

prof. ing. Vincenzo Fioravante - ing. Daniela Giretti



sindaco	Tiziano Tagliani
assessore all'urbanistica ed edilizia	Roberta Fusari
direttore tecnico	Fulvio Rossi
capo settore pianificazione territoriale	Davide Tumiati
responsabile ufficio di piano	Antonio Barillari
responsabile generale del piano	Carlo Magnani
direttore IUAV studi e progetti srl	Mario Spinelli

Relazione geologico sismica

tav.

QC1**Approvato con delibera consigliare PG 39286/13****10/06/13**



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FERRARA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
Via G. Saragat, 1 – 44100 FERRARA

&



CONSORZIO FERRARA RICERCHE
Via G. Saragat, 1 – 44100 FERRARA

Contratto di Ricerca
Comune di Ferrara - Servizio Pianificazione Territoriale
Consorzio Ferrara Ricerche

“VALUTAZIONE DEL RISCHIO GEOTECNICO E SISMICO
A SUPPORTO DELLA REDAZIONE
DEL REGOLAMENTO URBANISTICO EDILIZIO”

Università degli studi di Ferrara
Dipartimento di Ingegneria
Gruppo Geotecnico:

Prof. Ing. Vincenzo Fioravante, Ph.D.

Ing. Daniela Giretti, Ph.D.

1. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2. INTRODUZIONE	7
3. SITI OGGETTO DI STUDIO	9
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E LITOLOGICO DEI SITI OGGETTO DI STUDIO	11
5. SEQUENZA LITOSTRATIGRAFICA E PROFONDITÀ DELLA FALDA	17
6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	20
6.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA	20
6.2 RIGIDEZZA A PICCOLI LIVELLI DI DEFORMAZIONE	22
7. ANALISI SISMICHE	23
7.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DA NCT 2008	23
7.2 FATTORE DI AMPLIFICAZIONE	26
7.3 SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	26
7.3.1 Accelerazione e magnitudo di calcolo	26
7.3.2 Verifica della suscettibilità a liquefazione	28
7.4 VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIBILITÀ DEI TERRENI A MANIFESTARE CEDIMENTI INDOTTI DA SISMA	33
8. SCHEDE DI SINTESI	38
9. SINTESI DEI RISULTATI	39
ALLEGATI	43



1. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rapporti di prova:

[1] ISMGEO s.r.l.: Prove penetrometriche SCPTU nel Comune di Ferrara per il Progetto RUE. Doc. RAT 149/2010

Carte tecniche Regionali, Provinciali, Comunali:

[2] Carta geologica di pianura dell'Emilia Romagna, scala 1:250.000 1999. Archivio Cartografico, RER.

[3] Cartografia geomorfologica e litologica della Provincia di Ferrara, scala 1:100.000

[4] Carta della Litologia di Superficie Comunale, tav. 1/02.15, ottobre 2003, M. Bondesan

[5] Carta Geomorfologica Comunale, tav. 1/02.16, ottobre 2003, M. Bondesan

Studi geotecnici e sismici.

[6] Valutazione del rischio geotecnico delle aree edificate ed edificabili del PSC del Comune di Ferrara, dicembre 2008, V. Fioravante

[7] Valutazione del rischio sismico delle aree edificate ed edificabili del PSC del Comune di Ferrara, dicembre 2008, V. Fioravante

Normative e raccomandazioni:

[8] CEN (2004) Eurocode 7, Geotechnical design – Part 1: General Rules. Final draft, EN 1997-1: 2004, November 2004, European Committee for Standardization, Brussels

[9] O.P.C.M. 3274/2003, “Primi Elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica² e successive modifiche ed integrazioni

[10] Gruppo di Lavoro MPS 2004, Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV Milano-Roma



- [11] Gruppo di lavoro CPTI 2004, Catalogo parametrico dei terremoti italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV Bologna
- [12] DM. LL.PP. 14 settembre 2005, Norme Tecniche per le costruzioni (NTC 2005)
- [13] AGI 2005, linee Guida “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica”
- [14] Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell’art. 16, c. 1, della L. R. 20/2000 per “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”, 2007
- [15] DM. LL.PP. 14 gennaio 2008, Norme Tecniche per le costruzioni (NTC 2008)
- [16] INGV, Zonazione sismogenetica ZS9 – Rapporto Conclusivo



2. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la “valutazione del rischio geotecnico e sismico a supporto della redazione del Regolamento Urbanistico Edilizio”.

Lo studio descritto nel seguito, oggetto di una convenzione fra l’Amministrazione Comunale di Ferrara ed il Consorzio Ferrara Ricerche, è stato svolto dal Gruppo Geotecnico della Facoltà di Ingegneria dell’Università degli Studi di Ferrara e ha avuto l’obiettivo di valutare i rischi di natura geotecnica, in campo sia statico che dinamico di 63 siti strategici indicati dal Servizio di Pianificazione Territoriale del Comune di Ferrara, ubicati nel territorio comunale. Particolare attenzione è stata rivolta alla valutazione degli effetti di sito in caso di sisma.

Lo studio è stato condotto in accordo alle più recenti disposizioni normative (O.P.C.M. 3274/2003, D.M. 14/09/2005, Delibera Regionale 102-2007, D.M. 14/01/2008).

Le attività di ricerca sono state articolate come segue:

- i. inquadramento geologico, geomorfologico e litologico di ogni sito oggetto di studio;
- ii. interpretazione di 63 prove penetrometriche statiche (di cui 50 con punta elettrica, piezocono e modulo sismico per la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio e 13 con punta meccanica) e definizione, per ogni punto di indagine, della sequenza litostratigrafica, al fine di individuare la successione dei litotipi presenti e di localizzare gli strati potenzialmente instabili in caso di sisma;
- iii. definizione, per ogni verticale penetrometrica analizzata, del profilo geotecnico di riferimento e dei principali parametri meccanici, validi sia nel campo delle sollecitazioni statiche che dinamiche;
- iv. classificazione sismica di ogni sito e valutazione del fattore di amplificazione del moto sismico;



- v. verifica, per ogni verticale di indagine, della suscettibilità dei terreni a liquefare in caso di sisma, secondo procedure di calcolo riconosciute nella letteratura geotecnica ed in accordo alle normative tecniche vigenti;
- vi. valutazione, per ogni verticale di indagine, della suscettibilità dei terreni a manifestare eccessivi cedimenti per addensamento e/o riconsolidazione indotti da sisma;
- vii. redazione, per ogni sito oggetto di studio, di schede di sintesi contenenti i risultati delle analisi svolte, in termini di proprietà geotecniche dei terreni e di pericolosità sismica;
- viii. aggiornamento della *carta di sintesi delle valutazioni locali degli effetti di sito*, identificativa delle aree del territorio comunale in cui le condizioni locali possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso, e/o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.



3. SITI OGGETTO DI STUDIO

L'accordo tra il Comune di Ferrara ed il Consorzio Ferrara Ricerche per una ricerca necessaria alla valutazione del rischio geotecnico e sismico a supporto della redazione del Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE), ha previsto l'esecuzione di una campagna di 50 prove penetrometriche statiche con piezocono sismico (SCPTU), realizzate in altrettanti siti ritenuti strategici in termini di esposizione sismica dal Servizio di Pianificazione Territoriale del Comune di Ferrara. In Tabella 3.1 per ogni prova SCPTU effettuata sono indicate la località di indagine e la massima profondità H raggiunta.

Per le prove è stato utilizzato un penetrometro statico da 200 kN montato su autotelaio Magirus Deutz a trazione integrale ed un piezocono per la misura contemporanea e continua della resistenza alla punta “ q_c ”, della resistenza laterale “ f_s ”, della pressione interstiziale “ u_2 ” e dell'inclinazione delle aste di spinta. Il piezocono è costituito da un corpo cilindrico in acciaio ad alto limite di snervamento, dove l'elemento di misura si deforma proporzionalmente allo sforzo applicato; al suo interno sono alloggiato celle di carico estensimetriche per la misura della resistenza alla punta e dell'attrito laterale. La punta è dotata di due inclinometri monoassiali, posti a 90° fra loro, per la determinazione della deviazione dalla verticale. Nell'estensione cilindrica del cono è presente un filtro in acciaio sinterizzato che collega un trasduttore di pressione con l'esterno per la misura della pressione interstiziale u_2 . Prima dell'esecuzione di ogni prova il filtro è stato disaerato e saturato con olio al silicone. In terreni saturi, la resistenza alla punta q_c è corretta per tenere in conto della pressione interstiziale che agisce sulla corona circolare dove alloggia il filtro, ovvero per tenere in conto dell'area netta sulla quale agisce la resistenza alla punta netta q_t . Le dimensioni e la geometria della punta sono in accordo con le norme di standardizzazione europee. Le prove SCPTU sono state eseguite in conformità alle procedure standardizzate europee, con velocità di avanzamento di 2 cm al secondo.



Tabella 3.1 – Prove SCPTU eseguite per il RUE

Prova	H [m]	Località	Prova	H [m]	Località
SCPTU01	24	S.Bartolomeo	SCPTU29	31	Cona, scuola De Pisis-Bonati
SCPTU02	31	Quartesana	SCPTU30	31	Fiera
SCPTU03	26	Scuola materna Guido Rossa	SCPTU31	30	Palasport Comunale
SCPTU04	31	Via Bellonci - Via Serao	SCPTU32	25	Ravalle
SCPTU05	31	Palazzo delle Palestre	SCPTU33	31	Via Pacinotti
SCPTU06	31	Via Mura di Porta Po	SCPTU34	31	Scuola Materna Satellite
SCPTU07	31	Via Bagaro	SCPTU35	31	Scuola Materna Dina Bertoni Jovine
SCPTU08	31	Liceo Ariosto	SCPTU36	31	Fossanova s.Marco
SCPTU09	23	Scuola Media T.Tasso-M.M.Boiardo	SCPTU37	31	Scuola d'infanzia La Mongolfiera
SCPTU10	32	Piazzale Giordano Bruno	SCPTU38	31	Scuola Elementare Biagio Rossetti
SCPTU11	22	Viale Costituzione	SCPTU39	31	Gaibanella
SCPTU12	32	Piazza XXIV Maggio	SCPTU40	31	Scuola elementare G.B.Guarini
SCPTU13	31	Teatro Boldini	SCPTU41	31	Scuola Elementare G.Leopardi
SCPTU15	31	Biblioteca Ariostea	SCPTU42	28	Scuola Elementare Francolino
SCPTU17	22	Istituto Comprensivo Cosmè Tura	SCPTU43	27	Malborghetto di Boara
SCPTU18	25	Scuola Materna Ponte	SCPTU44	31	Scuola Elementare G.Bombonati
SCPTU19	31	Via Lana	SCPTU45	28	Villanova di Denore
SCPTU20	31	Via Cattaneo	SCPTU46	31	Scuola Elementare F.Tumiati
SCPTU21	27	Scuola Elementare A.Manzoni	SCPTU47	31	Via Bologna
SCPTU22	31	Casaglia	SCPTU48	30	I Girasoli
SCPTU24	31	Via Renata di Francia	SCPTU49	31	Nido Cavallari
SCPTU25	31	Via dei Cedri	SCPTU50	31	Scuola Materna L'Aquilone
SCPTU26	31	Monestirolo	SCPTU51	31	Scuola Ugo Costa
SCPTU27	31	Denore	SCPTU52	21	Porotto - Asilo nido Il Ciliegio
SCPTU28	31	Scuola Media D.Alighieri	SCPTU53	31	Rosanna Benzi

L'attrezzatura di misura della velocità di propagazione delle onde di taglio " V_s " è composta da un modulo sismico montato alle spalle dal piezocono, costituito da un'asta che contiene due geofoni posti alla distanza di 1.0 m uno dall'altro. In grado di misurare le onde di taglio, che, generate da un dispositivo di energizzazione posto in superficie, si propagano nel terreno fino alla profondità di misura (prova down-hole, DH), secondo la metodologia denominata "true time interval" (misura del ritardo di arrivo delle onde di taglio tra i due geofoni). Questo sistema permette di superare la principale limitazione che la prova down-hole mostra



generalmente nei terreni stratificati, ovvero il segnale delle onde, misurato ad una certa profondità, arriva con un ritardo rispetto alla sorgente che è condizionato dalla rigidità di tutti gli strati attraversati. Il sistema adottato permette invece di misurare la velocità di propagazione come differenza tra i due segnali misurati dai due geofoni. La velocità di propagazione delle onde di taglio misurata è così riferita allo strato di terreno compreso tra i due geofoni di misura e non è condizionata dalla sequenza degli strati sovrastanti. Il sistema di energizzazione è costituito da un maglio idraulico a doppio effetto con potenza regolabile, posto sotto ad uno stabilizzatore del penetrometro.

In aggiunta alle 50 prove SCPTU, il Comune di Ferrara ha fornito, attingendo da pratiche edilizie private, i risultati di alcune prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT, con misura della resistenza alla punta “ q_c ” e della resistenza laterale “ f_s ”) realizzate in varie località del territorio comunale. Tra queste, 13 sono state ritenute significative, in termini di ubicazione e profondità. La Tabella 3.2 riporta, per ogni prova CPT, la località di indagine e la massima profondità raggiunta, H.

L’ubicazione delle 63 prove complessivamente analizzate nel presente studio è rappresentata in Figura 3.1, la quale riporta anche uno stralcio della Carta Tecnica Regionale (CTR) relativo al territorio comunale.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E LITOLOGICO DEI SITI OGGETTO DI STUDIO

Il territorio del Comune di Ferrara si trova nella Pianura Padana, una depressione tettonica formata fra le Alpi e gli Appennini, quando tali catene montuose si sollevarono ed emersero dal mare in seguito a fenomeni orogenetici, e colmata da depositi di materiali sciolti di origine marina e fluvio-deltizia.



Nella pianura del comune di Ferrara, in superficie affiorano in modo uniforme sedimenti olocenici di piana alluvionale che si spingono in profondità per diversi di metri. Seguono, all'aumentare della profondità, depositi più antichi di origine marina, lagunare e fluviopalustre e infine la roccia lapidea.

Tabella 3.2 – Prove CPT meccaniche fornite dall'Amministrazione Comunale

Prova	H [m]	Località
CPT54 12612/10	15	Montalbano, via Sgarbata
CPT55 24202/08	30	Pontelagoscuro, via Muddy Waters
CPT56 55211/09	30	Via San Contardo d'Este
CPT57 58168/09	20	Chiesuol del Fosso, via Trasvolatori Atlantici
CPT58 70295/09	30	Via Bologna, area ex CEI
CPT59 70295/09	30	Via Bologna, area ex CEI
CPT60 86878/09	30	Via Gramiccia
CPT61 104882/09	20	San Martino, via Bisi/Polina/Don Milani
CPT62 36608/09	30	Via Bologna, Via Boccherini
CPT63	20	Scuola Elementare Baura
CPT64 78843	20	Via Marconi, via Padova
CPT65 65879	15	Monestirolo, via Argenta
CPT66	22	Asilo Nido via del Salice

In particolare, entro i primi 30-35 m di profondità, si trovano in successione sedimenti olocenici (mediamente primi 20-30 metri di profondità), dovuti ad accumulo detritico di tipo alluvionale (sedimentazione di bassa pianura), seguiti da depositi sabbiosi di età fine-Pleistocene/primo-Olocene (ambienti di steppa-taiga glaciale di media pianura) diffusi con continuità in tutto il territorio comunale e più superficiali a nord, dove il tetto delle sabbie glaciali si trova tra i 18 e i 25 m di profondità, più approfonditi a sud, dove il tetto si spinge fino a oltre 30 m.

La deposizione di tipo fluviale di epoca olocenica, avvenuta in modo non uniforme, ha avuto come conseguenza diretta un'estrema eterogeneità granulometrica dei sedimenti presenti entro i primi 20-30 m di profondità, sia in senso verticale che areale, per cui l'assetto stratigrafico della zona risulta abbastanza complesso. L'area oggetto di studio era infatti interessata dall'apparato deltizio del Po, i cui rami erano liberi di espandere le proprie acque di piena

nelle zone circostanti. Nelle sponde naturali dell'alveo e nelle aree immediatamente circostanti venivano depositati i materiali più grossolani, mentre i sedimenti più fini si distribuivano lontano, nelle aree situate tra un alveo e l'altro.

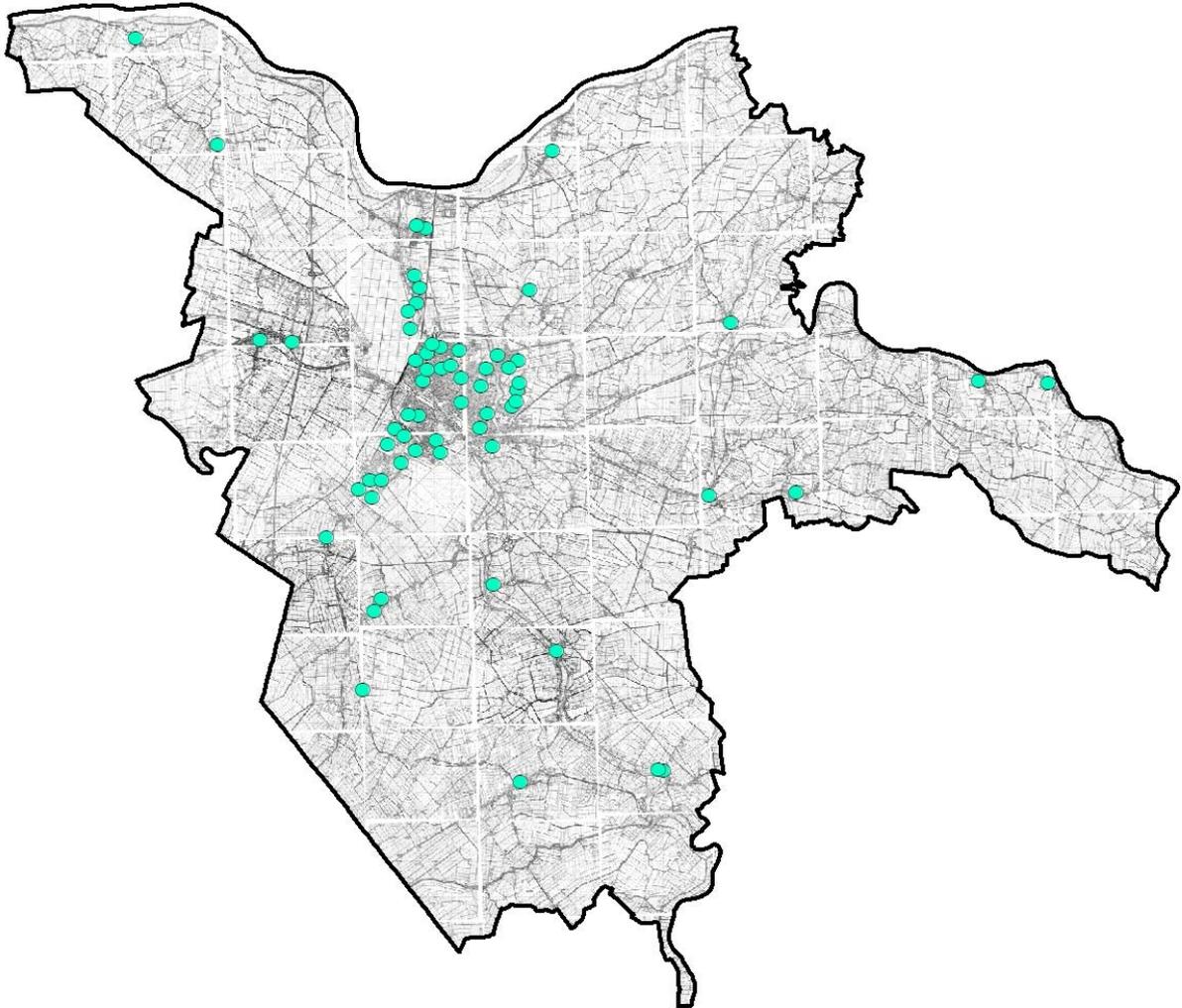


Figura 3.1 – Ubicazione delle prove

Nel territorio del comune si possono quindi distinguere entro i primi 20-30 m di profondità tre ambienti morfologici - deposizionali principali:

1. Ambiente dei paleoalvei, caratterizzato dalla presenza di corpi sabbiosi inclusi in macrostrati di terreni fini. Tali corpi sabbiosi, talvolta affioranti, spesso sepolti, si sviluppano linearmente seguendo i corsi degli alvei fluviali attivi o estinti.



2. Ambiente dei bacini interfluviali, costituito dalle aree di sedimentazione delle frazioni più fini. Tale ambito è caratterizzato dalla prevalenza di argille inorganiche, argille limose, limi argillosi laminati, argille organiche, con frequenti intercalazioni torbose.
3. Ambiente di transizione dalle zone di paleoalveo a quelle dei bacini interfluviali, caratterizzato da alternanze di materiali fini e lenti sabbiose.

Gli ambienti morfologici – deposizionali descritti sono ben evidenziati nella Carta Geologica di Pianura Provinciale (RER 1999) che suddivide tutta la pianura ferrarese in vari ambienti deposizionali. La porzione di Carta Geologica di Pianura relativa al territorio comunale è riportata in Figura 4.1. La Figura riporta anche l'ubicazione delle 63 prove penetrometriche statiche analizzate nel presente studio.

Sovrapponendo alla Carta Geologica, la Carta Geomorfologia Comunale, come riportato in Figura 4.2, si ha conferma del fatto che la distribuzione areale dei diversi ambienti deposizionali è funzione della storia morfologica del territorio ferrarese. I materiali più grossolani (sabbie) sono concentrati nelle aree di paleoalveo e nelle loro immediate vicinanze, i terreni a grana fine si sono depositati invece nelle zone più distanti.

La distribuzione litologica dei sedimenti più superficiali (primi 80 cm dal piano campagna locale) è anch'essa legata alla dinamica delle divagazioni fluviali del reticolo idrografico che caratterizzava la zona. La Carta Comunale delle Litologie di Superficie rappresentata in Figura 4.3 (la Figura riporta anche l'ubicazione delle 63 prove penetrometriche statiche analizzate) evidenzia un'estrema variabilità dei litotipi affioranti e in generale una prevalenza di sedimenti sabbiosi e di miscele equilibrate di argilla, sabbia, limo in corrispondenza dei paleoalvei, e delle argille e argille limose lontano da essi (zone di bacino interfluviale).

Nel presente studio, i risultati di ogni prova penetrometrica analizzata sono stati confrontati con la posizione del sito in esame rispetto agli ambienti geologico – deposizionali e

geomorfologici descritti nelle carte tematiche riportate nelle Figure dalla 4.1 alla 4.3, in modo da contestualizzare l'indagine e verificarne la congruenza.

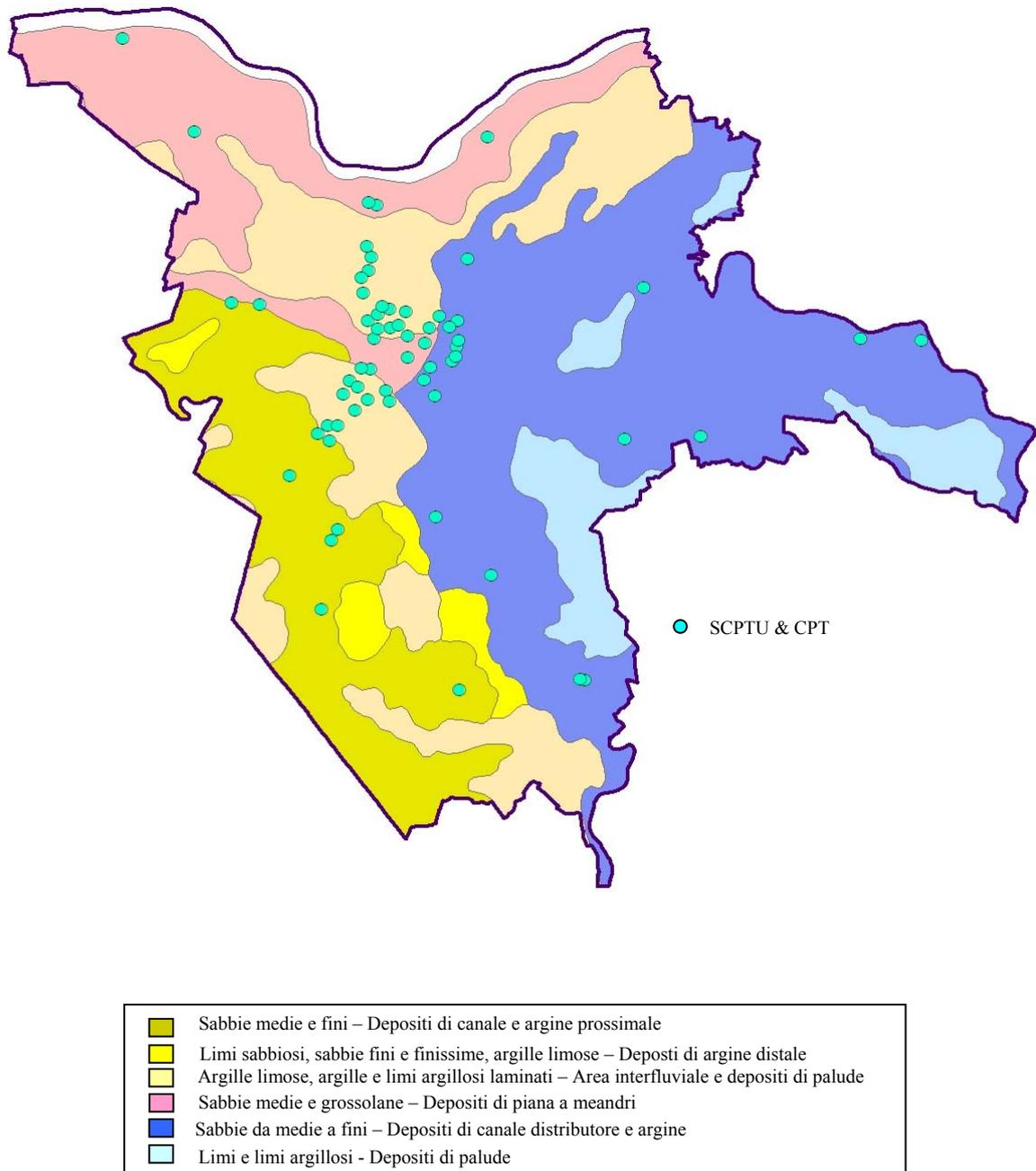


Figura 4.1 – Stralcio della carta geologica di pianura (RER 1999)

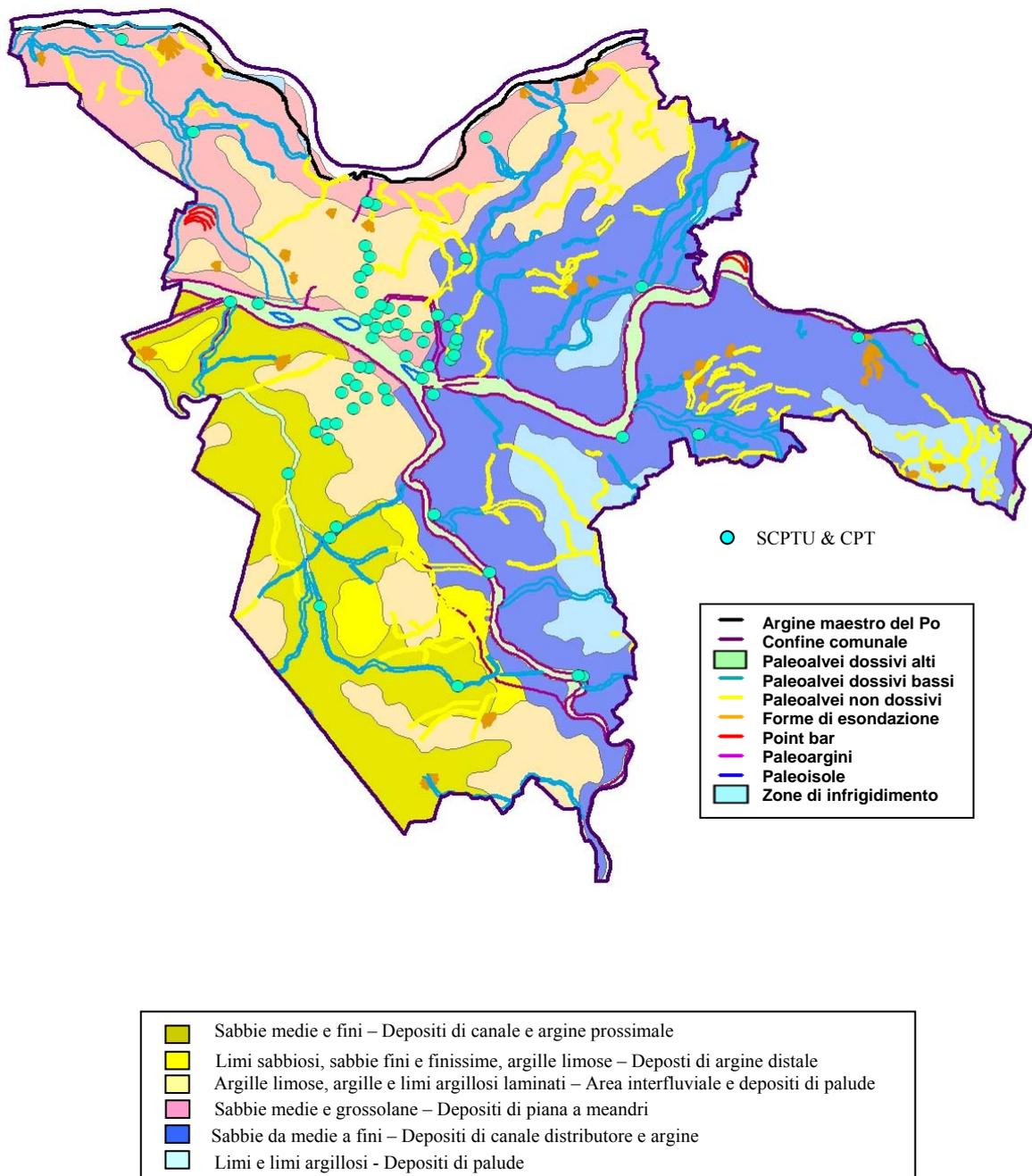


Figura 4.2 – Sovrapposizione della carta geologica di pianura e della carta geomorfologica comunale (RER 1999, Bondesan 2003)

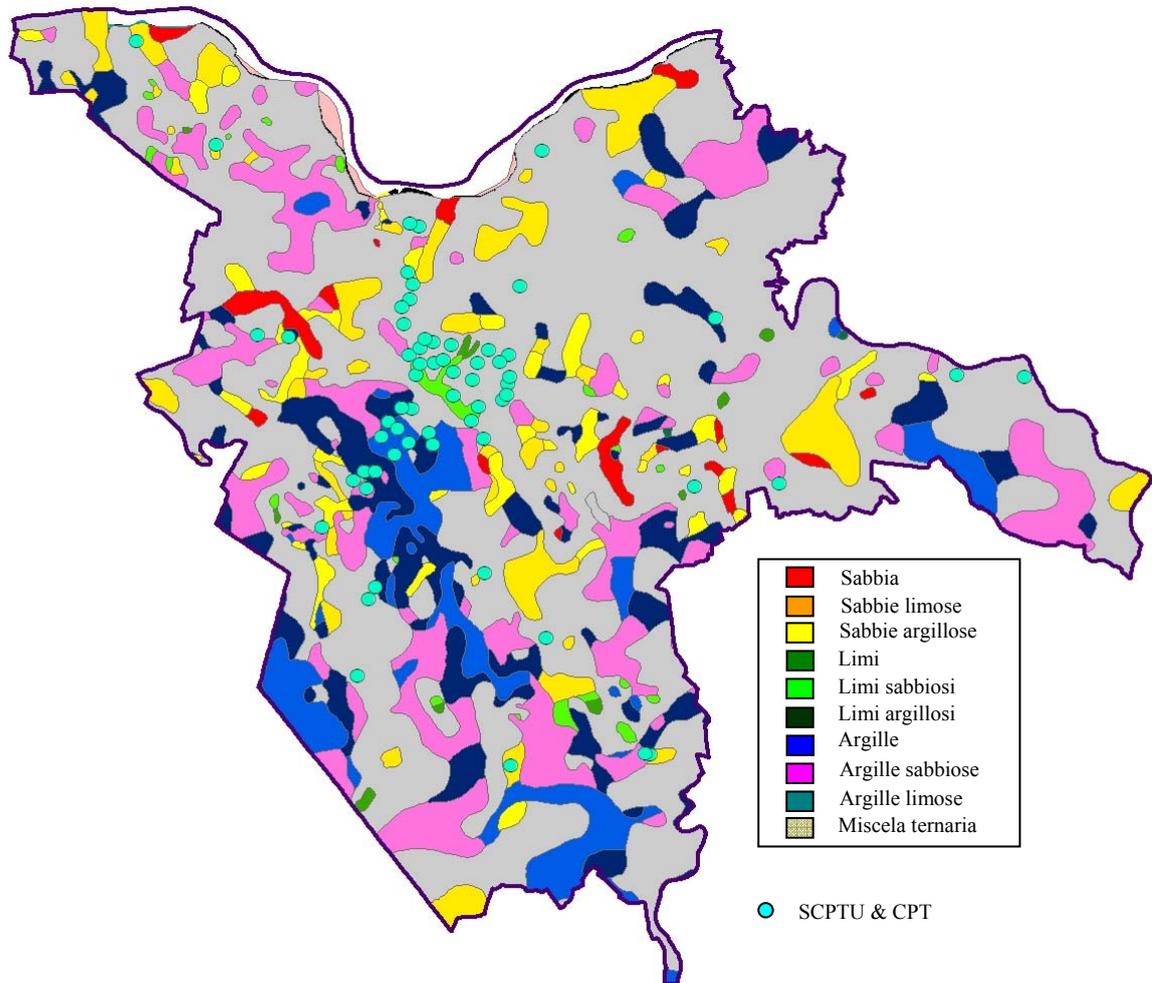


Figura 4.3 – Carta comunale delle litologie di superficie (Bondesan 2003)

5. SEQUENZA LITOSTRATIGRAFICA E PROFONDITÀ DELLA FALDA

La sequenza litostratigrafica che caratterizza i terreni presenti in corrispondenza di ogni verticale di indagine analizzata è stata elaborata sulla base delle indicazioni litologiche dei terreni ottenute dalle carte di classificazione proposte da Robertson (1990), riportate nelle Figure 5.1(a) e (b). Tali carte consentono di *stimare* la sequenza litostratigrafica in base ai

valori della resistenza alla punta, q_t dell'attrito laterale, f_s e della pressione interstiziale, u_2 misurati da prove CPT elettriche con piezocono e normalizzati rispetto allo stato tensionale.

Per le prove SCPTU, il profilo con la profondità della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s ricavato dalle prove DH, ha concorso alla definizione del profilo litostratigrafico.

Per le prove CPT la classificazione litologica dei terreni è stata condotta utilizzando solo l'abaco in Figura 5.1(a) e assumendo $q_t = q_c$ misurata.

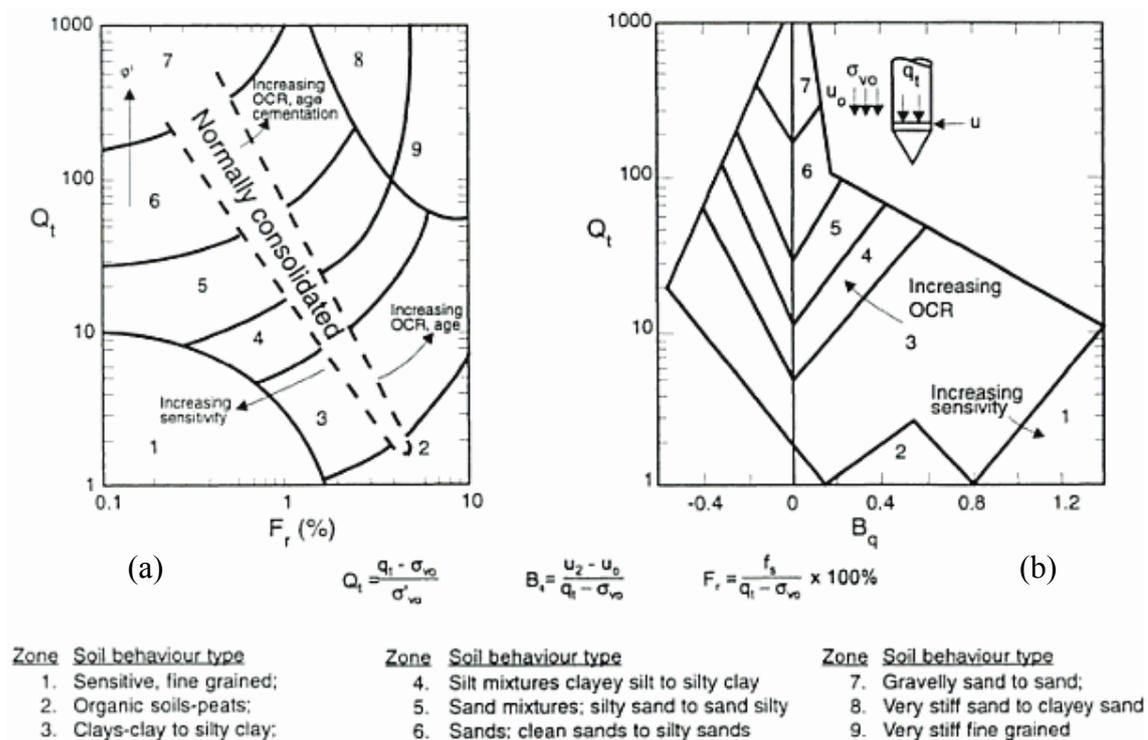


Figura 5.1 – Carte di classificazione di Robertson (1990)

Per utilizzare gli abachi di Figura 5.1, i valori della resistenza alla punta q_t , dell'attrito laterale f_s e della pressione interstiziale u_2 misurati alle diverse profondità, devono essere normalizzati secondo le espressioni che seguono:

$$(5.1a) \quad Q_t = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

$$(5.1b) \quad F_r = \frac{f_s}{q_t - \sigma_{v0}}$$

$$(5.1c) \quad F_r = \frac{u_2 - u_0}{q_t - \sigma_{v0}}$$



dove:

σ_{v0} e σ'_{v0} = tensioni verticali totali ed efficaci agenti alle profondità di interesse;

u_0 = pressione interstiziale idrostatica.

Il profilo con la profondità delle tensioni geostatiche totali σ_{v0} è stato determinato adottando un peso dell'unità di volume costante, $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, anche in accordo alle indicazioni di Lunne et al. (1997) per i tipi litologici presenti nei siti oggetto di studio.

