.55	4.41	222.3	19.9	
13.80	4.22	6.86	4.22	209.2	20.2	
14.00	3.73	5.59	3.73	170.0	21.9	
14.20	3.04	4.81	3.04	163.4	18.6	
14.40	2.35	3.14	2.35	85.0	27.7	
14.60	1.86	3.82	1.86	104.6	17.8	
14.80	2.26	4.61	2.26	150.4	15.0	
15.00	2.35	5.79	2.35	163.4	14.4	
15.20	3.33	5.10	3.33	137.3	24.3	
15.40	3.04	4.22	3.04	130.8	23.3	
15.60	2.26	3.92	2.26	137.3	16.4	
15.80	1.86	4.02	1.86	143.8	13.0	
16.00	1.86	4.12	1.86	176.5	10.6	
16.20	1.47	4.51	1.47	163.4	9.0	
16.40	2.06	10.40	2.06	130.8	15.8	
16.60	8.43	8.92	8.43	202.7	64.5	
16.80	5.88	11.96	5.88	300.7	29.0	
17.00	7.45	13.44	7.45	281.1	26.5	
17.20	9.22	16.18	9.22	215.7	42.7	
17.40	12.94	14.91	12.94	457.6	28.3	
17.60	8.04	12.55	8.04	98.1	82.0	
17.80	11.08	13.63	11.08	320.4	34.6	
18.00	8.83	11.87	8.83	464.2	19.0	
18.20	4.90	8.24	4.90	202.7	24.2	
18.40	5.20	9.41	5.20	353.0	14.7	
18.60	4.12	6.86	4.12	228.8	18.0	
18.80	3.43	4.02	3.43	117.7	29.2	
19.00	2.26	3.14	2.26	91.5	24.6	



profondità da p.c. (m)	Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - q_c (MPa)	Attrito laterale unitario - f_s (kPa)	q_c/f_s	note
	punta	punta + manicotto				
19.20	1.77	2.55	1.77	58.8	30.0	
19.40	1.67	2.45	1.67	52.3	31.9	
19.60	1.67	4.51	1.67	183.1	9.1	
19.80	1.77	2.94	1.77	85.0	20.8	
20.00	1.67	6.37	1.67	85.0	19.6	
20.20	5.10	11.47	5.10	307.3	16.6	
20.40	6.86	17.85	6.86	313.8	21.9	
20.60	13.14	16.28	13.14	163.4	80.4	
20.80	13.83	5.98	13.83	170.0	81.3	
21.00	3.43	4.02	3.43	143.8	23.9	
21.20	1.86	6.67	1.86	176.5	10.6	
21.40	4.02	8.92	4.02	98.1	41.0	
21.60	7.45	7.45	7.45	222.3	33.5	
21.80	4.12		4.12			





UBICAZIONE DELLA PROVA
Loc. Montacchiello, Pisa





Petra snc

COMUNE DI PISA

INDAGINE GEOFISICA DOWN HOLE IN LOCALITA'
MONTACCHIELLO.

Comm.te:

Impresa FORTI S.p.a.

MARZO 2012

PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati di un'indagine sismica "down hole" eseguita in località Montacchillo, in Comune di Pisa.

Le misure sono state effettuate all'interno di una perforazione a carotaggio continuo, attrezzata per l'esecuzione di prove down-hole, che sono state eseguite nel tratto compreso tra 34 m di profondità ed il piano di campagna.

GENERALITÀ SULLE PROSPEZIONI SISMICHE DOWN HOLE

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio opportunamente rivestito (figura 1).

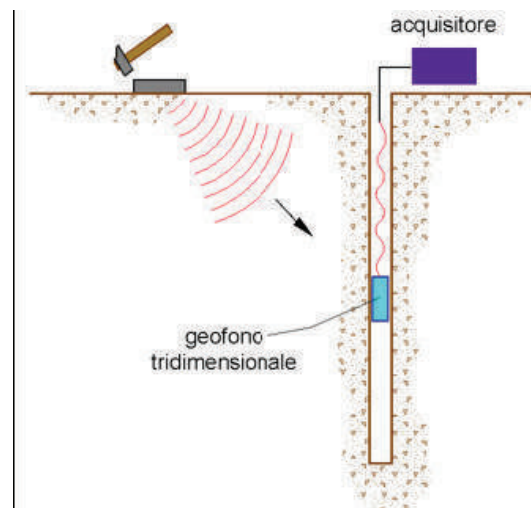


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

- 1) una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- 2) uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- 3) un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- 4) un trasduttore (trigger) per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.

Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante rivestimento metallico o di fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo (mediamente $\phi < 15$ cm).

I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, in PVC pesante da pozzi ϕ 80 mm e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e talvolta

Prima di iniziare l'indagine è opportuno assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

La sorgente consiste in una piastra (di alluminio, acciaio, legno, ...) per l'energizzazione delle onde Vp che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 – 3,0 m; alla stessa distanza è posta la trave di battuta per l'energizzazione delle onde Vs, orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro.

Alla sorgente (mazza di battuta od esplosivo) è agganciato il trasduttore di velocità o l'interruttore meccanico utilizzato come trigger.

A questo punto il ricevitore viene assicurato alla parete del tubo di rivestimento in PVC mediante il dispositivo ad aria compressa integrato nel geofono tridimensionale, e le sorgenti vengono colpite rispettivamente in senso verticale (per generare onde di compressione P) e lateralmente (generando onde di taglio SH); al momento dell'energizzazione, con massa battente da almeno 5 kg, parte la registrazione del segnale di trigger e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni, la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

Interpretazione - Metodo diretto

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se d è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 2), r la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori, z la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t_{corr}) mediante la seguente formula di conversione:

$$t_{\text{corr}} = \frac{z}{r} t$$

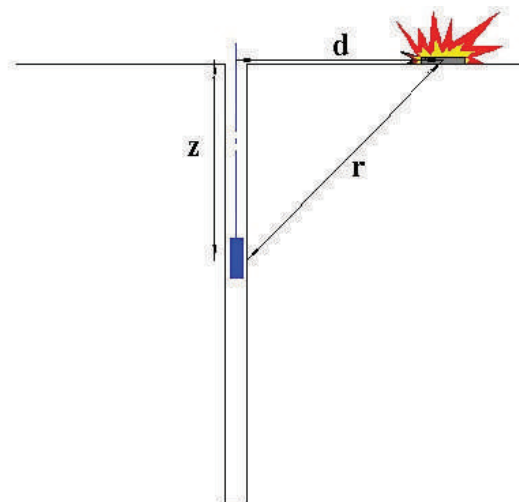


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico t_{corr}-z in

modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 3).

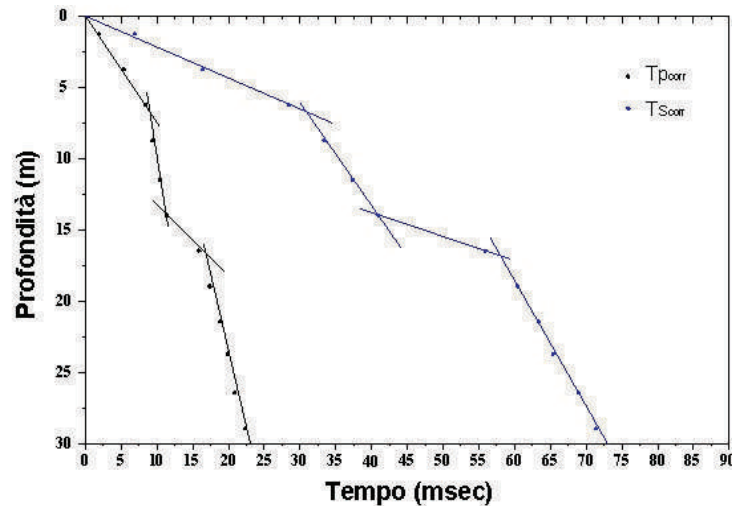


Figura 3 – Grafico delle dromocrone

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri sismici:

- 1) coefficiente di Poisson medio: $\nu = (0,5 (V_p/V_s)^2 - 1) / ((V_p/V_s)^2 - 1)$
- 2) modulo di Young medio: $E = V_s^2 \gamma ((3V_p^2 - 4V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2))$
- 3) modulo di compressibilità volumetrica medio: $K = \gamma (V_p^2 - 4/3 V_s^2)$

Interpretazione - Metodo intervallo

Con il metodo intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi (figura 4) posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (velocità d'intervallo).

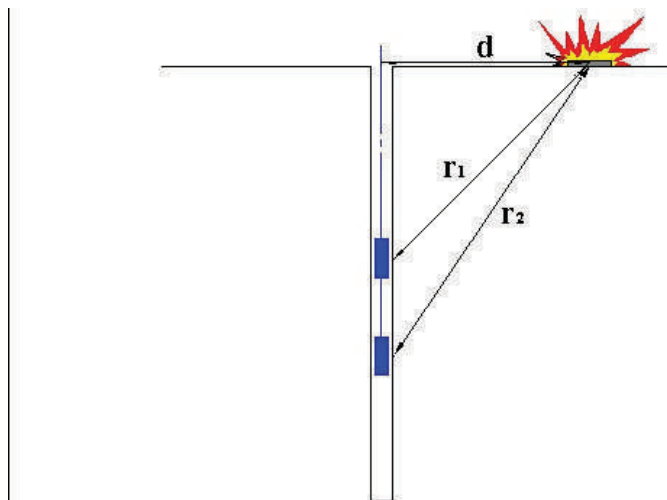


Figura 4 – Schema di down hole con metodo intervallo

Quando si dispone di un solo ricevitore, cioè nell'ipotesi in cui le coppie non corrispondano ad un unico impulso, i valori di velocità determinati vengono definiti di pseudo-intervallo, consentendo un'apparente migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la 1.0) e la velocità intervallo delle onde P e S, con relativo grafico (figura 6), con la formula seguente:

$$v_{p,s} = \frac{r_2 - r_1}{t_{2corr} - t_{1corr}}$$

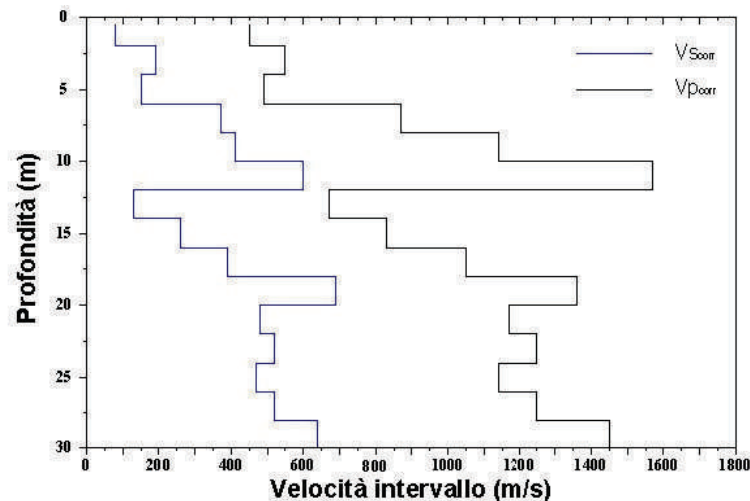


Figura 5 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

Ottenute le velocità intervallo si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate sopra.

I limiti del metodo intervallo sono :

- esso non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;
- non è applicabile nel caso in cui $t_{2corr} < t_{1corr}$.

ATTREZZATURA E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura *AMBROGEO "ECHO 12-24/2002 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 (1530 punti)

- 200 msec (3060 punti)
- 400 msec (6121 punti)
- 1000 msec
- . sampling: 130 micro/sec
- . 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 2002" vers. 6.02.

L'attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spazati a 5 m, con connettori *cannon*, montati su rullo, geofoni orizzontali "Geospace" a 14 Hz, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter e/o cannoncino per cartucce industriali con geofono starter per le onde *Sp*, cavo trigger da 200 m montato su rullo e trave di battuta per le onde *Sh*, geofono down hole tridimensionale con bombola di aria compressa per il "packer" di ancoraggio.

Le energizzazioni sono state eseguite a tre metri dall'asse del foro, con rilievo delle onde sismiche *Sp* ed *Sh*. Il canale 1 del sismografo è stato utilizzato per l'acquisizione delle onde *Vp*, con tempo di acquisizione 400 msec, mentre i canali 2 e 3 sono stati utilizzati per l'acquisizione delle onde *Vs* collegandosi ai due sensori ortogonali del geofono tridimensionale, con tempo di acquisizione 400 msec.

L'acquisizione è iniziata da - 34 m da p.c., fino alla quota di -1 m da p.c.

INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *Intersism 2.0* della *geo&soft international*. Tale programma è in grado di operare direttamente con i dati della strumentazione *Ambrogeo* (*.dat *.sgy) per la definizione dei tempi di primo arrivo ed il successivo tracciamento delle *dromocrone* (*travel-time curves*).

Il calcolo è stato eseguito con il metodo dell'intercetta, che nel caso specifico si è dimostrato efficace ed adatto. In allegato sono quindi riportati i diagrammi relativi alle dromocrone (primi arrivi) delle onde *P* ed onde *S*, la ricostruzione stratigrafica-sismica che ne deriva, e l'interpretazione dei dati sismici. Si ricorda che la stratigrafia sismica può non corrispondere esattamente con quella geologica e geotecnica, dato che essa considera maggiormente le caratteristiche elastiche e di addensamento dei terreni piuttosto che la loro stratigrafia caratteristica. Si rileva che il primo sismostrato denota una velocità molto bassa delle onde *Vp*, dovuta probabilmente alle caratteristiche di un rilevato superficiale in esecuzione al momento dell'esecuzione della prova.

categoria (DM 14.1.2008) del terreno di fondazione. La velocità Vs 30 riscontrata (217 m/s) ricade tra i limiti della classe C, ovvero:

Classe C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < cu < 250$ kPa).

L'attribuzione di tale categoria sismica sarà valutata dai progettisti, che dispongono della totalità dei dati geognostici, dell'inquadramento geologico generale e del contesto geomorfologico, e del tipo di struttura in progetto.

Livorno, 7 marzo 2012.

X Petra snc

Dott.Geol. Giorgio Della Croce



ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

Montacchiello 2012 - Forti Spa - Marzo 2012

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO

Distanza = 3.00 [m]

PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	1.00	9.33	23.58	22.70	2.95	7.46	7.18
2	2.00	9.56	24.96	24.96	5.30	13.85	13.85
3	3.00	9.79	28.42	27.07	6.92	20.09	19.14
4	4.00	10.08	34.06	33.62	8.06	27.24	26.90
5	5.00	10.25	43.23	39.30	8.79	37.07	33.70
6	6.00	10.43	47.59	43.23	9.33	42.57	38.66
7	7.00	10.62	51.52	47.15	9.76	47.36	43.34
8	8.00	10.88	54.14	53.27	10.19	50.69	49.88
9	9.00	11.52	58.51	58.51	10.93	55.50	55.50
10	10.00	11.90	63.36	62.00	11.40	60.69	59.39
11	11.00	12.54	66.80	66.37	12.10	64.45	64.03
12	12.00	12.93	71.17	70.73	12.54	69.04	68.62
13	13.00	13.57	75.53	75.10	13.22	73.60	73.18
14	14.00	14.08	79.46	79.90	13.77	77.70	78.13
15	15.00	14.59	83.39	84.27	14.31	81.77	82.63
16	16.00	15.36	88.63	88.63	15.10	87.12	87.12
17	17.00	16.13	91.69	91.25	15.88	90.29	89.86
18	18.00	16.64	94.75	95.18	16.41	93.46	93.89
19	19.00	17.02	98.68	98.68	16.82	97.47	97.47
20	20.00	17.66	103.48	103.48	17.47	102.33	102.33
21	21.00	18.54	107.84	108.28	18.35	106.76	107.19
22	22.00	19.06	110.03	110.46	18.89	109.02	109.45
23	23.00	19.58	113.52	113.08	19.42	112.57	112.13
24	24.00	20.34	117.45	117.89	20.18	116.54	116.98
25	25.00	21.25	120.07	120.94	21.10	119.21	120.08
26	26.00	21.89	125.31	124.87	21.74	124.48	124.05
27	27.00	22.40	127.06	127.06	22.26	126.28	126.28
28	28.00	23.04	132.73	130.99	22.91	131.98	130.24
29	29.00	23.42	136.66	133.61	23.30	135.94	132.90
30	30.00	24.19	138.41	137.10	24.07	137.72	136.42
31	31.00	24.45	140.59	140.15	24.33	139.94	139.50
32	32.00	25.09	143.65	144.08	24.98	143.02	143.45
33	33.00	25.73	146.70	147.58	25.62	146.10	146.97
34	34.00	26.50	150.20	149.76	26.39	149.62	149.18

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	3	416
2	5	1429
3	17	1692
4	34	1579

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	6	141	0.40	39762.0	111333	185555
2	16	226	0.48	102152..	302369	2519740
3	29	268	0.48	143648..	425198	3543314
4	34	363	0.45	263538..	764260	2547532

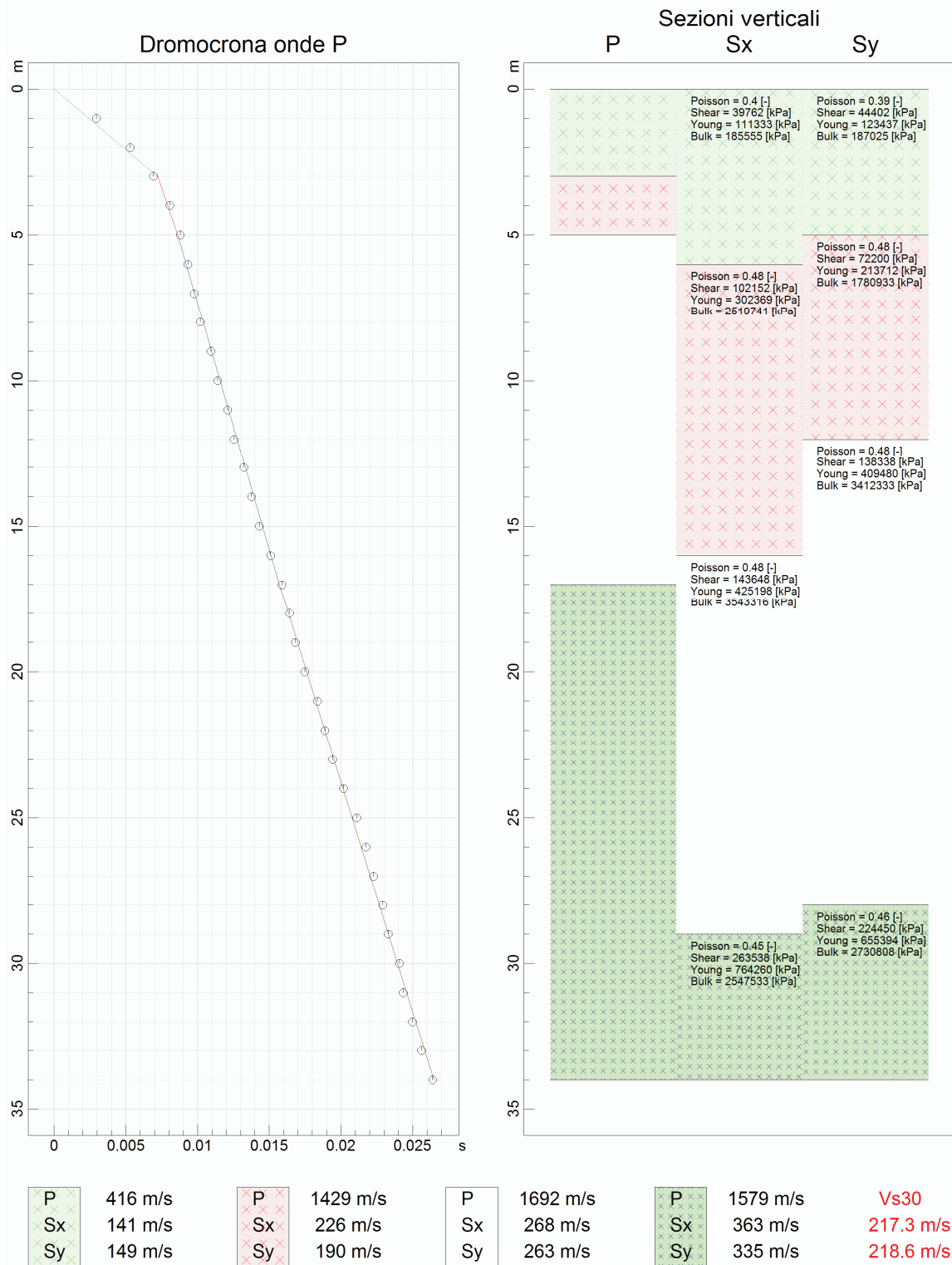
PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	5	149	0.39	44402.0	123437	187025
2	12	190	0.48	72200.0	213711	1780924
3	28	263	0.48	138338..	409480	3412331
4	34	335	0.46	224450..	655394	2730808

VELOCITA' MEDIE VS30

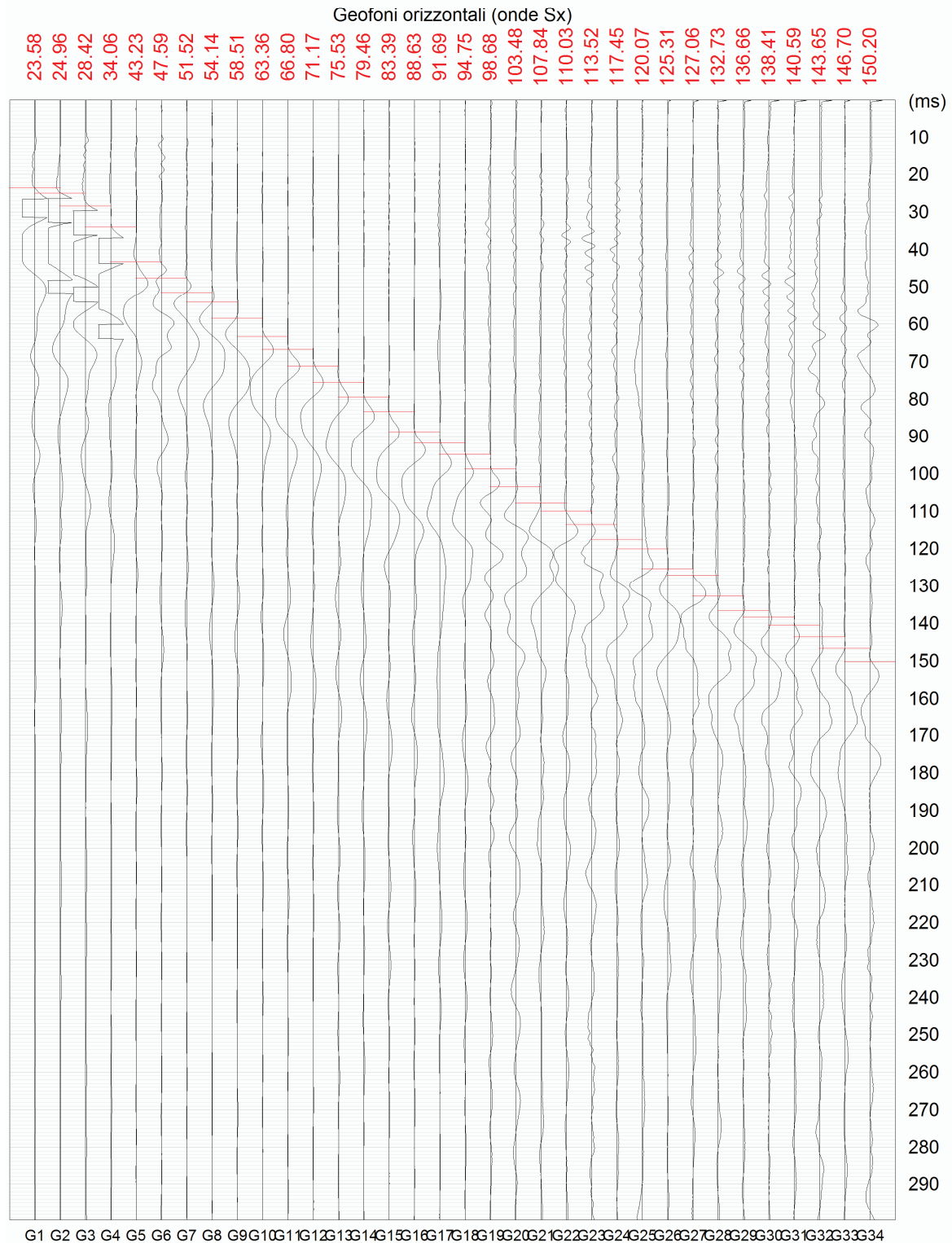
Geofono	VS30 [m/s]
orizzontale Sx	217.3
orizzontale Sy	218.6