Per la valutazione delle pressioni interstiziali idrostatiche, u_0 , e quindi delle tensioni efficaci agenti alle profondità di misura, σ'_{v0} , la profondità della falda è stata assunta pari a quella indicata nel certificato di prova nel caso delle prove CPT. Nel caso delle indagini SCPTU, la posizione della superficie libera della falda è stata individuata dalle misure della pressione interstiziale u_2 con la profondità. Nel territorio del comune di Ferrara la falda ha superficie libera sempre poco profonda. Occorre sottolineare che essa non è interpretabile come un corpo d'acqua continuo ma piuttosto come un insieme di corpi idrici, separati e fluenti nei depositi sabbiosi e sabbio-limosi, separati da strati argillosi e limo-argillosi, ove è più corretto parlare di zona di saturazione e non di falda vera e propria. Pertanto, in molti dei siti analizzati sono state individuate due diverse profondità:

- i. la profondità della superficie libera della falda, corrispondente alla quota piezometrica relativa ai depositi sabbiosi (sia superficiali – paleoalvei – sia profondi – sabbie glaciali)
- ii. la profondità del livello di saturazione, più superficiale della falda vera e propria, corrispondente alla quota al di sotto della quale i terreni fini possono essere considerati saturi.

In caso di falda molto superficiale le due profondità sono state assunte coincidenti. A favore di sicurezza, lo stato tensionale efficace è stato valutato assumendo come quota di riferimento la profondità del livello di saturazione.



Una volta *stimata*, per ogni punto di indagine analizzato, la natura dei terreni presenti, essi sono stati suddivisi in macro-unità stratigrafiche caratterizzate dallo stesso tipo litologico prevalente, alle quali sono stati associati valori medi di riferimento di q_t , f_s , u_2 e V_s (u_2 e V_s nel caso delle prove SCPTU). Talora, all'interno della stessa macro-unità sono state differenziate due o più sotto-unità caratterizzate da valori medi variabili di q_t , f_s , u_2 e V_s .

Sulla base dei valori medi di q_t , f_s , u_2 e V_s assunti, le macro-unità e le eventuali sotto-unità sono state caratterizzate geotecnicamente.

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

6.1 Parametri geotecnici di resistenza

I terreni appartenenti alle unità litologiche individuate in corrispondenza di ogni verticale penetrometrica analizzata sono stati caratterizzati, in termini di parametri geotecnici di resistenza, come di seguito descritto.

Terreni prevalentemente fini

Per i terreni a matrice fine è stata ricavata la resistenza a taglio non drenata utilizzando la seguente correlazione:

$$(6.1) \quad c_u = (q_t - \sigma_{v0})/N_k$$

dove:

σ_{v0} = tensione verticale totale agente alla profondità considerata;

N_k = fattore di cono, assunto cautelativamente pari a 20 (Lunne et al. 1997);

q_t = resistenza alla punta media associata all'unità o sotto-unità litostratigrafica considerata.

Terreni prevalentemente granulari

I terreni granulari sono stati caratterizzati utilizzando le seguenti correlazioni:

- l'angolo di resistenza al taglio di picco φ'_p è stato determinato in prima approssimazione utilizzando la correlazione proposta da Robertson e Campanella (1983), riportata in Figura 6.1. Tale correlazione permette di valutare φ'_p in funzione della resistenza alla punta misurata nel corso di una prova penetrometrica statica (CPT) ed dello stato tensionale efficace geostatico agente alla profondità di misura.

Per ogni macro-unità o sotto-unità, caratterizzata da un valore costante di resistenza alla punta, è stato valutato il corrispondente valore di φ'_p .

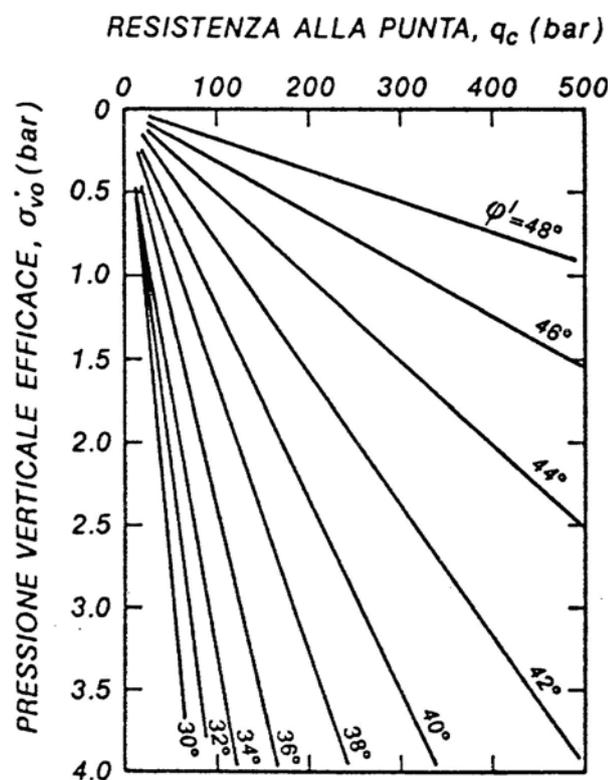


Figura 6.1 – Abaco di Robertson e Campanella (1983)

- l'angolo di resistenza al taglio a volume costante, φ'_{cv} è stato ricavato dai valori stimati di φ'_p , tramite la relazione di Bolton (1986):

$$(6.2) \quad \varphi'_p = \varphi'_{cv} + 3[D_R(10 - \ln p') - 1]$$

dove:

D_R = densità relativa;



p' = pressione media a rottura valutata in accordo a Flemming (1982).

- la densità relativa D_R è stata stimata tramite la correlazione proposta Jamiolkowski (1985):

$$(6.3) \quad D_R = -98 + 66 \cdot \left[\log \left(\frac{q_t}{\sqrt{\sigma'_v}} \right) \right]$$

dove:

σ'_v = tensione geostatica efficace agente alla profondità considerata.

q_t = resistenza alla punta media associata all'unità o sotto-unità litostratigrafica considerata.

Terreni di transizione

Sono stati indicati come limi argillosi con moderato contenuto di sabbia (LAS), quei litotipi prevalentemente costituiti da terreni fini ma contenenti una quantità di sabbia talora sufficiente ad alterarne le proprietà idrauliche e a renderli particolarmente permeabili durante l'esecuzione della prova penetrometrica (sviluppo di pressioni interstiziali anche negative). In questo caso, tali litotipi sono stati caratterizzati in termini di tensioni efficaci (D_R e ϕ'_{cv}) oltre che in termini di tensioni totali (c_u).

6.2 Rigidezza a piccoli livelli di deformazione

Per i terreni presenti in corrispondenza delle 50 prove SCPTU, è stato determinato il modulo di taglio a piccole deformazioni G_0 ($\gamma < 0.001\%$), sulla base delle misure di velocità di propagazione delle onde di taglio V_s effettuate in sito con metodologia down-hole. Infatti, in accordo con la teoria elastica:

$$(6.4) \quad G_0 = \rho V_s^2$$

dove:

ρ = densità del terreno.



In particolare, ad ogni unità o sotto-unità litologica individuata è stato associato un valore medio costante della V_S , da cui è stato ricavato il corrispondente valore di G_0 . Dal valore calcolato di G_0 sono stati poi desunti il modulo di Young a piccole deformazioni, E'_0 e, per i terreni prevalentemente a grana fine, il modulo di Young in condizioni non drenate a piccole deformazioni, E_{u0} , secondo le espressioni che seguono:

$$(6.5) \quad E'_0 = 2(1+\nu')G_0$$

$$(6.6) \quad E_{u0} = 3G_0$$

dove:

ν' = rapporto di Poisson, assunto pari a 0.2.

7. ANALISI SISMICHE

7.1 Categoria di sottosuolo da NCT 2008

In accordo alle NTC 2008, i terreni presenti nei siti in cui sono state realizzate le prove SCPTU, sono stati classificati sismicamente sulla base della natura e dello stato di addensamento dei depositi presenti e del valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio misurata nei primi 30 m di profondità, definita come:

$$(7.1) \quad V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i -esimo;

V_{si} = velocità di propagazione delle onde di taglio misurata nello strato i -esimo.

In base ai valori della V_{S30} , le NTC 2008 prevedono le classi di sottosuolo elencate in Tabella 7.1.

Tabella 7.1 – *Categorie di sottosuolo da NTC 2008*

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

Per le prove SCPTU che sono state spinte fino ad una profondità H inferiore a 30 m, è stata calcolata la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro la massima

profondità indagata, $V_{S,H}$. Assumendo inoltre, per profondità maggiori di H , un valore costante di V_S pari all'ultima misura effettuata, è stata stimata in prima approssimazione la $V_{S,30}$ necessaria per stabilire la categoria di sottosuolo.

Per le 13 prove CPT meccaniche analizzate, in assenza delle misure dirette di V_S , il profilo con la profondità della velocità di propagazione delle onde di taglio è stato in prima approssimazione stimato dalle misure di resistenza alla punta, utilizzando la correlazione empirica proposta da Andrus (2001):

$$(7.2) \quad V_s = A \cdot \left[\left(\frac{q_c}{p_a} \right) \left(\frac{p_a}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.5} \right]^\alpha \left(\frac{\sigma'_{v0}}{p_a} \right)^{0.25}$$

dove:

A , α = coefficienti empirici, riportati in Tabella 7.2, calibrati per i terreni della pianura ferrarese da Giretti et al. (2007); p_a = pressione atmosferica.

Dal profilo stimato di V_S è stata ricavata in prima approssimazione la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro la massima profondità indagata, $V_{S,H}$. Tale valore ha concorso alla definizione, in prima approssimazione e per ogni CPT, della categoria di sottosuolo, insieme ai valori stimati della c_u e di N_{SPT} (vedi paragrafi 6.1 e 7.4, rispettivamente).

Tabella 7.2 – Coefficienti di correlazione per i terreni alluvionali della pianura ferrarese (da Giretti et al. 2007)

	<i>Argilla</i>	<i>Limo</i>	<i>Sabbia</i>
<i>A</i>	80.64	77.83	53.64
<i>α</i>	0.28	0.24	0.33

La Tabella 7.3 riporta per i 63 siti oggetto di studio le corrispondenti categorie di sottosuolo.

I valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio riportati in tabella variano all'interno di un intervallo piuttosto stretto (da 150 a 250 m/s), e in tutti i siti i terreni presenti



appartengono alle categorie di sottosuolo C e D (o S2 se le verifiche a liquefazione, descritte di seguito, hanno evidenziato rischio di liquefazione elevato).

7.2 Fattore di amplificazione

Gli Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna permettono di valutare in un sito i fattori di amplificazione stratigrafica dell'azione sismica F.A. in base al particolare ambito geomorfologico, geologico e geotecnico in cui ricade l'area in esame ed al valore della $V_{S,30}$.

Il territorio del comune di Ferrara può essere considerato appartenente all'ambito definito PIANURA 2, cui corrispondono, in funzione della $V_{S,30}$, i fattori di amplificazione riportati in Tabella 7.4. A valori della velocità media di propagazione delle onde di taglio inferiori a 300 m/s, corrisponde un fattore di amplificazione costante pari a 1.5. Di conseguenza, in base ai valori di V_S misurati dalle prove SCPTU ed a quelli V_S stimati dalle prove CPT, a tutti i punti oggetto di indagine è possibile associare il valore F.A. = 1.5.

7.3 Suscettibilità alla liquefazione

7.3.1 Accelerazione e magnitudo di calcolo

Le verifiche di suscettibilità a liquefazione per i 63 siti oggetto di studio sono state condotte calcolando l'azione sismica di input in funzione dell'accelerazione massima su affioramento rigido prevista per il comune di Ferrara, per il tempo di ritorno $T_r=475$ anni, dagli Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna, ovvero: $a_g = 0.132g$.

Per determinare la magnitudo del terremoto con cui effettuare le verifiche è stata svolta, per la zona sismogenetica 912 della zonazione ZS9 (rappresentata Figura 7.1) in cui si trova il territorio del comune di Ferrara, un'analisi di pericolosità sismica, basata su un modello statistico di tipo poissoniano e sulla relazione di ricorrenza statistica di Gutenberg e Richter.



Per l'analisi sono stati considerati tutti gli eventi registrati nella ZS912 e sono stati adottati una periodo di riferimento di 50 anni ed una probabilità di superamento del 10% (ovvero un tempo di ritorno per l'evento sismico di riferimento $T_r=475$ anni). È stato ricavato un valore della magnitudo $M=5.81$.

Tabella 7.3 – *Classificazione sismica dei siti oggetto di studio*

Prova	Località	H [m]	V _{s,H} [m/s]	V _{s,30} [m/s]	Categoria
SCPTU01	S.Bartolomeo	24	163	184 ⁽¹⁾	C
SCPTU02	Quartesana	31		180	C
SCPTU03	Scuola materna Guido Rossa	26	193	202 ⁽¹⁾	C
SCPTU04	Via Bellonci - Via Serao	31		191	C
SCPTU05	Palazzo delle Palestre	31		183	C
SCPTU06	Via Mura di Porta Po	31		187	C
SCPTU07	Via Bagaro	31		196	C
SCPTU08	Liceo Ariosto	31		181	C
SCPTU09	Scuola Media T.Tasso-M.M.Boiardo	23	167	184 ⁽¹⁾	C
SCPTU10	Piazzale Giordano Bruno	32		202	C
SCPTU11	Viale Costituzione	22	180	200 ⁽¹⁾	S2 ⁽²⁾
SCPTU12	Piazza XXIV Maggio	32		243	C
SCPTU13	Teatro Boldini	31		196	C
SCPTU15	Biblioteca Ariosteia	31		190	S2 ⁽²⁾
SCPTU17	Istituto Comprensivo Cosmè Tura	22	173	193 ⁽¹⁾	C
SCPTU18	Scuola Materna Ponte	25	176	189 ⁽¹⁾	C
SCPTU19	Via Lana	31		178	D
SCPTU20	Via Cattaneo	31		195	C
SCPTU21	Scuola Elementare A.Manzoni	27	179	186 ⁽¹⁾	C
SCPTU22	Casaglia	31		181	S2 ⁽²⁾
SCPTU24	Via Renata di Francia	31		184	C
SCPTU25	Via dei Cedri	31		178	D
SCPTU26	Monestirolo	31		182	C
SCPTU27	Denore	31		176	S2 ⁽²⁾
SCPTU28	Scuola Media D.Alighieri	31		188	S2 ⁽²⁾
SCPTU29	Cona, scuola De Pisis-Bonati	31		195	S2 ⁽²⁾
SCPTU30	Fiera	31		194	C
SCPTU31	Palasport Comunale	30		176	S2 ⁽²⁾
SCPTU32	Ravalle	25	173	183 ⁽¹⁾	C
SCPTU33	Via Pacinotti	31		190	S2 ⁽²⁾
SCPTU34	Scuola Materna Satellite	31		173	D
SCPTU35	Scuola Materna Dina Bertoni Jovine	31		186	C
SCPTU36	Fossanova s.Marco	31		180	C
SCPTU37	Scuola d'infanzia La Mongolfiera	30		226	C
SCPTU38	Scuola Elementare Biagio Rossetti	31		210	C



Prova	Località	H [m]	V _{S,H} [m/s]	V _{S,30} [m/s]	Categoria
SCPTU39	Gaibanella	31		195	S2 ⁽²⁾
SCPTU40	Scuola elementare G.B.Guarini	31		182	C
SCPTU41	Scuola Elementare G.Leopardi	31		185	C
SCPTU42	Scuola Elementare Francolino	28	189	197 ⁽¹⁾	C
SCPTU43	Malborghetto di Boara	27	179	189 ⁽¹⁾	C
SCPTU44	Scuola Elementare G.Bombonati	31		192	S2 ⁽²⁾
SCPTU45	Villanova di Denore	28	155	161 ⁽¹⁾	D
SCPTU46	Scuola Elementare F.Tumiati	31		179	D
SCPTU47	Via Bologna	31		172	S2 ⁽²⁾
SCPTU48	I Girasoli	30		173	D
SCPTU49	Nido Cavallari	31		181	C
SCPTU50	Scuola Materna L'Aquilone	31		185	C
SCPTU51	Scuola Ugo Costa	31		181	C
SCPTU52	Porotto - Asilo nido Il Ciliegio	21	149	172 ⁽¹⁾	D
SCPTU53	Rosanna Benzi	31		184	C
CPT54 12612/10	Montalbano, via Sgarbata	15	-	-	D ⁽³⁾
CPT55 24202/08	Pontelagoscuro, via Muddy Waters	30	-	-	D ⁽³⁾
CPT56 55211/09	Via San Contardo d'Este	30	-	-	D ⁽³⁾
CPT57 58168/09	Chiesuol del Fosso, via Trasvolatori Atlantici	20	-	-	D ⁽³⁾
CPT58 70295/09	Via Bologna, area ex CEI	30	-	-	D ⁽³⁾
CPT59 70295/09	Via Bologna, area ex CEI	30	-	-	D ⁽³⁾
CPT60 86878/09	Via Gramicia	30	-	-	D ⁽³⁾
CPT61 104882/09	San Martino, via Bisi/Polina/ Don Milani	20	-	-	D ⁽³⁾
CPT62 36608/09	Via Bologna, Via Boccherini	30	-	-	D ⁽³⁾
CPT63	Scuola Elementare Baura	20	-	-	D ⁽³⁾
CPT64 78843	Via Marconi, via Padova	20	-	-	C ⁽³⁾
CPT65 65879	Monestirolo, via Argenta	15	-	-	C ⁽³⁾
CPT66	Asilo Nido via del Salice	22	-	-	D ⁽³⁾

(1) da V_S estrapolate fino a 30 m di profondità

(2) determinata a seguito delle verifiche a liquefazione (v. paragrafo 7.3)

(3) da V_S stimata da correlazione empirica

Tabella 7.4 – Fattori di amplificazione

V _{S,30}	<180	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0

7.3.2 Verifica della suscettibilità a liquefazione

Le verifiche a liquefazione sono state eseguite utilizzando un metodo di tipo semplificato. Il grado di sicurezza nei confronti della liquefazione ad una generica profondità z è stato valutato in termini di coefficiente di sicurezza FS, definito come rapporto tra la resistenza

disponibile alla liquefazione a quella profondità e la corrispondente sollecitazione indotta dall'azione sismica, entrambe normalizzate rispetto allo stato tensionale:

$$(7.3) \quad FS = \frac{CRR}{CSR} = \frac{\frac{\tau_L}{\sigma'_{v0}}}{\frac{\tau_s}{\sigma'_{v0}}}$$

dove:

τ_L = tensione tangenziale necessaria per causare la liquefazione del terreno in sito alla profondità z di interesse (stato di sforzo critico associato alla condizione di liquefazione o al manifestarsi di grandi deformazioni plastiche);

CRR = rapporto di resistenza ciclica alla profondità z ;

σ'_{v0} = tensione verticale efficace agente alla profondità z ;

τ_s = tensione tangenziale ciclica che il terremoto induce nel terreno alla profondità z ;

CSR = rapporto di sollecitazione ciclica alla profondità z .

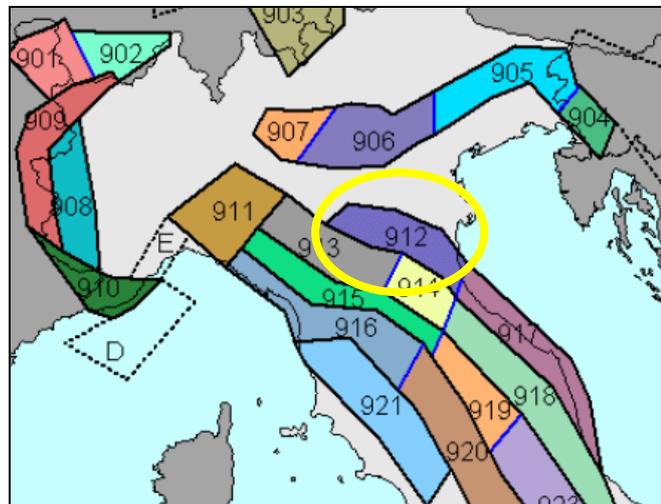


Figura 7.1 – Zonazione sismogenetica ZS9

Se $FS < 1$, il terreno alla profondità z è potenzialmente liquefacibile.

Per la determinazione del profilo del rapporto CSR con la profondità è stato seguito il metodo proposto da Seed e Idriss (1970) basato sul modello di colonna di terreno saturo di sezione unitaria che oscilla come un corpo rigido sotto l'azione di un terremoto, dal quale risulta che:



$$(7.4) \quad \text{CSR}(z) = 0.65 \cdot S \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\sigma_{v0}(z)}{\sigma'_{v0}(z)} \cdot r_d$$

dove:

S = coefficiente di sito o fattore di amplificazione stratigrafica dell'azione sismica assunto pari a 1.5 (§7.2);

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento pari 0.132g per il territorio comunale di Ferrara;

g = accelerazione di gravità;

σ_{v0} , σ'_{v0} = tensione verticale totale ed efficace agente alla profondità z ;

$r_d = 1 - 0.015z$ (z in m) = fattore empirico riduttivo degli sforzi di taglio con la profondità per tener conto della decrescente deformabilità della colonna di terreno.

Il rapporto di resistenza ciclica CRR è stato ricavato utilizzando il metodo di Robertson e Wride (1997) nella versione aggiornata (Robertson 2004). Secondo tale metodo, basato su una serie di osservazioni sperimentali relative a terremoti di magnitudo $M=7.5$, il rapporto di resistenza ciclica $\text{CRR}_{7.5}$ alla profondità z può essere stimato in funzione della resistenza alla punta misurato da prove penetrometriche statiche, seguendo la procedura iterativa rappresentata nel diagramma di Figura 7.2. La procedura iterativa di calcolo tiene conto anche del fatto che non tutti i terreni sono liquefacibili. Il valore assunto dall'indice di classificazione del terreno I_c (funzione della resistenza alla punta e dell'attrito laterale misurati da prove penetrometriche statiche) rappresenta, nel metodo di Robertson e Wride, una soglia tra i terreni considerati potenzialmente liquefacibili ($I_c < 2.6$ – sabbie in matrice fine, sabbie limose, sabbie pulite, sabbie ghiaiose) da quelli non liquefacibili ($I_c > 2.6$ – limi argillosi, argille limose, argille), i quali vengono esclusi dalla verifica.

Per valutare il rapporto fattore di sicurezza FS nel caso di un terremoto atteso di magnitudo M diversa da $M=7.5$, il fattore di sicurezza deve essere corretto attraverso un fattore MSF:



$$(7.5) \quad FS(z) = [CRR_{7.5}(z)/CSR(z)] \cdot MSF$$

Per il Comune di Ferrara, il valore del coefficiente correttivo MSF è stato calcolato seguendo le indicazioni degli Indirizzi regionali per la microzonazione sismica, basate sul metodo di Seed & Idriss (1982). È risultato, per la magnitudo $M=5.81$, $MSF = 1.36$.

Una volta determinato il profilo del fattore di sicurezza FS con la profondità in corrispondenza di ogni verticale penetrometrica oggetto di analisi, il corrispondente livello di rischio connesso alla suscettibilità a liquefazione è stato quantificato calcolando l'indice del potenziale di liquefazione IL, secondo la formulazione di Iwasaki et al. (1982):

$$(7.6) \quad IL = \int_{z=0}^{z=20} F(z) \cdot w(z) dz$$

dove:

z = profondità dal piano campagna in metri;

$w(z) = 10 - 0.5z$ con $z < 20$ m;

$F(z) = 1 - FS(z)$ se $FS(z) < 1$, $F(z) = 0$ altrimenti.

L'integrale è stato calcolato fino a 20 m di profondità perché si ritiene convenzionalmente che oltre questa profondità gli effetti della liquefazione siano trascurabili. Il livello di rischio connesso al verificarsi del fenomeno della liquefazione è stato quantificato sulla base del valore assunto da IL:

- se $IL < 5$ il potenziale di rottura è basso;
- se $5 \leq IL < 15$ il potenziale di rottura è elevato;
- se $IL \geq 15$ il potenziale di rottura è estremamente elevato.

In Tabella 7.5 sono riportati i risultati delle verifiche della suscettibilità a liquefazione eseguite per i 63 siti oggetto di studio, in termini di indice del potenziale di liquefazione.

Il livello di rischio connesso al verificarsi del fenomeno della liquefazione è risultato basso o assente in tutti i siti oggetto di studio tranne in 11 di essi, evidenziati in Tabella 7.5.



I risultati delle verifiche a liquefazione sono stati utilizzati per aggiornare la “Carta della valutazione locale del potenziale di liquefazione”, precedentemente elaborata nell’ambito dello studio per la “Valutazione del rischio sismico delle aree edificate ed edificabili del PSC del Comune di Ferrara” e basata sull’analisi di 495 prove penetrometriche (CPT, CPTU, SCPTU). Nella carta, rappresentata in Figura 7.3, sono rappresentate complessivamente 558 punti di verifica distinti in funzione del valore di IL calcolato ($IL < 5$, $5 \leq IL < 5$, $IL \geq 15$).

Tabella 7.5 – Risultati delle verifiche a liquefazione

Prova	Località	IL [-]	Livello di rischio
SCPTU01	S.Bartolomeo	2.15	Basso
SCPTU02	Quartesana	2.54	Basso
SCPTU03	Scuola materna Guido Rossa	0.65	Basso
SCPTU04	Via Bellonci - Via Serao	1.39	Basso
SCPTU05	Palazzo delle Palestre	2.65	Basso
SCPTU06	Via Mura di Porta Po	2.9	Basso
SCPTU07	Via Bagaro	4.7	Basso
SCPTU08	Liceo Ariosto	0.8	Basso
SCPTU09	Scuola Media T.Tasso-M.M.Boiardo	0.35	Basso
SCPTU10	Piazzale Giordano Bruno	2.14	Basso
SCPTU11	Viale Costituzione	6.83	Alto
SCPTU12	Piazza XXIV Maggio	4.76	Basso
SCPTU13	Teatro Boldini	1.85	Basso
SCPTU15	Biblioteca Ariostea	6.11	Alto
SCPTU17	Istituto Comprensivo Cosmè Tura	1.17	Basso
SCPTU18	Scuola Materna Ponte	1.7	Basso
SCPTU19	Via Lana	1.5	Basso
SCPTU20	Via Cattaneo	3.1	Basso
SCPTU21	Scuola Elementare A.Manzoni	1.58	Basso
SCPTU22	Casaglia	5.4	Alto
SCPTU24	Via Renata di Francia	2.23	Basso
SCPTU25	Via dei Cedri	0.83	Basso
SCPTU26	Monestirolo	4.22	Basso
SCPTU27	Denore	6.66	Alto
SCPTU28	Scuola Media D.Alighieri	5.15	Alto
SCPTU29	Cona, scuola De Pisis-Bonati	5.4	Alto
SCPTU30	Fiera	0.32	Basso
SCPTU31	Palasport Comunale	5.1	Basso
SCPTU32	Ravalle	1.74	Basso
SCPTU33	Via Pacinotti	5.1	Alto
SCPTU34	Scuola Materna Satellite	0.77	Basso
SCPTU35	Scuola Materna Dina Bertoni Jovine	1.1	Basso



Prova	Località	IL [-]	Livello di rischio
SCPTU36	Fossanova s.Marco	0.67	Basso
SCPTU37	Scuola d'infanzia La Mongolfiera	1.94	Basso
SCPTU38	Scuola Elementare Biagio Rossetti	3.44	Basso
SCPTU39	Gaibanella	5	Alto
SCPTU40	Scuola elementare G.B.Guarini	1.91	Basso
SCPTU41	Scuola Elementare G.Leopardi	1.54	Basso
SCPTU42	Scuola Elementare Francolino	0.78	Basso
SCPTU43	Malborghetto di Boara	0.8	Basso
SCPTU44	Scuola Elementare G.Bombonati	6.4	Alto
SCPTU45	Villanova di Denore	0.93	Basso
SCPTU46	Scuola Elementare F.Tumiati	1.78	Basso
SCPTU47	Via Bologna	5.1	Alto
SCPTU48	I Girasoli	1.20	Basso
SCPTU49	Nido Cavallari	1.8	Basso
SCPTU50	Scuola Materna L'Aquilone	3.23	Basso
SCPTU51	Scuola Ugo Costa	0.5	Basso
SCPTU52	Porotto - Asilo nido Il Ciliegio	0.5	Basso
SCPTU53	Rosanna Benzi	3.55	Basso
CPT54 12612/10	Montalbano, via Sgarbata	0.27 ⁽¹⁾	Basso
CPT55 24202/08	Pontelagoscuro, via Muddy Waters	0 ⁽¹⁾	Basso
CPT56 55211/09	Via San Contardo d'Este	2.3	Basso
CPT57 58168/09	Chiesuol del Fosso, via Trasvolatori Atlantici	0.46	Basso
CPT58 70295/09	Via Bologna, area ex CEI	0.22	Basso
CPT59 70295/09	Via Bologna, area ex CEI	0.05	Basso
CPT60 86878/09	Via Gramicia	0 ⁽¹⁾	Basso
CPT61 104882/09	San Martino, via Bisi/Polina/ Don Milani	0	Assente
CPT62 36608/09	Via Bologna, Via Boccherini	0 ⁽¹⁾	Basso
CPT63	Scuola Elementare Baura	0.8	Basso
CPT64 78843	Via Marconi, via Padova	0 ⁽¹⁾	Basso
CPT65 65879	Monestirolo, via Argenta	0 ⁽¹⁾	Basso
CPT66	Asilo Nido via del Salice	0 ⁽¹⁾	Basso

(1) limite inferiore

7.4 Valutazione della suscettibilità dei terreni a manifestare cedimenti indotti da sisma

La normativa regionale per gli studi di microzonazione sismica definisce potenzialmente suscettibili di eccessivi cedimenti in caso di sisma quei depositi, di spessore ≥ 5 m, granulari da sciolti a poco addensati ovvero coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati rispettivamente da valori di $N_{SPT} < 15$ oppure di $c_u < 70$ kPa.

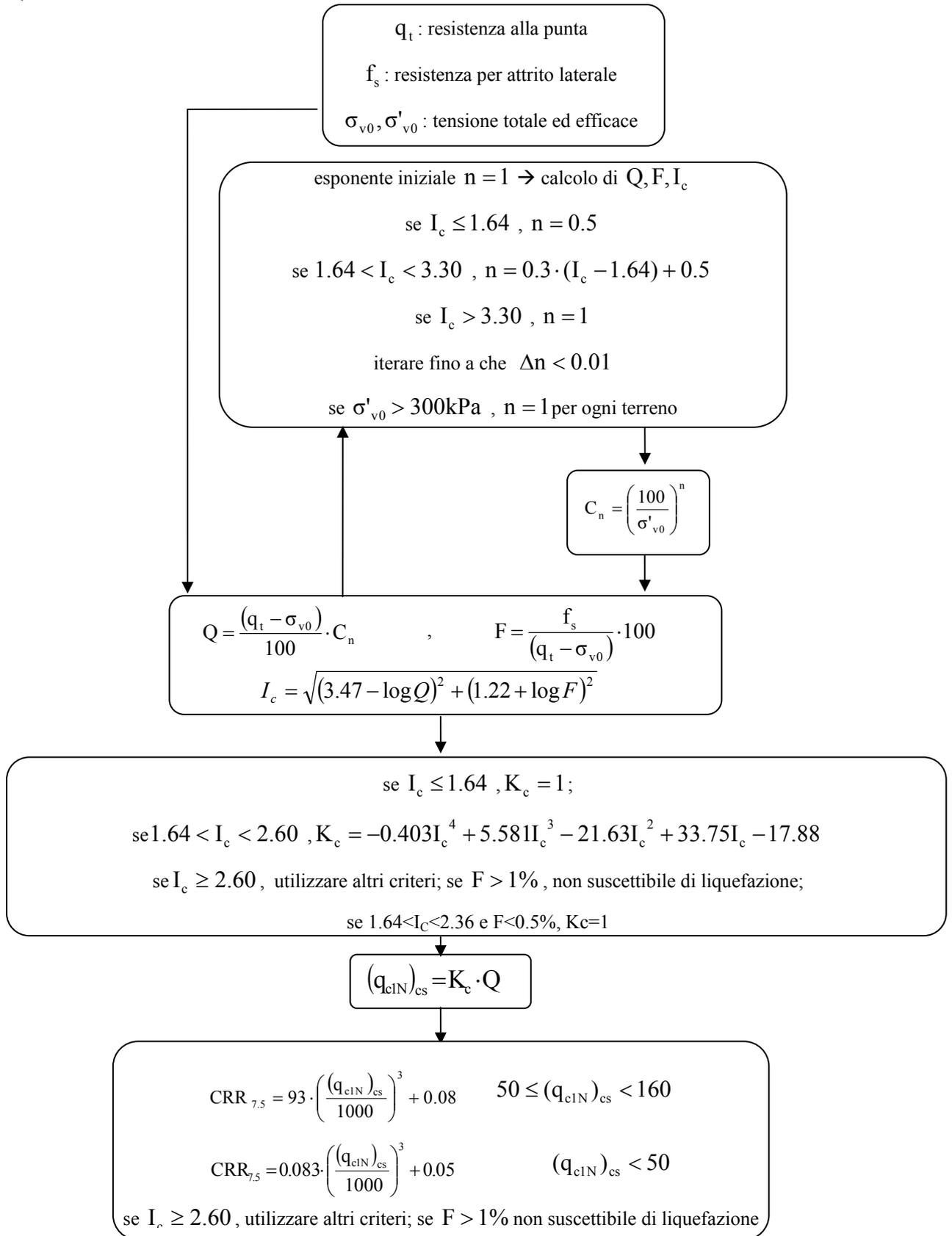


Figura 7.2 – Procedura per la valutazione del rapporto di resistenza ciclica CRR

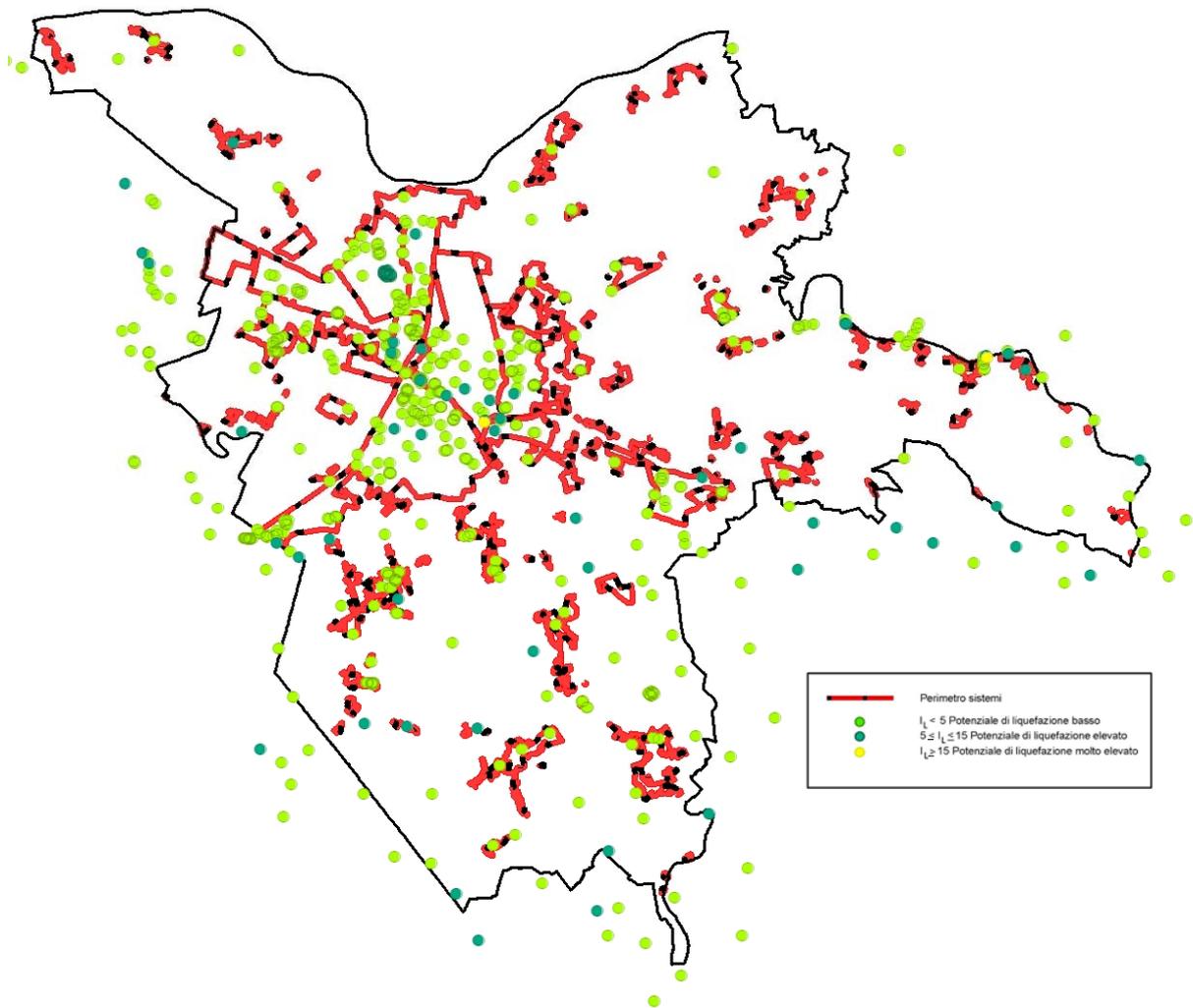


Figura 7.3 – Carta della valutazione locale del potenziale di liquefazione

In questo studio i valori di N_{SPT} e c_u sono stati stimati attraverso correlazioni empiriche riconosciute dalla letteratura tecnica, in funzione del valore della resistenza alla punta misurato nel corso delle prove SCPTU e CPT analizzate. Per ricavare c_u in corrispondenza delle macro-unità o sotto unità a grana prevalentemente fine, è stata utilizzata la correlazione 6.1.

Il valore di N_{SPT} in corrispondenza delle macro-unità o sotto unità a grana prevalentemente grossa è stato derivato attraverso due diverse correlazioni, la prima dovuta a Lunne et al. (1997), la seconda a Kulhawy & Mayne (1990):



$$(7.7) \quad N_{\text{SPT}} = \frac{q_t}{p_a} \cdot \frac{1}{8.5 \cdot \left(1 - \frac{I_c}{4.6}\right)}$$

$$(7.7) \quad N_{\text{SPT}} = \frac{q_t}{p_a} \cdot \frac{1}{4.25 - \frac{FC}{41.3}}$$

dove:

I_c = indice di classificazione del terreno;

$FC = 1.375 I_c^3 - 3.5$ = contenuto di fine;

$p_a = p_{\text{atm}}$.

Se, lungo una delle 63 verticali penetrometriche analizzate, per una o più unità stratigrafica di spessore ≥ 5 m sono risultati valori di $c_u < 70$ kPa o di $N_{\text{SPT}} < 15$, il sito è stato considerato potenzialmente soggetto a cedimenti per addensamento e/o riconsolidazione in caso di sisma.