Montacchiello 2012 - Forti Spa



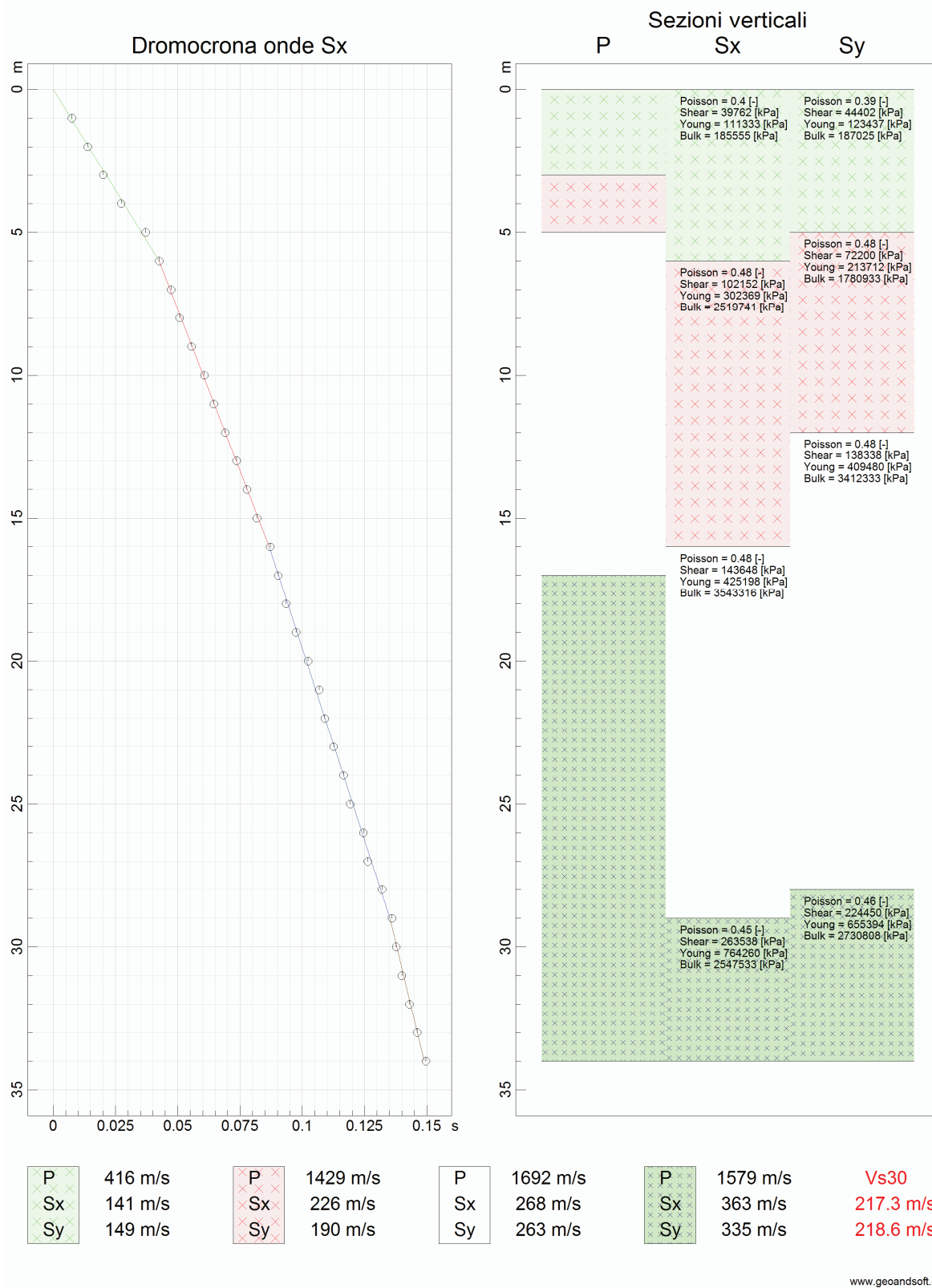
www.geoandsoft.com

Montacchiello 2012 - Forti Spa



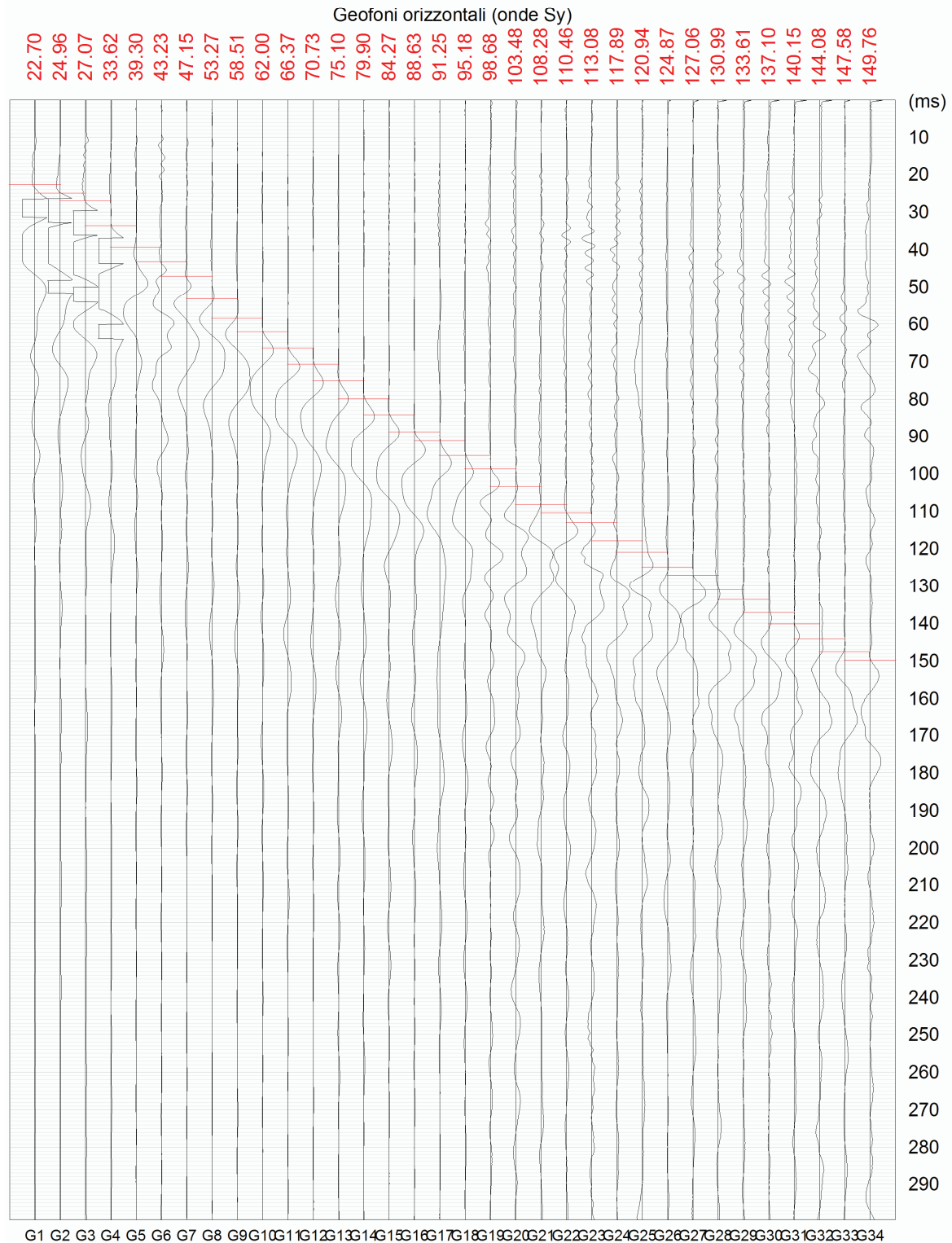
www.geoandsoft.com

Montacchiello 2012 - Forti Spa



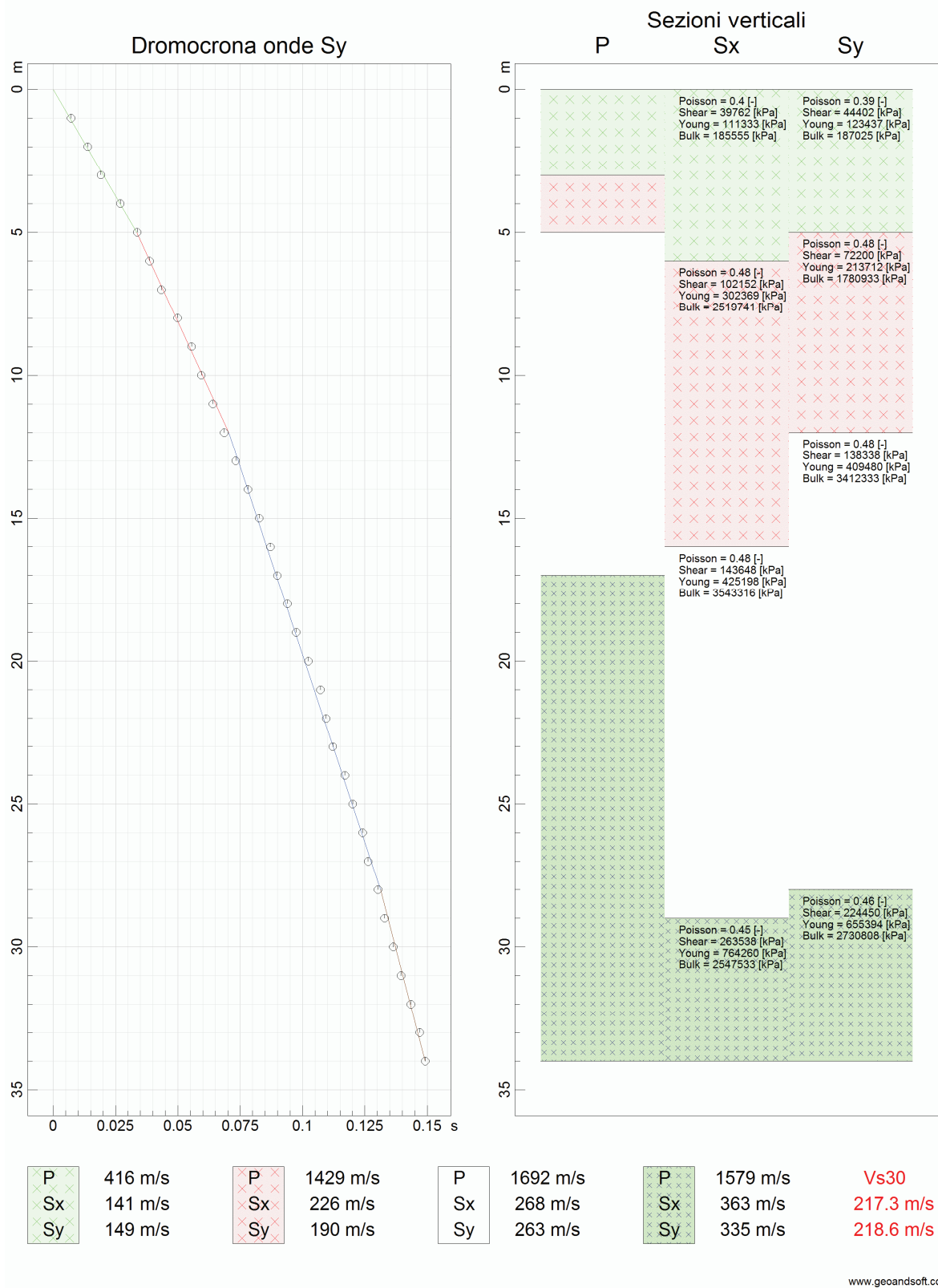
www.geoandsoft.com

Montacchiello 2012 - Forti Spa



www.geoandsoft.com

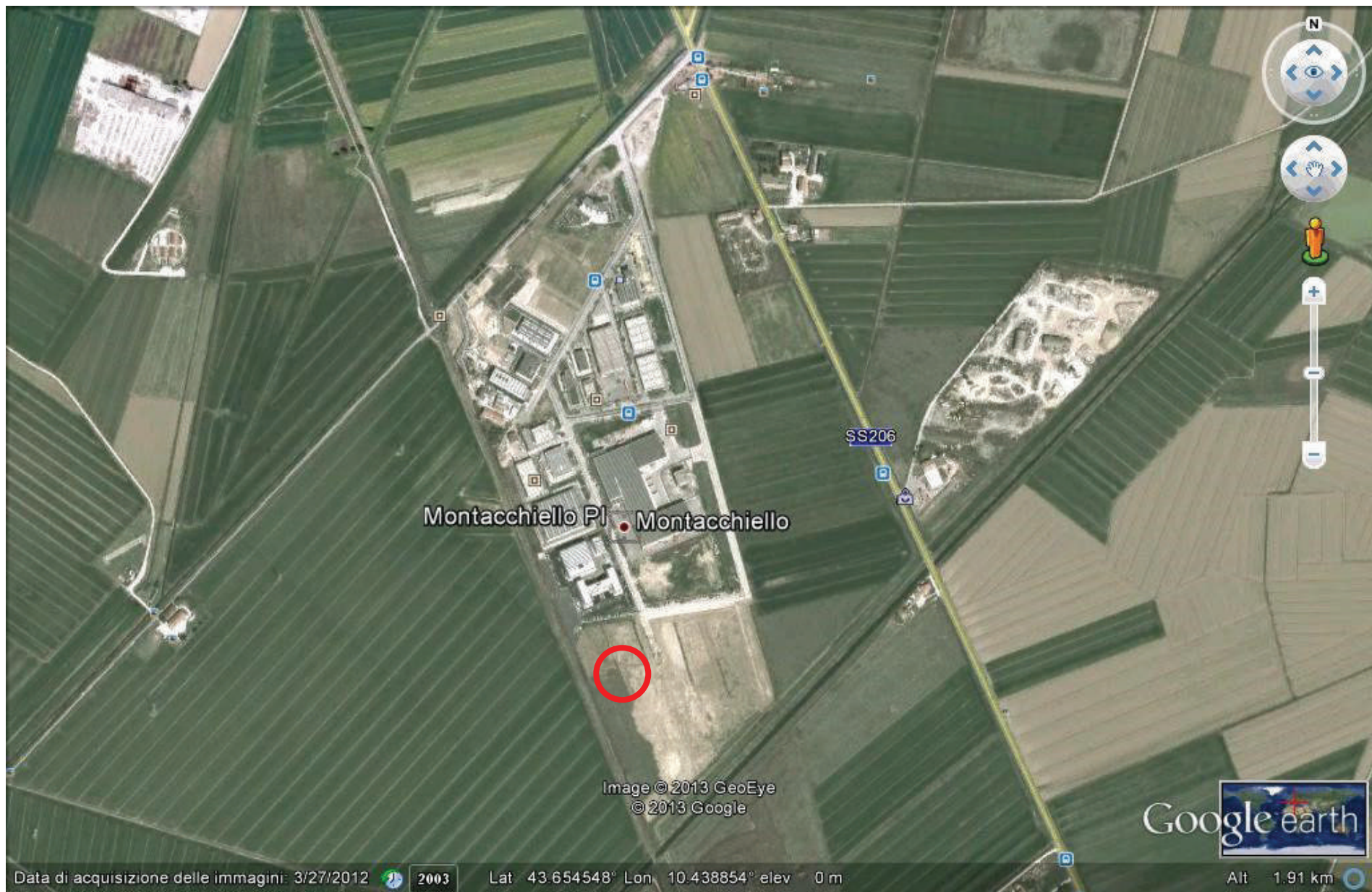
Montacchiello 2012 - Forti Spa



www.geoandsoft.com

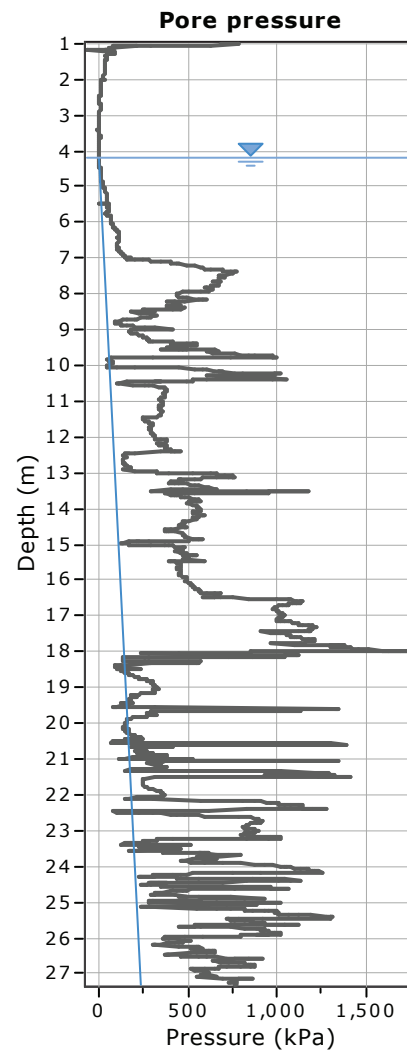
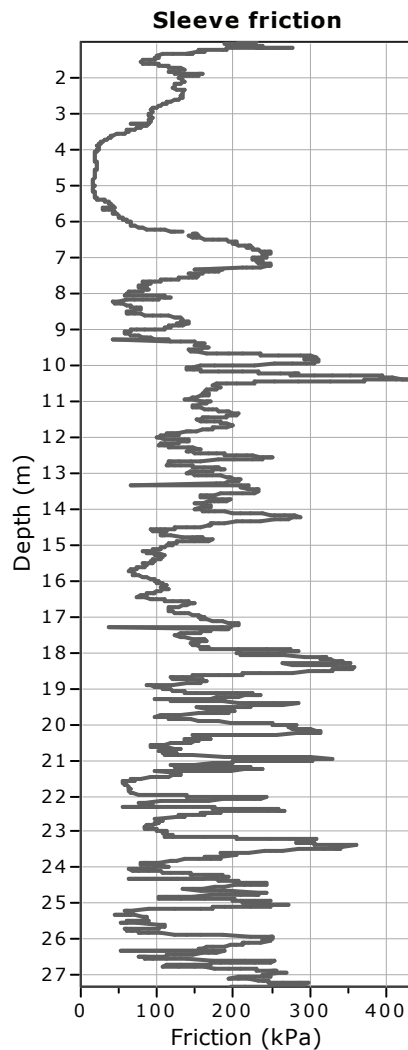
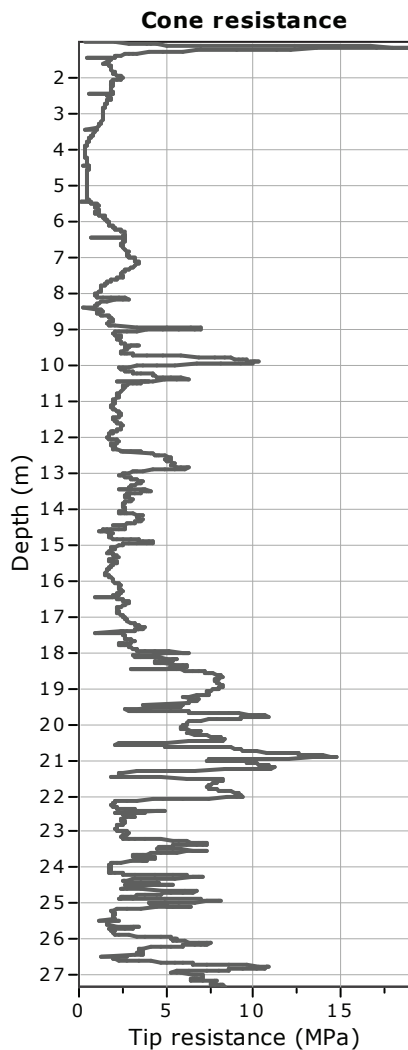
INDAGINE DI RIFERIMENTO

AREA MONTACCHIELLO 3



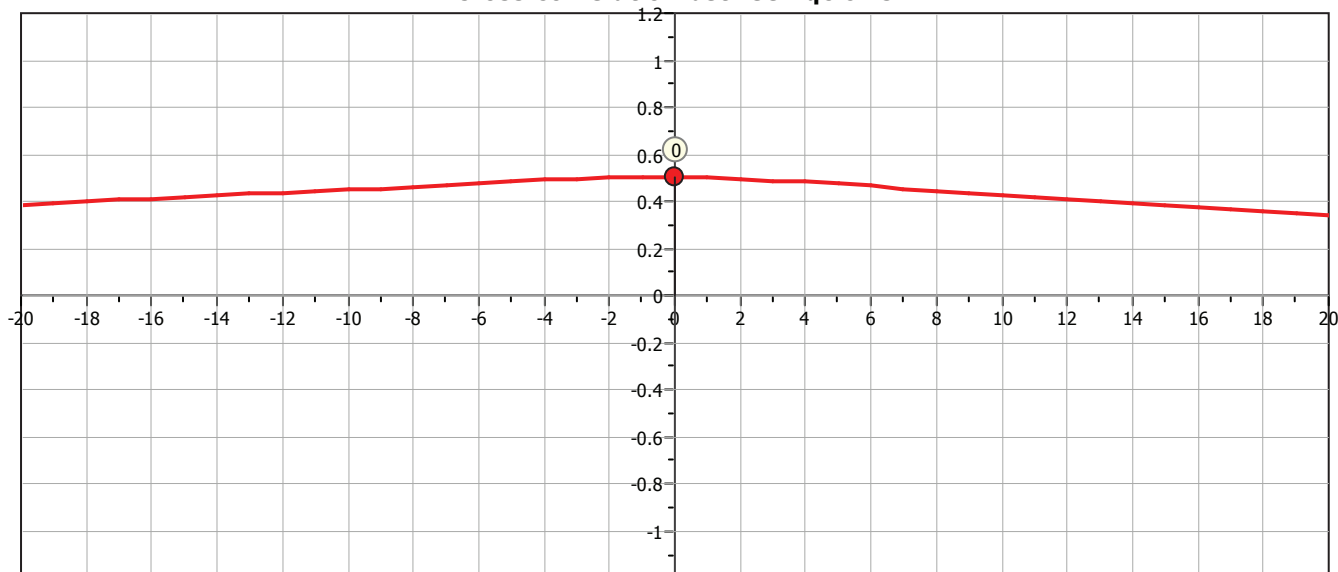
CERCHIO ROSSO - UBICAZIONE PROVE CPTU N. 1, 2, 3, 4.