Tutti i siti analizzati, tranne uno (SCPTU37), sono risultati potenzialmente suscettibili di cedimenti in caso di sisma.

I risultati di queste analisi sono stati utilizzati per aggiornare la “Carta della valutazione locale della suscettibilità a cedimenti indotti da sisma”, precedentemente elaborata nell’ambito dello studio per la “Valutazione del rischio sismico delle aree edificate ed edificabili del PSC del Comune di Ferrara”. La carta, rappresentata in Figura 7.4, riporta con simboli di diverso colore le verticali di indagine in cui il rischio di cedimenti indotti da sisma è risultato presente o assente.

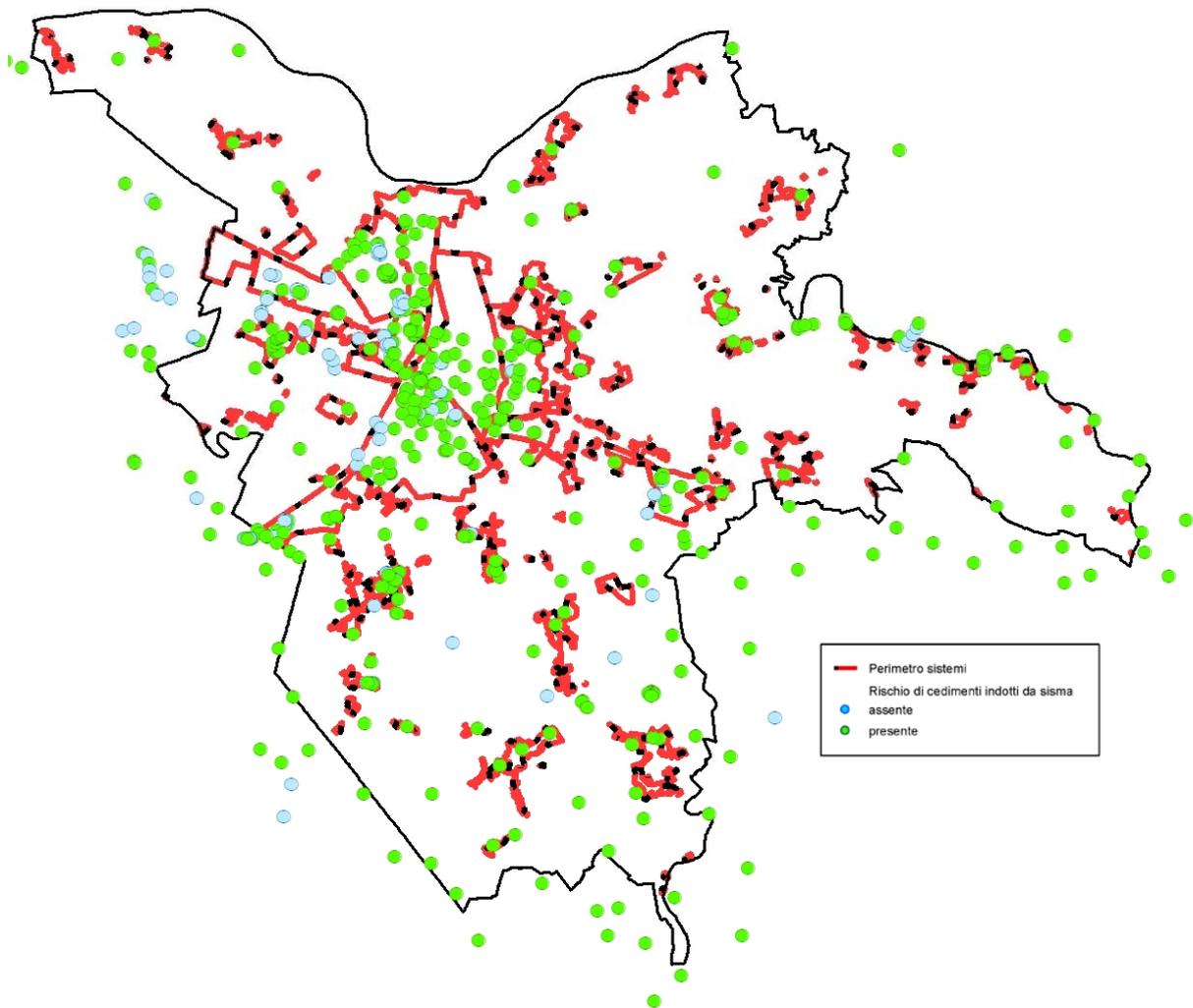


Figura 7.4 – Carta della valutazione locale della suscettibilità a cedimenti indotti da sisma



8. SCHEDE DI SINTESI

I risultati delle analisi descritte nelle sezioni 5, 6 e 7 della presente relazione sono stati sintetizzati, per ogni verticale penetrometrica analizzata, in schede tecniche riassuntive delle principali caratteristiche del sito in esame. Ogni scheda riporta:

- i. inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico del sito;
- ii. indicazioni sulla profondità della falda e del livello di saturazione;
- iii. interpretazione della prova penetrometrica e sequenza litostratigrafica dei terreni;
- iv. valori medi della resistenza alla punta e della velocità di propagazione delle onde di taglio (quest'ultima solo per i siti in cui sono state realizzate le prove SCPTU) associati ad ogni unità e sotto-unità litostratigrafica individuata;
- v. caratteristiche geotecniche stimate per ogni unità e sotto-unità litostratigrafica individuata (parametri di stato, di resistenza al taglio, di deformabilità – questi ultimi solo per i siti in cui sono state realizzate le prove SCPTU);
- vi. per i siti in cui sono state realizzate le prove SCPTU, valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità da piano campagna, $V_{S,30}$ ed entro la massima profondità H indagata, $V_{S,H}$, se $H < 30$ m.
- vii. categoria di sottosuolo da NCT 2008;
- viii. fattore di amplificazione dell'accelerazione sismica secondo gli Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna;
- ix. indice del potenziale di liquefazione IL ;
- x. principali rischi di natura geotecnica in caso di sisma.

Le schede di sintesi per i 63 siti esaminati sono riportate in allegato.



9. SINTESI DEI RISULTATI

Le schede di sintesi riportate in Allegato evidenziano i seguenti aspetti:

- I terreni presenti nel territorio del Comune di Ferrara sono caratterizzati da estrema variabilità litologica, sia con la profondità che arealmente: verticali penetrometriche realizzate a distanza di poche centinaia di metri hanno riscontrato la presenza di sequenze litostratigrafiche significativamente diverse (si confrontino ad esempio le prove SCPTU27 e SCPTU45, ovvero le prove SCPTU12 e SCPTU11, o ancora le prove SCPTU25 e SCPTU33). Ciò è dovuto alla complessità della distribuzione degli ambienti deposizionali che caratterizzano l'intero territorio. In particolare gli ambienti risultati più eterogenei, sia verticalmente che arealmente, sono quelli che, sulla base delle carte geologica e geomorfologica, possono essere definiti ambienti di paleoalveo e di transizione. Essi sono quasi sempre caratterizzate da continue alternanze di terreni a grana fine e a grana grossa, di spessore variabile a seconda dell'ubicazione. Nelle zone interfluviali tendono invece a prevalere terreni fini, ma anche in esse è possibile la presenza di intercalazioni sabbiose di spessore anche importante. Questo implica che la rappresentatività dei risultati ottenuti per i 63 siti esaminati è esclusivamente locale ed i risultati sono da considerare puntuali, ovvero poco o per nulla estendibili alle aree limitrofe.
- In 34 siti i terreni presenti sono risultati appartenenti alla categoria di sottosuolo C, in 18 siti alla categoria D; 11 siti sono caratterizzati da terreni di categoria S2.
- La $V_{S,30}$ è sempre risultata compresa tra 150 e 250 m/s e il fattore di amplificazione stratigrafica può pertanto essere assunto per tutti i siti analizzati pari a 1.5.
- La suscettibilità a liquefazione dei terreni presenti nei siti indagati è risultata mediamente bassa, ma in corrispondenza delle prove SCPTU 11, 15, 22, 27, 28, 29,



33, 39, 44 il potenziale di liquefazione IL è risultato elevato ($5 \leq IL < 15$).

- In 62 dei 63 siti esaminati i terreni presenti sono risultati suscettibili di cedimenti per addensamento o riconsolidazione indotti da sisma.

Questi risultati sono stati utilizzati per integrare la “Carta di sintesi delle valutazioni locali degli effetti di sito”, precedentemente elaborata nell’ambito dello studio per la “Valutazione del rischio sismico delle aree edificate ed edificabili del PSC del Comune di Ferrara”. La carta, rappresentata in Figura 9.1, riporta con simboli di diverso colore:

- le verticali di indagine in cui il potenziale di liquefazione IL è risultato molto elevato ed il rischio di cedimenti indotti da sisma è risultato presente;
- le verticali di indagine in cui il potenziale di liquefazione IL è risultato elevato ed il rischio di cedimenti indotti da sisma è risultato presente;
- le verticali di indagine in cui il potenziale di liquefazione IL è risultato basso ed il rischio di cedimenti indotti da sisma è risultato presente;
- le verticali di indagine in cui il potenziale di liquefazione IL è risultato basso ed il rischio di cedimenti indotti da sisma è risultato assente;

Un retino esteso uniformemente su tutto territorio comunale rappresenta un elevato rischio di amplificazione stratigrafica del moto e delle sollecitazioni sismiche.

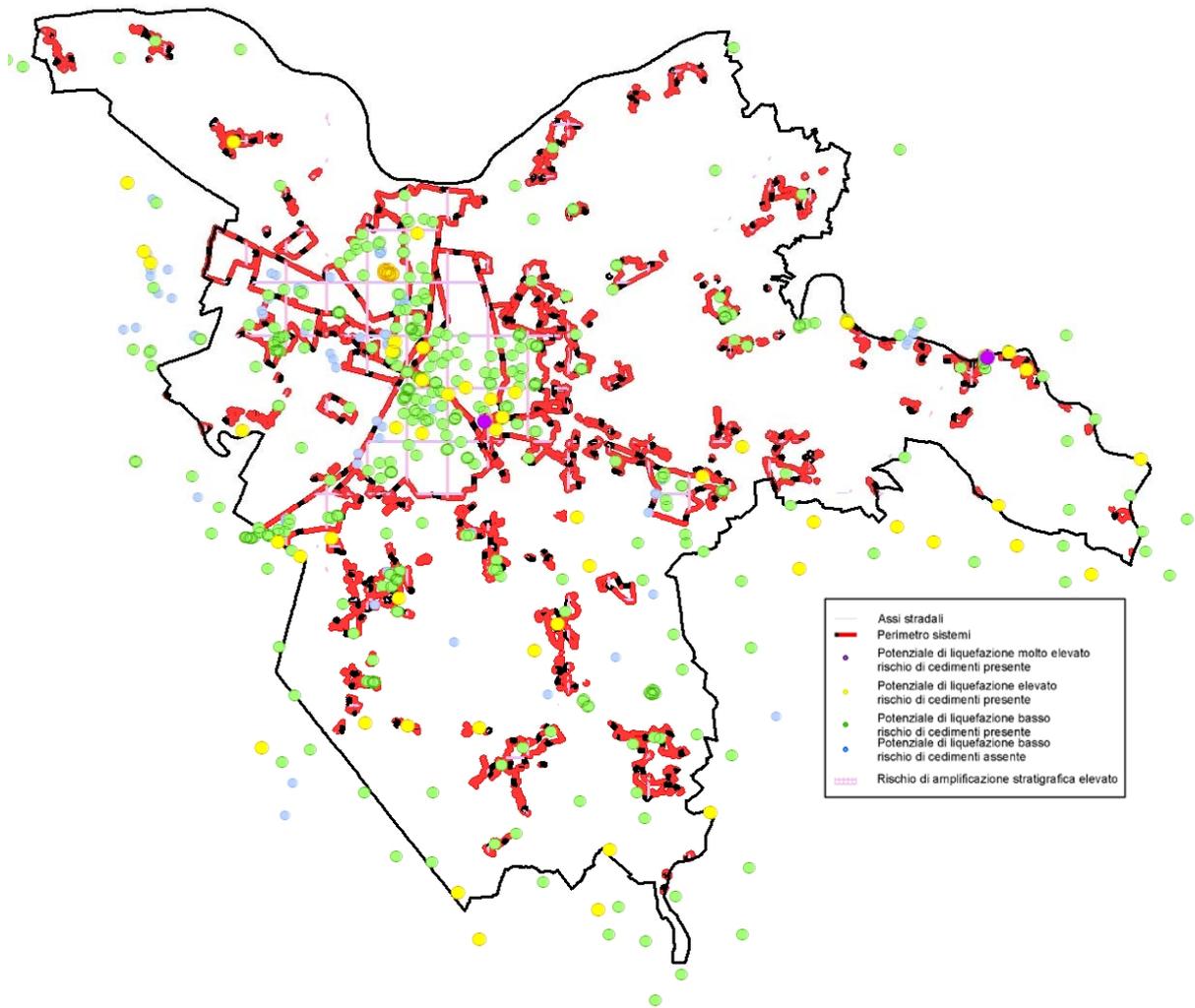


Figura 9.1 – Carta di sintesi delle valutazioni locali degli effetti di sito



ALLEGATI

SIGLE, ABBREVIAZIONI E COLORI

Nelle schede di sintesi che seguono, le diverse litologie di terreno individuate nei siti analizzati sono indicati con le sigle ed i colori seguenti:

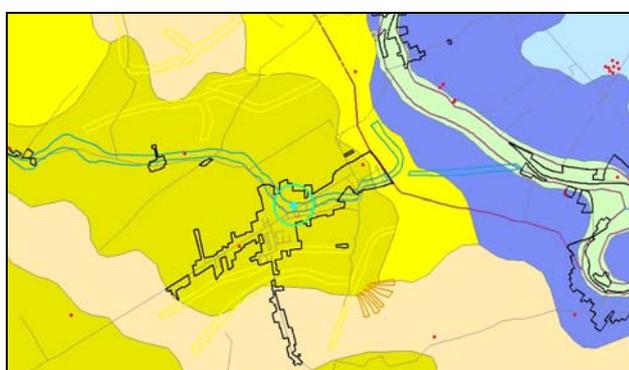
AO _____	argille ed argille organiche	
A – AL _____	argille ed argille limose	
LA – AL _____	limi argillosi ed argille limose	
LAS _____	limi argillosi con moderato contenuto di sabbia	
SL – LS _____	sabbia in matrice limosa, con prevalenza talora di limo sabbioso	
S – SL _____	sabbie e sabbie limose	

Nei grafici rappresentati in tutte le schede di sintesi in Figura 4, le sigle presenti assumono i significati che seguono:

q_{c1N} _____	resistenza alla punta normalizzata rispetto allo stato tensionale
$q_{c1N,cs}$ _____	resistenza alla punta normalizzata equivalente di una sabbia pulita
CSR _____	rapporto di sollecitazione ciclica
$CRR_{7.5}$ _____	rapporto di resistenza ciclica relativo alla magnitudo $M = 7.5$
$FS_{7.5}$ _____	fattore di sicurezza valutato per la magnitudo $M = 7.5$
$FS_{5.81}$ _____	fattore di sicurezza valutato per la magnitudo $M = 5.81$

SCHEMA DI SINTESI N. 1

Località	S. Bartolomeo in Bosco
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza di un paleoalveo dossivo basso (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie medie e fini, associate a depositi di canale e argine prossimale (carta geologica). In superficie emergono sabbie argillose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU01
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU01, eseguita in data 21/04/2010, Vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 21/04/2010)	Max profondità indagata H = 23.7 m z _F = 3-5 m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 21/04/2010)	z _F = 2-3 m da p.c.

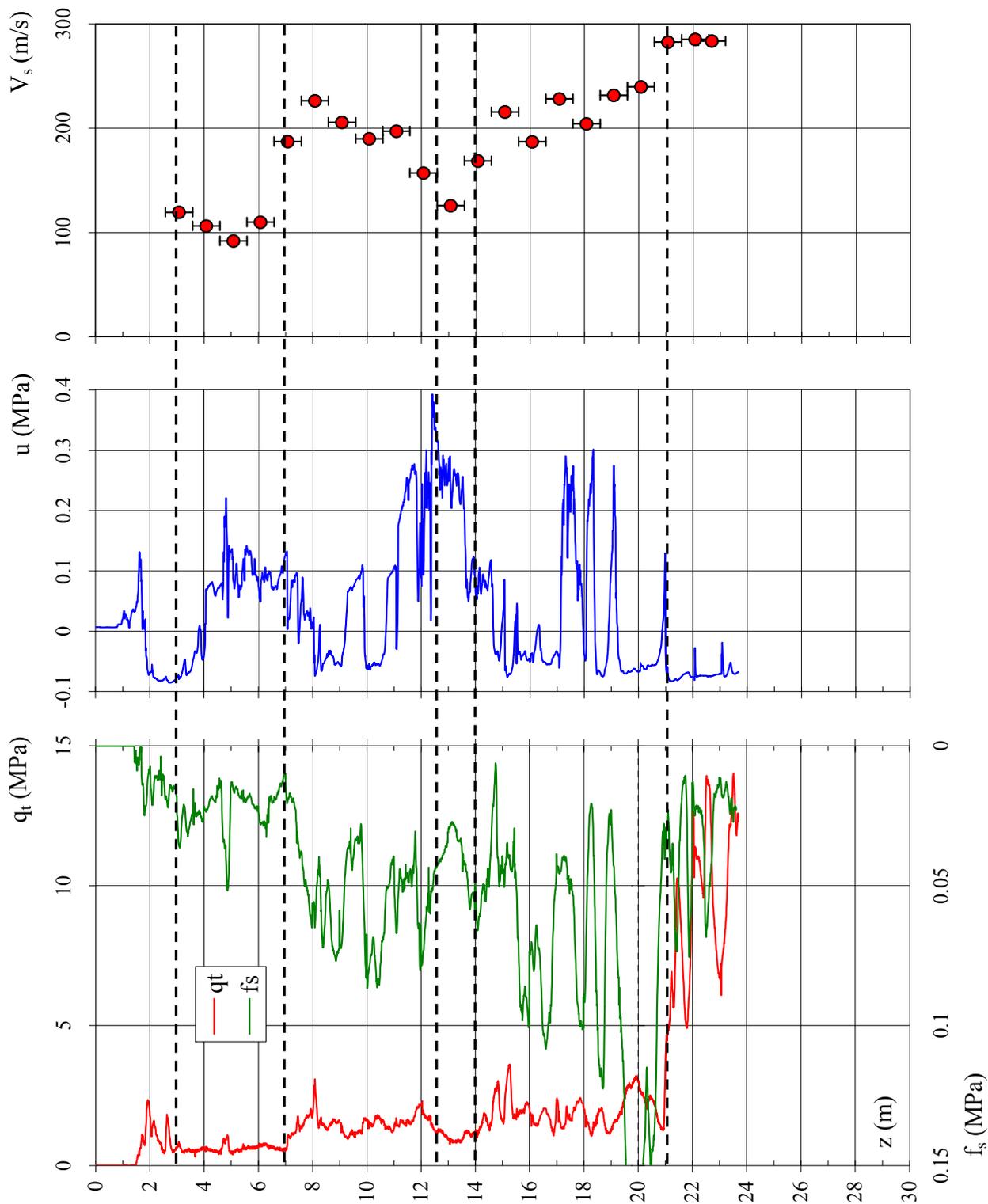


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU01

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia	
	1.5	3.0	LAS	
	3.0	7.0	A-AL	
	7.0	12.5	LAS	
	12.5	14.0	A-AL	
	14.0	21.0	LAS	
	21.0	24.0	S-SL	
<p>Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi</p>	<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, fino a 21 m di profondità, prevalentemente costituiti da limi argillosi con un moderato contenuto di sabbia, localmente alternati ad argille ed argille limose. Da 21 m fino alla massima profondità indagata prevalgono sabbie e sabbie limose.</p> <p>Possibile presenza di argilla organica tra 3 e 7 m di profondità.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica</p>			
<p>Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s</p>	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
	1.5	3.0	1	120
	3.0	7.0	0.5	100
	7.0	12.5	1.5	200
	12.5	14.0	1	130
	14.0	21.0	1.8	220
	21.0	22.0	7	280
	22.0	24.0	10	280
	Vedi Figura 3			



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D_R [%]	Resistenza al taglio			Rigidezza		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
1.5 – 3.0				50	26	63	79
3.0 – 7.0				20	18	44	55
7.0 – 12.5	<30		27	65	73	176	220
12.5 – 14.0				40	31	74	93
14.0 – 21.0	<30		27	75	89	213	266
21.0 – 22.0	48	35	30		136	326	
22.0 – 24.0	58	37	30		136	326	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, $V_{S,H}$	$V_{S,H} = 163$ m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 184$ m/s da 24 a 30 m assunto $V_S = 285$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 2.15 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

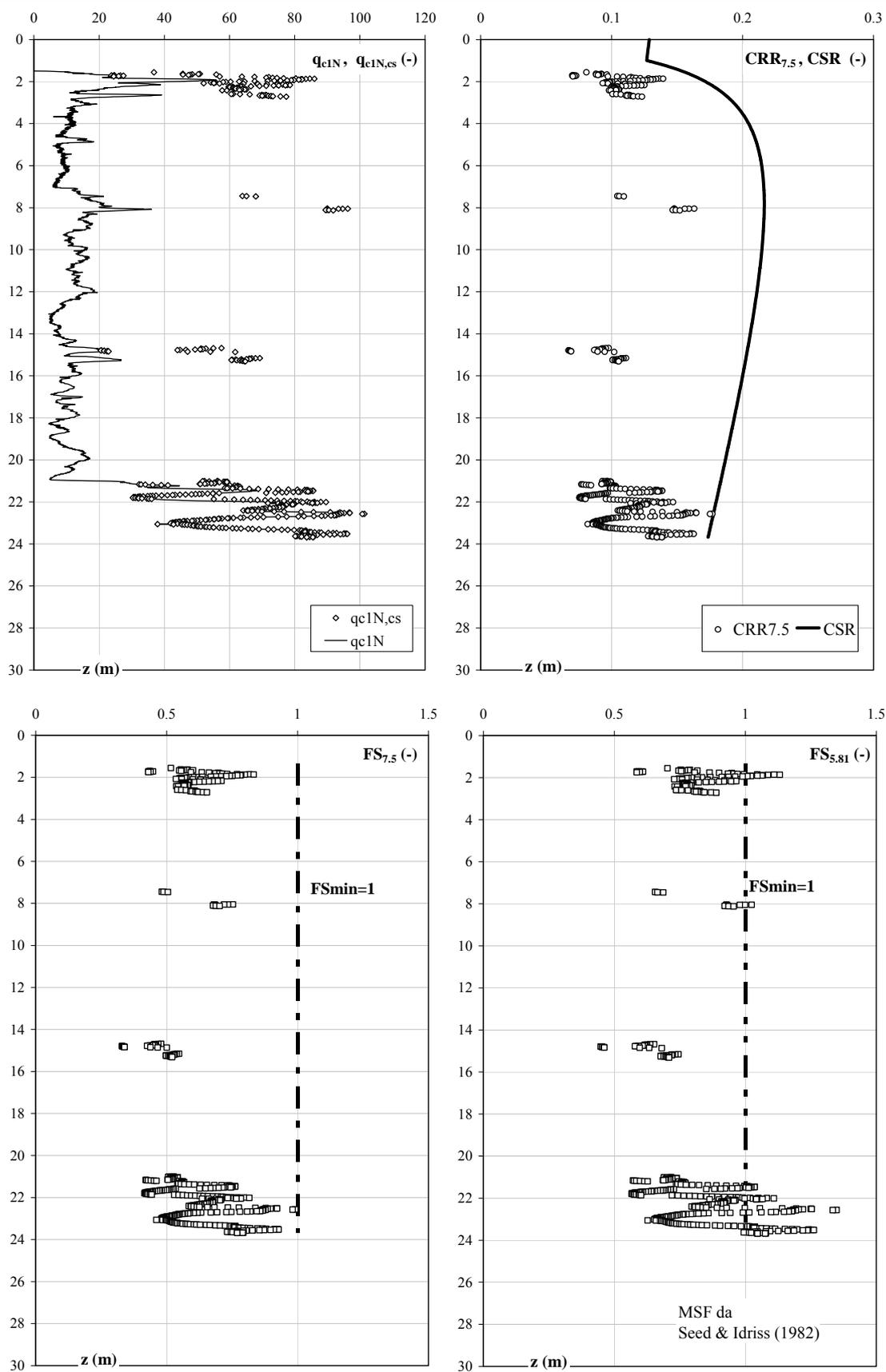
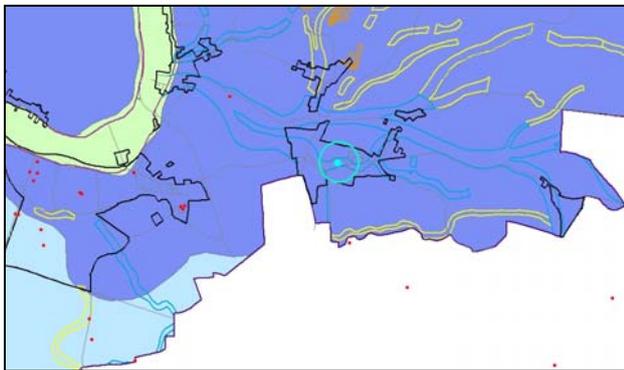


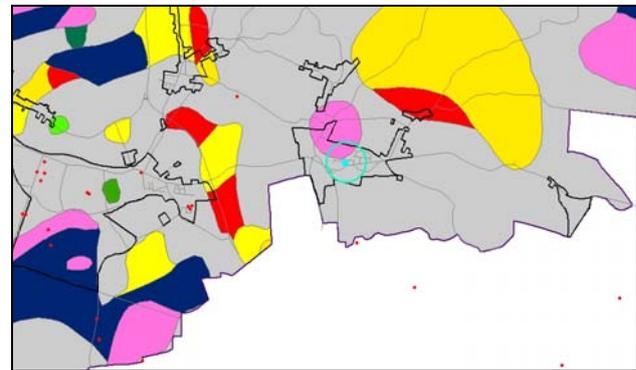
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 2

Località	Quartesana
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza di un paleoalveo dossivo basso (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie da medie e fini, associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

 Prove Penetrometriche
 SCPTU02

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU02, eseguita in data 12/04/2010, Vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 12/04/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 12/04/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

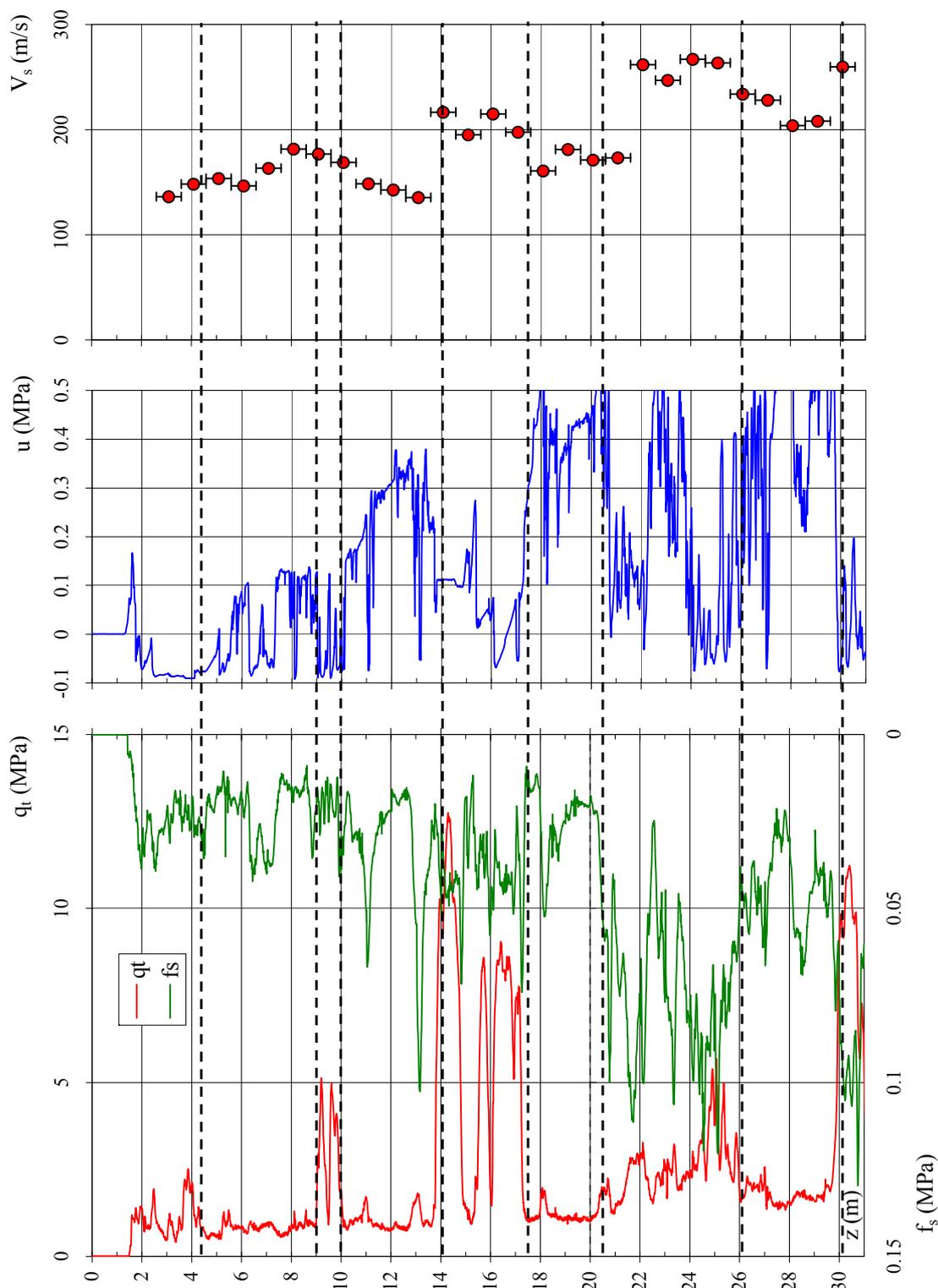


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU02

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia	
	1.5 4.5 9.0 10.0 14.0 17.5 20.5 26.0 30.0	4.5 9.0 10.0 14.0 17.5 20.5 26.0 30.0 31.0	LAS A-AL SL-LS A-AL S-SL A-AL LAS A-AL SL-LS	
<p>Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi</p>	<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono caratterizzati da eterogeneità: entro la massima profondità indagata la litologia prevalente è l'argilla, con alternanze di limi argillosi con moderato contenuto di sabbia e argille limose. Sono presenti frequenti intercalazioni di sabbia limosa e limo sabbioso di spessore da decimetrico a metrico. Possibile presenza di argilla organica tra 4.5 e 9 m di profondità.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre conferma quelle fornite dalla carta litologica</p>			
<p>Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s</p>	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
	1.5	4.5	1	140
	4.5	7.0	0.8	150
	7.0	9.0	0.8	175
	9.0	10.0	2.5	175
	10.0	14.0	0.9	145
	14.0	15.0	9	220
	15.0	17.5	6	220
	17.5	20.5	1.2	170
	20.5	21.5	2	170
	21.5	24.0	2.5	260
	24.0	26.0	3.5	260
	26.0	30.0	1.7	220
	30.0	31.0	10	260
	Vedi Figura 3			



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 4.5				50	36	86	108
4.5 – 7.0				35	41	99	124
7.0 – 9.0				33	56	135	169
9.0 – 10.0	<30		30		56	135	
10.0 – 14.0				35	39	93	116
14.0 – 15.0	60	38	31		89	213	
15.0 – 17.5	45	35	30		89	213	
17.5 – 20.5				40	53	127	159
20.5 – 21.5				80	53	127	159
21.5 – 24.0				105	124	298	372
24.0 – 26.0				150	124	298	372
26.0 – 30.0				60	89	213	266
30.0 – 31.0	50	35	29		124	298	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 180 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 2.54 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

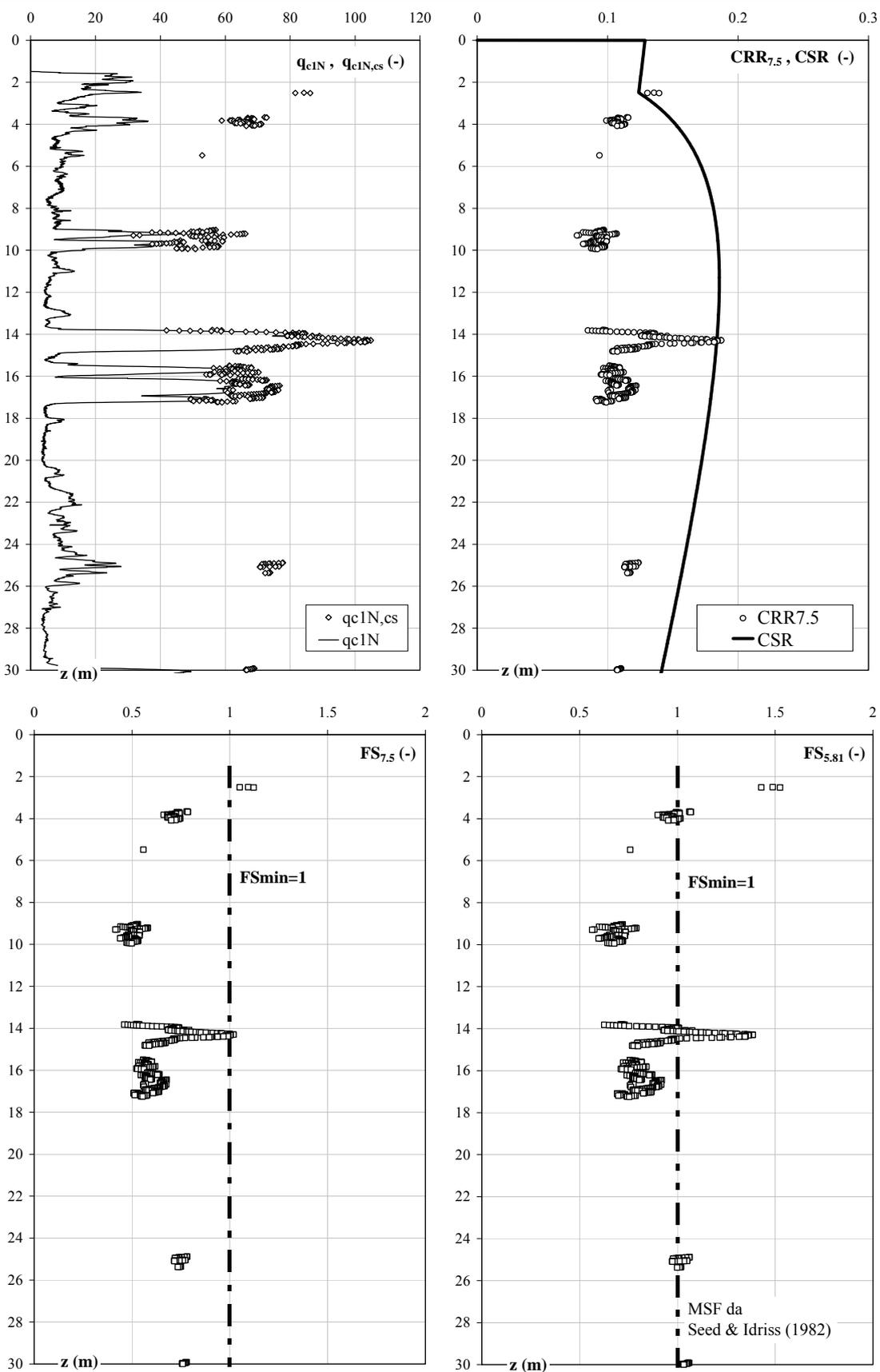
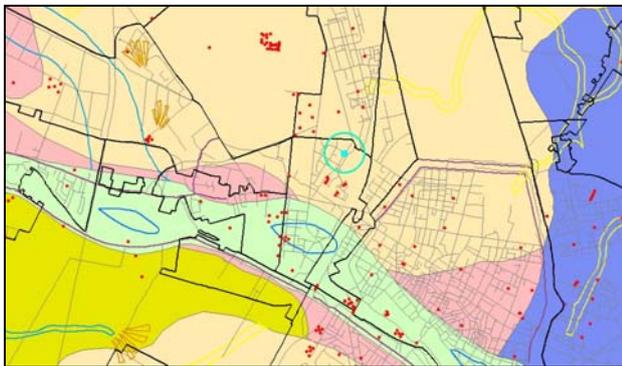


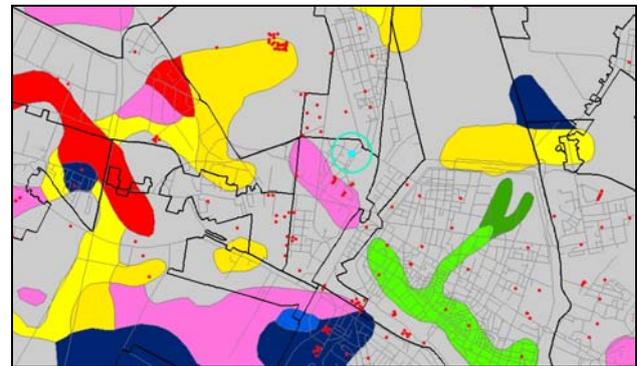
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 3

Località	Scuola materna Guido Rossa
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati, tipici di aree di tipo interfluviale e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		SCPTU03
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU03, eseguita in data 04/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 26.0 m
Profondità della falda (alla data 04/03/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 04/03/2010)	$z_S = 1-4$ m da p.c.