Riproduzione cartacea del documento amministrativo informatico del Comune di Pisa firmato digitalmente da
FRANCHINI DARIO il 04/06/2018 14:15:34
GHEZZI PAOLO il 11/06/2018 08:54:36
VENTURI MARZIA il 08/06/2018 12:27:12 ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 23ter del decreto legislativo n. 82 del 7 marzo 2005 - Codice Amministrazione Digitale
Delibera: 2018 / 128 del 07/06/2018

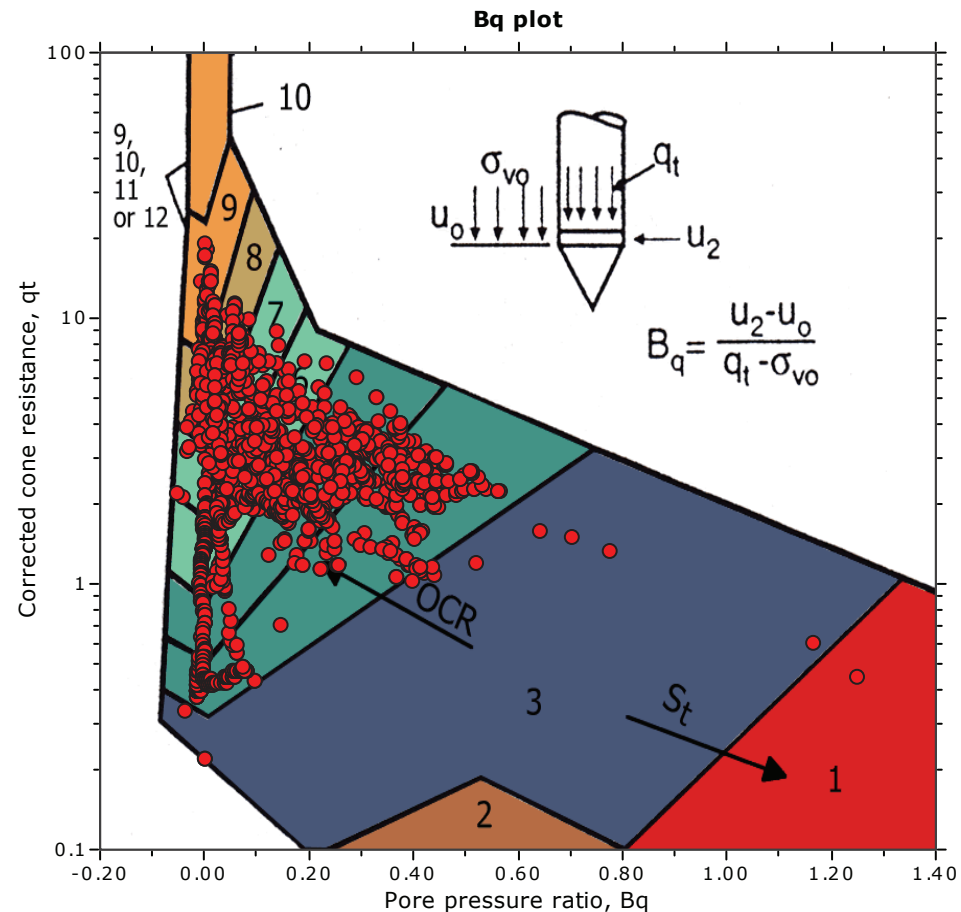
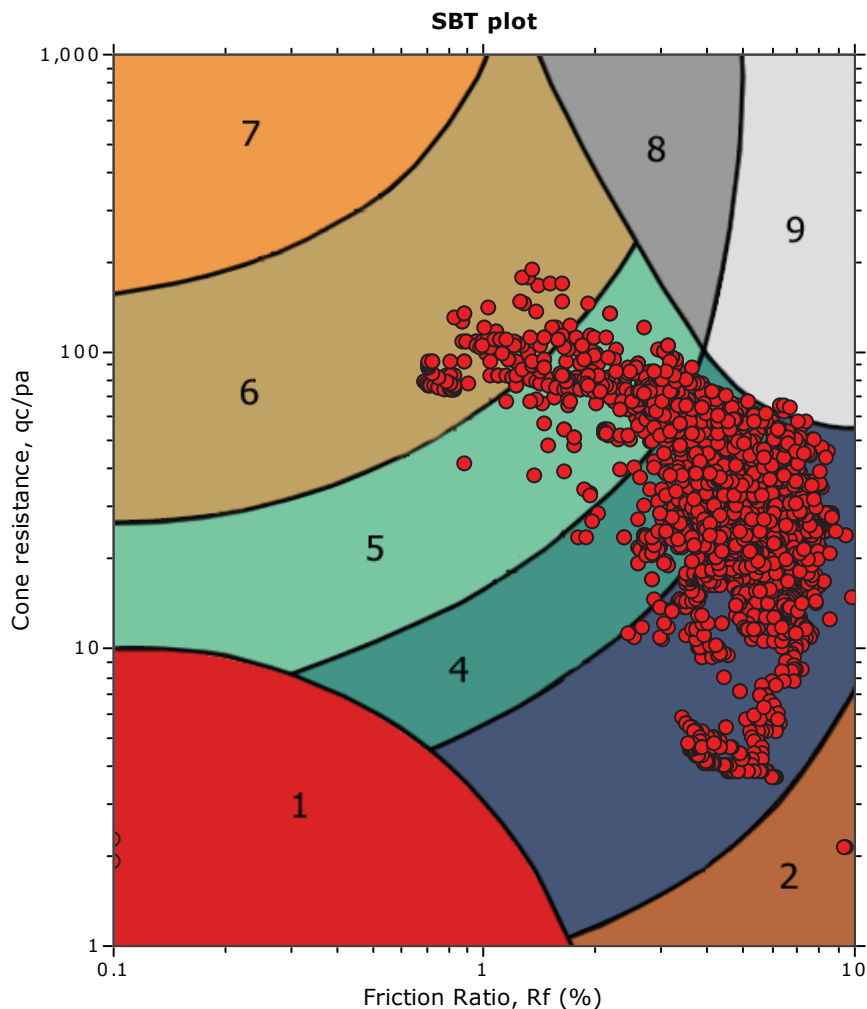


The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).

Cross correlation between qc & fs



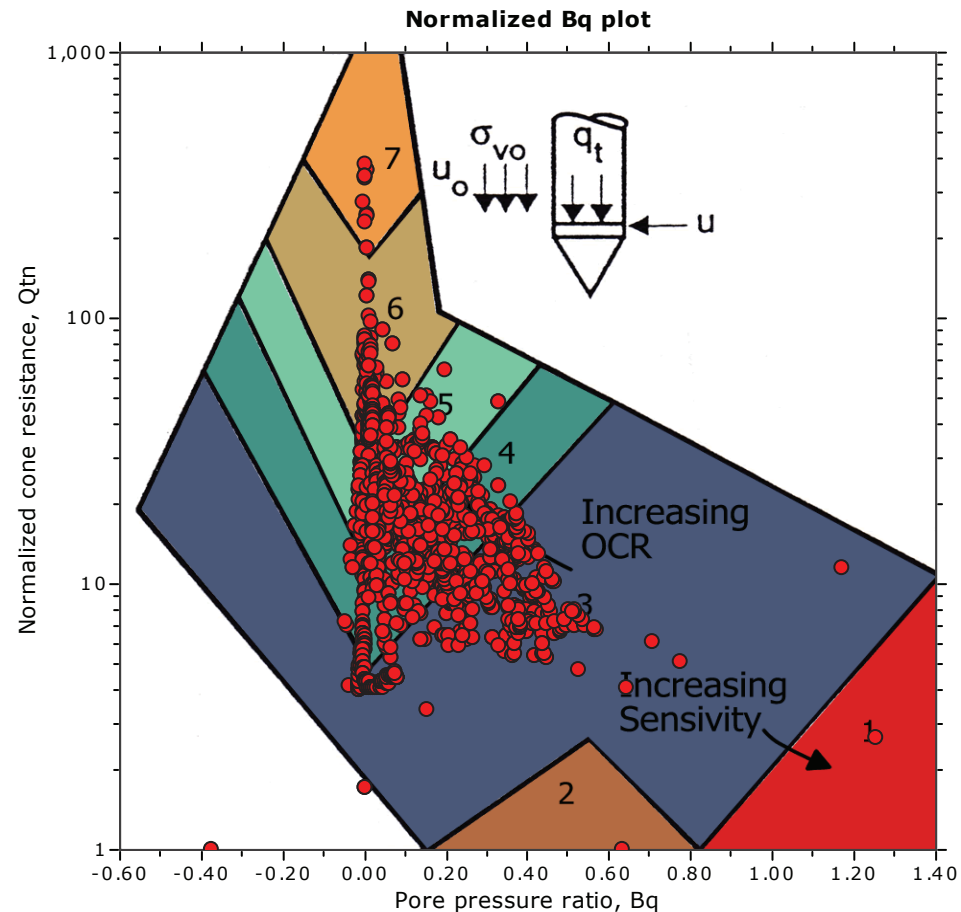
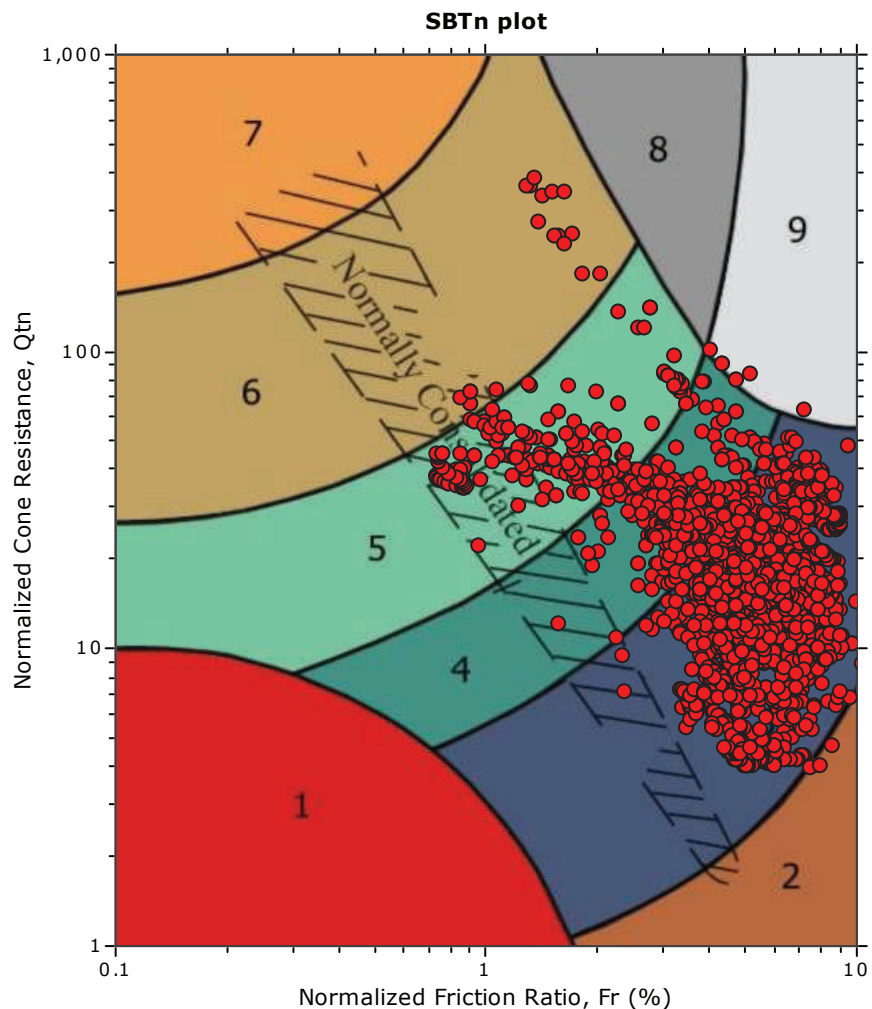
SBT - Bq plots



SBT legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |

SBT - Bq plots (normalized)



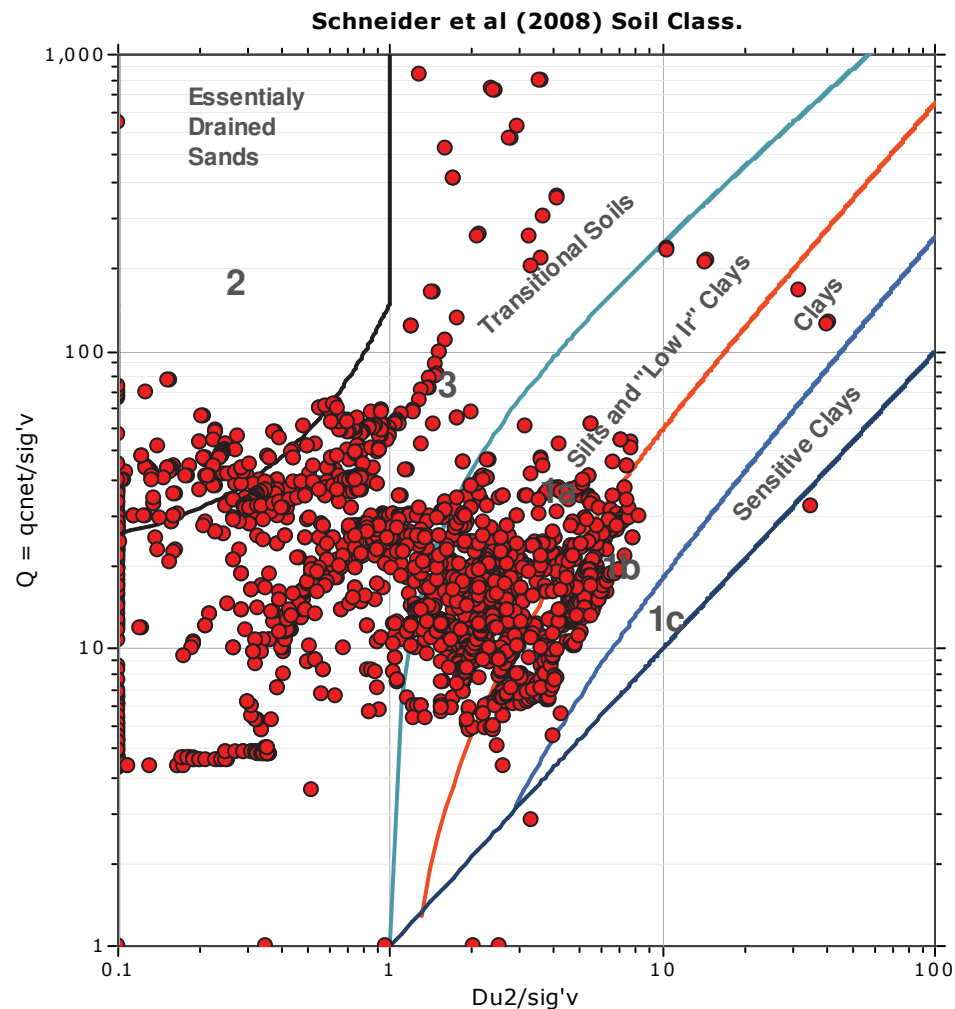
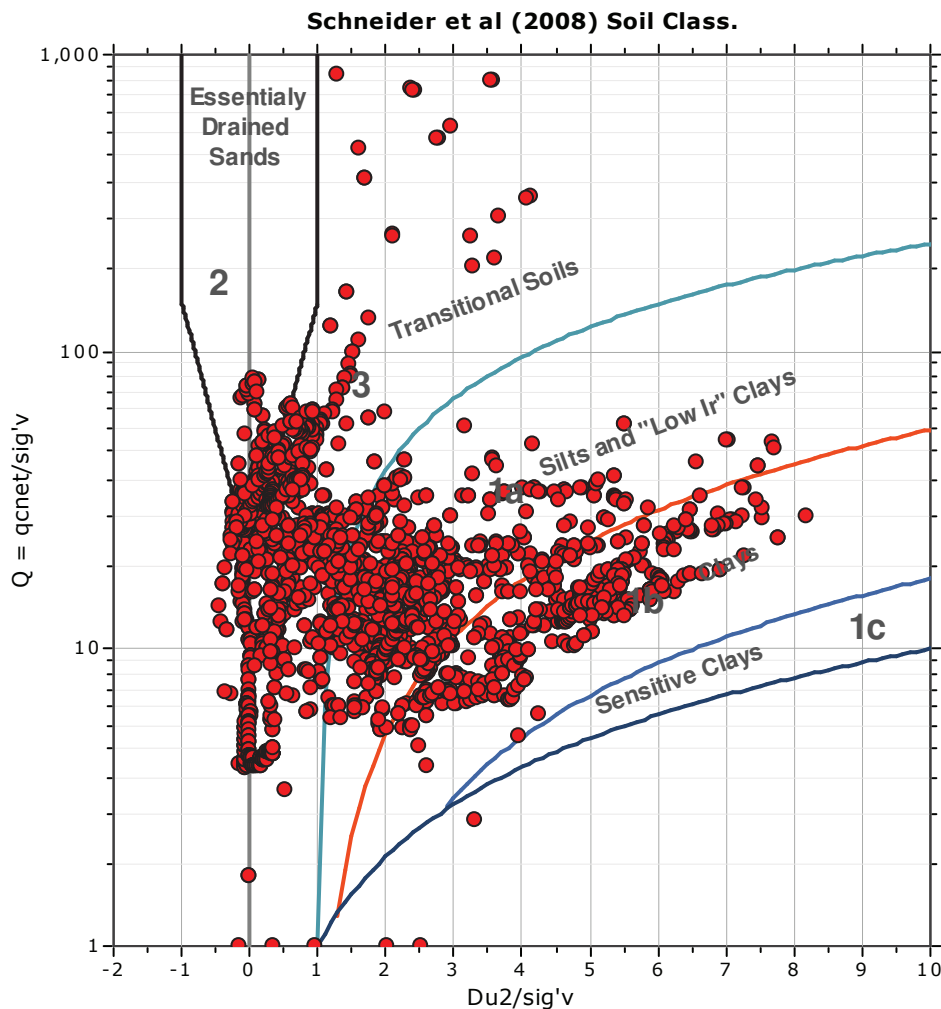
SBTn legend