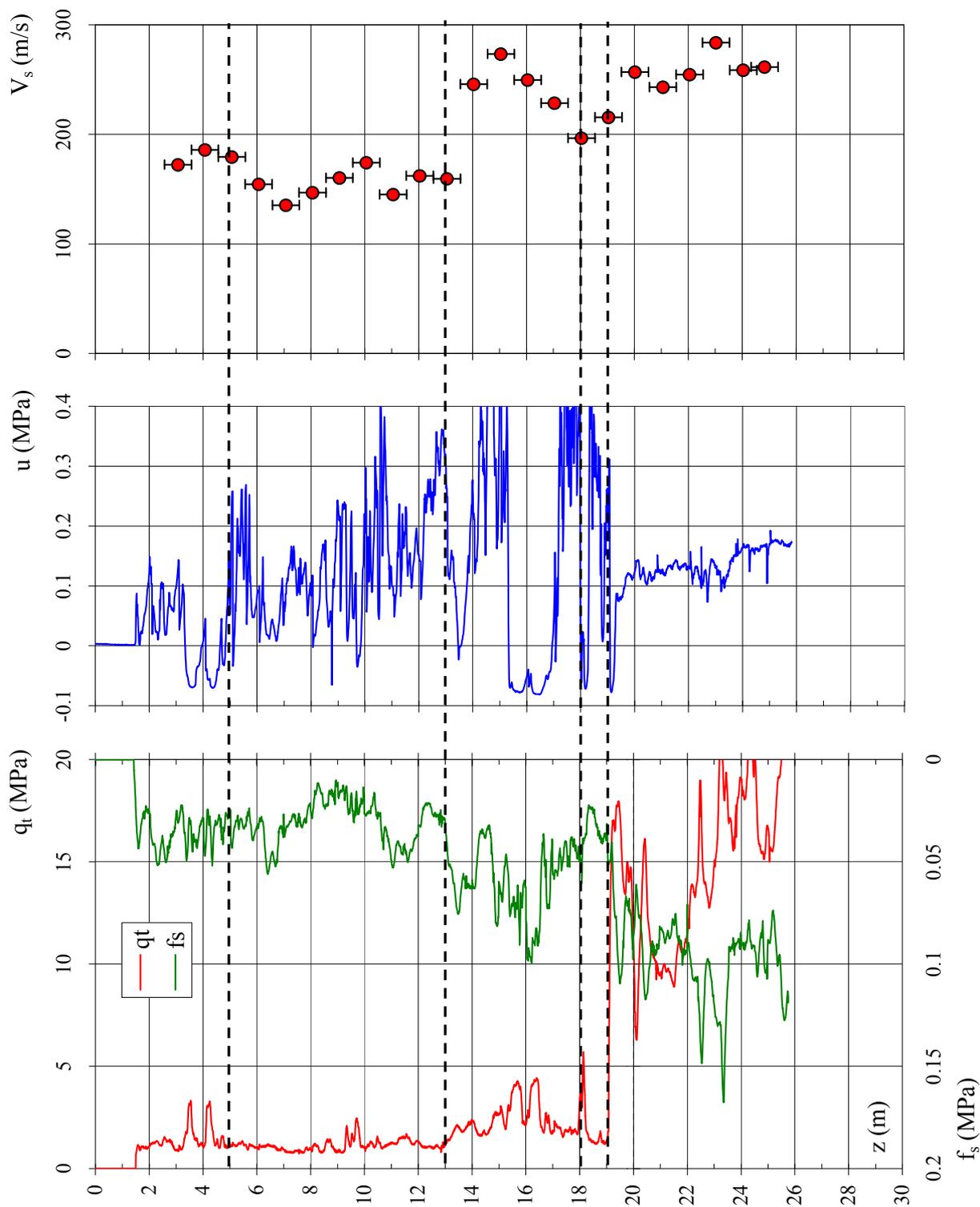


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU03

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia	
	1.5	5.0	LAS	
	5.0	13.0	A-AL	
	13.0	18.0	LAS	
	18.0	19.0	A-AL	
	19.0	26.0	S-SL	
<p data-bbox="772 707 1382 1077">I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, entro i primi 19 m di profondità da piano campagna, costituiti da alternanze di limi argillosi con un moderato contenuto di sabbia e argille, argille limose. Da 19 m fino alla massima profondità indagata prevalgono invece sabbie e sabbie limose.</p> <p data-bbox="772 1144 1382 1312">NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica</p>	da	a	qt	Vs
<p data-bbox="150 1424 758 1570">Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s</p>	(m da p.c.)	(m da p.c.)	[MPa]	[m/s]
	1.5	5.0	1	180
	5.0	13.0	1	150
	13.0	18.0	2	250
	18.0	19.0	1.5	200
	19.0	20.0	14	255
	20.0	22.0	10	255
	22.0	26.0	16	255
	Vedi Figura 3			



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		D_R [%]	ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [MPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]
1.5 – 5.0				47	59	143	178
5.0 – 13.0				43	41	99	124
13.0 – 18.0				86	115	275	344
18.0 – 19.0				58	73	176	220
19.0 – 20.0	70	39	32		119	286	
20.0 – 22.0	60	37	31		119	286	
22.0 – 26.0	70	39	31		119	286	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, $V_{S,H}$	$V_{S,H} = 193$ m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 202$ m/s da 26 a 30 m assunto $V_S = 261$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.65 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti post-sisma per riconsolidazione

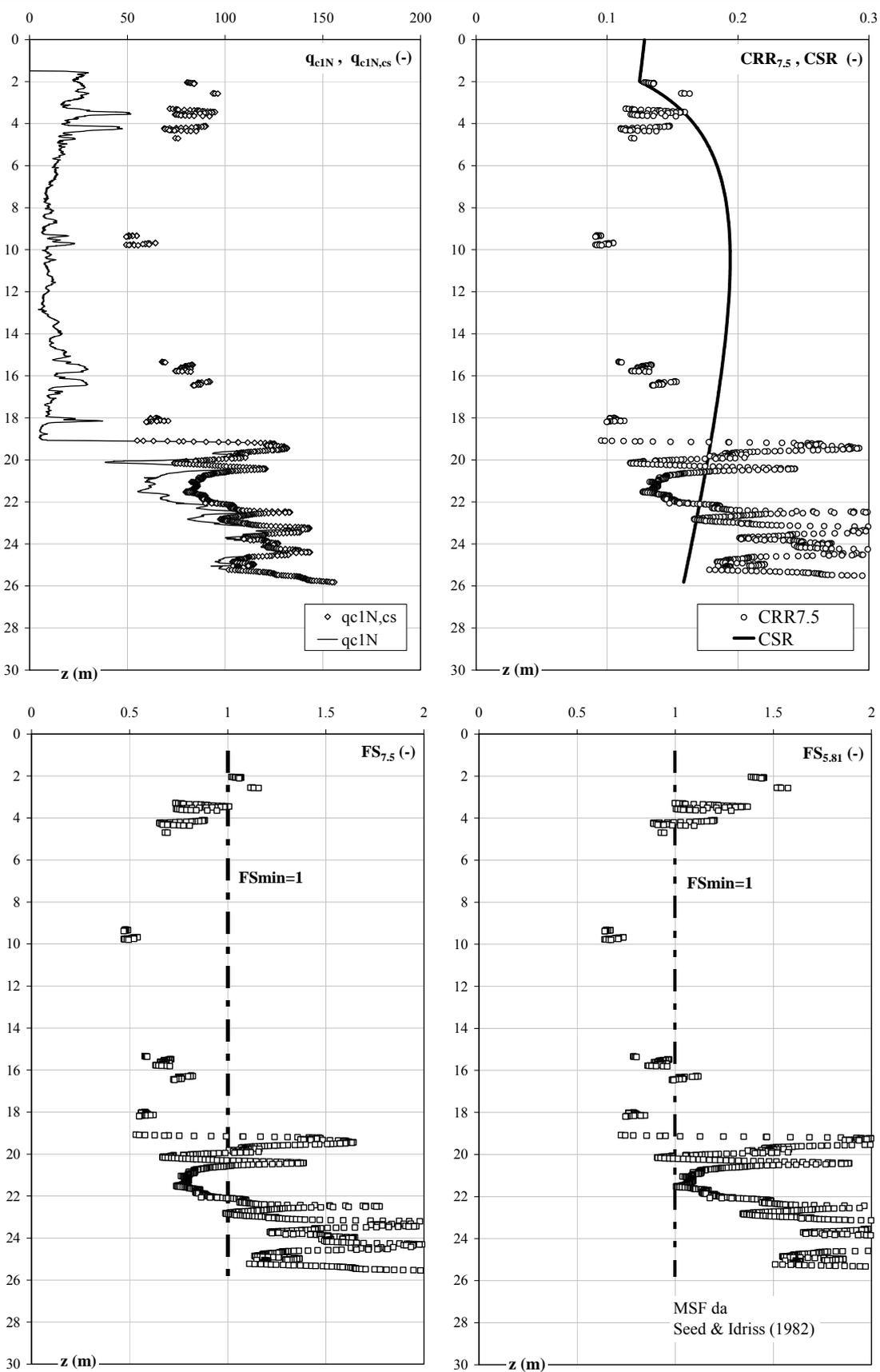
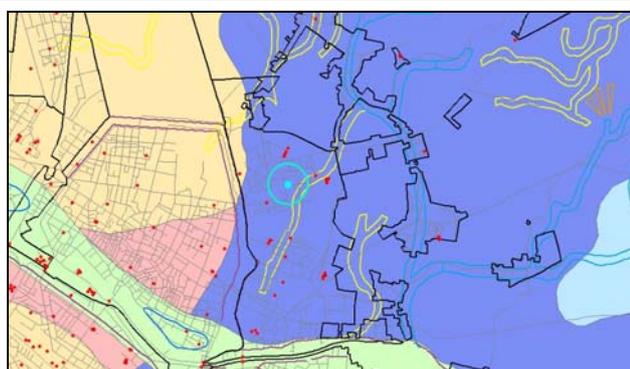


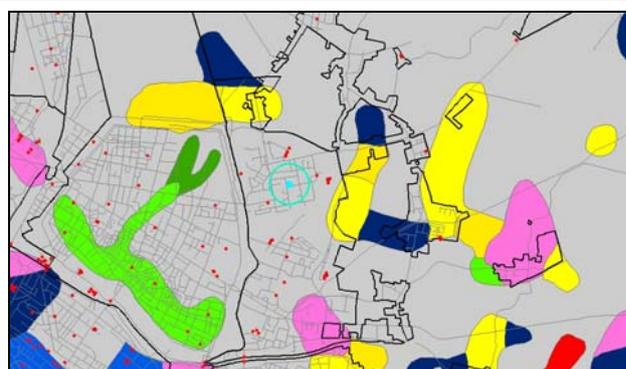
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 4

Località	Via Bellonci – Via Serao
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità di un paleoalveo non dossivo e a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU04, eseguita in data 13/04/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 13/04/2010)	Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità del livello di saturazione (alla data 13/04/2010)	$Z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.) $Z_S = 2-4$ m da p.c.

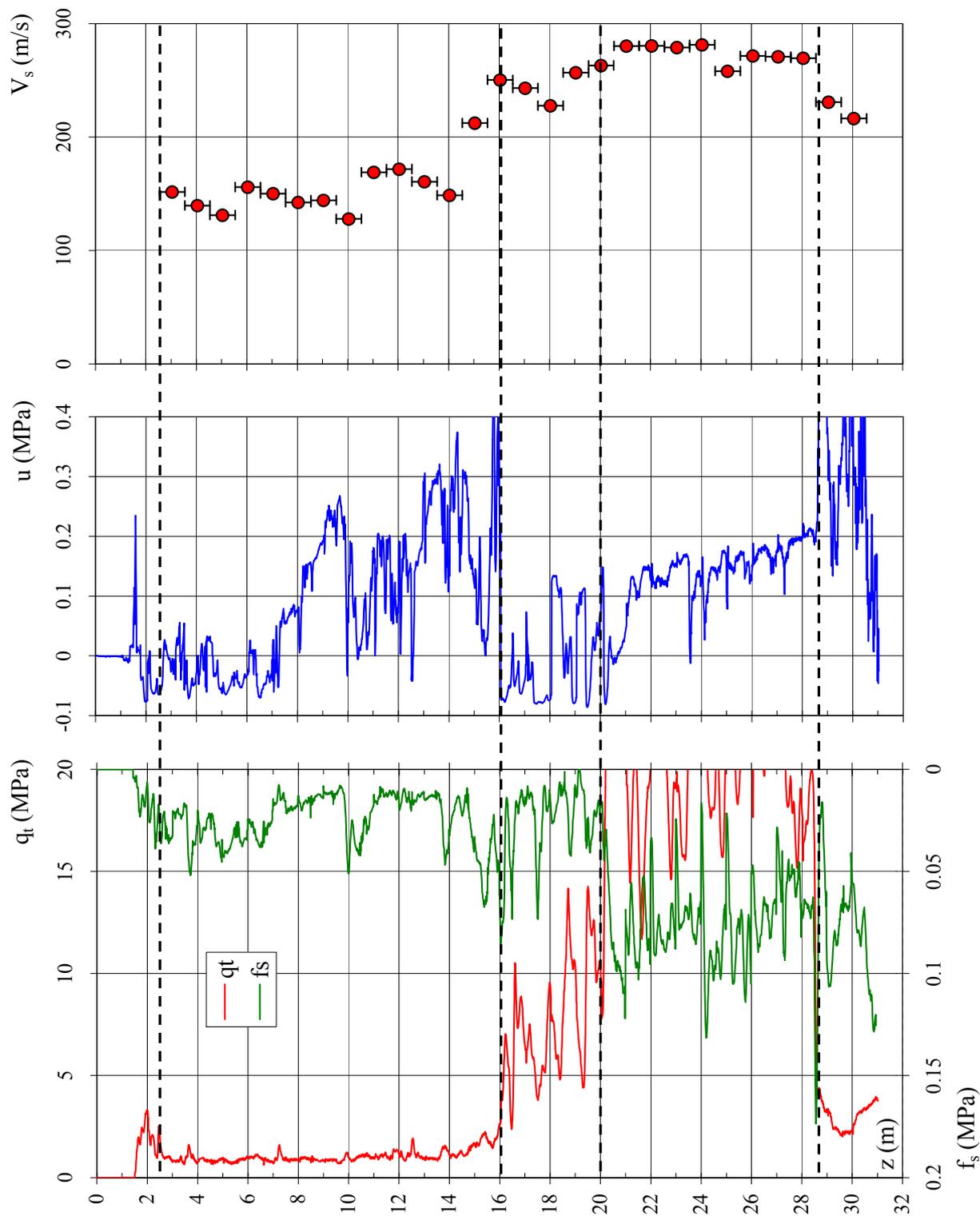


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU04

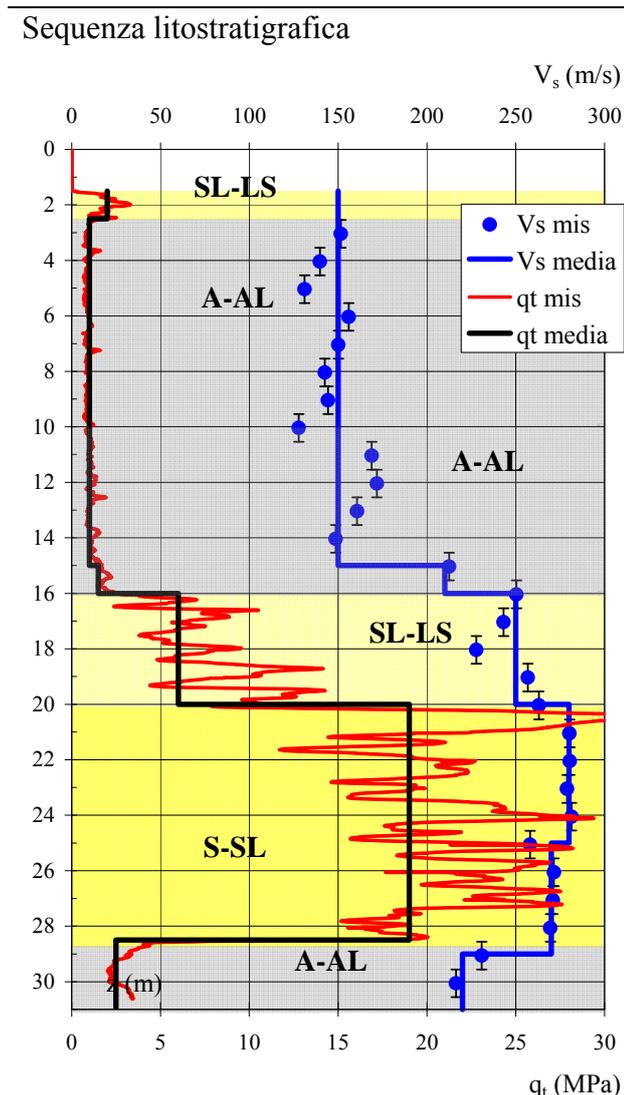


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	2.5	SL-LS
2.5	16.0	A-AL
16.0	20.0	SL-LS
20.0	28.5	S-SL
28.5	31	A-AL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, entro i primi 16 m di profondità da piano campagna, prevalentemente a grane fine, composti da alternanze di argille, argille limose e limi argillosi. Da 16 a 28.5 m di profondità prevalgono sabbie limose e sabbie. Seguono, da 28.5 m fino alla massima profondità indagata argille e argille limose.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre conferma quelle fornite dalla carta litologica

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	2.5	2	150
2.5	15.0	1	150
15.0	16.0	1.5	210
16.0	20.0	6	250
20.0	25.0	19	280
25.0	28.5	19	270
28.5	31.0	2.5	220

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 2.5	35	37	30		41	99	
2.5 – 15.0				40	41	99	124
15.0 – 16.0				60	81	194	243
16.0 – 20.0	45	35	30		115	275	
20.0 – 25.0	75	39	31		144	345	
25.0 – 28.5	75	39	31		134	321	
28.5 – 31.0				100	89	213	266

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 191$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.39 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

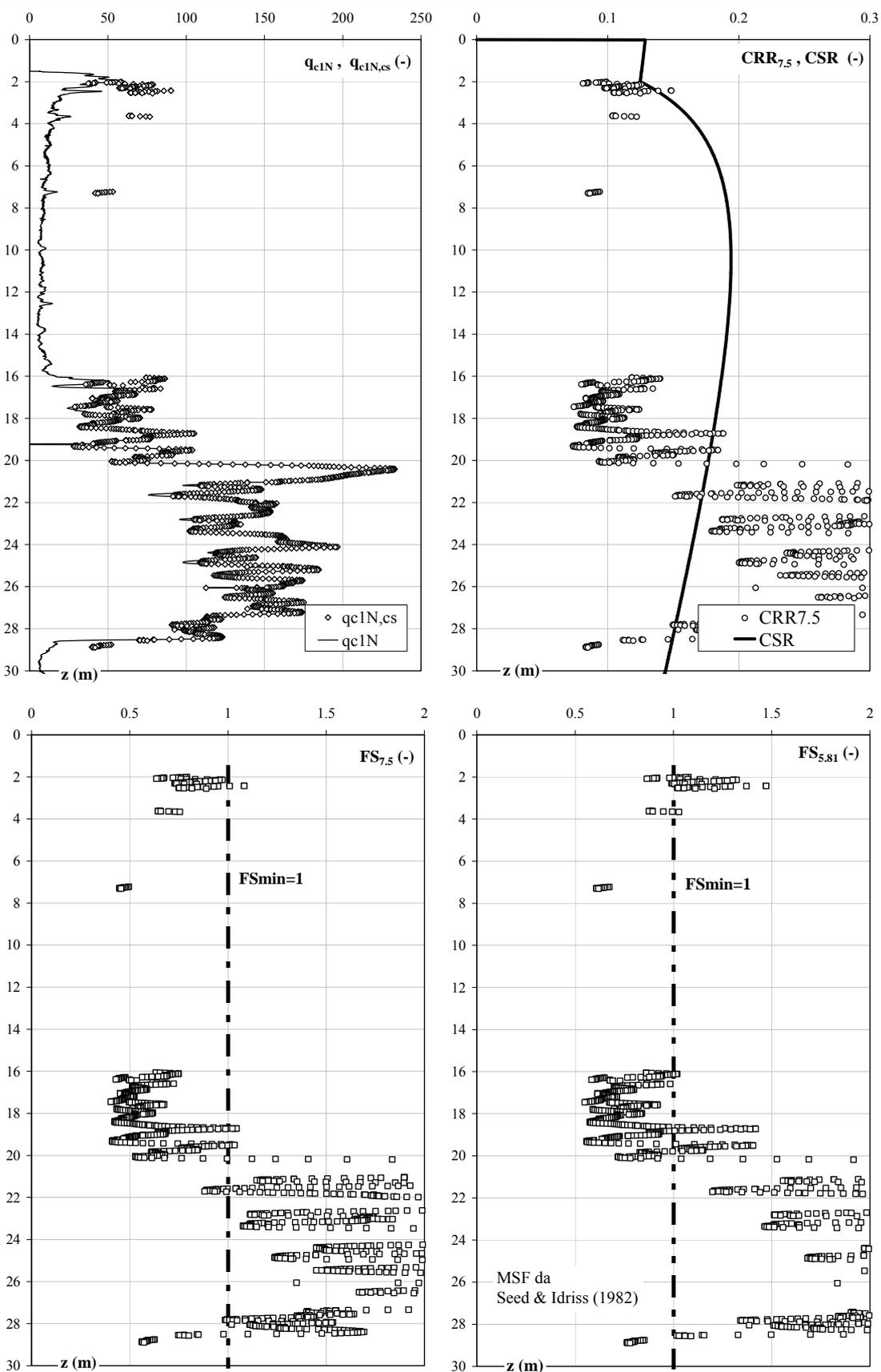
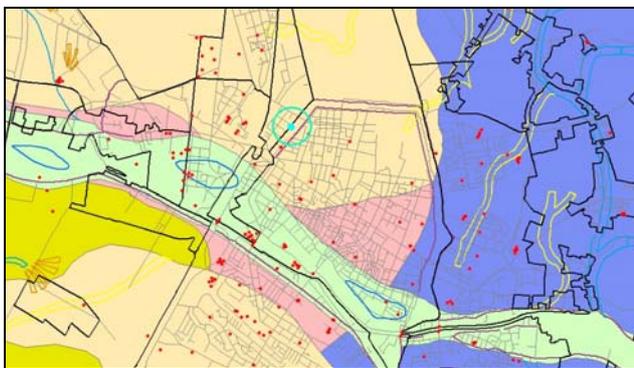


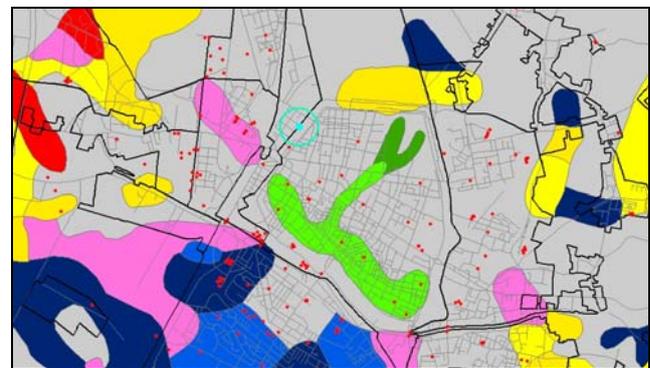
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 5

Località	Palazzo delle Palestre
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati, tipici di aree di tipo interfluviale e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU05, eseguita in data 16/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 16/03/2010)	$Z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 16/03/2010)	$Z_S = 3-4$ m da p.c.

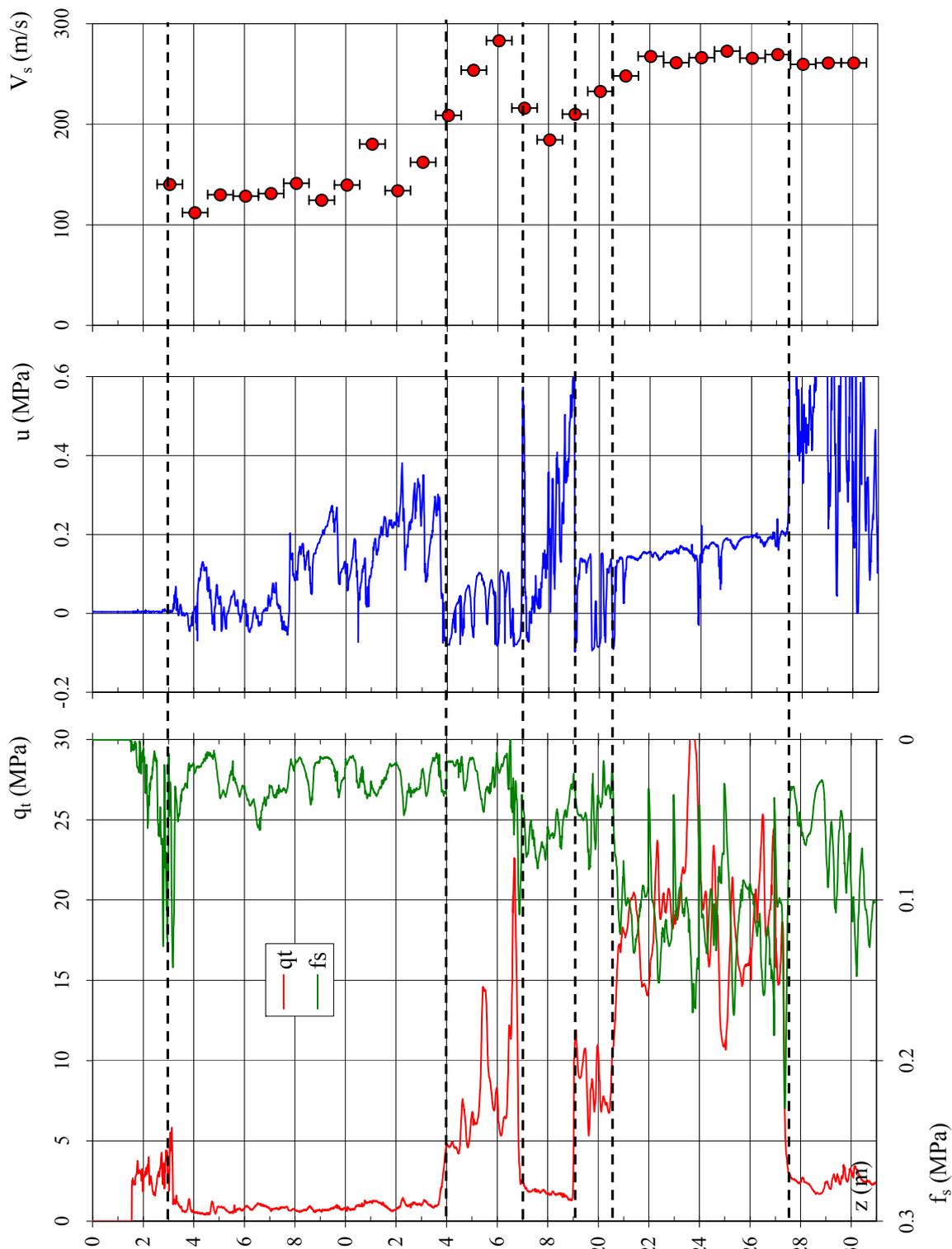
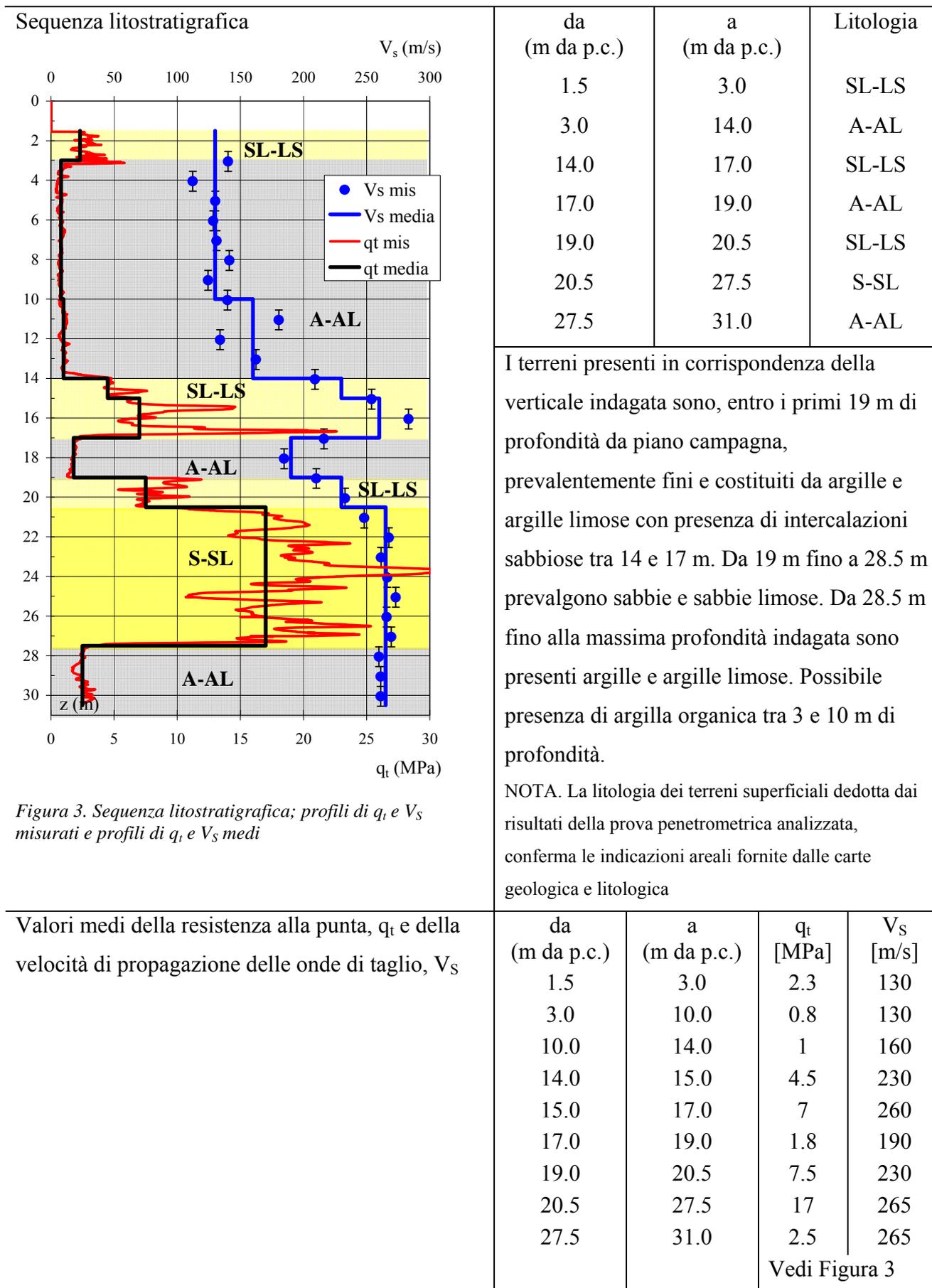


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU05





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
1.5 – 3.0	40	37	30		31	74	
3.0 – 10.0				34	31	74	93
10.0 – 14.0				39	47	113	141
14.0 – 15.0	40	34	30		97	233	
15.0 – 17.0	50	36	31		124	298	
17.0 – 19.0				73	66	159	199
19.0 – 20.5	50	36	31		97	233	
20.5 – 27.5	70	39	31		129	309	
27.5 – 31.0				98	129	309	387

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 183$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 2.65 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti post-sisma per riconsolidazione

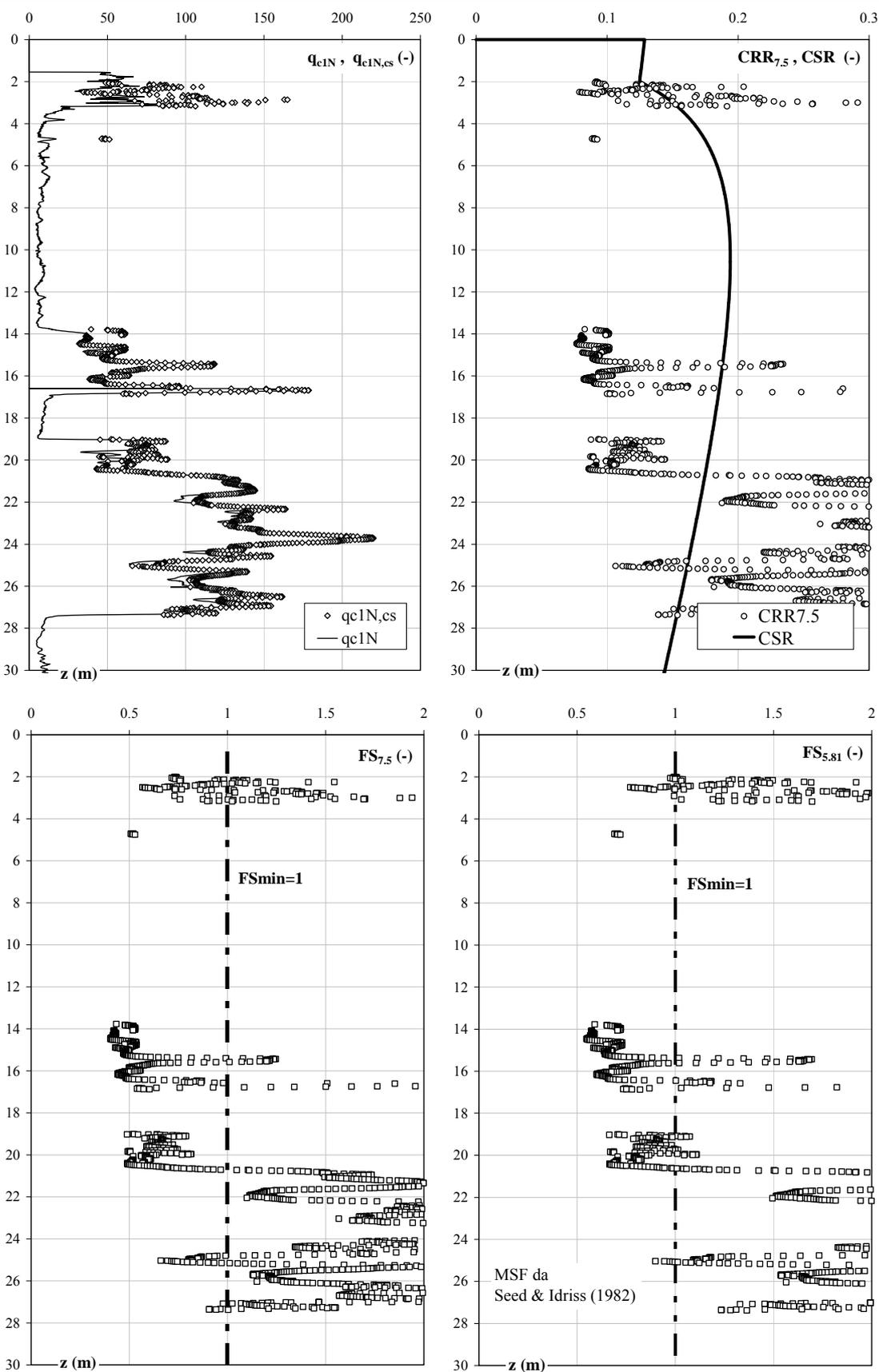
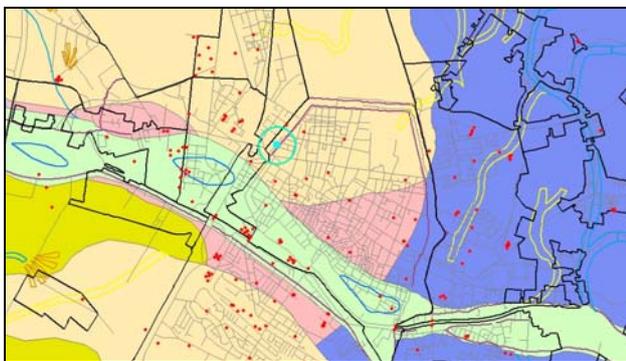


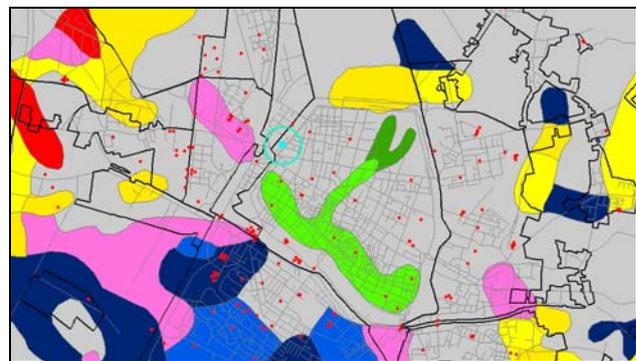
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 6

Località	Mura di Porta Po
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da argille limose, argille e limi argillosi laminati, tipici di aree di tipo interfluviale e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU06
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU06, eseguita in data 17/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 17/03/2010)	Max profondità indagata H = 31.0 m z _F = 4-6 m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 17/03/2010)	z _S = 2-4 m da p.c.