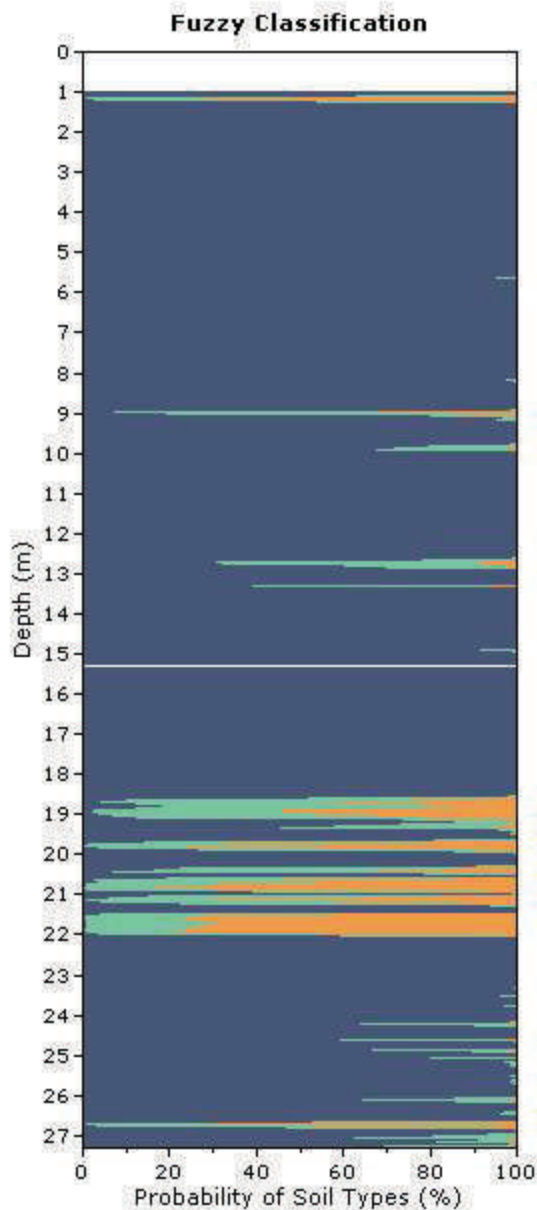
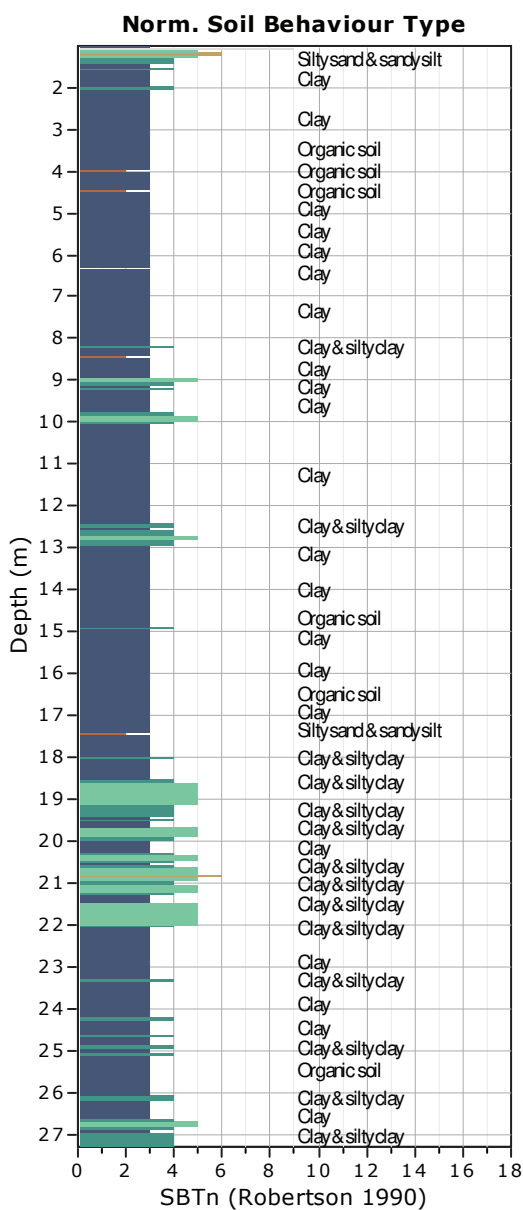
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |

Project: FORTI SPA

Location: PISA -MONTACCHIELLO

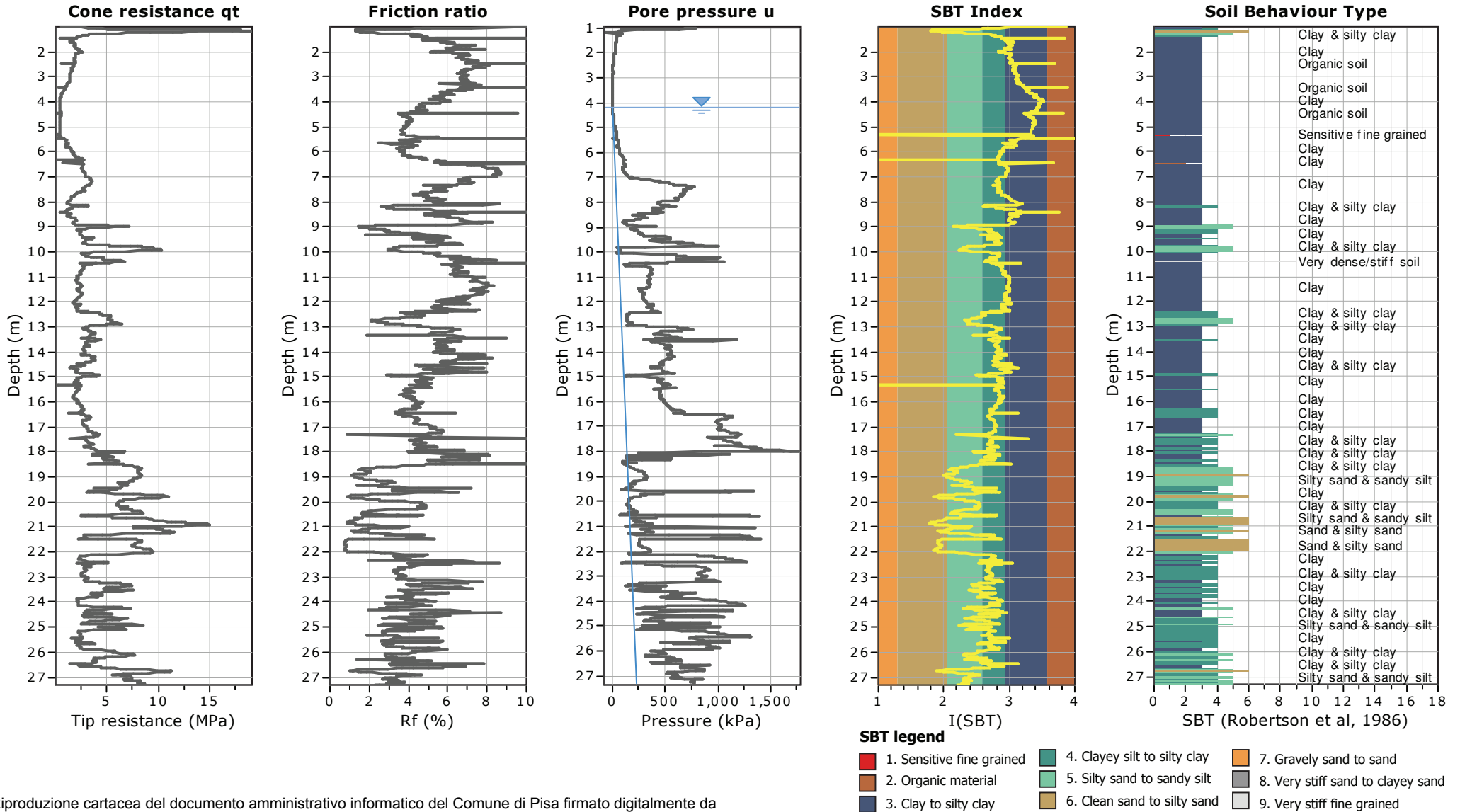
Bq plots (Schneider)





Project: FORTI SPA

Location: PISA -MONTACCHIELLO



Riproduzione cartacea del documento amministrativo informatico del Comune di Pisa firmato digitalmente da

FRANCHINI DARIO il 04/06/2018 14:15:34

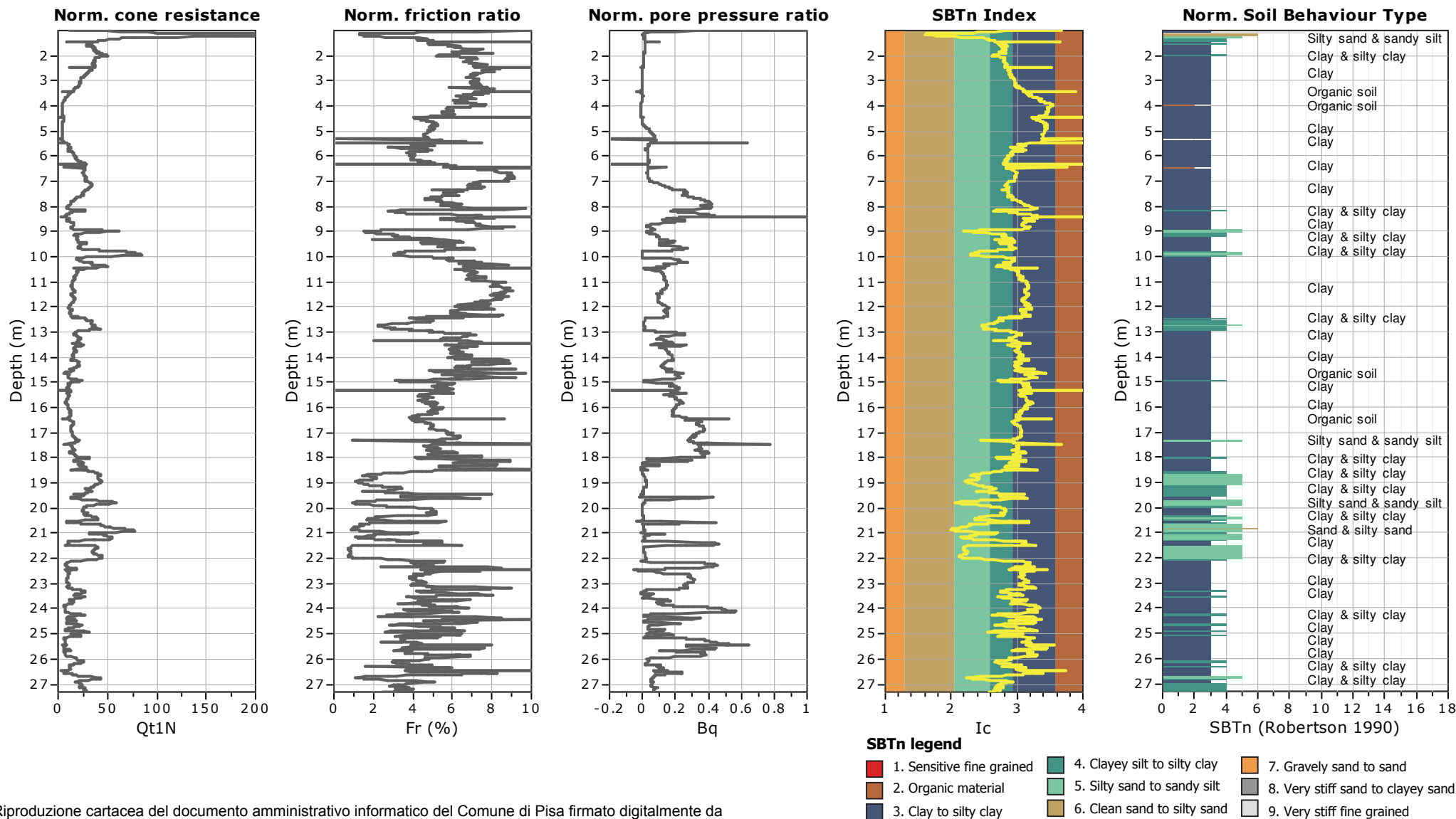
GEOSERVIZI SNC Presentation and interpretation software - Report created on: 30/07/2012, 23.00.28

VENTURI MARZIA il 08/06/2018 12:27:12 ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 23ter del decreto legislativo n. 82 del 7 marzo 2005 - Codice Amministrazione Digitale

Delibera: 2018 / 128 del 07/06/2018

Project: FORTI SPA

Location: PISA -MONTACCHIELLO



Riproduzione cartacea del documento amministrativo informatico del Comune di Pisa firmato digitalmente da

FRANCHINI DARIO il 04/06/2018 14:15:34

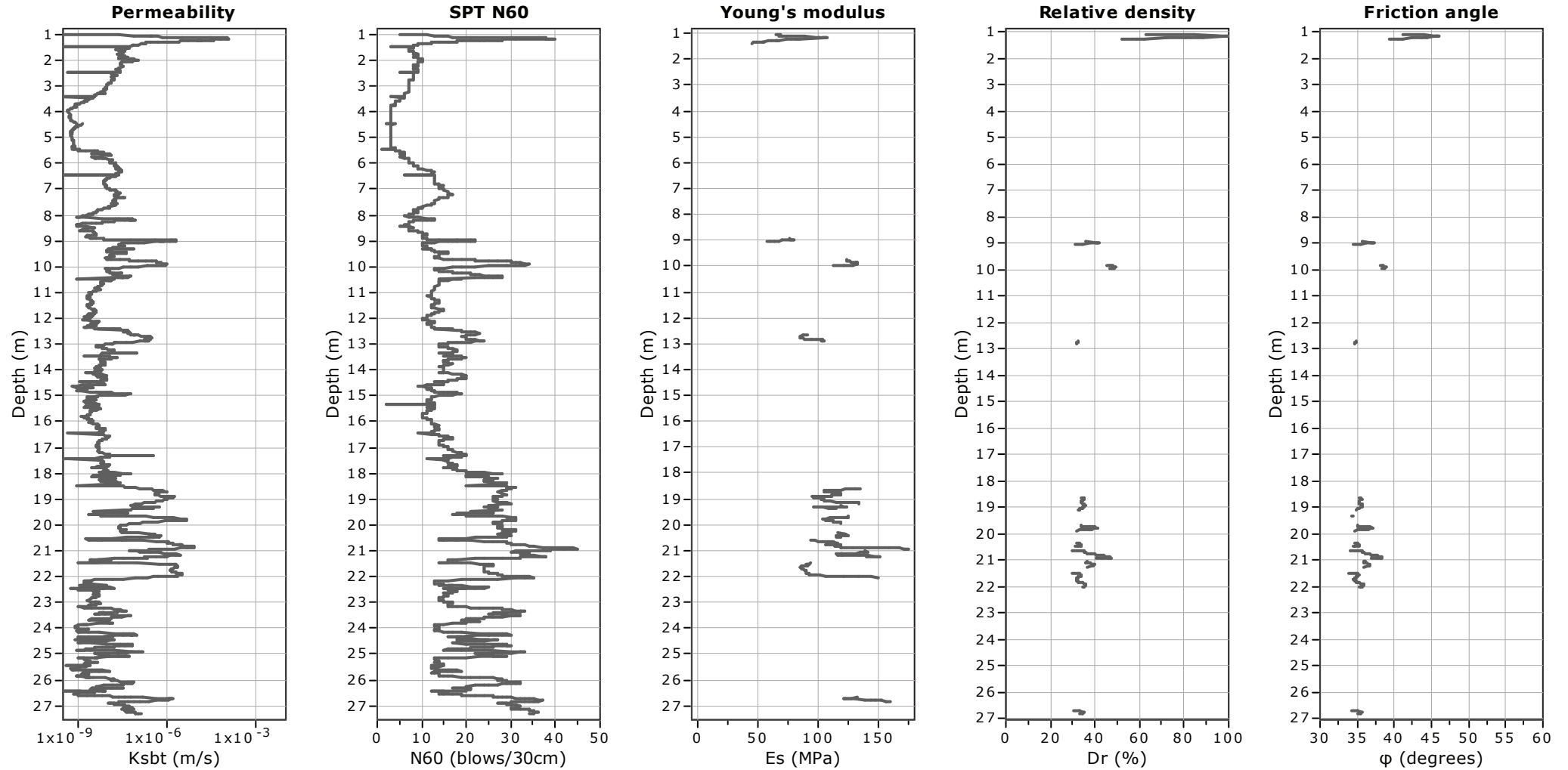
GEOSERVIZI SNC Presentation & interpretation software - Report created on: 30/07/2012, 23.00.28

VENTURI MARZIA il 08/06/2018 12:27:12 ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 23ter del decreto legislativo n. 82 del 7 marzo 2005 - Codice Amministrazione Digitale

Delibera: 2018 / 128 del 07/06/2018

Project: FORTI SPA

Location: PISA -MONTACCHIELLO



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

SPT N₆₀: Based on I_c and q_t

Relative density constant, C_{Dr}: 350.0

Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

Young's modulus based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)  Pisa - Montacchiello

FRANCHINI DARIO il 04/06/2018 14:15:34

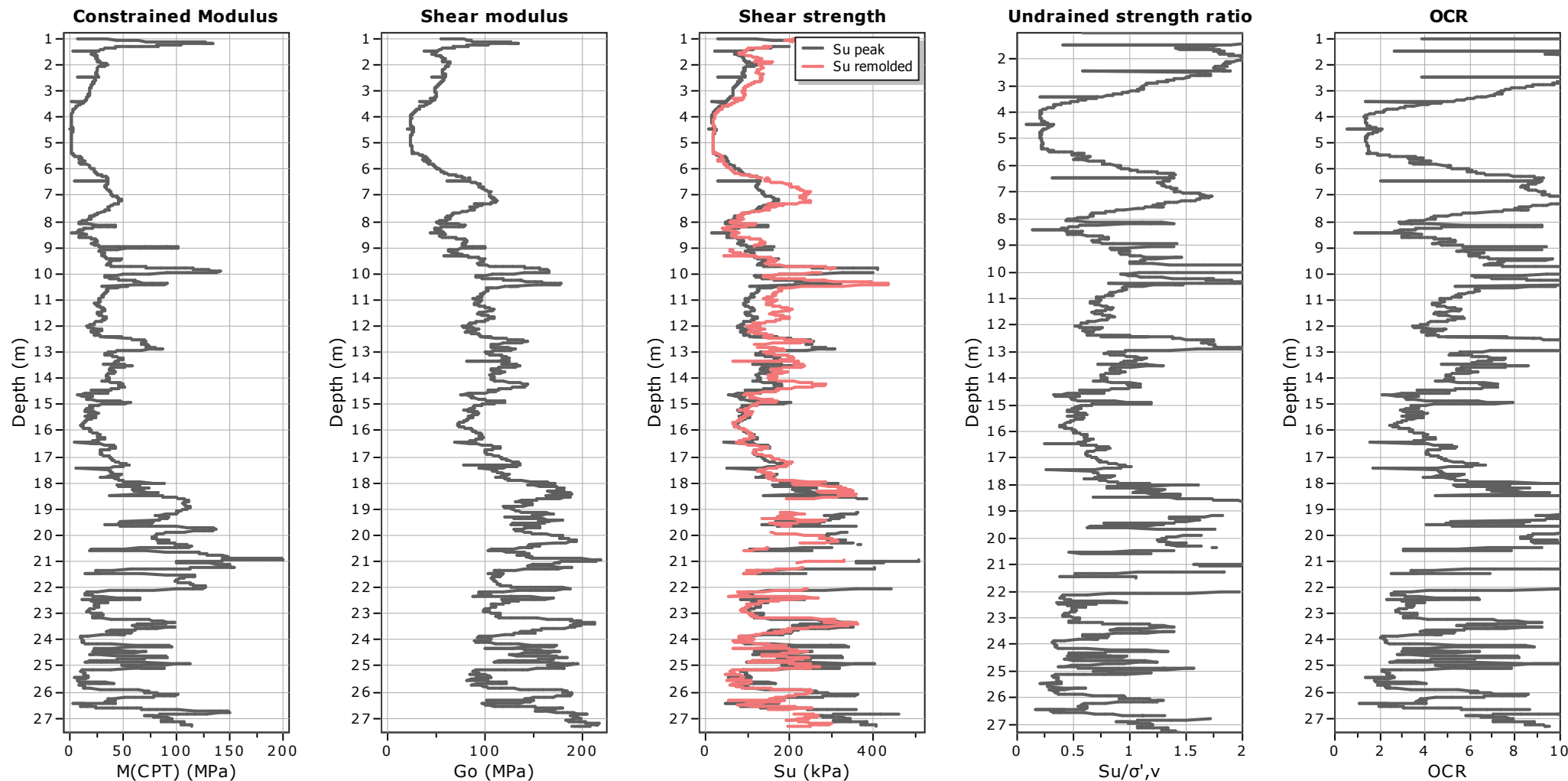
GEOSERVIZI SNC il 30/07/2012 23:00:29

VENTURI MARZIA il 08/06/2018 12:27:12 ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 23ter del decreto legislativo n. 82 del 7 marzo 2005 - Codice Amministrazione Digitale

Delibera: 2018 / 128 del 07/06/2018

Project: FORTI SPA

Location: PISA -MONTACCHIELLO



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

OCR factor for clays, N_{kt} : 0.33

● User defined estimation data

Riproduzione e distribuzione consentita dal Comune di Pisa n. 270/2018/111/062018/1885439

FRANCHINI DARIO il 04/06/2018 14:15:34

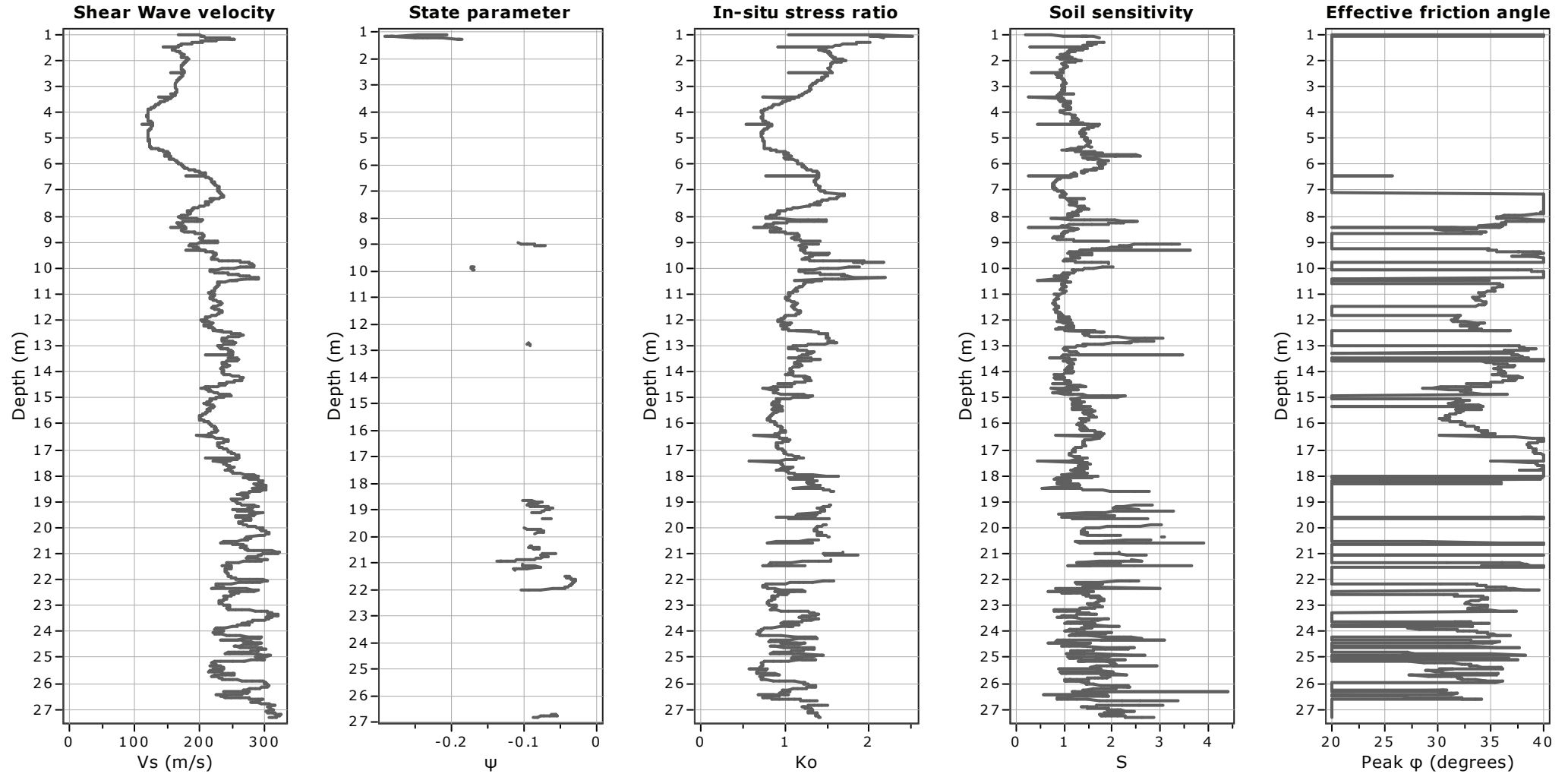
GEOTECHNICAL SOFTWARE - Presentation & interpretation software - Report created on: 30/07/2012, 23.00.29

VENTURI MARZIA il 08/06/2018 12:27:12 ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 23ter del decreto legislativo n. 82 del 7 marzo 2005 - Codice Amministrazione Digitale

Delibera: 2018 / 128 del 07/06/2018

Project: FORTI SPA

Location: PISA -MONTACCHIELLO



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

—●— User defined estimation data

Riproduzione cartacea del documento amministrativo informatico del Comune di Pisa firmato digitalmente da

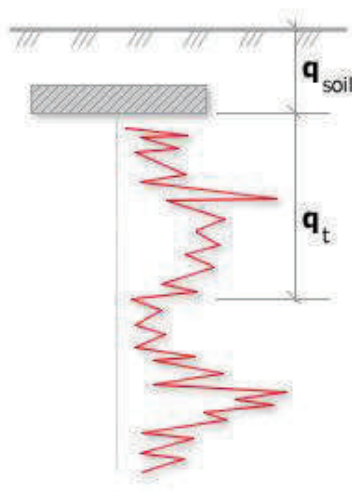
FRANCHINI DARIO il 04/06/2018 14:15:34

GEOSERVIZI SNC il 30/07/2012 23:00:29

VENTURI MARZIA il 08/06/2018 12:27:12 ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 23ter del decreto legislativo n. 82 del 7 marzo 2005 - Codice Amministrazione Digitale

Delibera: 2018 / 128 del 07/06/2018

Project: FORTI SPA
Location: PISA -MONTACCHIELLO

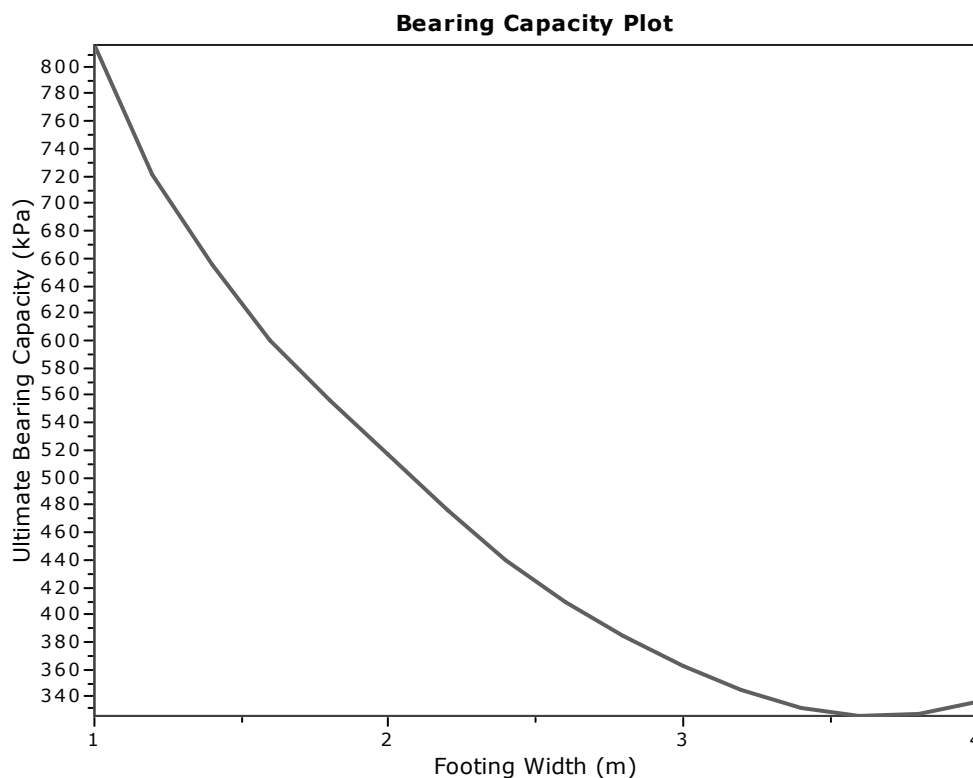


Bearing Capacity calculation is performed based on the formula:

$$Q_{ult} = R_k \times q_t + q_{soil}$$

where:

- R_k : Bearing capacity factor
- q_t : Average corrected cone resistance over calculation depth
- q_{soil} : Pressure applied by soil above footing



:: Tabular results ::

No	B (m)	Start Depth (m)	End Depth (m)	Ave. q_t (MPa)	R_k	Soil Press. (kPa)	Ult. bearing cap. (kPa)
1	1.00	0.50	2.00	4.03	0.20	9.50	815.53
2	1.20	0.50	2.30	3.56	0.20	9.50	721.04
3	1.40	0.50	2.60	3.23	0.20	9.50	655.26
4	1.60	0.50	2.90	2.95	0.20	9.50	600.48
5	1.80	0.50	3.20	2.73	0.20	9.50	556.41
6	2.00	0.50	3.50	2.54	0.20	9.50	516.77
7	2.20	0.50	3.80	2.34	0.20	9.50	476.78
8	2.40	0.50	4.10	2.15	0.20	9.50	439.46
9	2.60	0.50	4.40	2.00	0.20	9.50	408.84
10	2.80	0.50	4.70	1.87	0.20	9.50	384.34
11	3.00	0.50	5.00	1.77	0.20	9.50	362.62
12	3.20	0.50	5.30	1.67	0.20	9.50	344.37
13	3.40	0.50	5.60	1.61	0.20	9.50	331.31
14	3.60	0.50	5.90	1.58	0.20	9.50	326.13
15	3.80	0.50	6.20	1.59	0.20	9.50	327.87
16	4.00	0.50	6.50	1.64	0.20	9.50	336.68

Presented below is a list of formulas used for the estimation of various soil properties. The formulas are presented in SI unit system and assume that all components are expressed in the same units.