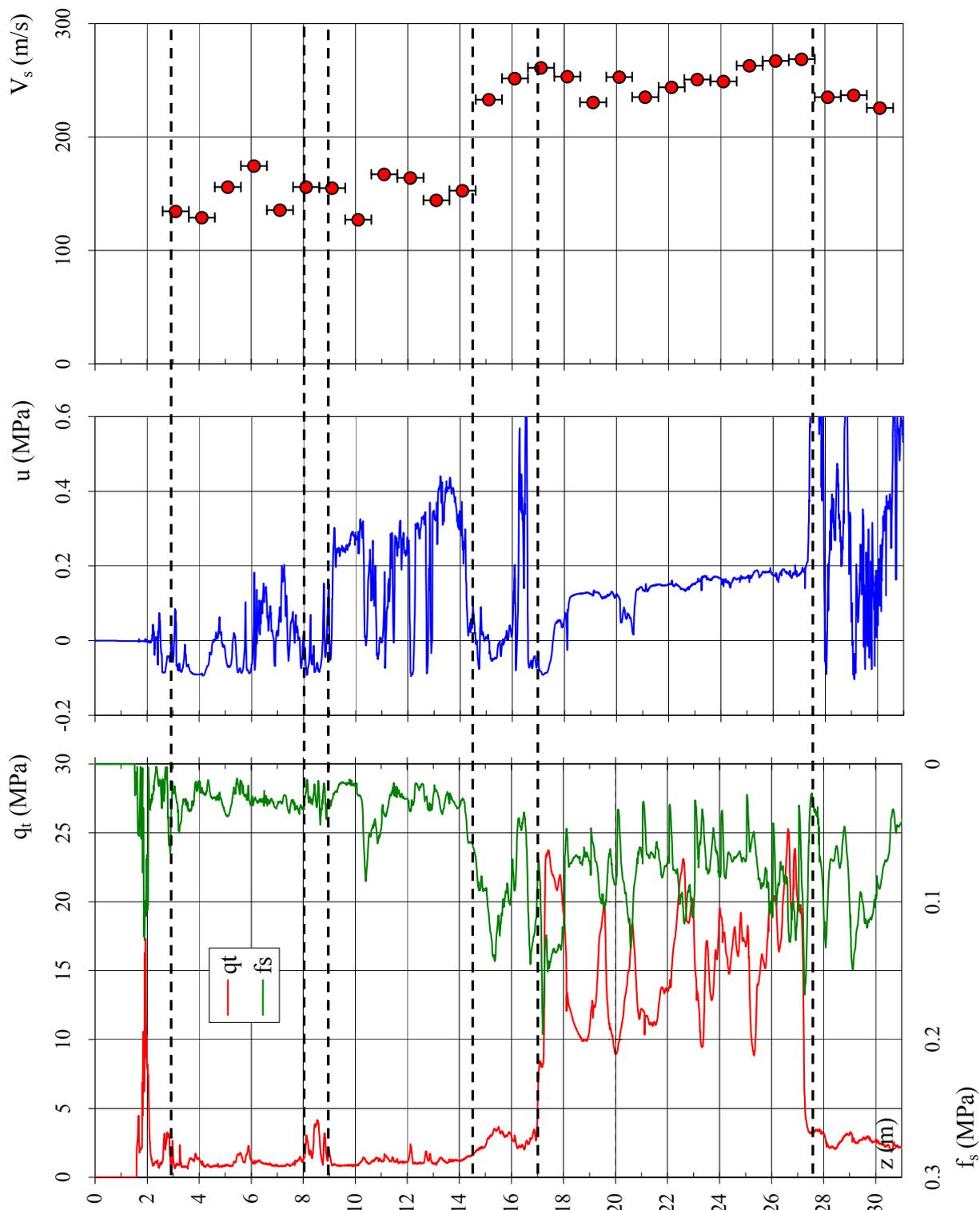


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU06

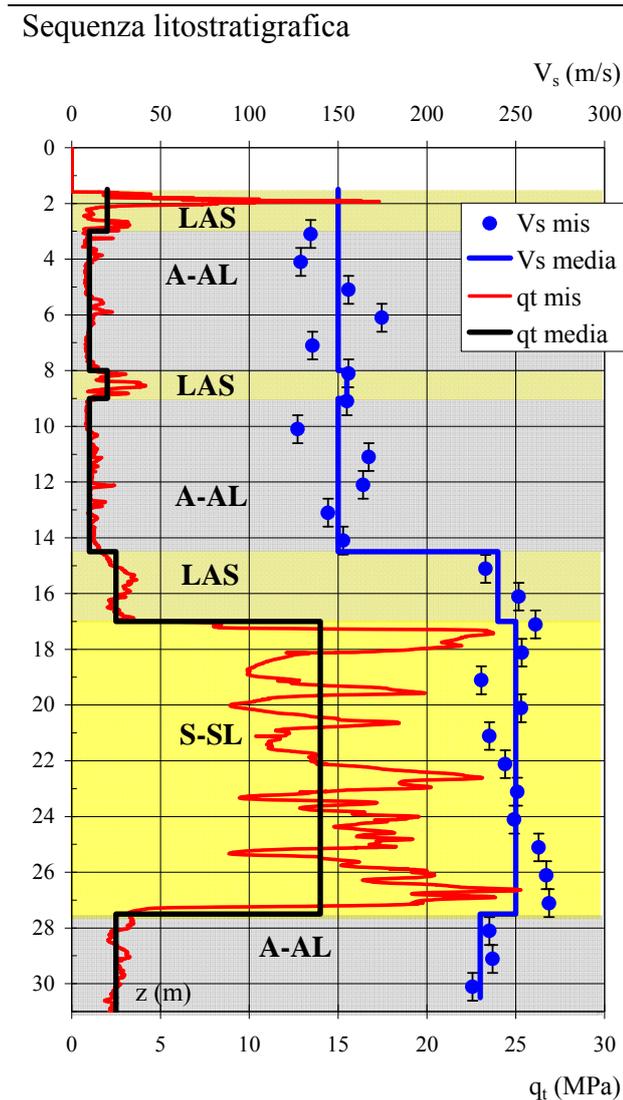


Figura 3. Sequenza litostратigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	3.0	LAS
3.0	8.0	A-AL
8.0	9.0	LAS
9.0	14.5	A-AL
14.5	17.0	LAS
17.0	27.5	S-SL
27.5	31.0	A-AL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, entro i primi 17 m di profondità da piano campagna, prevalentemente fini, costituiti da alternanze di limi argillosi con moderato contenuto di sabbia ed argille, argille limose.

Da 17m fino a 27.5 m prevalgono invece sabbie e sabbie limose. Seguono, fino alla massima profondità indagata, argille e argille limose.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	3.0	2	150
3.0	8.0	1	150
8.0	9.0	2	150
9.0	14.5	1	150
14.5	17.0	2.5	240
17.0	27.5	14	250
27.5	31	2.5	230

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 3.0				100	41	99	124
3.0 – 8.0				45	41	99	124
8.0 – 9.0	< 30		27	90	41	99	124
9.0 – 14.5				40	41	99	124
14.5 – 17.0	< 30		27	110	106	254	317
17.0 – 27.5	65	38	31		115	275	
27.5 – 31.0				98	97	233	291

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 187$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 2.9 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

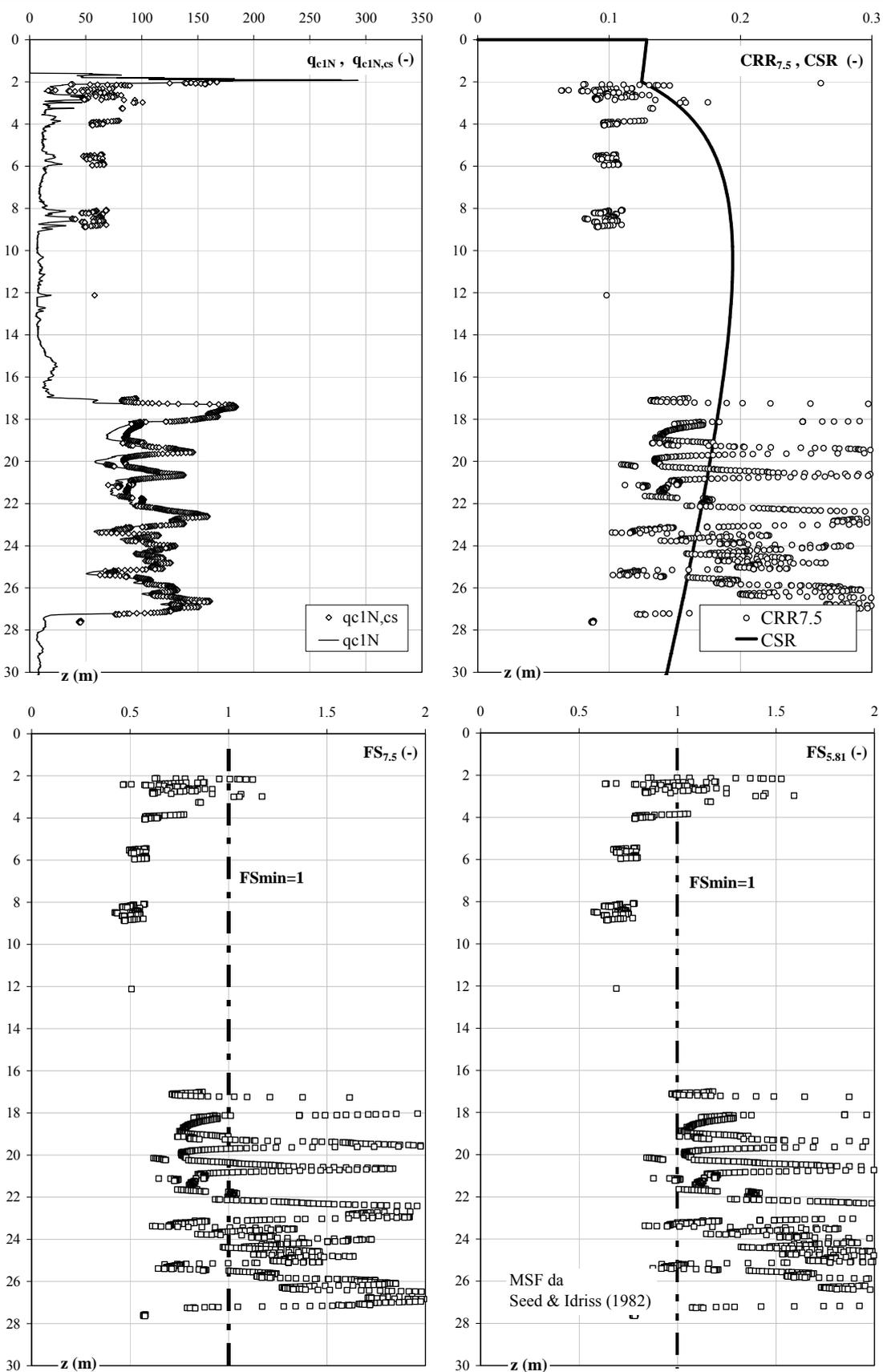
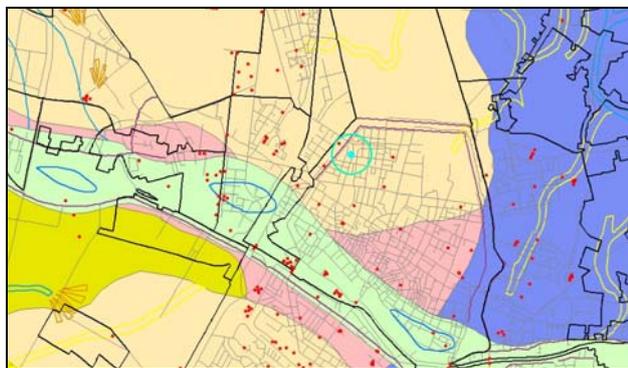


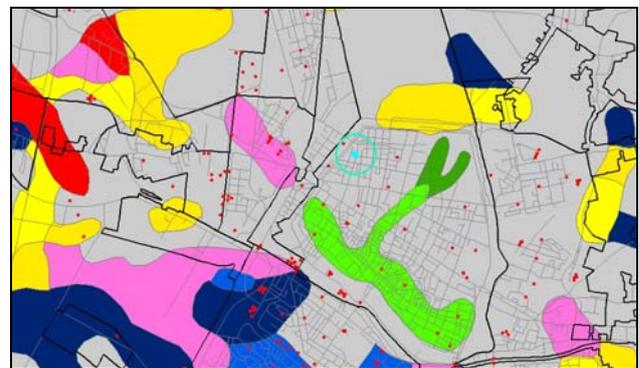
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 7

Località	Via Bagaro
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati, associati ad aree di tipo interfluviale e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 SCPTU07

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU07, eseguita in data 19/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 19/03/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 19/03/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

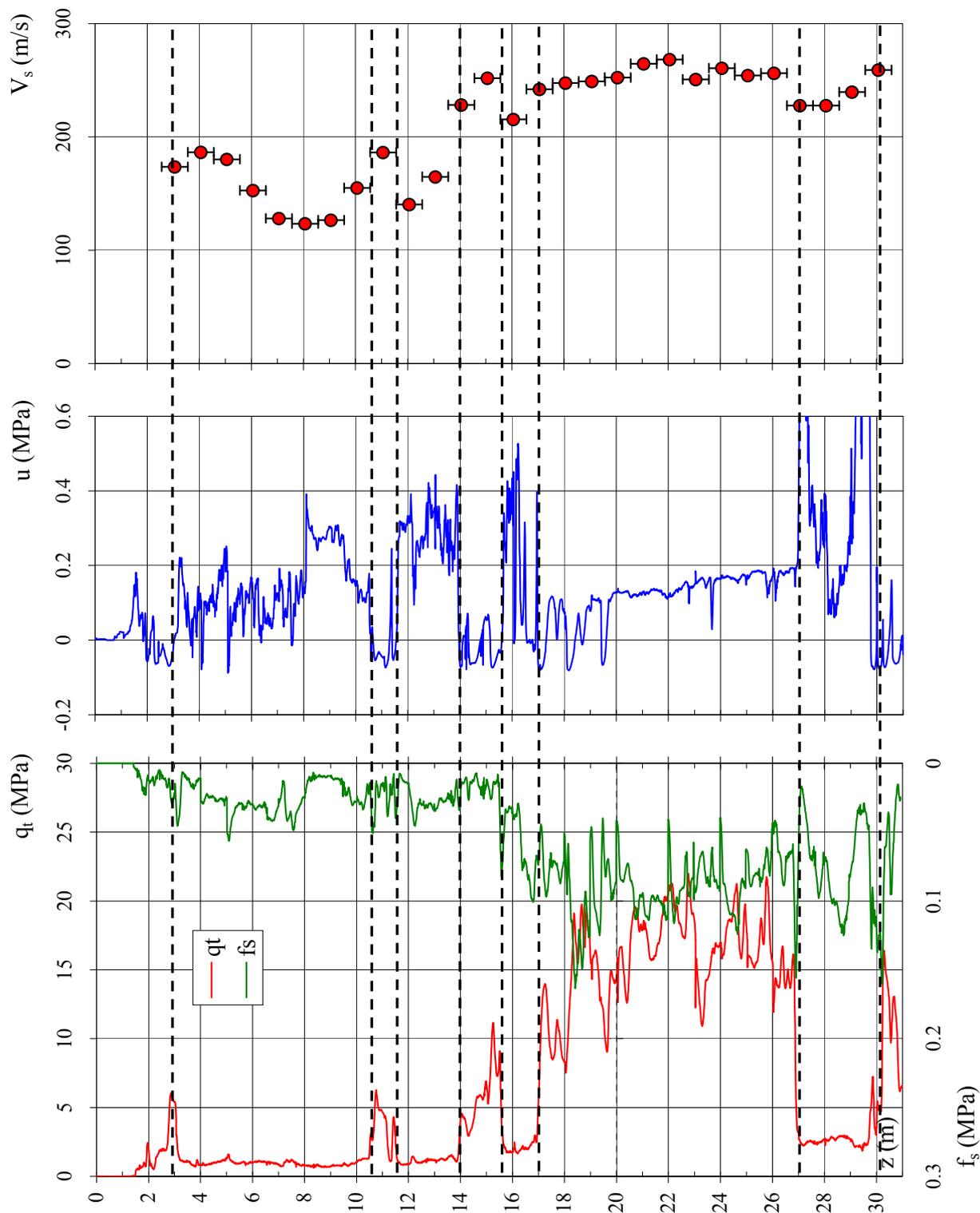


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU07

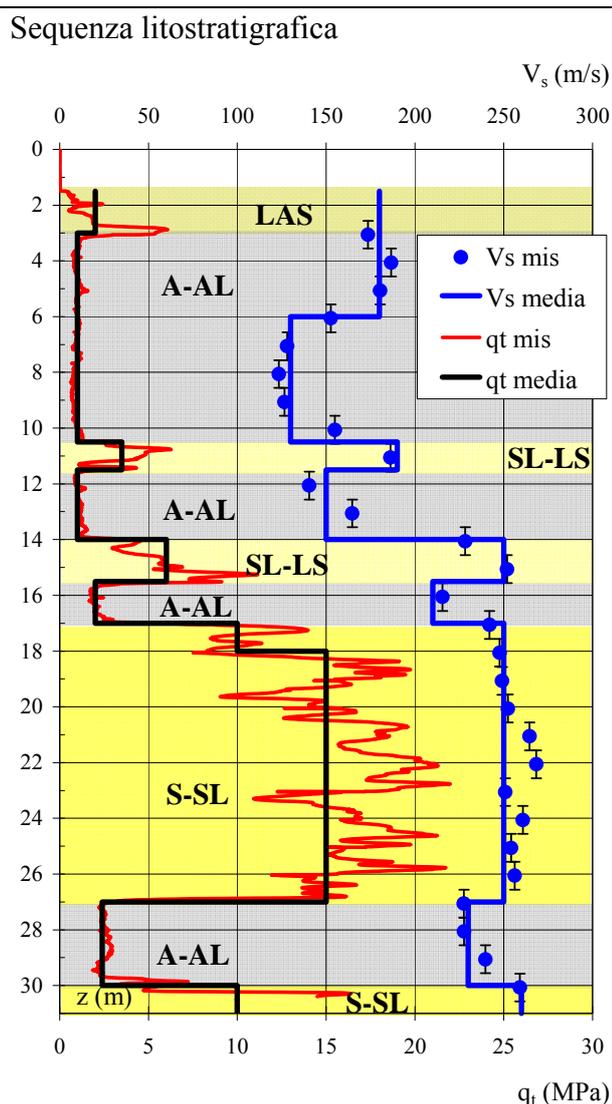


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	3.0	LAS
3.0	10.5	A-AL
10.5	11.5	SL-LS
11.5	14.0	A-AL
14.0	15.5	SL-LS
15.5	17.0	A-AL
17.0	27.0	S-SL
27.0	30.0	A-AL
30.0	31.0	S-SL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono costituiti, entro i primi 17 m di profondità da piano campagna, da argille e argille limose, con locali intercalazioni di spessore decimetrico di sabbia limosa e limo argilloso con sabbia. Da 17 m fino a 27 m prevalgono sabbie e sabbie limose. Seguono da 27.5 m fino a 30 m argille e argille limose. A 30 m e fino alla massima profondità indagata sono presenti sabbie e sabbie limose.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	3.0	2	180
3.0	6.0	1	180
6.0	10.5	1	130
10.5	11.5	3.5	190
11.5	14.0	1	150
14.0	15.5	6	250
15.5	17.0	2	210
17.0	18.0	10	250
18.0	27.0	15	250
27.0	30.0	2.4	230
30.0	31.0	10	260

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		φ'_p [°]	φ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 3.0				100	59	143	178
3.0 – 6.0				47	59	143	178
6.0 – 10.5				43	31	74	93
10.5 – 11.5	35	34	30		66	159	
11.5 – 14.0				40	41	99	124
14.0 – 15.5	50	36	31		115	275	
15.5 – 17.0				85	81	194	243
17.0 – 18.0	60	38	31		115	275	
18.0 – 27.0	70	39	31		115	275	
27.0 – 30.0				95	97	233	291
30.0 – 31.0	55	35	29		124	298	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{s,30}$	$V_{s,30} = 196.5$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 4.7 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

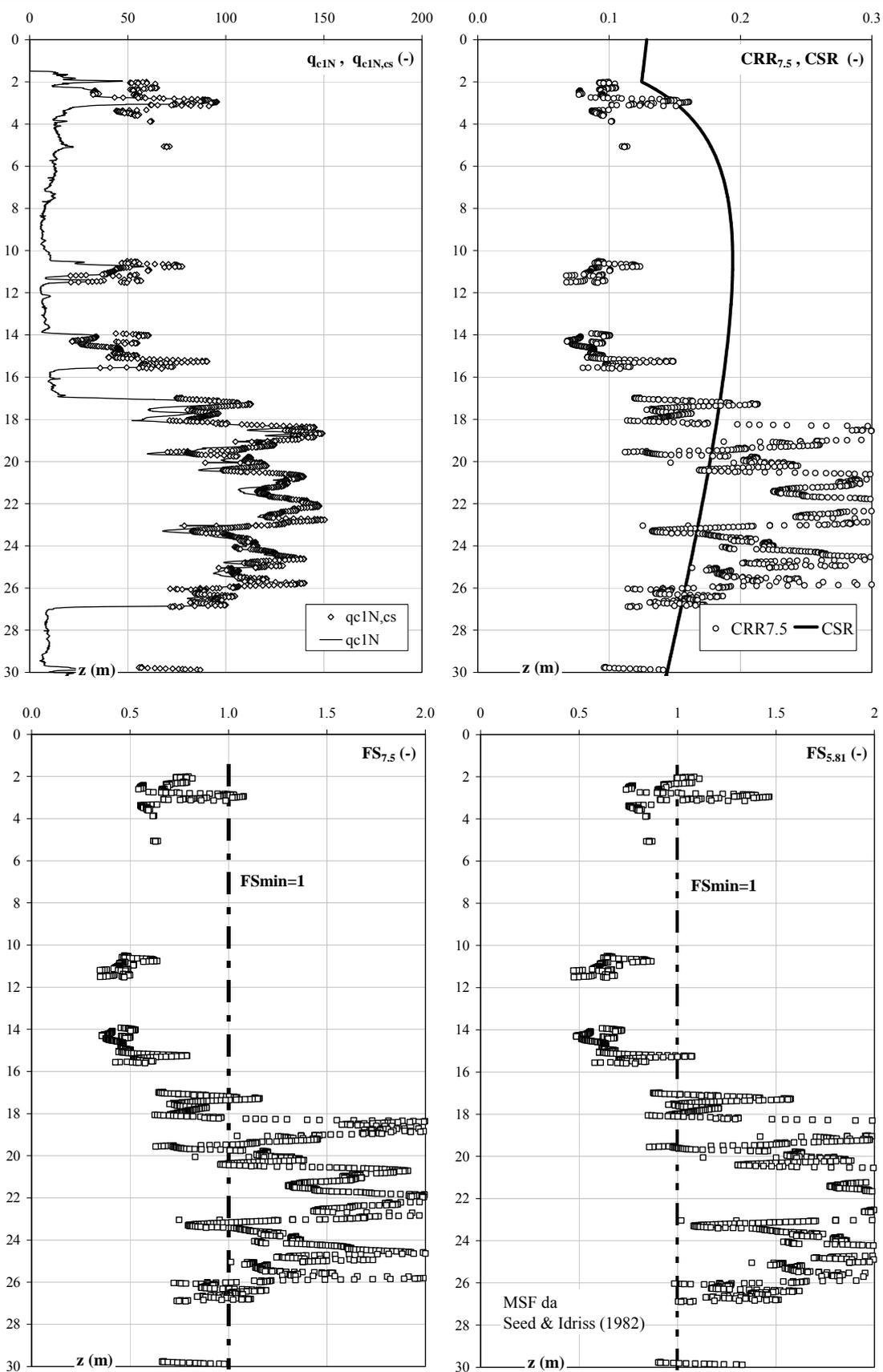
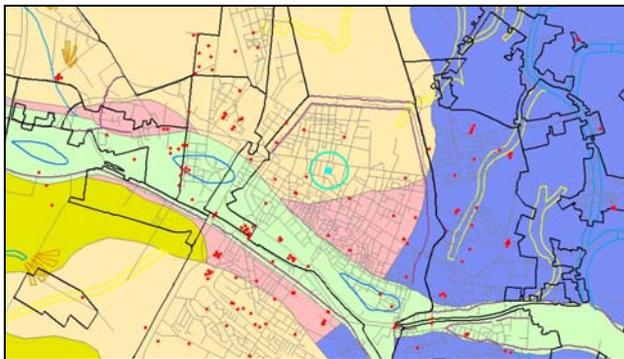


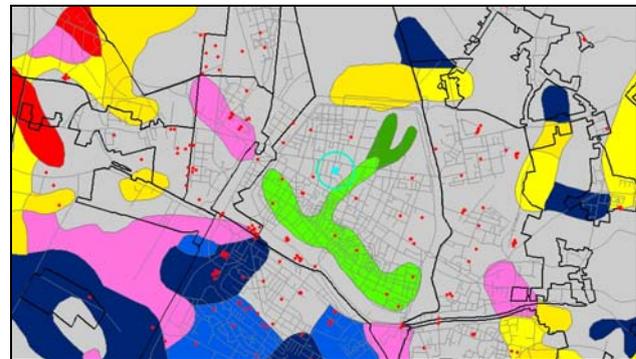
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 8

Località	Liceo Ariosto
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati, associati ad aree di tipo interfluviale e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU08
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU08, eseguita in data 22/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 22/03/2010)	Max profondità indagata H = 31.0 m z _F = 4-6 m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 22/03/2010)	z _S = 2-4 m da p.c.

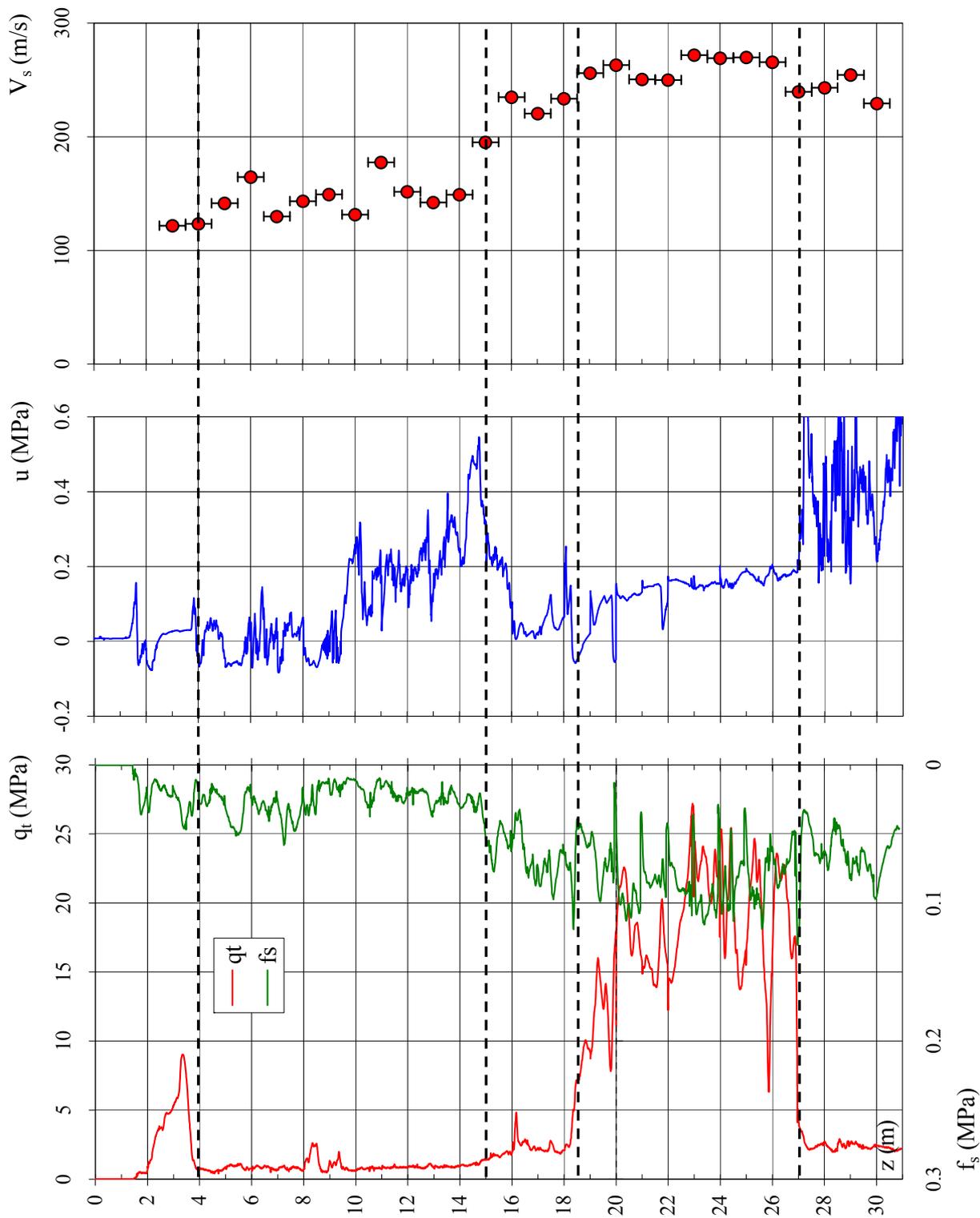


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU08

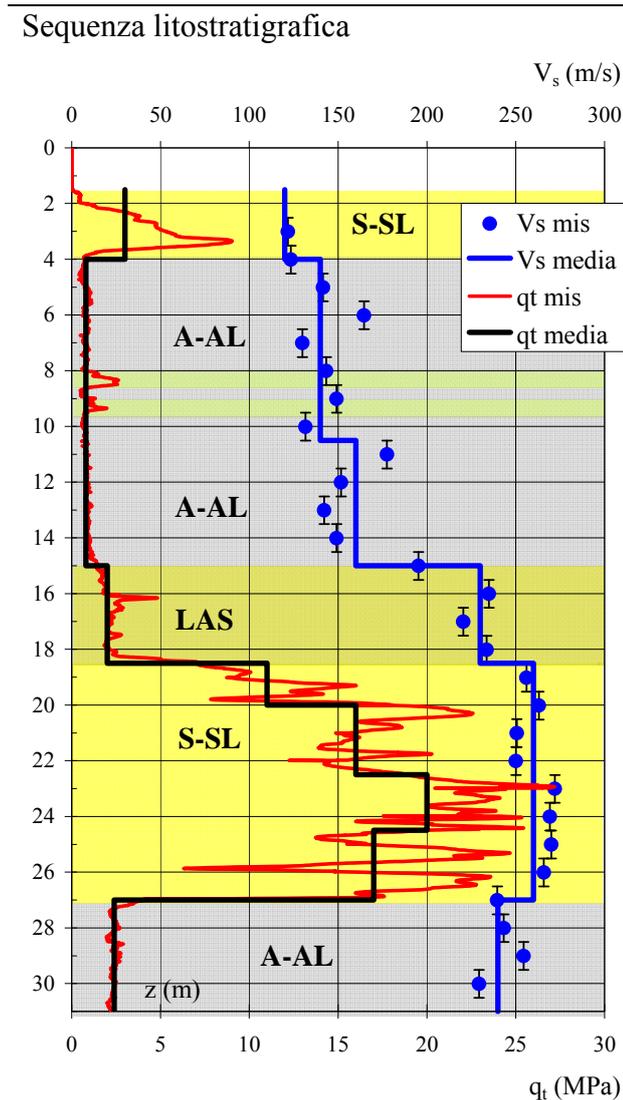


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	4.0	S-SL
4.0	15.0	A-AL
15.0	18.5	LAS
18.5	27.0	S-SL
27.0	31.0	A-AL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono costituiti, fino a 18.5 m di profondità da piano campagna, da argille e argille limose, con locali intercalazioni di spessore centimetrico di limo argilloso e la presenza in superficie di sabbie e sabbie limose. Da 18.5 m fino a 27 m prevalgono sabbie e sabbie limose. Seguono, fino alla massima profondità indagata, argille e argille limose. Possibile presenza di argilla organica tra 4 e 10.5 m di profondità.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma parzialmente le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	4.0	3	120
4.0	10.5	0.8	140
10.5	15.0	0.8	160
15.0	18.5	2	230
18.5	20.0	11	260
20.0	22.5	16	260
22.5	24.5	20	260
24.5	27.0	17	260
27.0	31.0	2.4	240

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 4.0	45	38	31		26	63	
4.0 – 10.5				33	36	86	108
10.5 – 15.0				28	47	113	141
15.0 – 18.5	<30		27	85	97	233	291
18.5 – 20.0	60	38	31		124	298	
20.0 – 22.5	70	40	32		124	298	
22.5 – 24.5	75	40	32		124	298	
24.5 – 27.0	70	39	31		124	298	
27.0 – 31.0				95	106	254	317

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{s,30}$	$V_{s,30} = 181$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.8 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

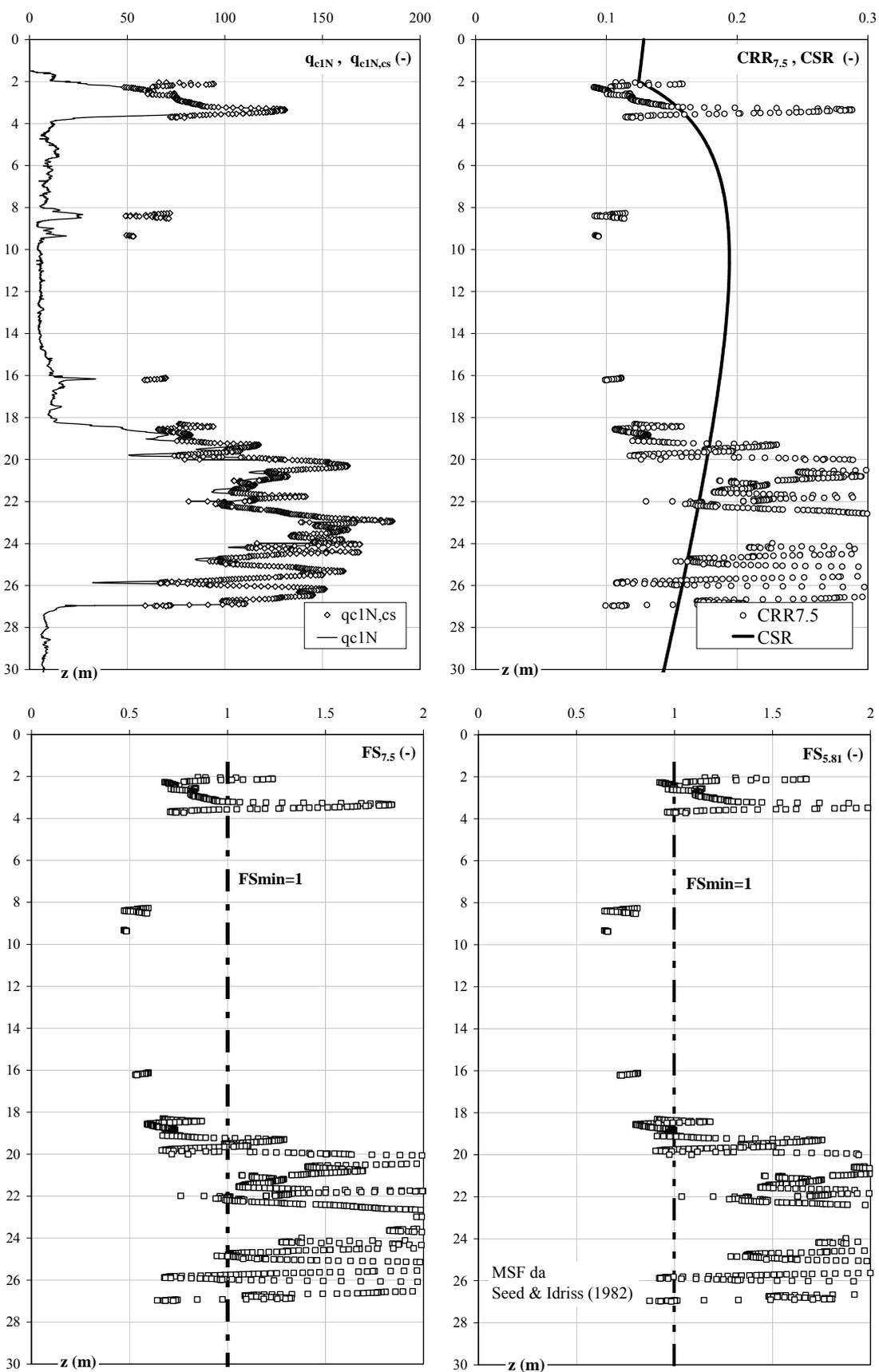


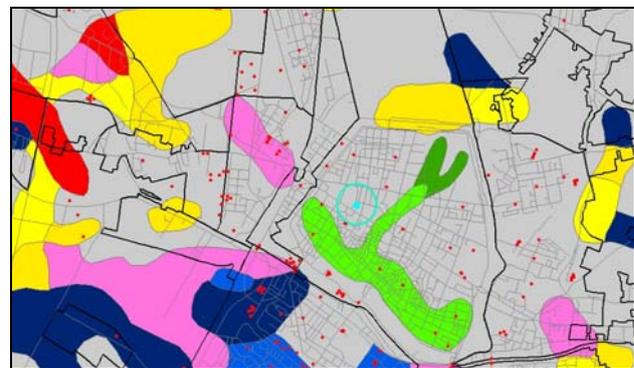
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 9

<p>Località Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b</p>	<p>Scuola media Tasso – Boiardo La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati, associati ad aree di tipo interfluviale e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla limo e sabbia (carta litologica).</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 SCPTU09

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

<p>Indagini geognostiche analizzate</p>	<p>N. 1 prova SCPTU (SCPTU09, eseguita in data 22/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 22.8 m</p>
<p>Profondità della falda (alla data 22/03/2010)</p>	<p>$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)</p>
<p>Profondità del livello di saturazione (alla data 22/03/2010)</p>	<p>$z_S = 2-4$ m da p.c.</p>

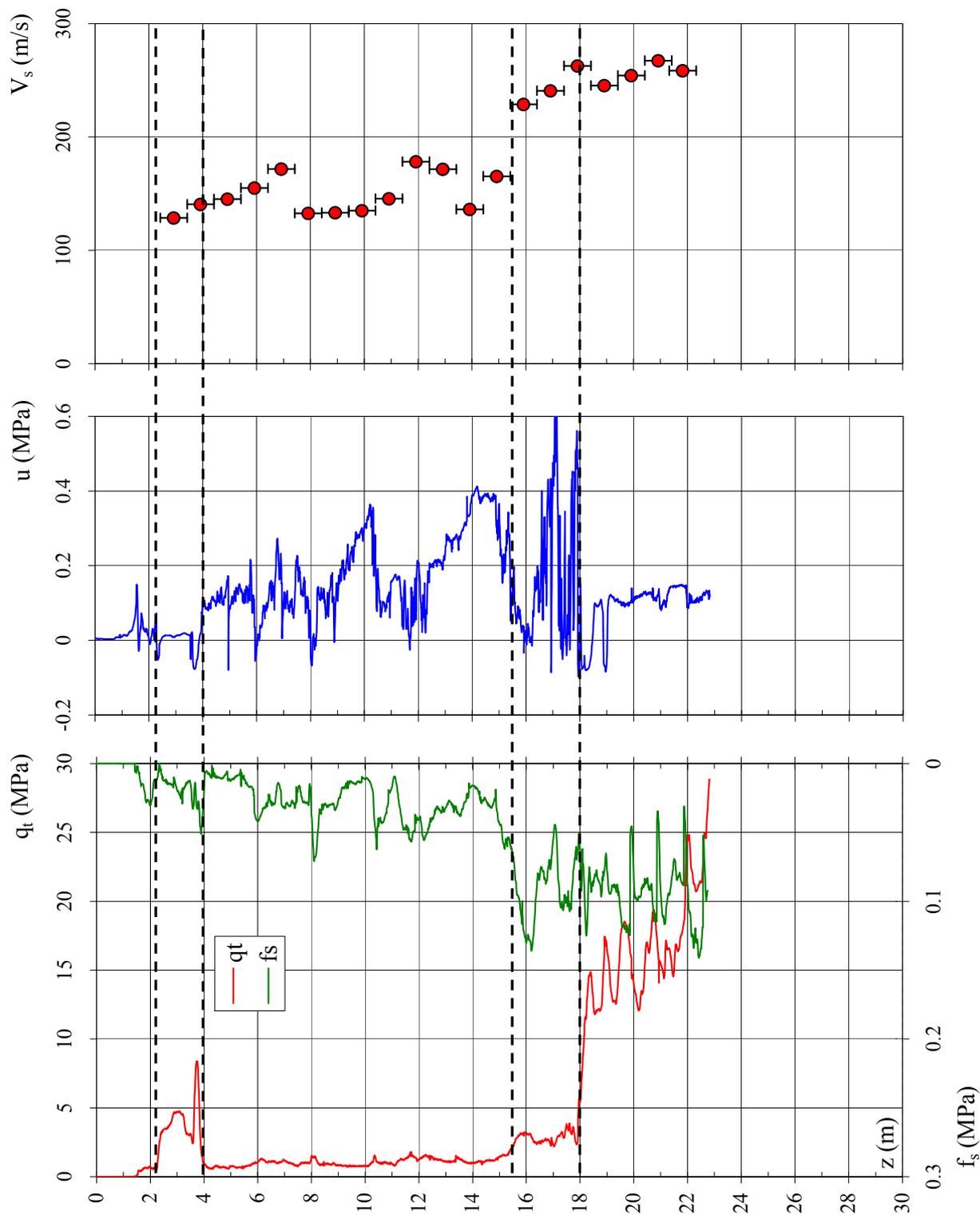
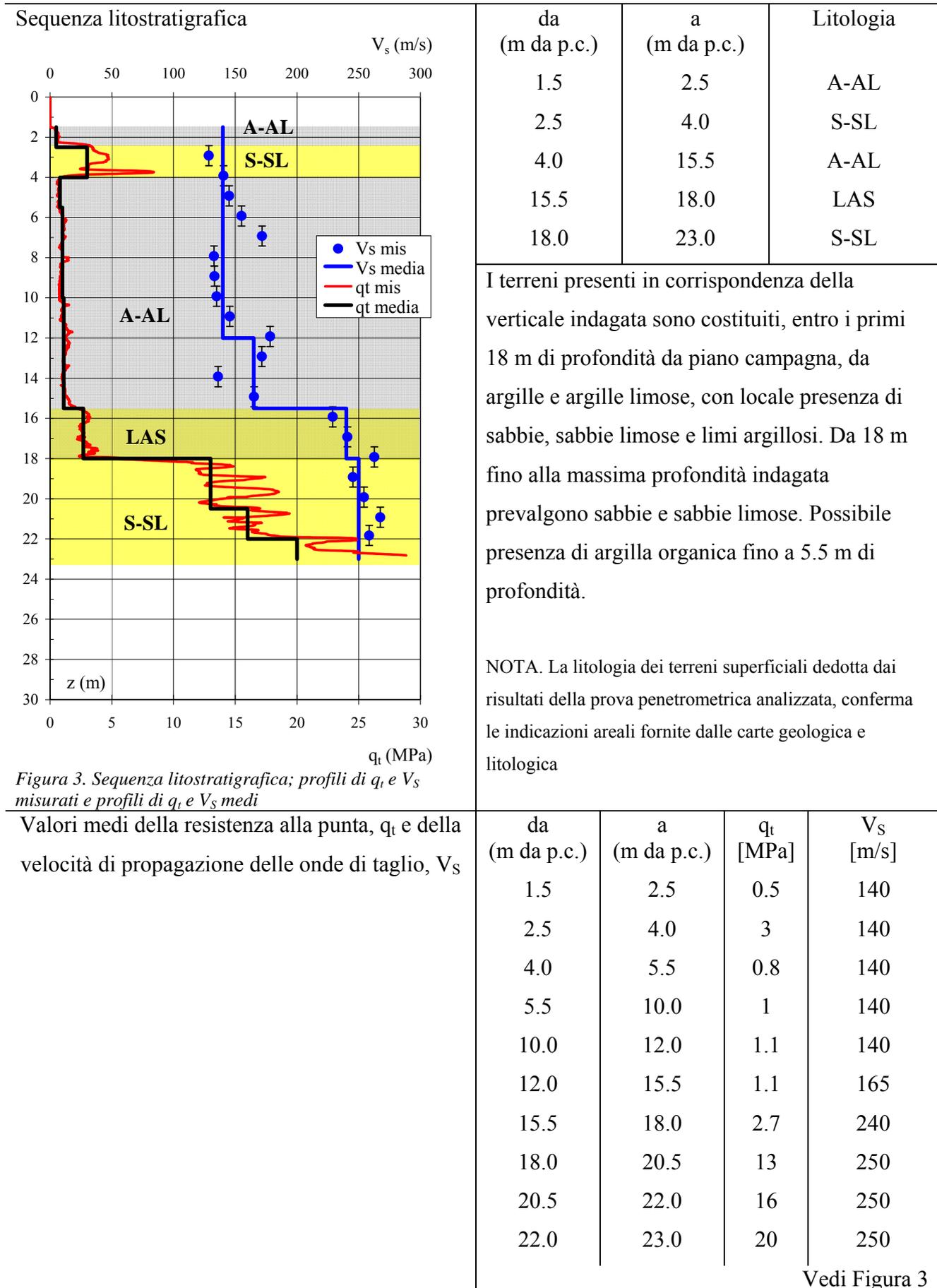