:: Unit Weight, g (kN/m³) ::

$$g = g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log\left(\frac{q_t}{p_a}\right) + 1.236 \right)$$

where g_w = water unit weight

:: Permeability, k (m/s) ::

$$I_c < 3.27 \text{ and } I_c > 1.00 \text{ then } k = 10^{0.952-3.04 \cdot I_c}$$

$$I_c \leq 4.00 \text{ and } I_c > 3.27 \text{ then } k = 10^{-4.52-1.37 \cdot I_c}$$

:: N_{SPT} (blows per 30 cm) ::

$$N_{60} = \left(\frac{q_c}{p_a} \right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

$$N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268-0.2817 \cdot I_c}}$$

:: Young's Modulus, E_s (MPa) ::

$$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

(applicable only to $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: Relative Density, Dr (%) ::

$$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{K_{DR}}} \quad \text{(applicable only to SBT}_n\text{: 5, 6, 7 and 8 or } I_c < I_{c_cutoff}\text{)}$$

:: State Parameter, ψ ::

$$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$$

:: Peak drained friction angle, ϕ (°) ::

$$\phi = 17.60 + 11 \cdot \log(Q_{tn})$$

(applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8)

:: 1-D constrained modulus, M (MPa) ::

If $I_c > 2.20$

$$a = 14 \text{ for } Q_{tn} > 14$$

$$a = Q_{tn} \text{ for } Q_{tn} \leq 14$$

$$M_{CPT} = a \cdot (q_t - \sigma_v)$$

If $I_c \leq 2.20$

$$M_{CPT} = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

References

- Robertson, P.K., Cabal K.L., Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 4th Edition, July 2010
- Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11): 1337-1355 (2009)

:: Small strain shear Modulus, G_0 (MPa) ::

$$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Shear Wave Velocity, V_s (m/s) ::

$$V_s = \left(\frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$$

:: Undrained peak shear strength, S_u (kPa) ::

$$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r) \text{ or user defined}$$

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Remolded undrained shear strength, $S_u(rem)$ (kPa) ::

$$S_{u(rem)} = f_s \quad \text{(applicable only to SBT}_n\text{: 1, 2, 3, 4 and 9 or } I_c > I_{c_cutoff}\text{)}$$

:: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25} \text{ or user defined}$$

$$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: In situ Stress Ratio, K_0 ::

$$K_0 = 0.1 \cdot \left(\frac{q_t - \sigma_v}{\sigma'_{vo}} \right)$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Soil Sensitivity, S_t ::

$$S_t = \frac{N_s}{F_r}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Effective Stress Friction Angle, ϕ' (°) ::

$$\phi' = 29.5^\circ \cdot B_q^{0.121} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_t)$$

(applicable for $0.10 < B_q < 1.00$)

COMUNE DI PISA

POLO DI ATTIVITA' MONTACCHIELLO



EDIFICIO BO-FROST

INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA MASW

RELAZIONE DI CALCOLO

MARZO 2013

Comm.te: Impresa Forti SpA

RELAZIONE DI CALCOLO

==o== SECTION#1

Date: 25/03/2014

dataset: 4.sgy

minimum offset (m): 4

geophone spacing (m): 2

sampling (ms): 0.131

Dispersion curve: 4.cdp

Number of individuals: 30

Number of generations: 31

Rayleigh-wave dispersion analysis

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 43 2 54 3 57 5 90 10 150

Adopted search space (maximum Vs & thickness): 65 4 100 6 120 7 250 20 350

Adopted Poisson values: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35

Output folder: C:\Users\Utente\Desktop\17_Montacchiello-giorgio\4 nuovo bis

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -60.2426 -53.3655
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -58.4236 -49.7489
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -55.9841 -46.1007
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -54.698 -44.9863
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -53.0615 -44.9863
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -49.7968 -38.6053
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -46.9598 -34.0717
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -44.1799 -33.5209
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -42.5403 -33.5209
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -40.7241 -31.8222
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -40.2616 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -40.9401 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -40.3626 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -40.4639 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -41.788 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -40.4297 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -42.8461 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -42.1194 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -42.0164 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -40.6182 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -41.7216 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -40.4677 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -40.9213 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -39.6881 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -42.2855 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -41.2568 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -42.1547 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -40.5464 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -40.4057 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -40.2785 -31.2637
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -41.4378 -31.2637

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: -34.5795 -30.0923
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -38.0692 -30.0923
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -38.9824 -30.0923
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -39.3818 -30.0923
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -38.7145 -30.0923
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -40.0777 -30.0923
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -40.7837 -30.0923
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -40.5881 -30.0923
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -40.143 -30.0923

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

Riproduzione cartacea del documento amministrativo informatico del Comune di Pisa firmato digitalmente da

FRANCHINI DARIO il 04/06/2018 14:15:34

GHEZZI PAOLO il 11/06/2018 08:54:36 0.35 0.35 0.35

VENTURI MARZIA il 08/06/2018 12:27:12 ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 23ter del decreto legislativo n. 82 del 7 marzo 2005 - Codice

Amministrazione Digitale

Delibera: 2018 / 128 del 07/06/2018

Number of models considered to calculate the average model: 203

 RESULTS winMASW Pro
 #####

Dataset: 4.sgy
 Analyzed curve: 4.cdp

==o== SECTION#3

MEAN MODEL

VS (m/s):	64	99	116	244	303
Standard deviations (m/s):	2	2	5	14	36
Thickness (m):	2.0	3.5	5.4	11.8	
Standard deviations (m):	0.1	0.5	0.5	2.2	
Approximate values for Vp, density & elastic moduli					
Vp (m/s):	133	206	241	508	631
Density (gr/cm3):	1.57	1.67	1.71	1.89	1.94
Vp/Vs ratio:	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
Poisson:	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Young modulus (MPa):	17	44	62	304	482
Shear modulus (MPa):	6	16	23	113	178
Lamé (MPa):	15	38	53	263	417
Bulk modulus (MPa):	19	49	69	338	536

Fundamental mode Mean model		First higher mode Mean model		Second higher mode) Mean model	
f(Hz)	VR(m/s)				
2.56915	231.5247	4.70319	178.8053	7.46489	235.9887
3.07128	213.684	6.33511	158.0197	8.46915	216.7364
3.69894	192.7625	6.7117	154.3345	10.1011	187.6466
4.70319	135.379	8.46915	138.9733	11.4819	158.3775
8.46915	88.34765	9.72447	129.4004	16.1266	125.4935
10.3521	81.96886	12.2351	114.3048	18.2606	120.6823
12.4862	75.15613	16.1266	101.6072	20.6457	117.214
14.2436	70.36852	18.8883	97.26054	26.5457	110.8952
		21.2734	94.91801	30.3117	106.269
		24.5372	92.60883	32.6968	103.1084
				36.9649	98.23595

==o== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s):	65	100	120	250	317.71
thickness (m):	2	3.39	5.40	10	
Approximate values for Vp, density & elastic moduli					
Vp (m/s):	135	208	250	520	661
Density (gr/cm3):	1.57	1.68	1.72	1.90	1.95
Vp/Vs ratio:	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
Poisson:	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Young modulus (MPa):	18	45	67	320	533
Shear modulus (MPa):	7	17	25	118	198
Lamé (MPa):	15	39	58	276	458
Bulk modulus (MPa):	20	50	74	355	590

dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode) best model		First higher mode) best model		Second higher mode) best model	
F(Hz)	VR(m/s)				
2.56915	245.3196	4.70319	185.642	7.46489	254.2145
3.07128	226.5358	6.33511	162.5937	8.46915	231.219
3.69894	204.238	6.7117	158.711	10.1011	198.8422
4.70319	150.3466	8.46915	142.9752	11.4819	167.3908
8.46915	90.9338	9.72447	133.4014	16.1266	129.6799
10.3521	84.18099	12.2351	118.2172	18.2606	124.4321
12.4862	77.35688	16.1266	104.465	20.6457	120.6843
14.2436	72.45606	18.8883	99.45061	26.5457	113.9434
		21.2734	96.78918	30.3117	109.1944
		24.5372	94.29831	32.6968	105.9584
				36.9649	100.6903

VS5 (mean model): 81 m/s
VS5 (best model): 82 m/s
VS20 (mean model): 133 m/s
VS20 (best model): 136 m/s
VS30 (mean model): 162 m/s
VS30 (best model): 168 m/s

==o== SECTION#6

Possible Soil Type: D

(based on the mean model)

For Italian Users:

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT30 < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

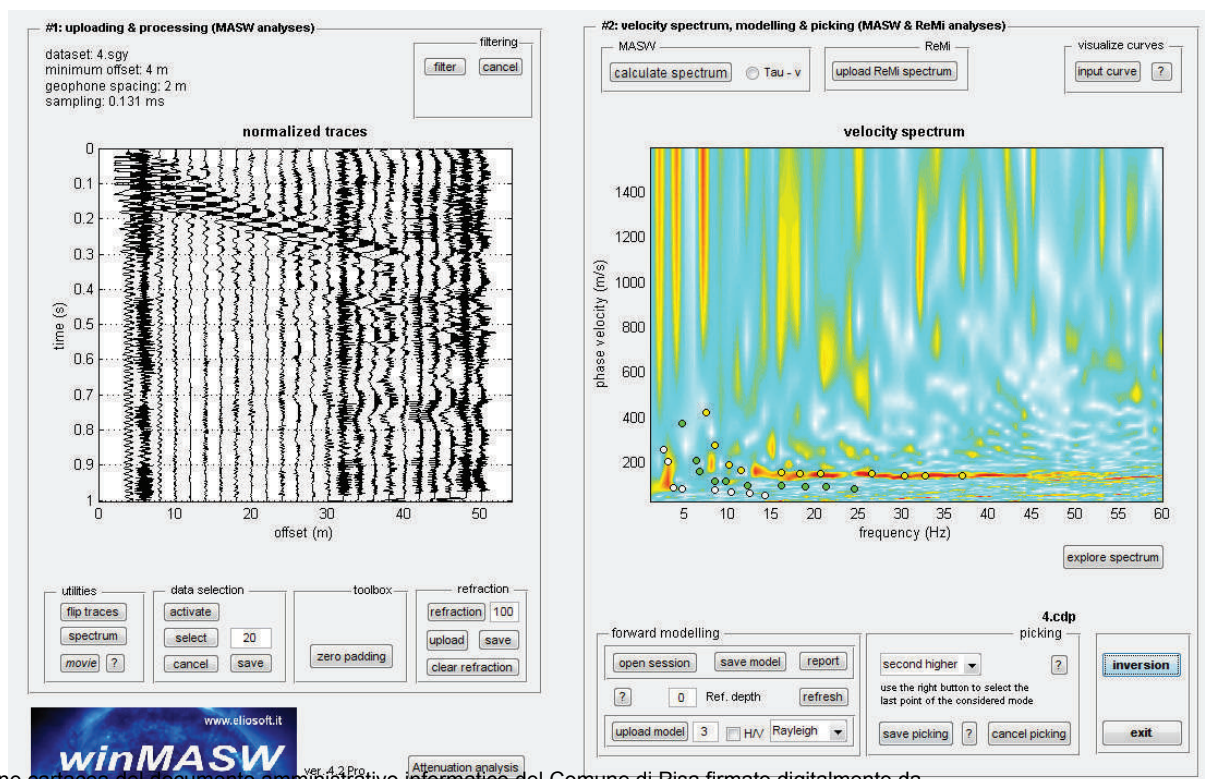
E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $VS > 800$ m/s).

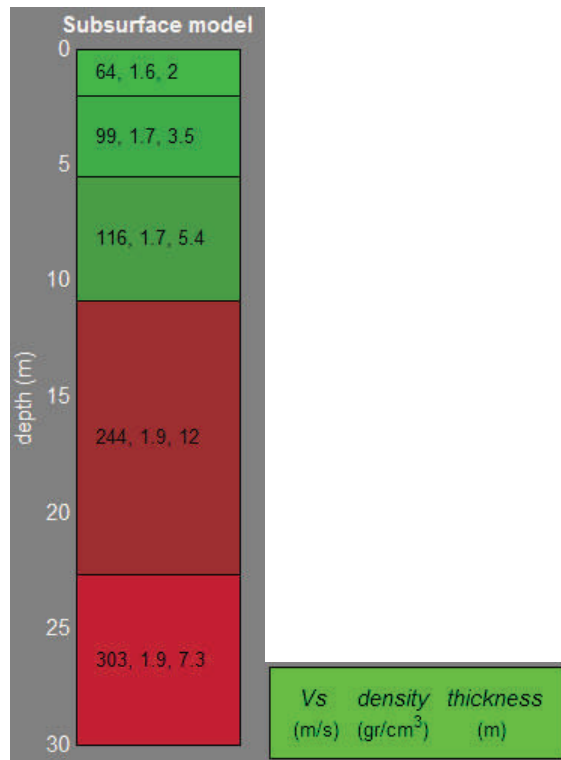
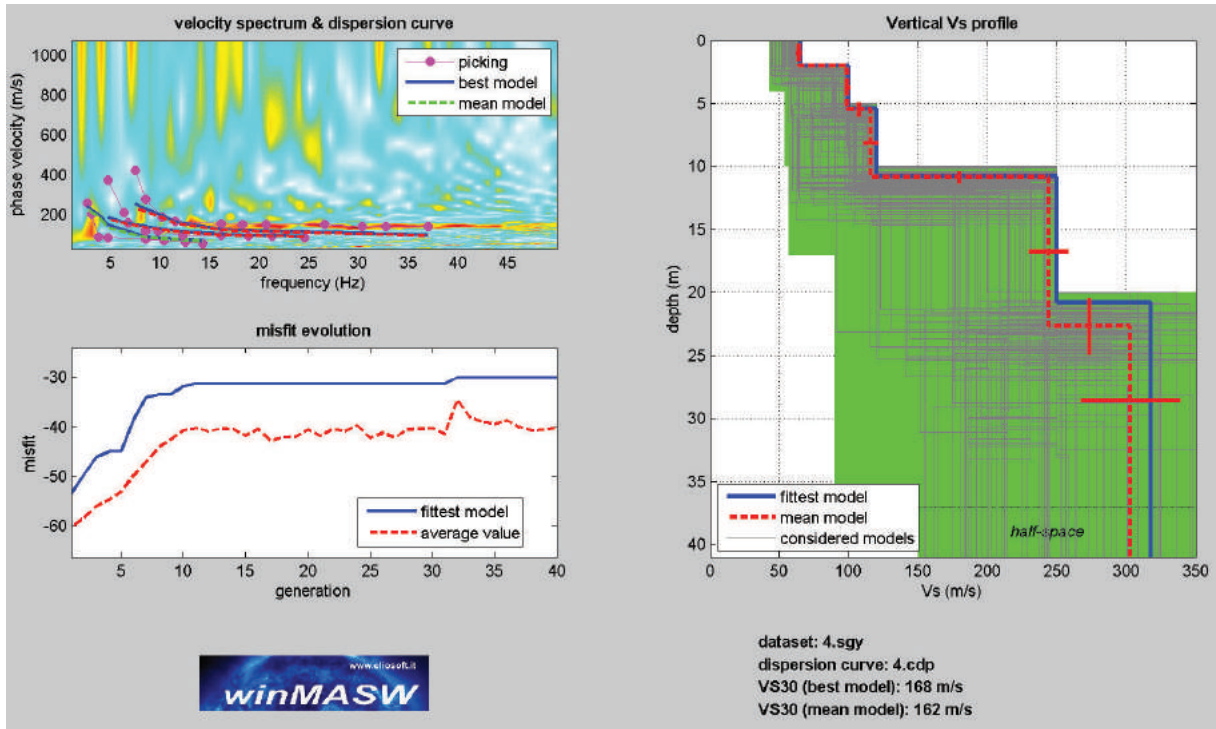
S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Results saved in the folder "C:\Users\Utente\Desktop\17_Montacchiello-giorgio\4 nuovo bis".