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU09





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		φ'_p [°]	φ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 2.5				23	36	86	108
2.5 – 4.0	45	37	31		36	86	
4.0 – 5.5				35	36	86	108
5.5 – 10.0				43	36	86	108
10.0 – 12.0				45	36	86	108
12.0 – 15.5				43	50	120	150
15.5 – 18.0				120	106	254	31
18.0 – 20.5	65	39	31		115	275	
20.5 – 22.0	70	40	32		115	275	
22.0 – 23.0	75	40	32		115	275	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, $V_{S,H}$	$V_{S,H} = 167.0$ m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 184.0$ m/s da 23 a 30 m assunto $V_S = 258$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.35 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

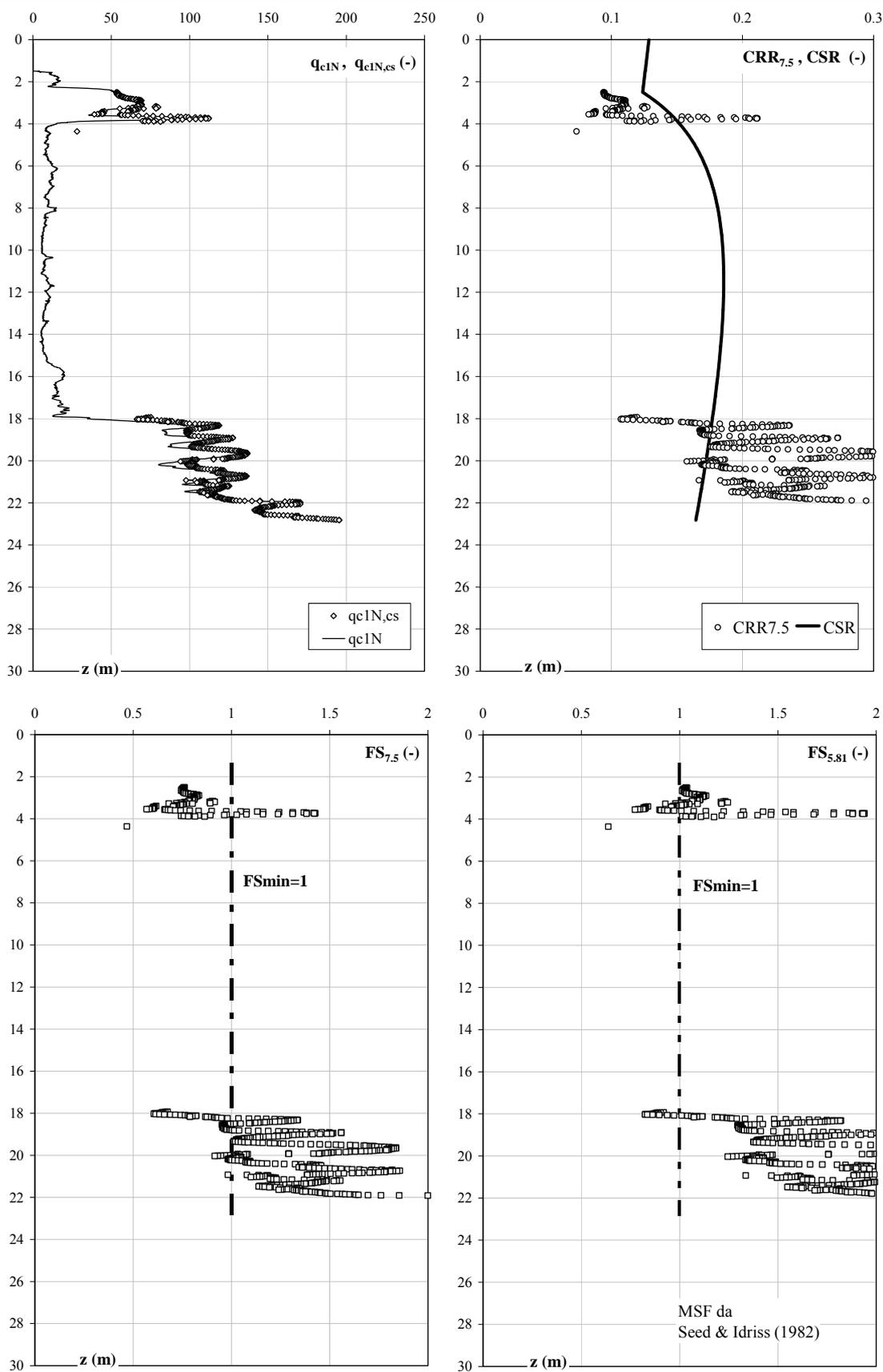
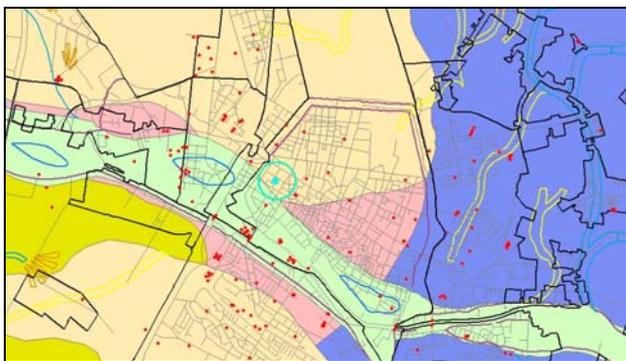


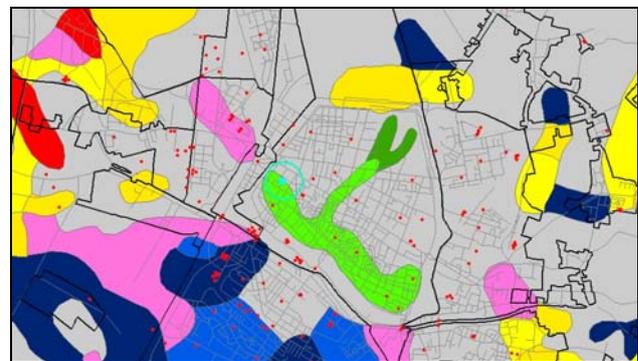
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 10

Località	Piazzale Giordano Bruno
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi laminati tipici di aree di tipo interfluviale e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono limi sabbiosi (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU10
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU10, eseguita in data 18/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 18/03/2010)	Max profondità indagata H = 32.0 m $z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 18/03/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

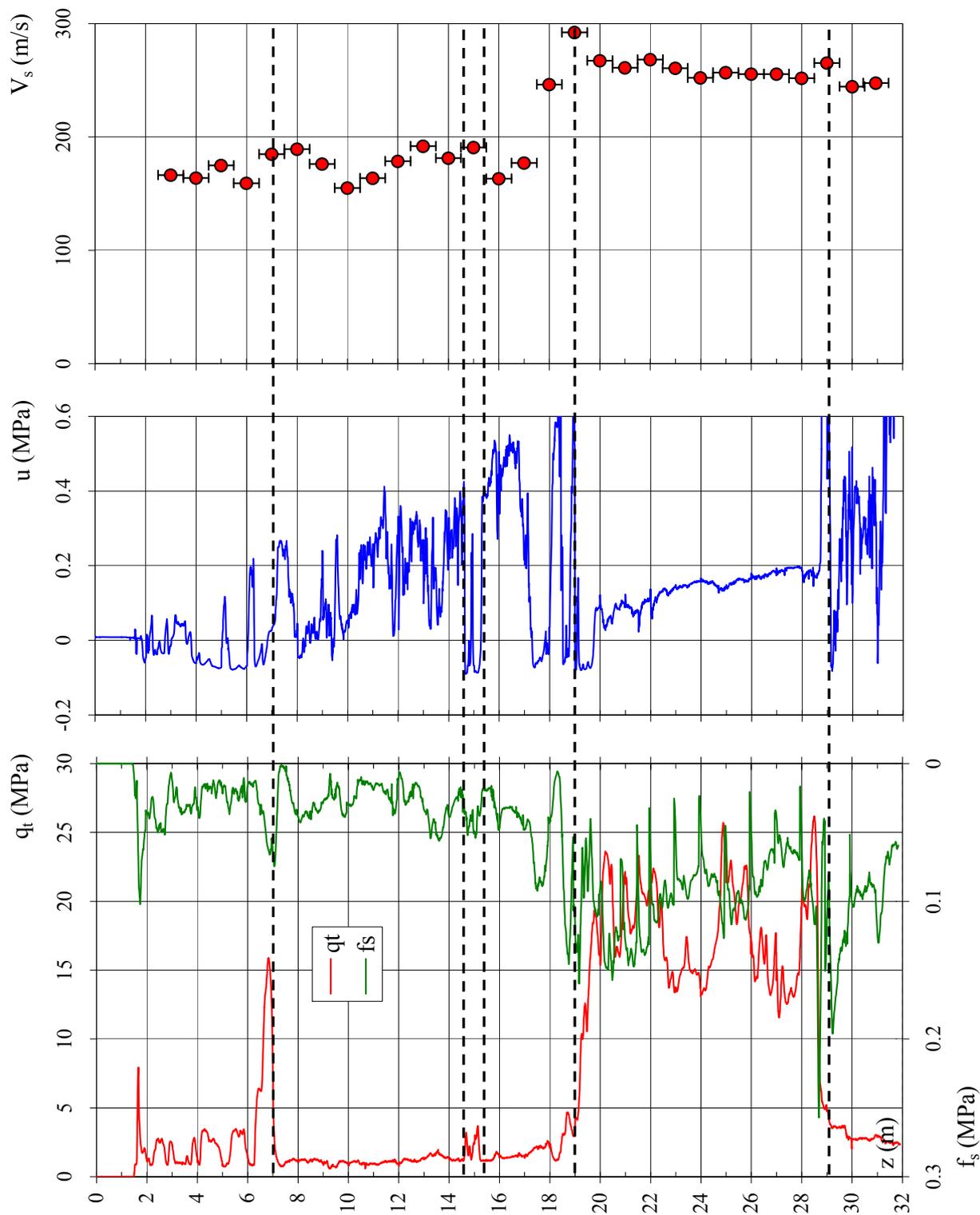


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU10

Sequenza litostratigrafica

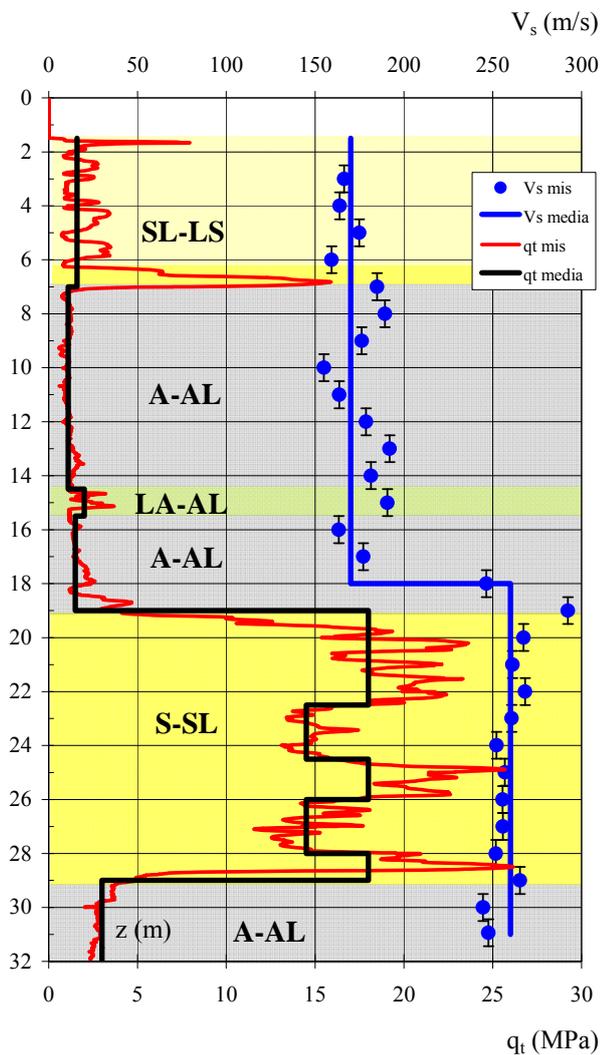


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	7.0	SL-LS
7.0	14.5	A-AL
14.5	15.5	LA-AL
15.5	19.0	A-AL
19.0	29.0	S-SL
29.0	32.0	A-AL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono costituiti, da piano campagna fino a 19 m di profondità, da argille e argille limose, con locali intercalazioni di spessore centimetrico di limo argilloso ed intercalazioni anche decimetriche di sabbia, soprattutto nei primi 6 m di profondità. Da 19 m fino a 29 m sono prevalenti le sabbie e le sabbie limose. Seguono, fino alla massima profondità indagata, argille e argille limose.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	7.0	1.6	170
7.0	14.5	1.1	170
14.5	15.5	2	170
15.5	18.0	1.5	170
18.0	19.0	1.5	260
19.0	22.5	18	260
22.5	24.5	14.5	260
24.5	26.0	18	260
26.0	28.0	14.5	260
28.0	29.0	18	260
29.0	32.0	3	260

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 7.0	<30		30		53	127	
7.0 – 14.5				45	53	127	159
14.5 – 15.5				85	53	127	159
15.5 – 18.0				60	53	127	159
18.0 – 19.0				58	124	298	372
19.0 – 22.5	75	40	32		124	298	
22.5 – 24.5	67	39	31		124	298	
24.5 – 26.0	72	39	31		124	298	
26.0 – 28.0	65	38	31		124	298	
28.0 – 29.0	70	39	31		124	298	
29.0 – 32.0				120	124	298	372

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 202 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 2.14 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

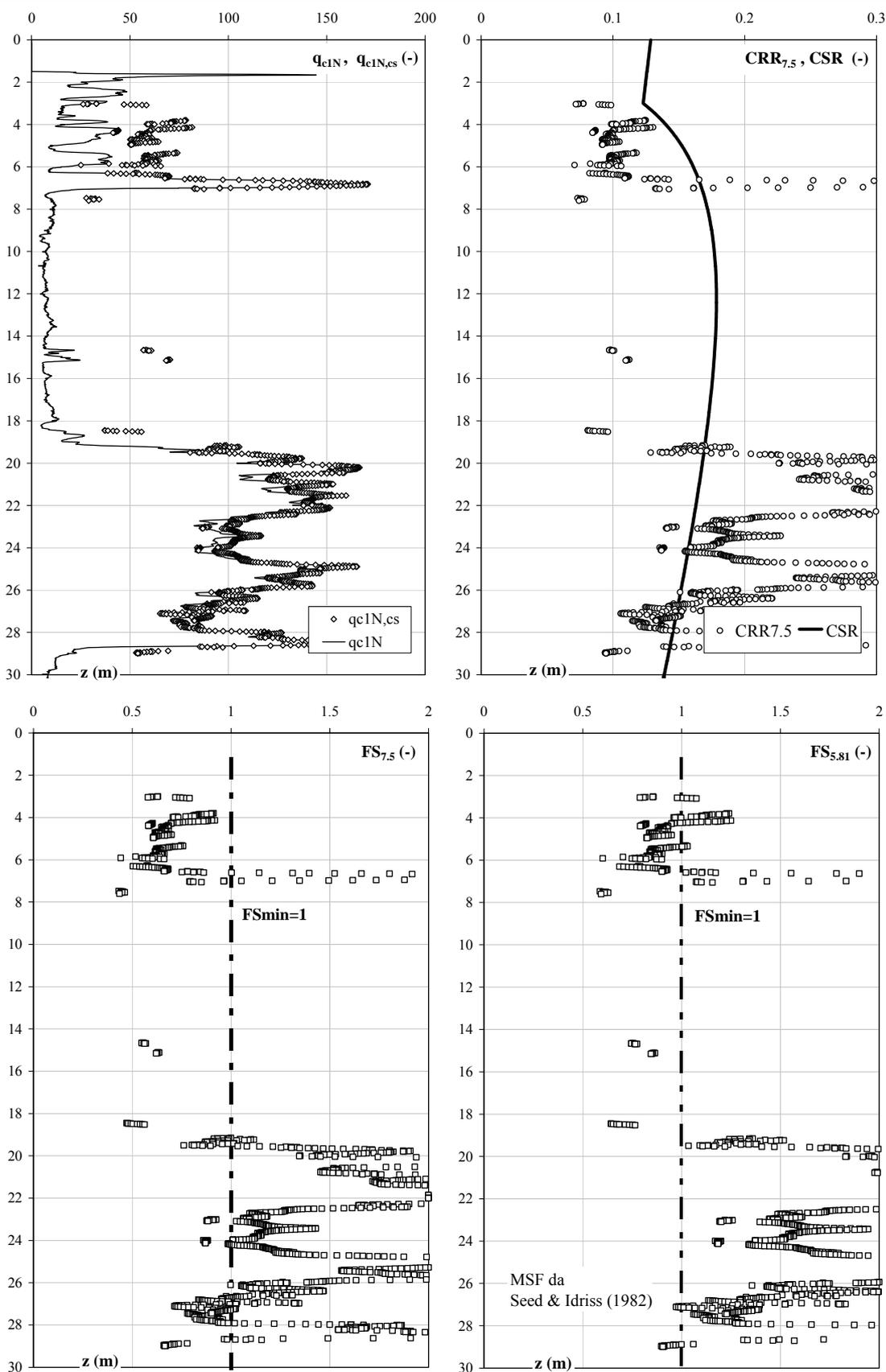
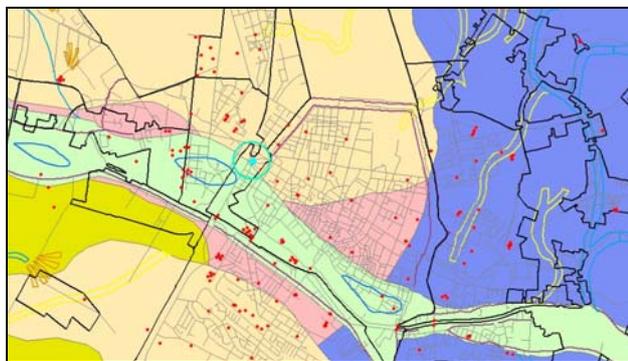


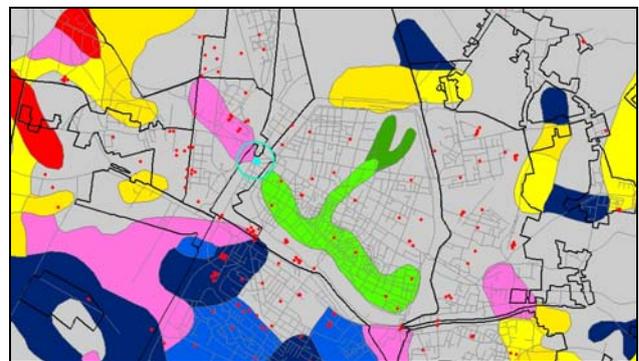
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 11

Località	Viale Costituzione
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi laminati associati ad aree di tipo interfluviale e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argille, limi e sabbie (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU11, eseguita in data 17/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 22.3 m
Profondità della falda (alla data 17/03/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 17/03/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

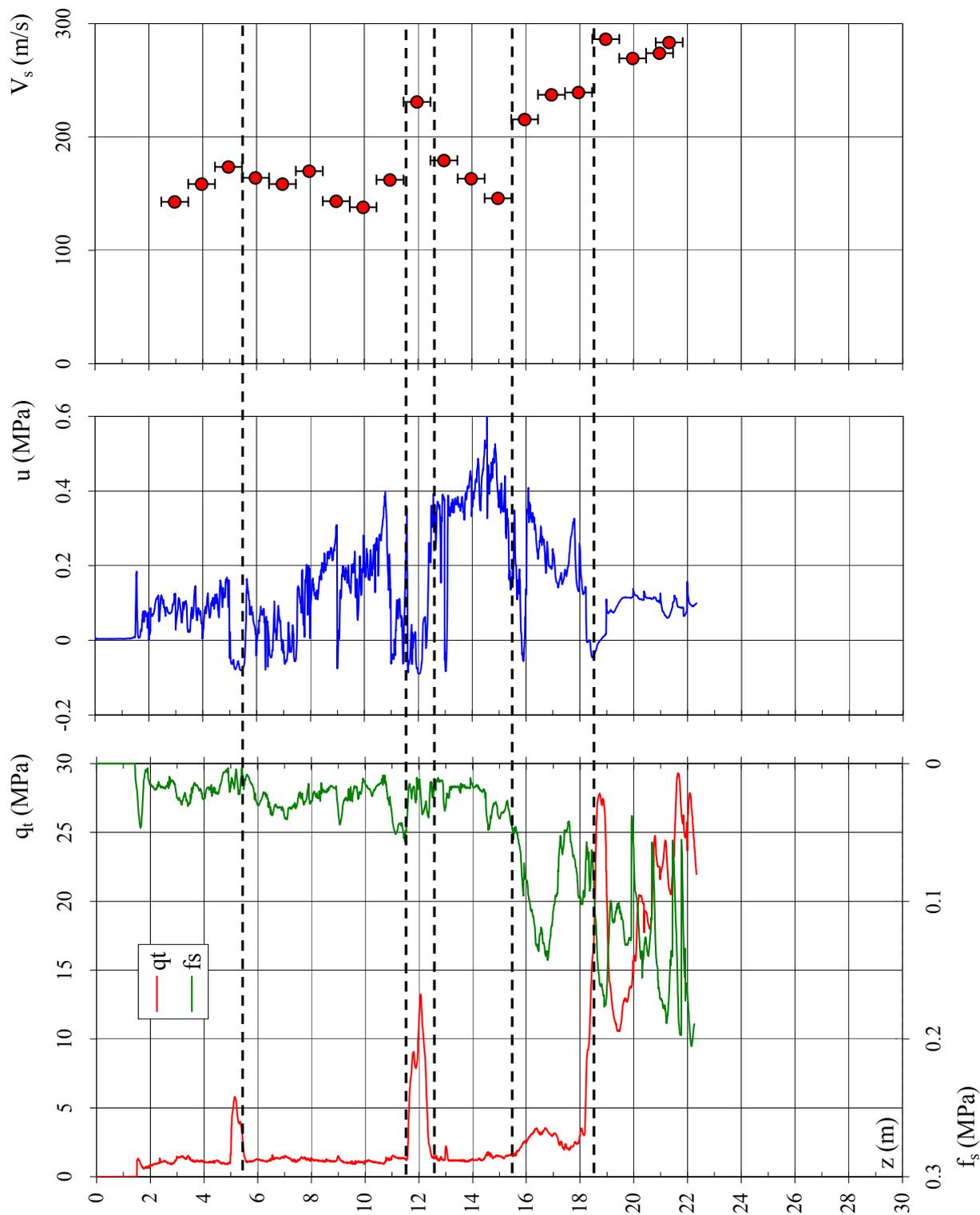
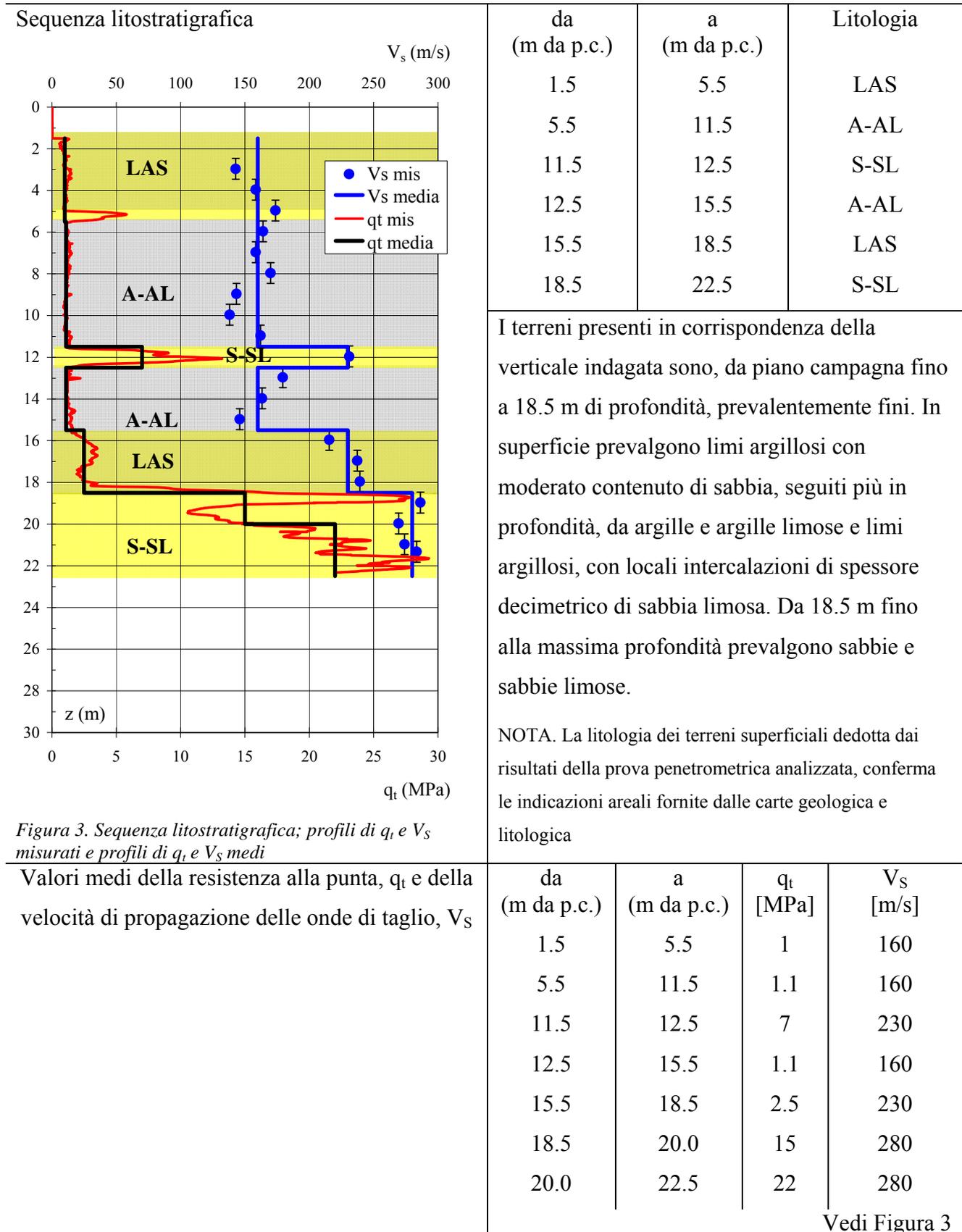


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU11





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 5.5				50	47	113	141
5.5 – 11.5				47	47	113	141
11.5 – 12.5	55	38	32		97	233	
12.5 – 15.5				42	47	113	141
15.5 – 18.5				110	97	233	291
18.5 – 20.0	70	40	32		144	345	
20.0 – 22.5	80	42	33		144	345	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, $V_{S,H}$	$V_{S,H} = 180$ m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 200$ m/s da 22 a 30 m assunto $V_S = 283$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	S2
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 6.83 (alto) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, liquefazione e cedimenti indotti dalla liquefazione, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

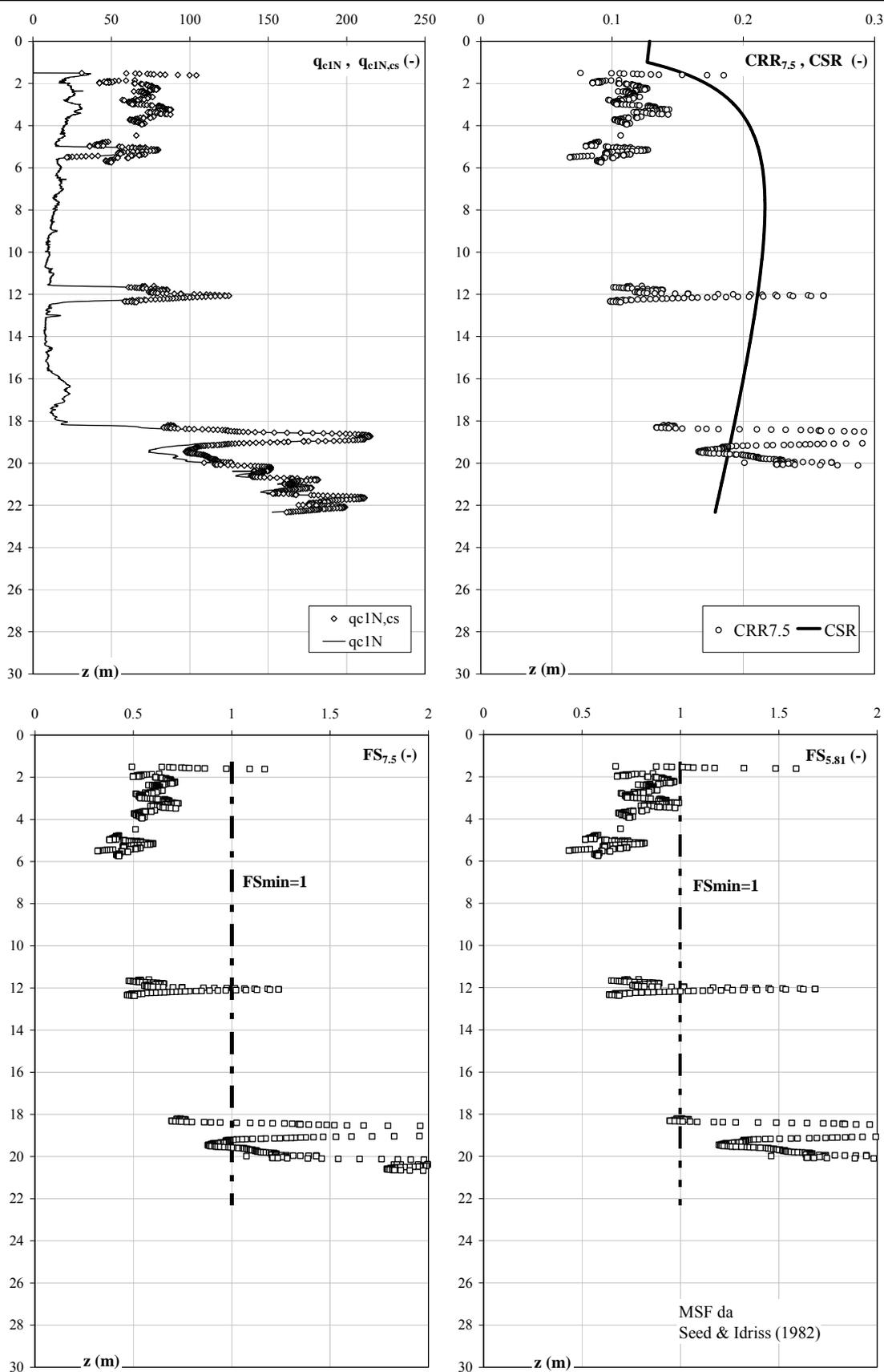
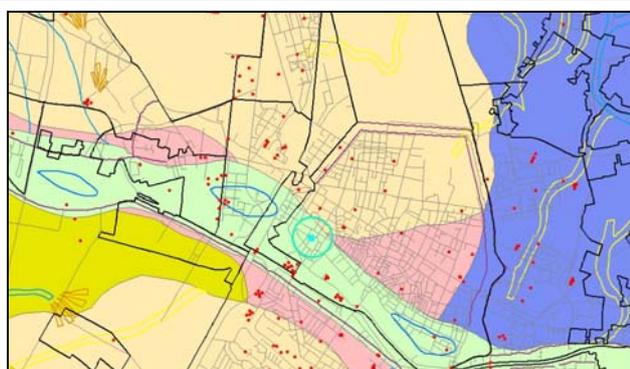


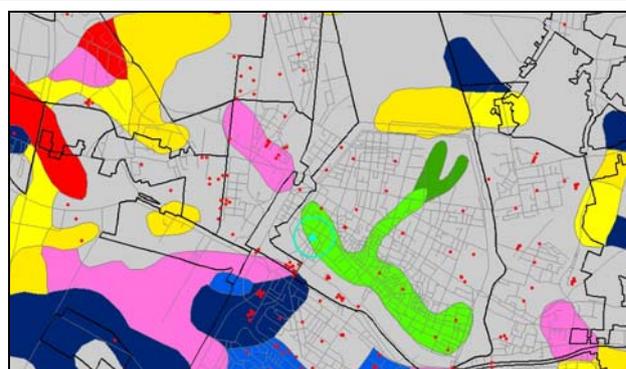
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 12

Località	C. Govoni
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e grossolane, tipiche di depositi di piana a meandri (carta geologica). In superficie emergono limi sabbiosi (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		SCPTU12
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU12, eseguita in data 18/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 32.0 m
Profondità della falda (alla data 18/03/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 18/03/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

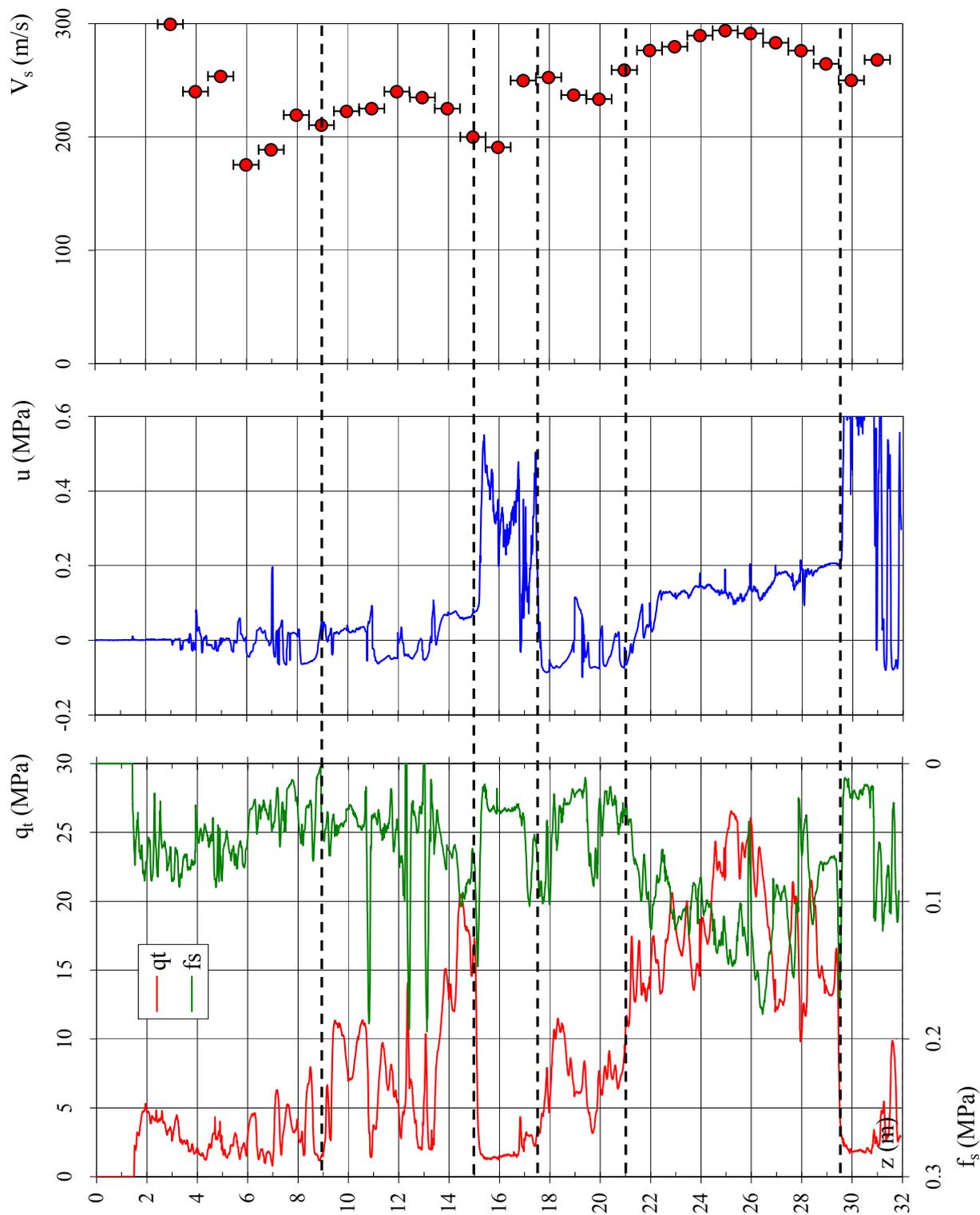
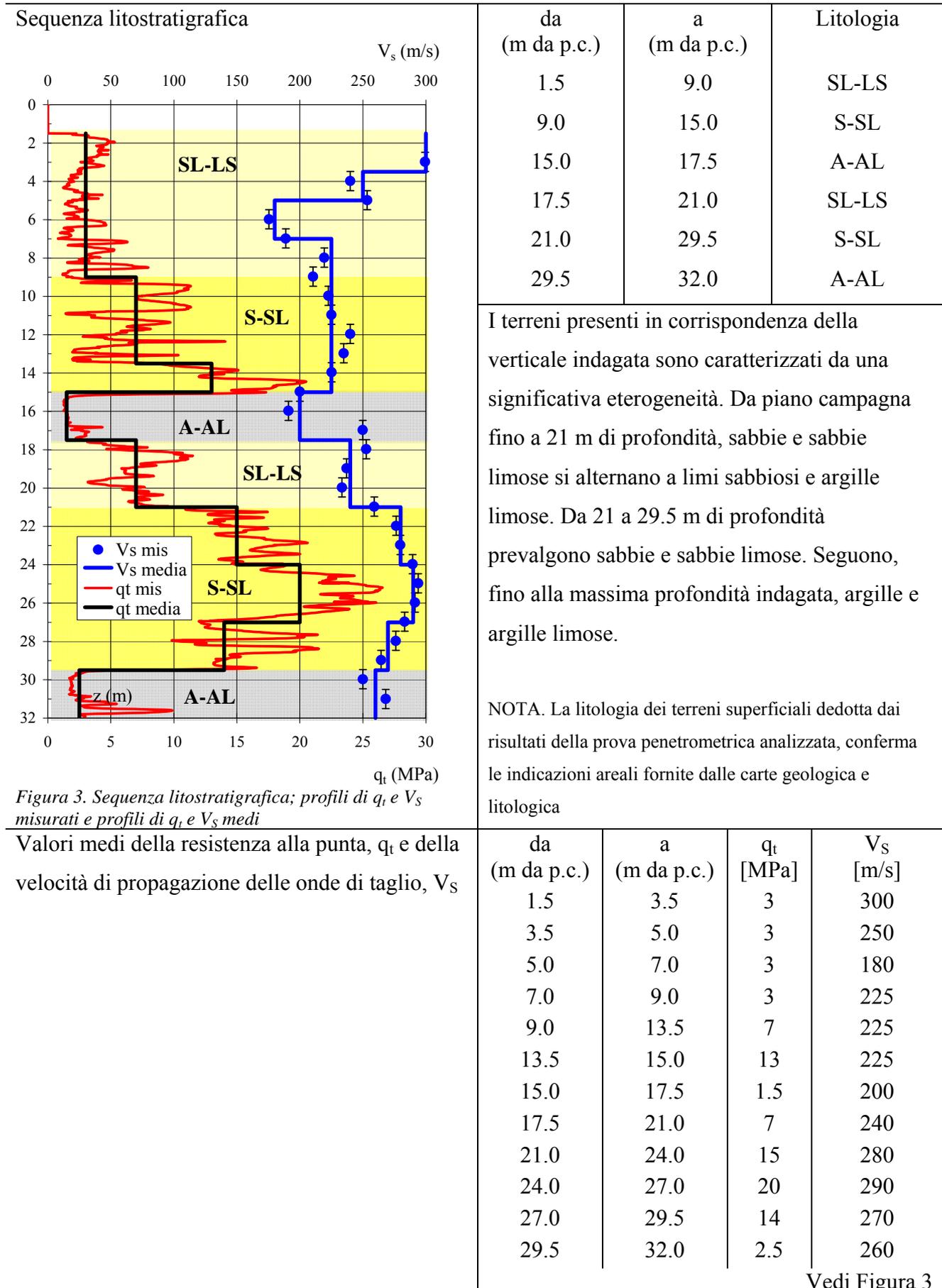


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU12





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D_R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
1.5 – 3.5	45	39	33		165	396	
3.5 – 5.0	42	38	32		115	275	
5.0 – 7.0	38	36	32		59	143	
7.0 – 9.0	35		31		93	223	
9.0 – 13.5	55	38	32		93	223	
13.5 – 15.0	70	40	32		93	223	
15.0 – 17.5				60	73	176	220
17.5 – 21.0	50	35	30		106	254	
21.0 – 24.0	70	39	31		144	345	
24.0 – 27.0	75	40	32		154	370	
27.0 – 29.5	65	37	30		134	321	
29.5 – 32.0				100	124	298	372

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{s,30}$	$V_{s,30} = 243.5$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 4.76 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per addensamento post-sisma

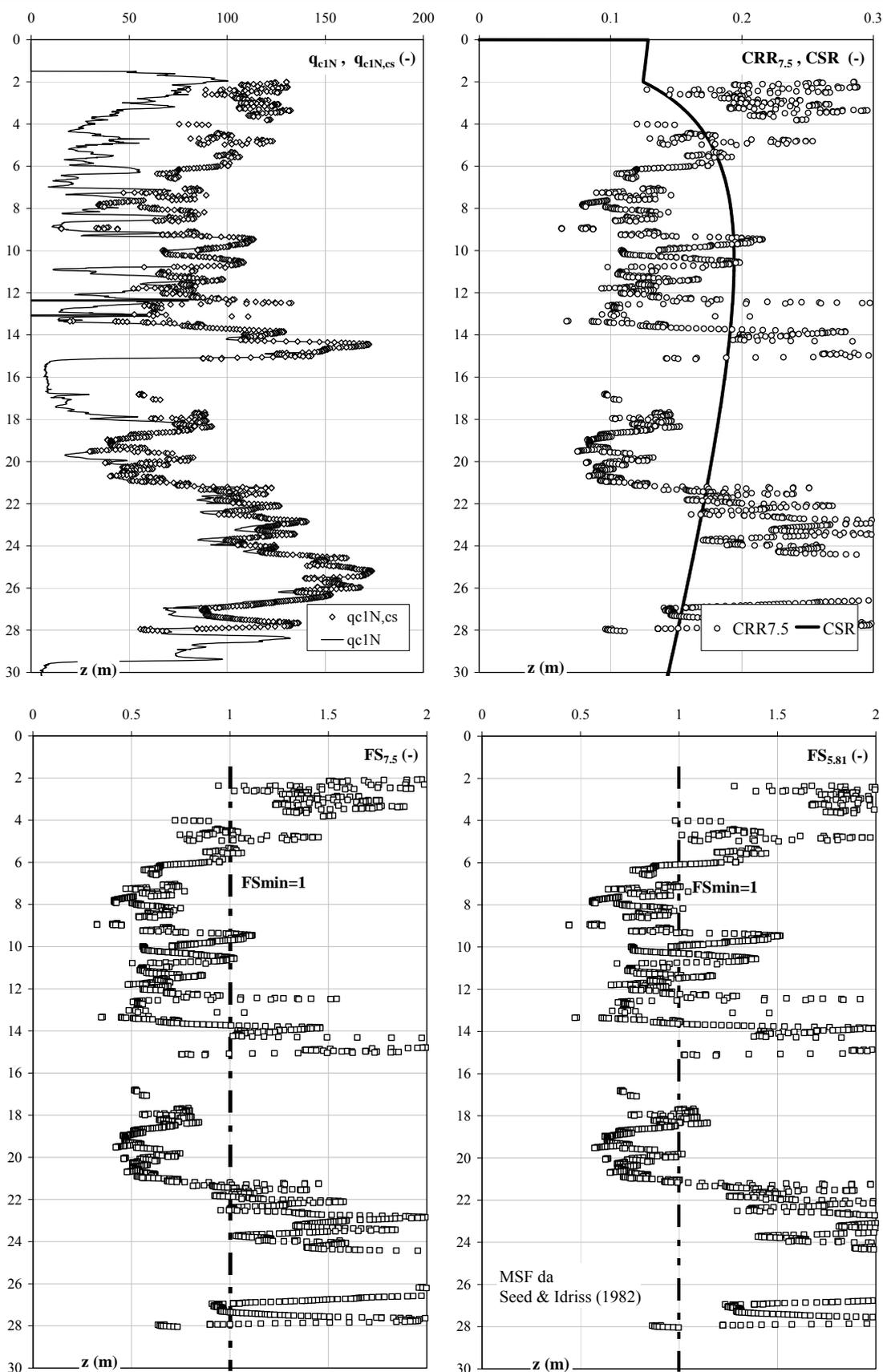
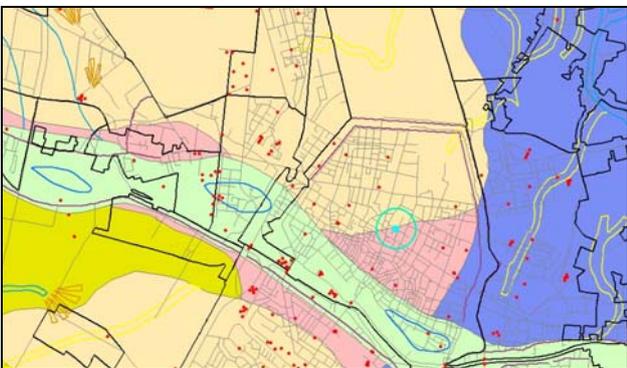
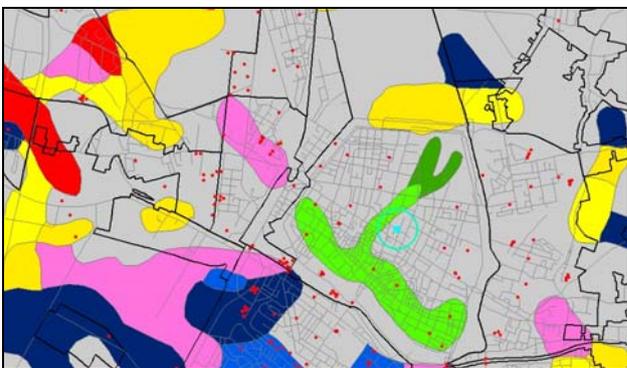


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 13

Località	Teatro Boldini
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	<p>La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e grossolane, tipiche di depositi di piana a meandri (carta geologica).</p> <p>In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).</p>
 <p>(a)</p>	 <p>(b)</p>
<p>Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico</p>	
<p>Legenda carta geologica-deposizionale</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine Limi e limi argillosi - Depositi di palude 	<p>Legenda carta litologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbia Sabbie limose Sabbie argillose Limo Limi sabbiosi Limi argillosi Argille Argille sabbiose Argille limose Miscela ternaria
<p>Legenda carta geomorfologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Argine maestro del Po Confine comunale Paleoalvei dossivi alti Paleoalvei dossivi bassi Paleoalvei non dossivi Forme di esondazione Point bar Paleoargini Paleoisole Zone di infrigidimento 	<ul style="list-style-type: none"> Prove Penetrometriche SCPTU13
Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU13, eseguita in data 22/4/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 22/04/2010)	Max profondità indagata H = 31.0 m z _F = 2-4 m da piano campagna locale (p.c.)

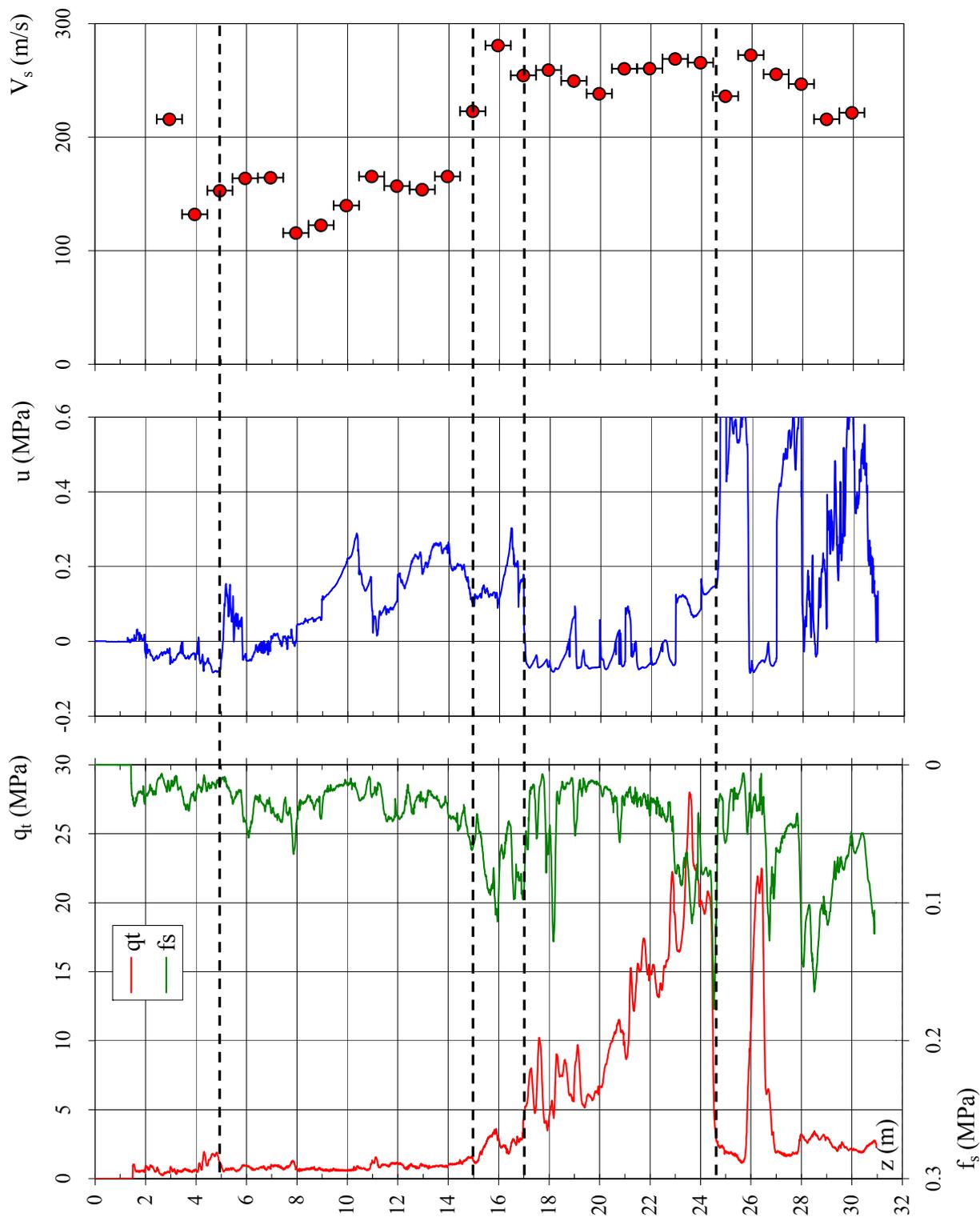
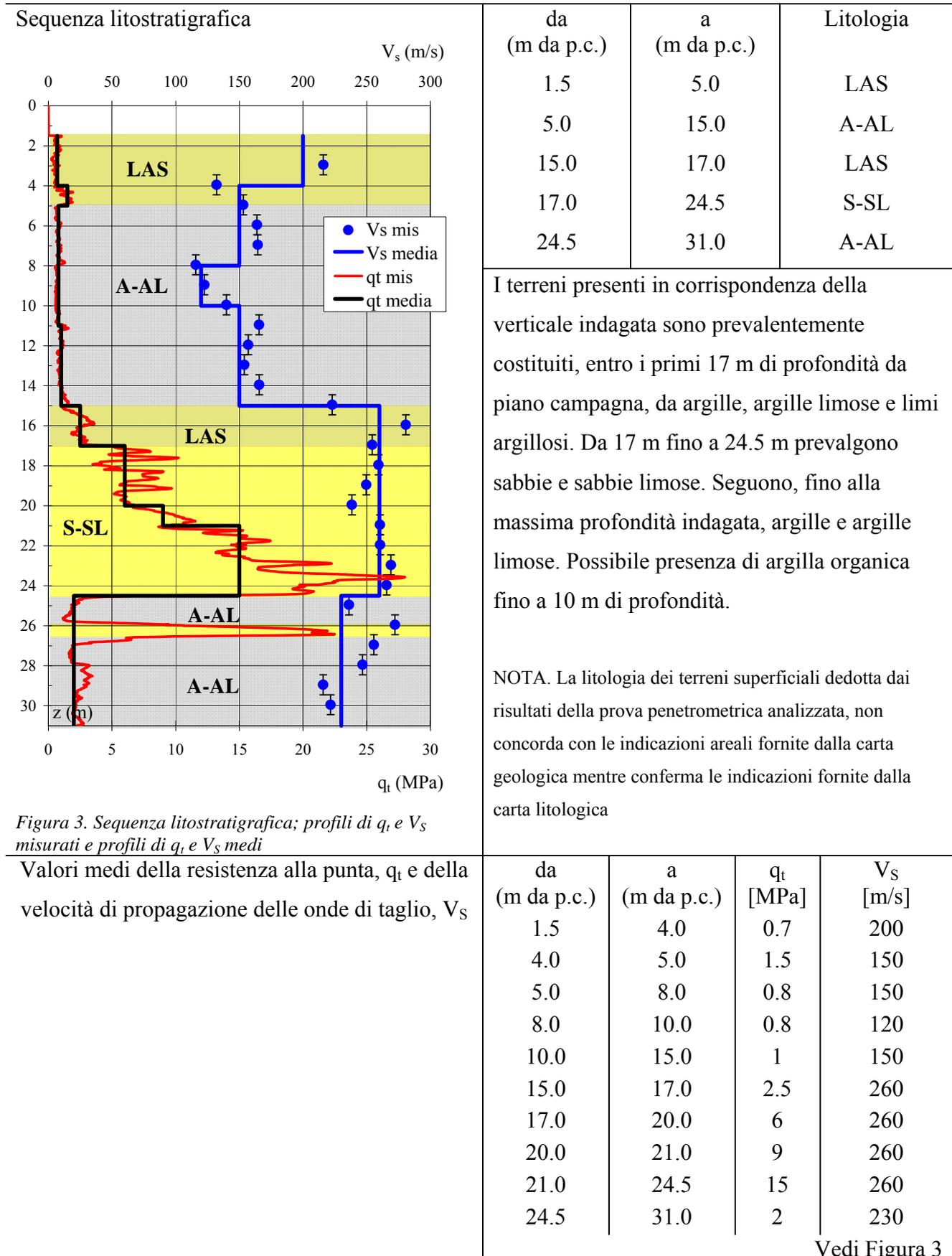


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU13





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 4.0				37	73	176	220
4.0 – 5.0				70	41	99	124
5.0 – 8.0				35	41	99	124
8.0 – 10.0				32	26	63	79
10.0 – 15.0				38	41	99	124
15.0 – 17.0				110	124	298	372
17.0 – 20.0	45	34	30		124	298	
20.0 – 21.0	55	36	30		124	298	
21.0 – 24.5	70	39	31		124	298	
24.5 – 31.0				75	97	233	291

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{s,30}$	$V_{s,30} = 196$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.85 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

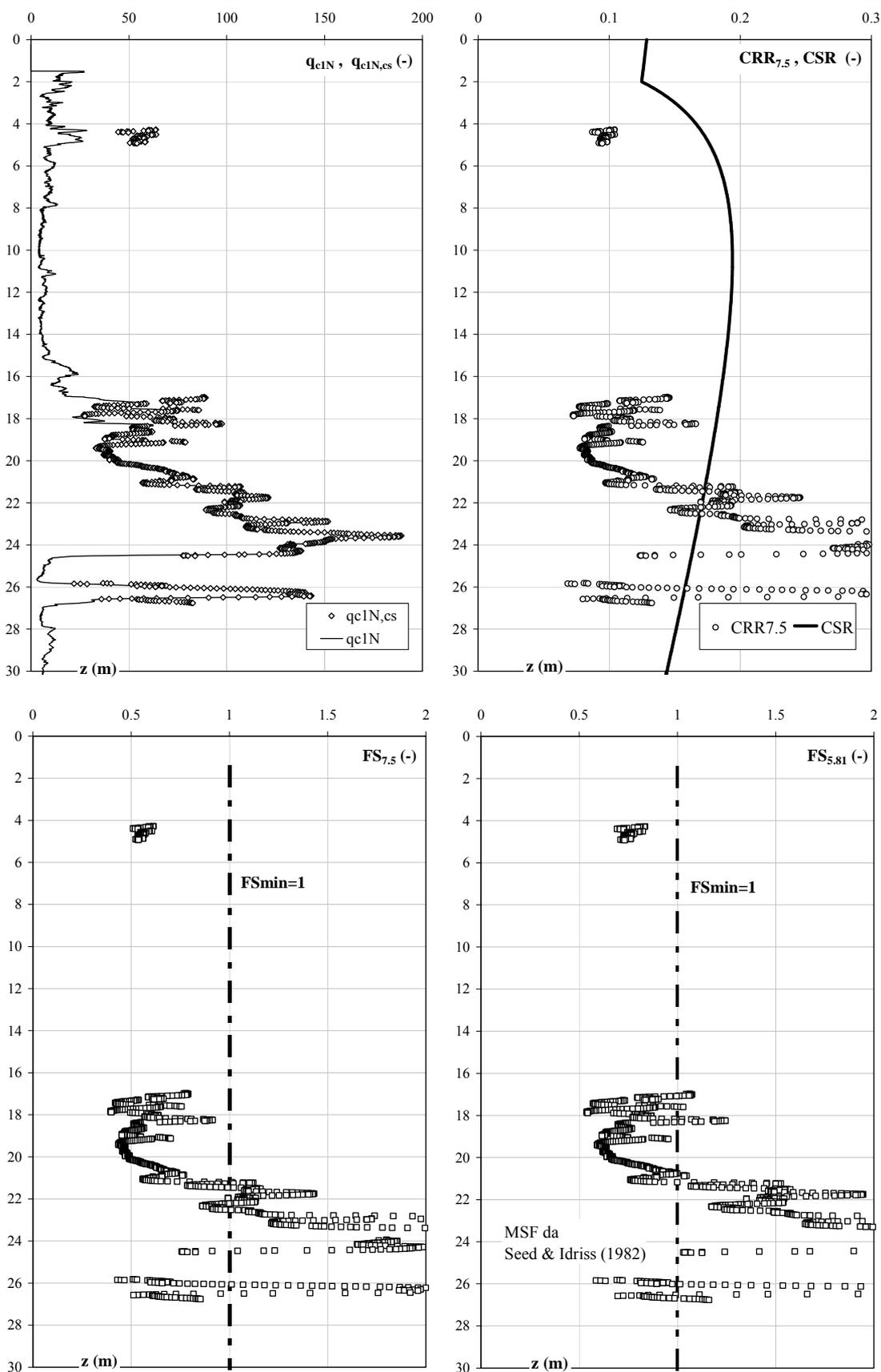


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 15

Località	Biblioteca Ariosteia				
<p>Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b</p>	<p>La verticale analizzata si trova in prossimità del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e grossolane, tipiche di depositi di piana a meandri (carta geologica). In superficie emergono limi sabbiosi (carta litologica).</p>				
<p>Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico</p>					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Legenda carta geologica-deposizionale</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine Limi e limi argillosi - Depositi di palude </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Legenda carta litologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbia Sabbie limose Sabbie argillose Limo Limi sabbiosi Limi argillosi Argille Argille sabbiose Argille limose Miscela ternaria </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="vertical-align: top;"> <p>Legenda carta geomorfologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Argine maestro del Po Confine comunale Paleoalvei dossivi alti Paleoalvei dossivi bassi Paleoalvei non dossivi Forme di esondazione Point bar Paleoargini Paleoisole Zone di infrigidimento </td> </tr> </table>		<p>Legenda carta geologica-deposizionale</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine Limi e limi argillosi - Depositi di palude 	<p>Legenda carta litologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbia Sabbie limose Sabbie argillose Limo Limi sabbiosi Limi argillosi Argille Argille sabbiose Argille limose Miscela ternaria 	<p>Legenda carta geomorfologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Argine maestro del Po Confine comunale Paleoalvei dossivi alti Paleoalvei dossivi bassi Paleoalvei non dossivi Forme di esondazione Point bar Paleoargini Paleoisole Zone di infrigidimento 	
<p>Legenda carta geologica-deposizionale</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine Limi e limi argillosi - Depositi di palude 	<p>Legenda carta litologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbia Sabbie limose Sabbie argillose Limo Limi sabbiosi Limi argillosi Argille Argille sabbiose Argille limose Miscela ternaria 				
<p>Legenda carta geomorfologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Argine maestro del Po Confine comunale Paleoalvei dossivi alti Paleoalvei dossivi bassi Paleoalvei non dossivi Forme di esondazione Point bar Paleoargini Paleoisole Zone di infrigidimento 					
<p>Indagini geognostiche analizzate</p>	<p>N. 1 prova SCPTU (SCPTU15, eseguita in data 16/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 31.0 m</p>				
<p>Profondità della falda (alla data 16/03/2010)</p>	<p>$Z_F = 2-4$ m da piano campagna locale (p.c.)</p>				

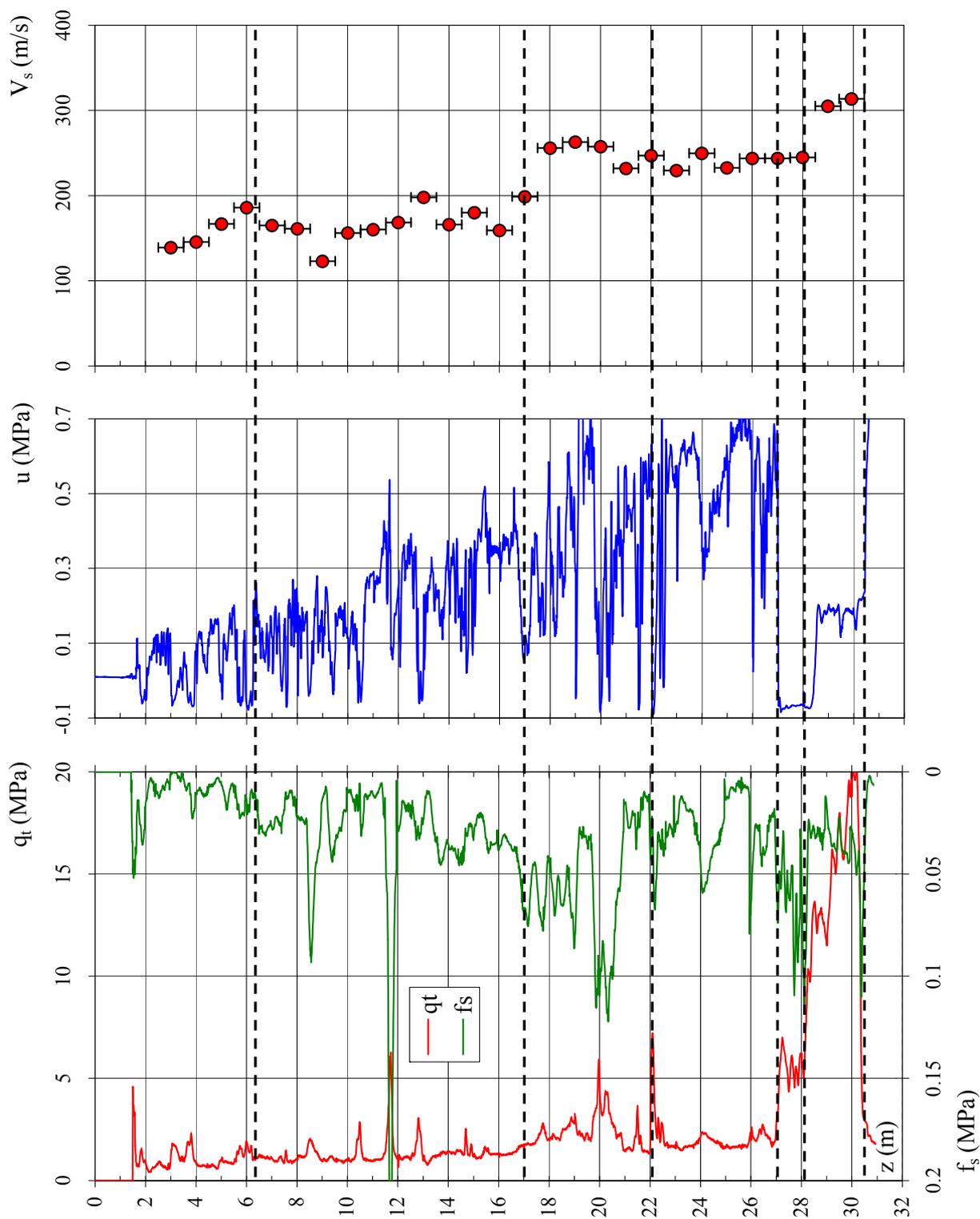


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU15

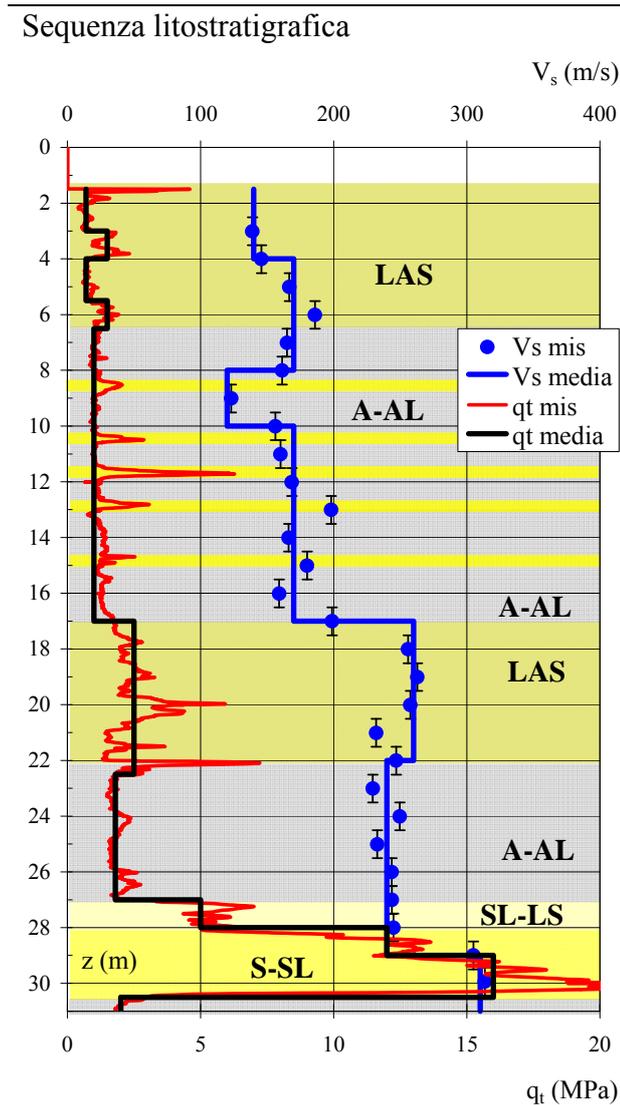


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	6.5	LAS
6.5	17.0	A-AL
17.0	22.0	LAS
22.0	27.0	A-AL
27.0	28.0	SL-LS
28.0	30.5	S-SL
30.5	31.0	A-AL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, fino alla massima profondità indagata, prevalentemente a grana fine, costituiti da limo argilloso con moderato contenuto di sabbia, alternato ad argilla e argilla limosa e con frequenti intercalazioni di spessore centimetrico di sabbia limosa. Tra 27 e 30.5 m di profondità è presente uno strato continuo di sabbia, sabbia limosa e limo sabbioso. Possibile presenza di argilla organica fino a 5.5 m di profondità.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, non concorda con le indicazioni areali fornite dalla carta geologica e conferma parzialmente quelle fornite dalla carta litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	3.0	0.7	140
3.0	4.0	1.5	140
4.0	5.5	0.7	170
5.5	6.5	1.5	170
6.5	8.0	1	170
8.0	10.0	1	120
10.0	17.0	1	170
17.0	22.0	2.5	260
22.0	27.0	1.8	240
27.0	28.0	5	240
28.0	29.0	12	240
29.0	30.5	16	310
30.5	31.0	2	310

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 3.0				33	36	86	108
3.0 – 4.0				72	36	86	108
4.0 – 5.5				30	53	127	159
5.5 – 6.5				70	53	127	159
6.5 – 8.0				45	53	127	159
8.0 – 10.0				42	26	63	79
10.0 – 17.0				35	53	127	159
17.0 – 22.0				110	124	298	372
22.0 – 27.0				70	106	254	317
27.0 – 28.0	35		28		106	254	
28.0 – 29.0	60	37	30		106	254	
29.0 – 30.5	70	38	31		176	423	
30.5 – 31.0				70	176	423	529

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 190$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	S2
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 6.11 (alto) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, liquefazione e cedimenti indotti dalla liquefazione, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

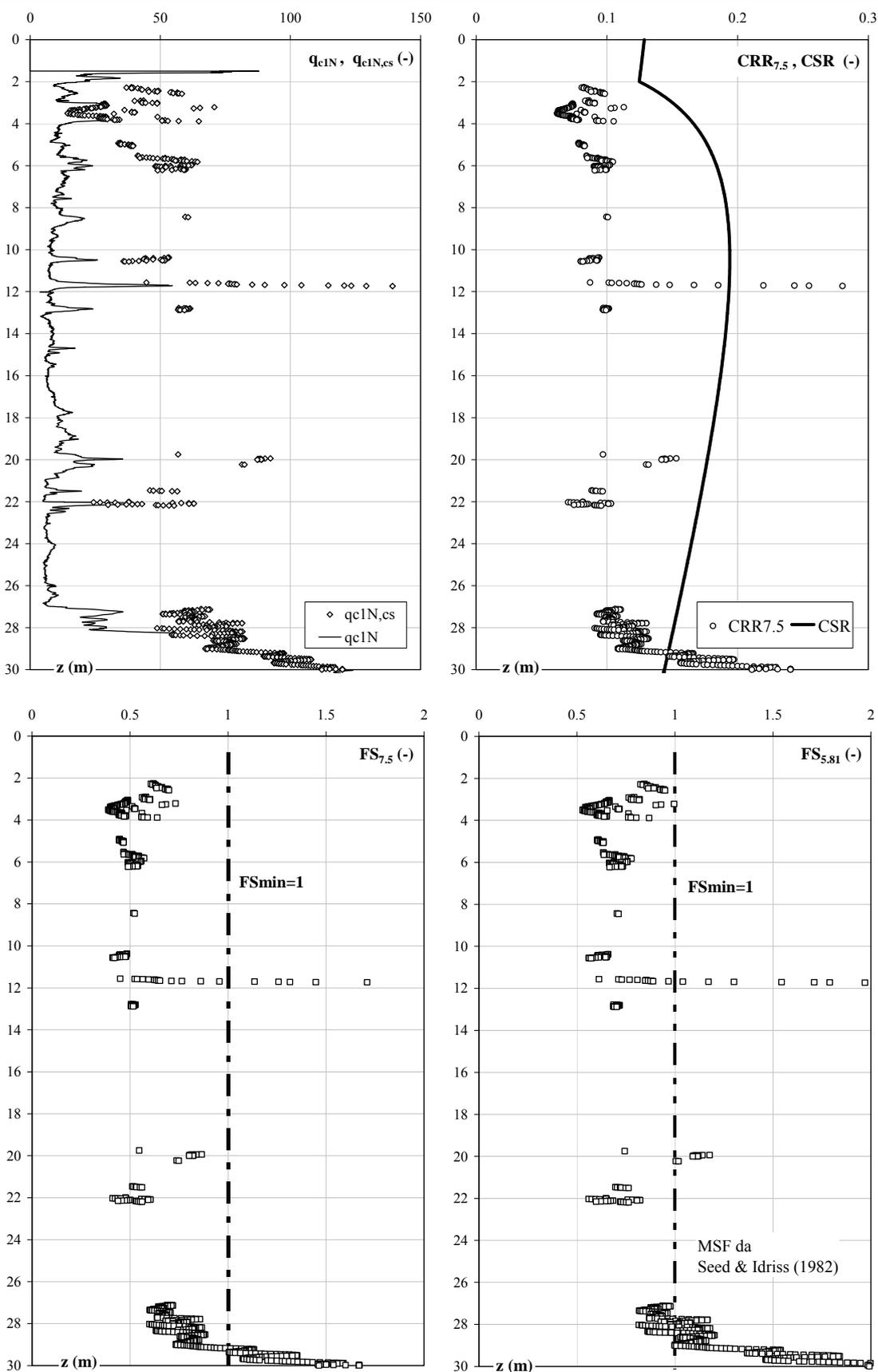
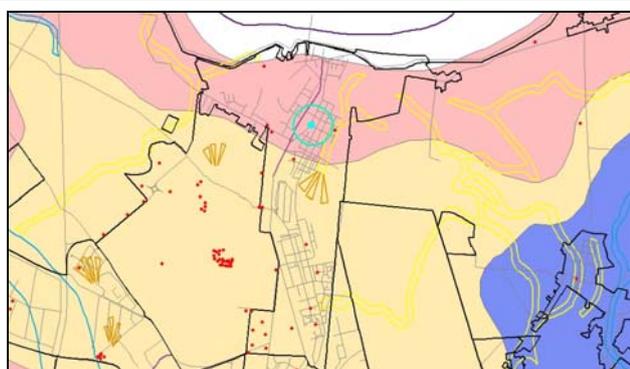


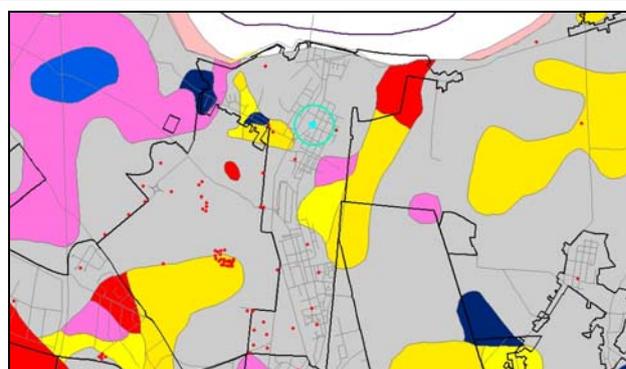
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 17

Località	Istituto Comprensivo Cosmè Tura
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova immediatamente a sud del Po ed in prossimità di un paleoalveo non dossivo (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e grossolane, tipiche di depositi di piana a meandri (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU17, eseguita in data 08/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 08/03/2010)	Max profondità indagata H = 22.0 m
Profondità del livello di saturazione (alla data 08/03/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.) $z_S = 2-4$ m da p.c.