winMASW 4.2 Pro - Surface Wave Analysis - www.eliosoft.it





Comune di Pisa
PIANO ATTUATIVO "MONTACCHIELLO 2018"
 DELL'AREA DI SVILUPPO POSTA IN LOC. MONTACCHIELLO

COMMITTENTE



FORTI Sviluppo Immobiliare s.r.l.
 C.F. e P.I. 02266600507
 via Umberto Ford, 1
 56121 - Montacchiello (PI)

PROGETTISTA

LEONARDO

Società di Ingegneria Leonardo S.r.l.
 Arch. Salvatore Re

Via San Martino 1, 56125 PISA
 Tel +39 050 931501-02-03
 Fax +39 050 931544
 E-mail: s.re@leonardoprogetti.com
 www.leonardoprogetti.com



STUDIO DI GEOLOGIA
 Dott. Geol. Giorgio Della Croce

Piazza della Vittoria 47, 57125 LIVORNO
 Tel +39 393 6888988
 Fax +39 0586 211212
 E-mail: giorgio.dellacroce@gmail.com
 www.geologodellacroce.livorno.com



DESCRIZIONE ELABORATO

**RELAZIONE DI FATTIBILITA'
 GEOLOGICA E IDRAULICA**

CARTA DELLA FATTIBILITA'

Pratica	Formato	Scala	Tavola
252/15	-	-	B 02 GEO Ridotta

Rev	Data	Motivazione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato
00	Marzo 2018	Prima Emissione				

Riproduzione cartacea del documento amministrativo informatico del Comune di Pisa firmato digitalmente da
 FRANCHINI DARIO il 04/06/2018 14:15:34
 GHEZZI PAOLO il 11/06/2018 08:54:36
 VENTURI MARZIA il 08/06/2018 12:27:12 ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 23ter del decreto legislativo n. 82 del 7 marzo 2005 - Codice Amministrazione Digitale
 Delibera: 2018 / 128 del 07/06/2018

FATTIBILITA' GEOLOGICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53R/2011 e s.m.i.



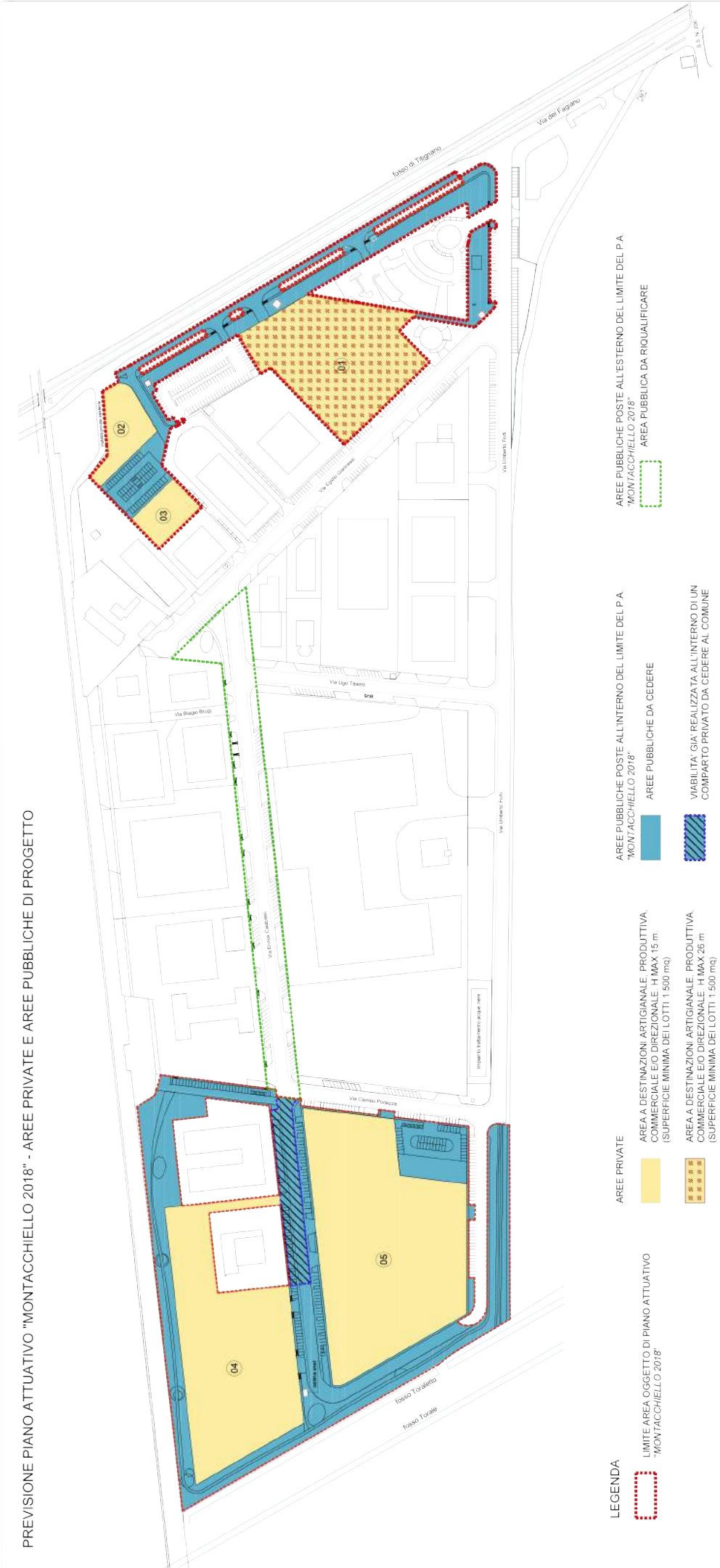
LIMITE AREA OGGETTO DI PIANO ATTUATIVO

Definizione della fattibilità

Fattibilità Geologica = F3

("fattibilità condizionata", per le condizioni di fattibilità si veda la relazione geologica)

PREVISIONE PIANO ATTUATIVO "MONTACCHIELLO 2018" - AREE PRIVATE E AREE PUBBLICHE DI PROGETTO



- LEGENDA**
- AREE PRIVATE: AREA A DESTINAZIONE ARTIGIANALE PRODUTTIVA COMMERCIALE E/O DIREZIONALE - H MAX 15 m. (SUPERFICIE MINIMA DEI LOTTI 1.500 mq); AREA A DESTINAZIONE ARTIGIANALE PRODUTTIVA COMMERCIALE E/O DIREZIONALE - H MAX 26 m (SUPERFICIE MINIMA DEI LOTTI 1.500 mq)
 - AREE PUBBLICHE POSTE ALL'INTERNO DEL LIMITE DEL P.A. "MONTACCHIELLO 2018": AREE PUBBLICHE DA CEDERE; USABILITA' GIA' REALIZZATA ALL'INTERNO DI UN COMPARTO PRIVATO DA CEDERE AL COMUNE
 - AREE PUBBLICHE POSTE ALL'ESTERNO DEL LIMITE DEL P.A. "MONTACCHIELLO 2018": AREA PUBBLICA DA RIQUALIFICARE

Comune di Pisa
PIANO ATTUATIVO "MONTACCHIELLO 2018"
 DELL'AREA DI SVILUPPO POSTA IN LOC. MONTACCHIELLO

COMMITTENTE



FORTI Sviluppo immobiliare s.r.l.
 C.F. e P.I. 02266600507
 via Umberto Ford, 1
 56121 - Montacchiello (PI)

PROGETTISTA

LEONARDO

Società di Ingegneria Leonardo S.r.l.
 Arch. Salvatore Re
 Via San Martino 1, 56125 PISA
 Tel +39 050 931501-02-03
 Fax +39 050 931544
 E-mail: s.re@leonardoprogetti.com
 www.leonardoprogetti.com



STUDIO DI GEOLOGIA
 Dott. Geol. Giorgio Della Croce

Piazza della Vittoria 47, 57125 LIVORNO
 Tel +39 393 6888988
 Fax +39 0586 211212
 E-mail: giorgio.dellacroce@gmail.com
 www.geologodellacrocelivorno.com



DESCRIZIONE ELABORATO

**RELAZIONE DI FATTIBILITA'
 GEOLOGICA E IDRAULICA**

CARTA DELLA PERICOLOSITA'

Pratica	Formato	Scala	Tavola
252/15	-	-	B 01 GEO ridotta

Rev	Data	Motivazione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato
00	Marzo 2018	Prima Emissione				

Riproduzione cartacea del documento amministrativo informato del Comune di Pisa firmato digitalmente da
 FRANCHINI DARIO il 04/06/2018 14:15:34
 GHEZZI PAOLO il 11/06/2018 08:54:36
 VENTURI MARZIA il 08/06/2018 12:27:12 ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 23ter del decreto legislativo n. 82 del 7 marzo 2005 - Codice Amministrazione Digitale
 Delibera: 2018 / 128 del 07/06/2018

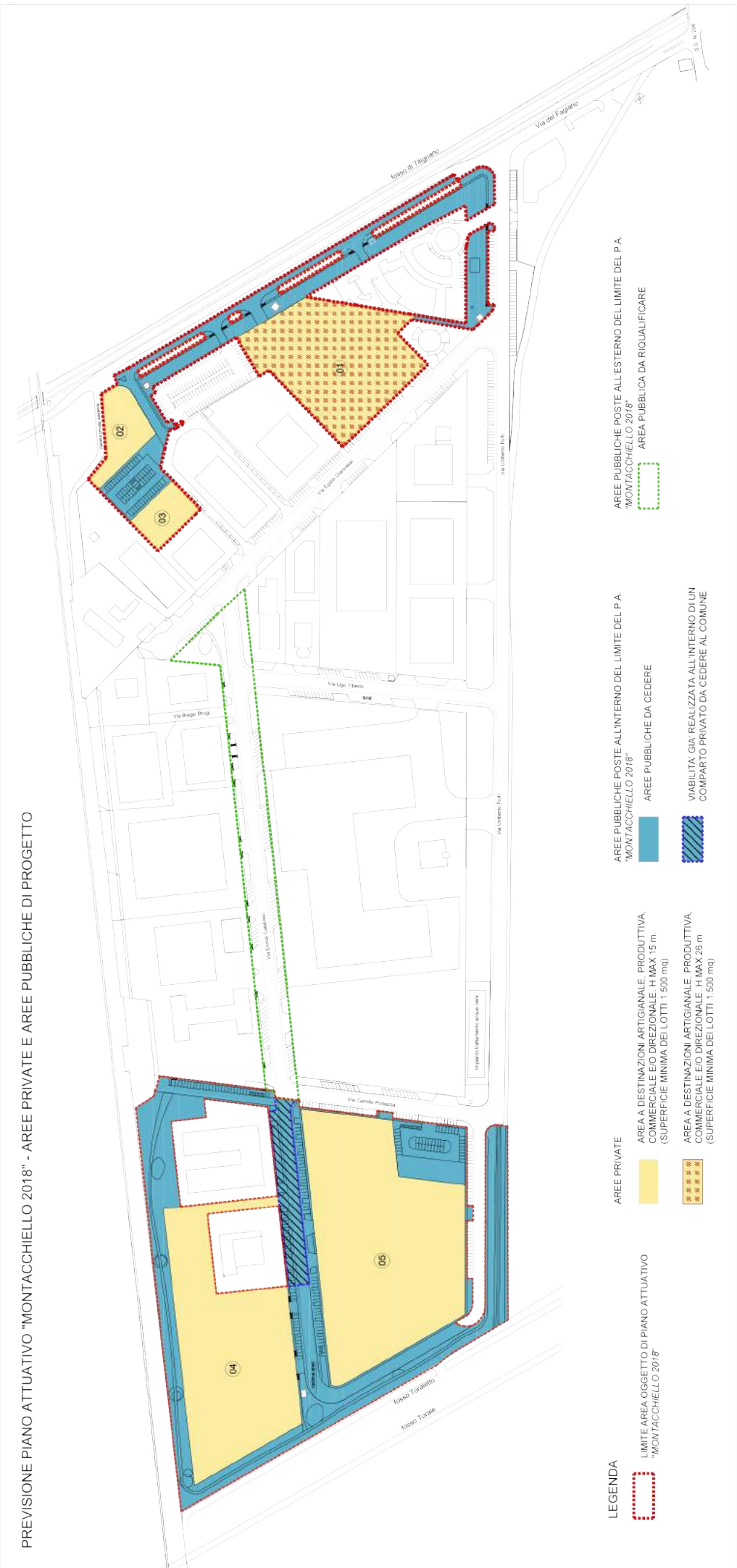
PERICOLOSITA' GEOLOGICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53R/2011 e s.m.i.

LIMITE AREA OGGETTO DI PIANO ATTUATIVO



Definizioni di pericolosità
 Pericolosità Idraulica = I.2
 Pericolosità Geomorfologica = G.3
 Pericolosità Sismica = S3

PREVISIONE PIANO ATTUATIVO "MONTACCHIELLO 2018" - AREE PRIVATE E AREE PUBBLICHE DI PROGETTO



- LEGENDA**
- AREE PRIVATE
 - AREE A DESTINAZIONI ARTIGIANALE, PRODUTTIVA, COMMERCIALE E/O DIREZIONALE - H MAX 15 m. (SUPERFICIE MINIMA DEI LOTTI 1.500 mq)
 - AREE A DESTINAZIONI ARTIGIANALE, PRODUTTIVA, COMMERCIALE E/O DIREZIONALE - H MAX 25 m. (SUPERFICIE MINIMA DEI LOTTI 1.500 mq)
 - AREE PUBBLICHE POSTE ALL'INTERNO DEL LIMITE DEL P.A. "MONTACCHIELLO 2018"
 - AREE PUBBLICHE DA CEDERE
 - VIABILITA' GIA' REALIZZATA ALL'INTERNO DI UN COMPARTO PRIVATO DA CEDERE AL COMUNE
 - AREE PUBBLICHE POSTE ALL'ESTERNO DEL LIMITE DEL P.A. "MONTACCHIELLO 2018"
 - AREA PUBBLICA DA RIQUALIFICARE
 - LIMITE AREA OGGETTO DI PIANO ATTUATIVO "MONTACCHIELLO 2018"