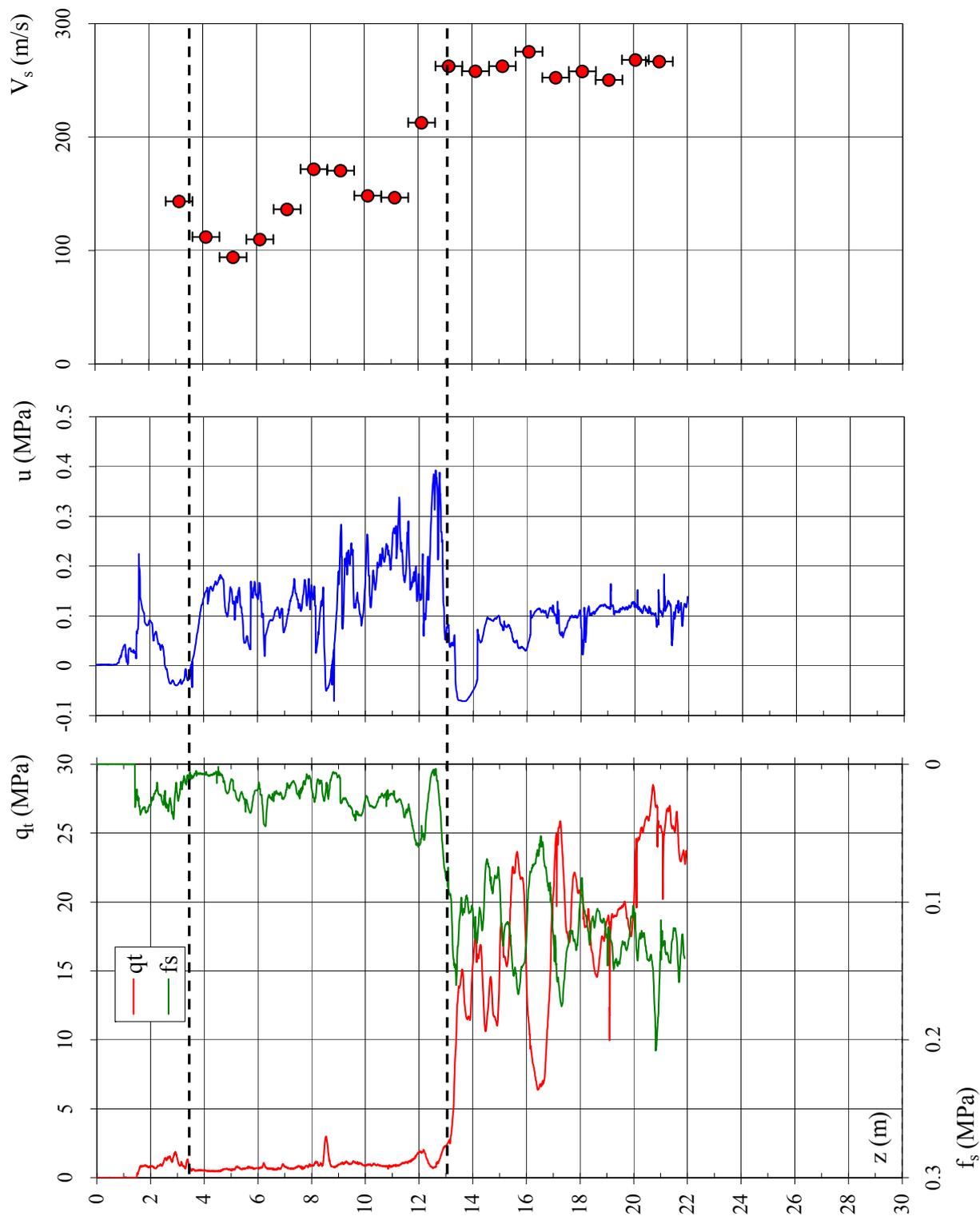
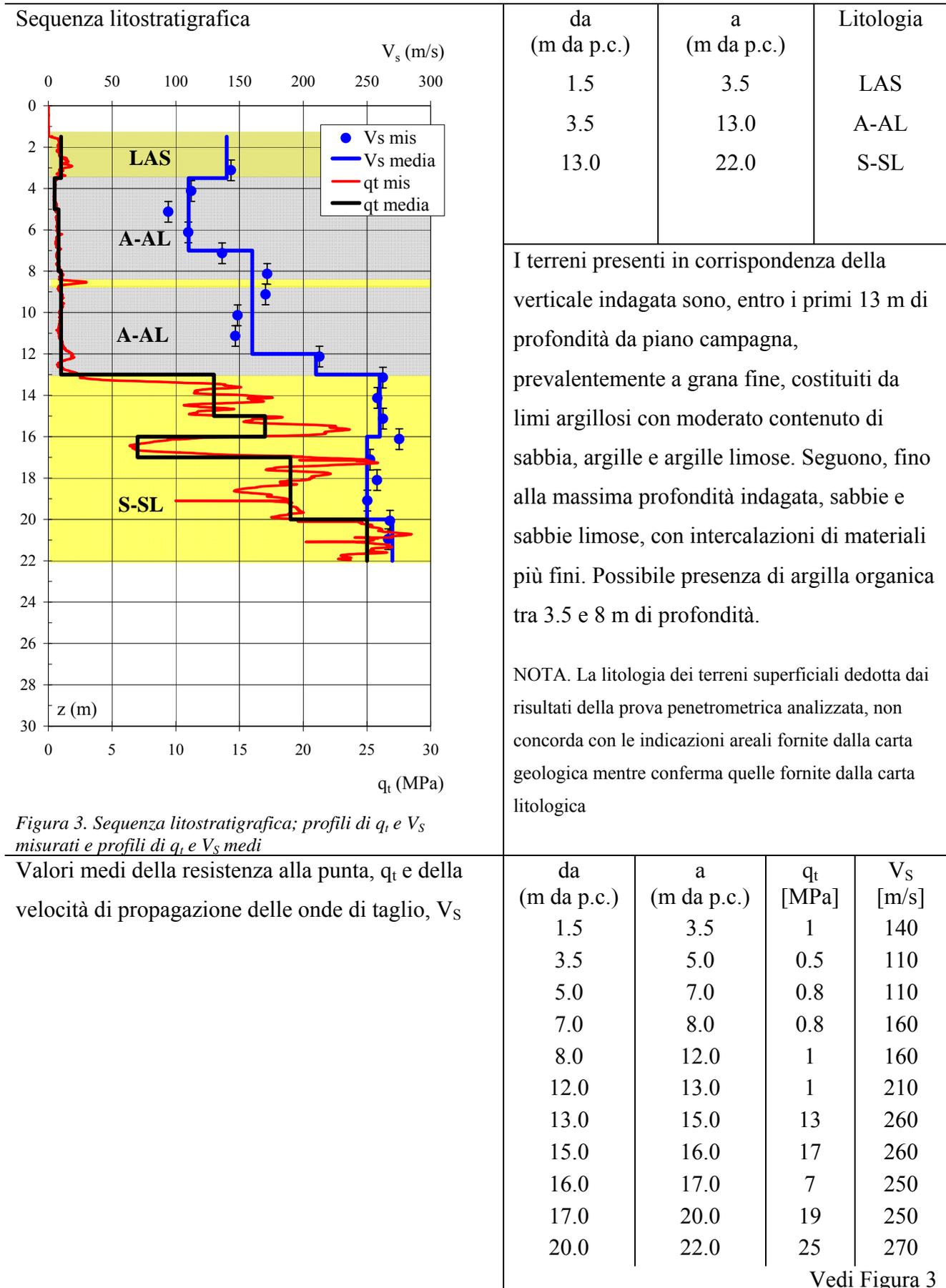


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU17





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 3.5				50	36	86	108
3.5 – 5.0				20	22	53	67
5.0 – 7.0				35	22	53	67
7.0 – 8.0				35	47	113	141
8.0 – 12.0				41	47	113	141
12.0 – 13.0				39	81	194	243
13.0 – 15.0	70	40	33		124	298	
15.0 – 16.0	80	42	33		124	298	
16.0 – 17.0	50	37	31		115	275	
17.0 – 20.0	80	41	33		115	275	
20.0 – 22.0	85	42	33		134	321	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, V _{S,H}	V _{S,H} = 173 m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 193 m/s da 22 a 30 m assunto V _S = 267 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.17 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

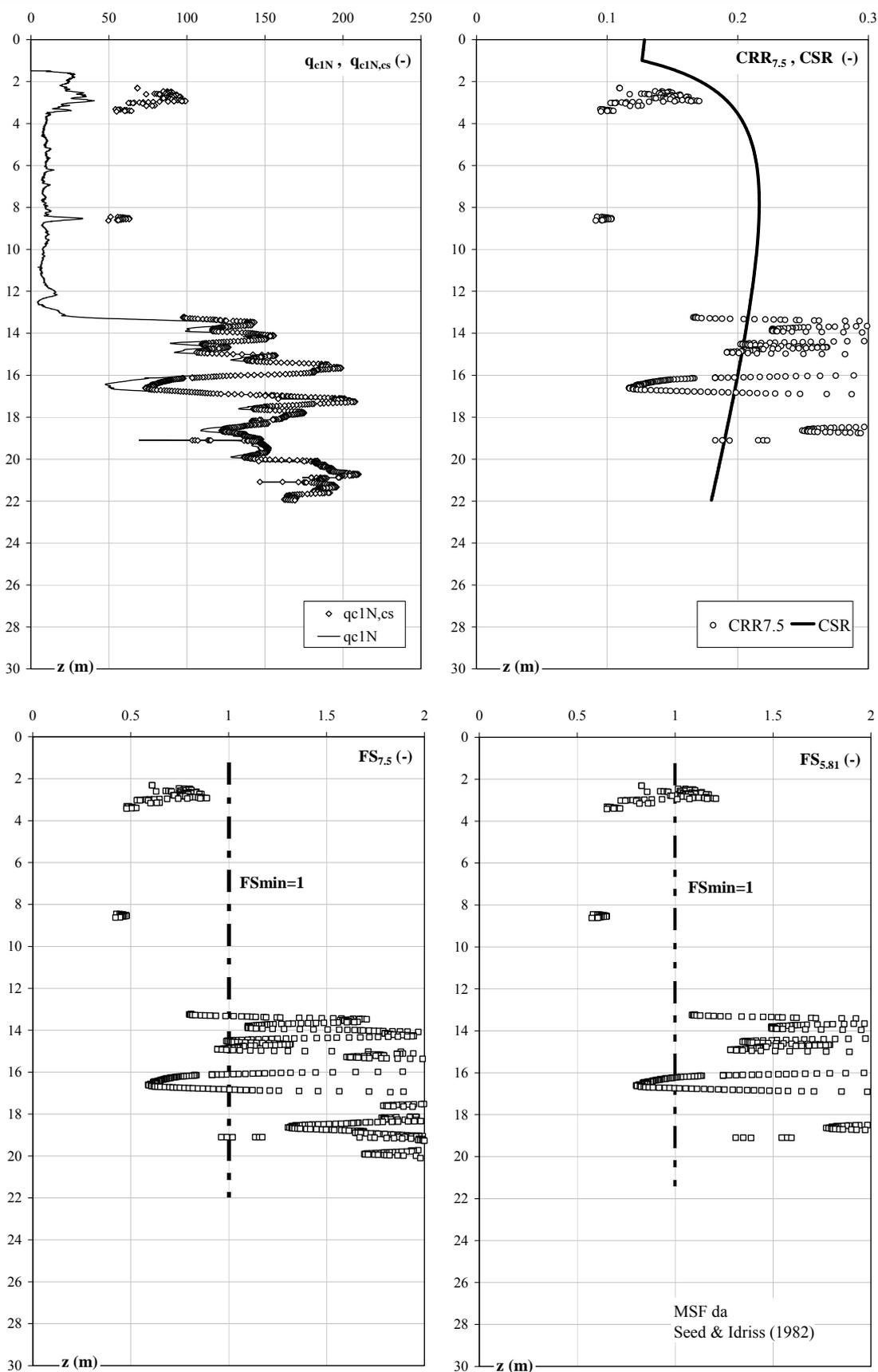
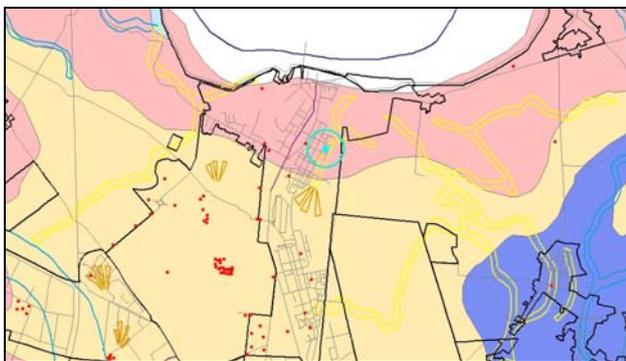


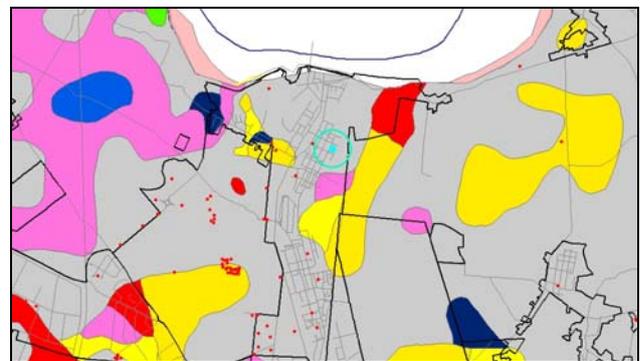
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 18

Località	Scuola Materna Ponte
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova immediatamente a sud del Po ed in corrispondenza di un paleoalveo non dossivo (carta geomorfologica), in un’area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e grossolane, tipiche di depositi di piana a meandri (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU18
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU18, eseguita in data 05/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 25.0 m
Profondità della falda (alla data 05/03/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 05/03/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

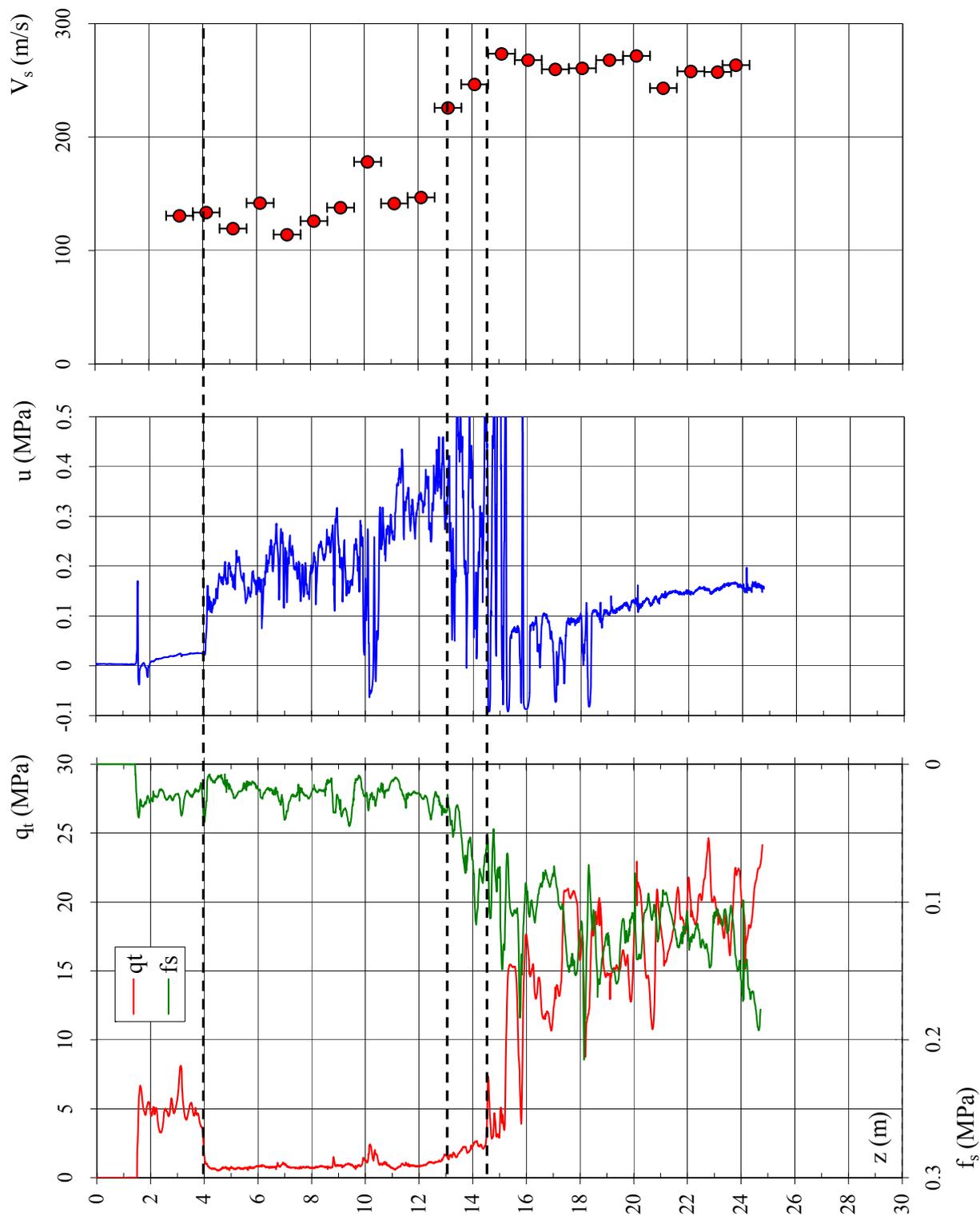


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU18

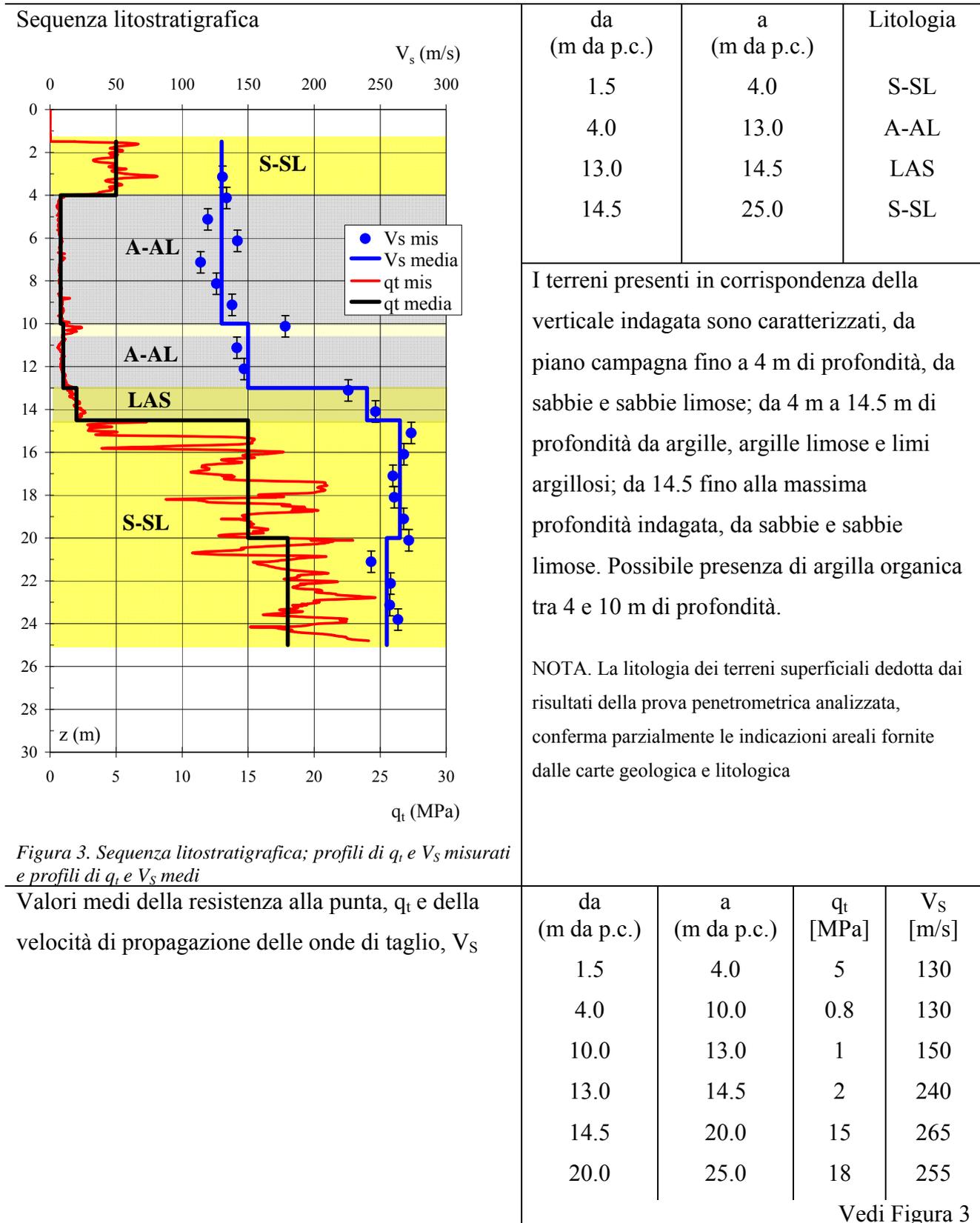


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D_R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
1.5 – 4.0	65	42	33		31	74	
4.0 – 10.0				33	31	74	93
10.0 – 13.0				40	41	99	124
13.0 – 14.5				90	106	254	317
14.5 – 20.0	75	41	33		129	309	
20.0 – 25.0	75	40	32		119	286	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, $V_{S,H}$	$V_{S,H} = 176$ m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 189$ m/s* da 25 a 30 m assunto $V_S = 263$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.7 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

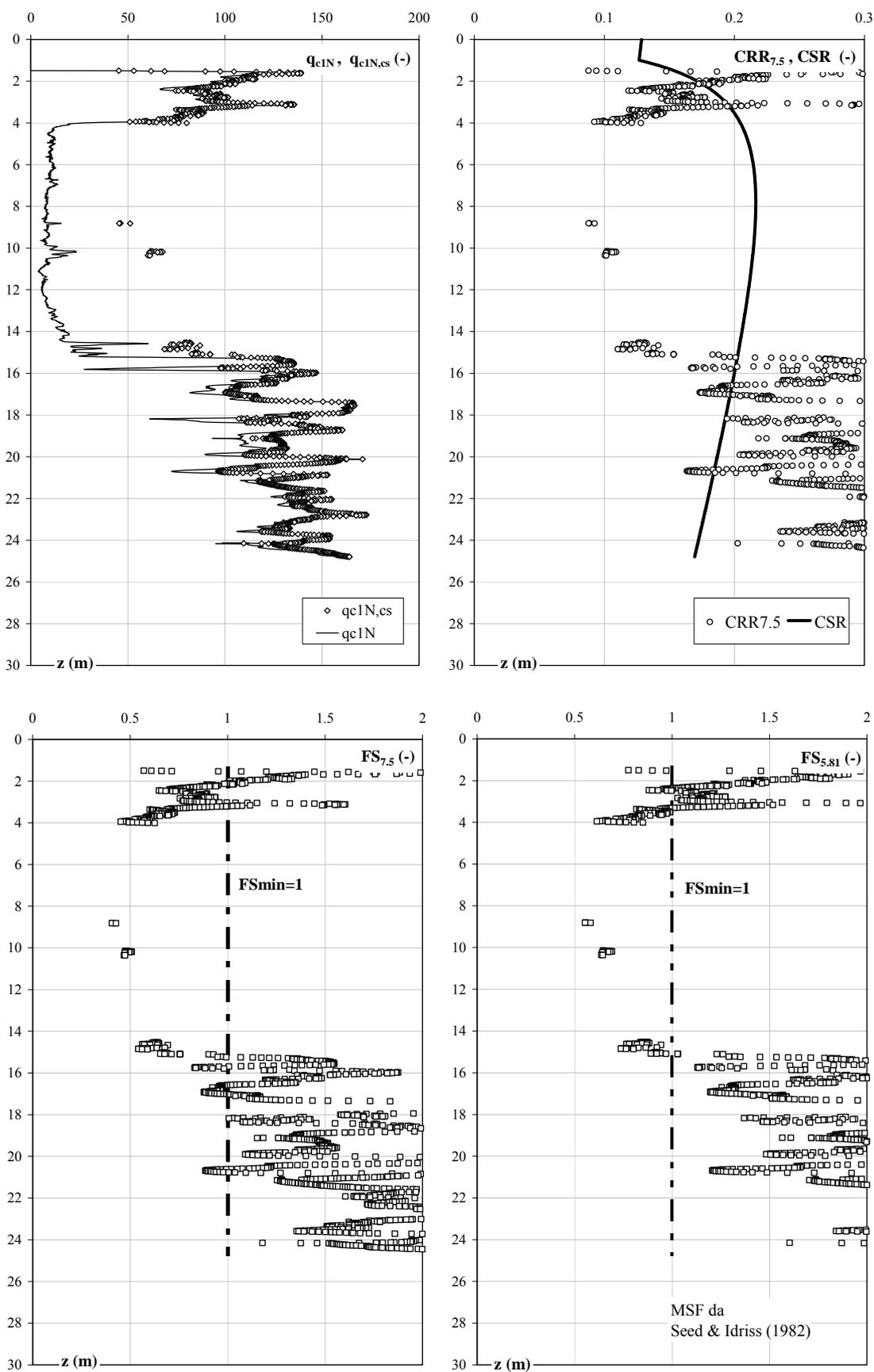
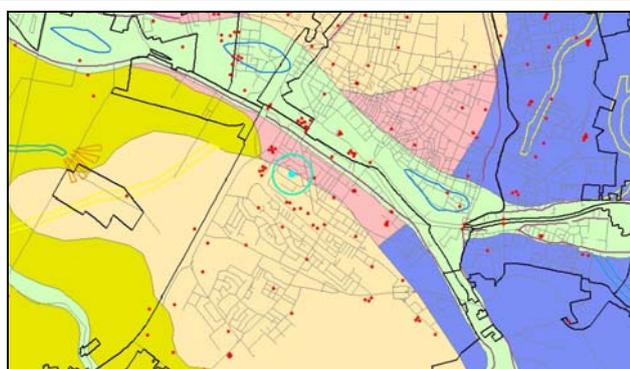


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 19

Località	Via Lana
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova immediatamente a sud del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati, litotipi tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono argille limose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU19
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU19, eseguita in data 16/04/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 16/04/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 16/04/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

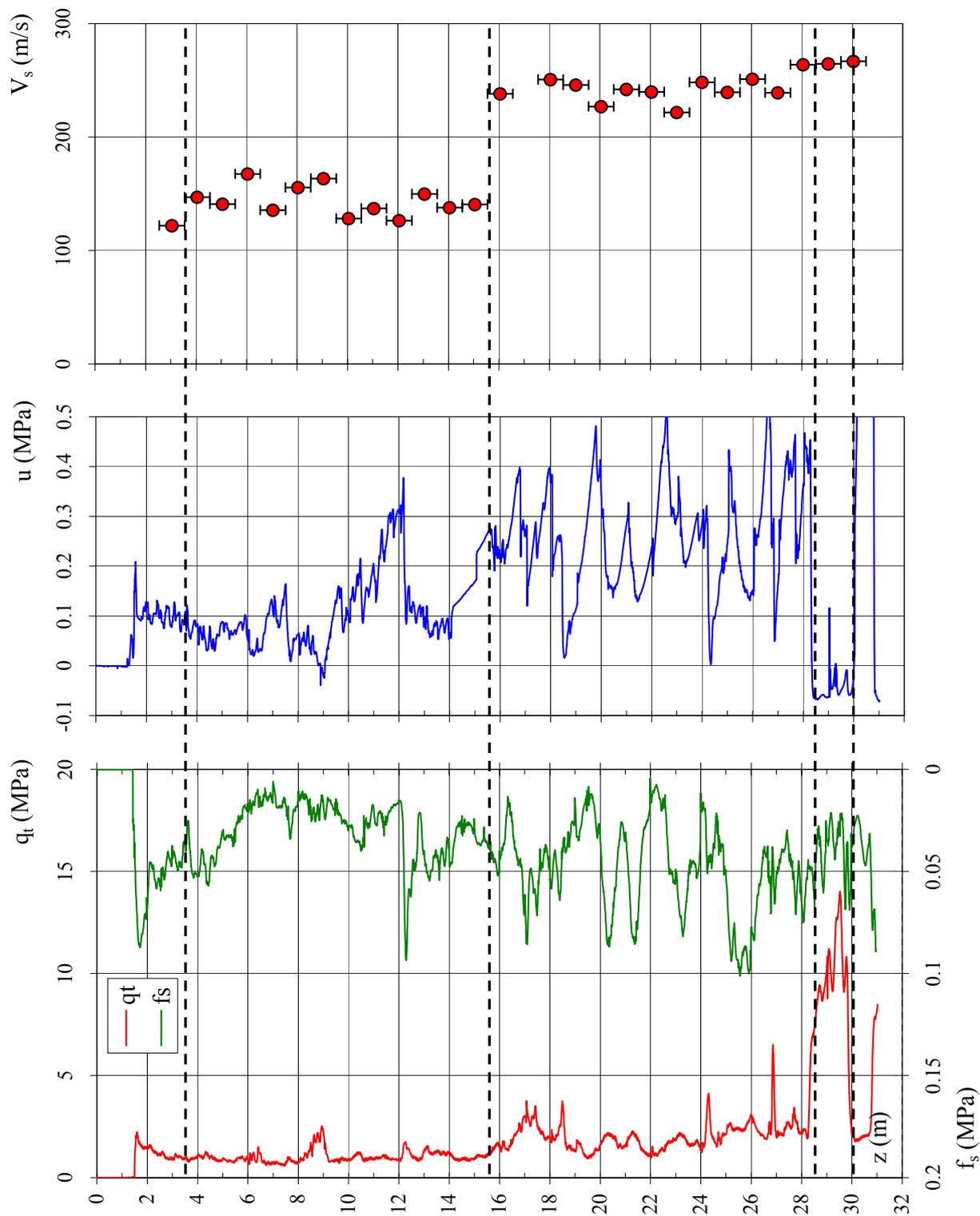
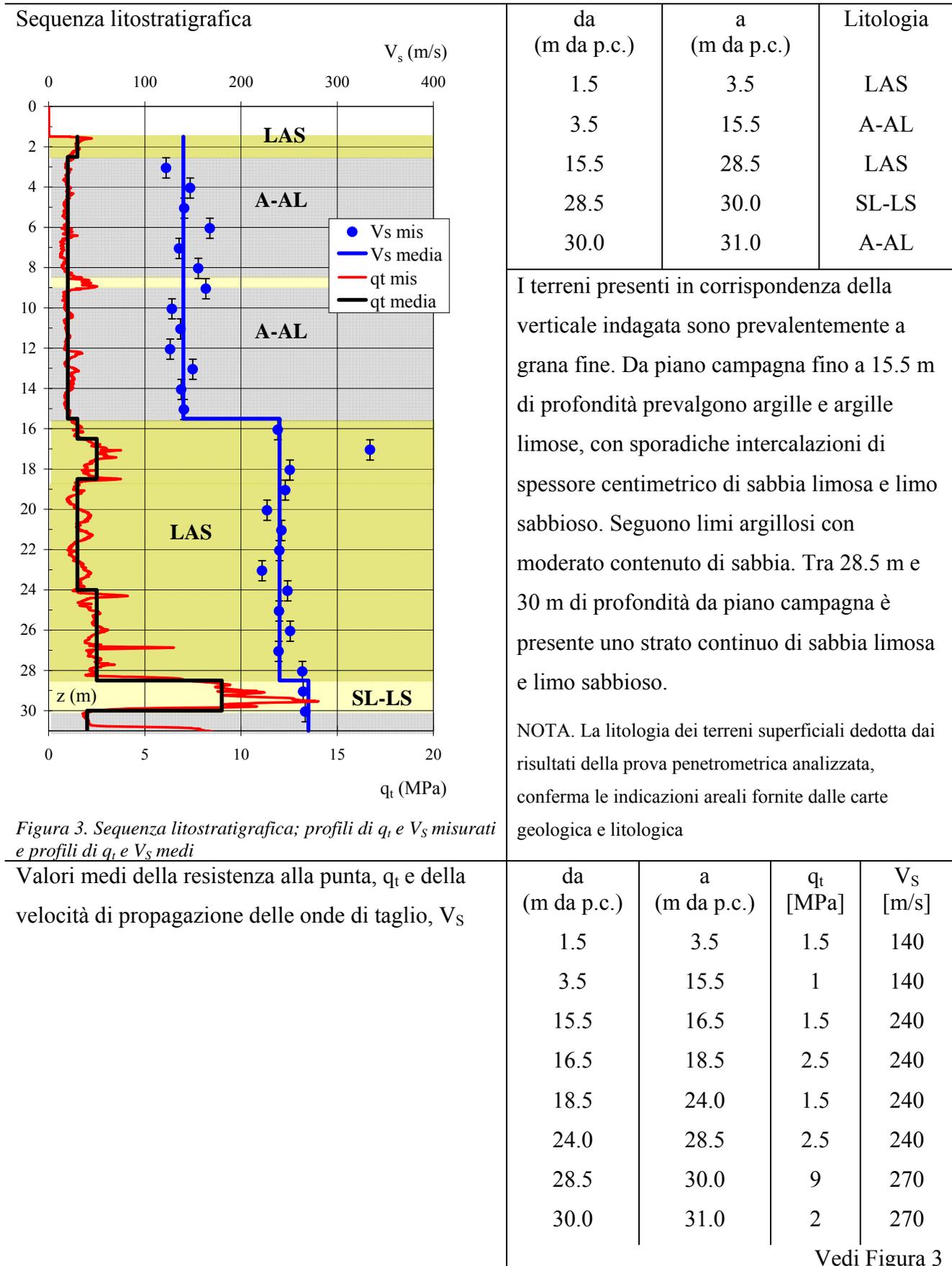


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU19





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 3.5				70	36	86	108
3.5 – 15.5				43	36	86	108
15.5 – 16.5				60	106	254	317
16.5 – 18.5				110	106	254	317
18.5 – 24.0				55	106	254	317
24.0 – 28.5				100	106	254	317
28.5 – 30.0	50	35	29		134	321	
30.0 – 31.0				70	134	321	401

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{s,30}$	$V_{s,30} = 178$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.5 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

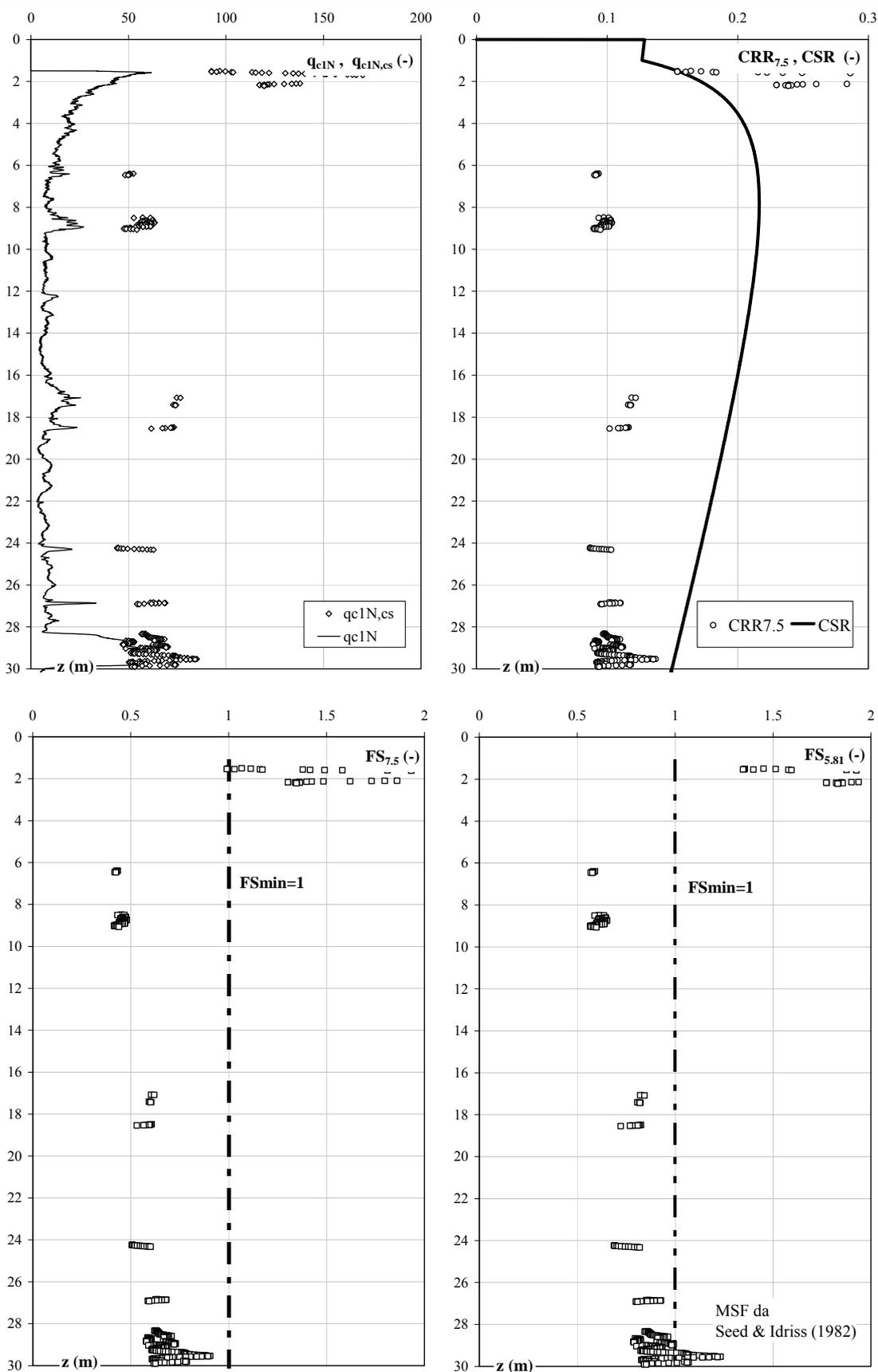
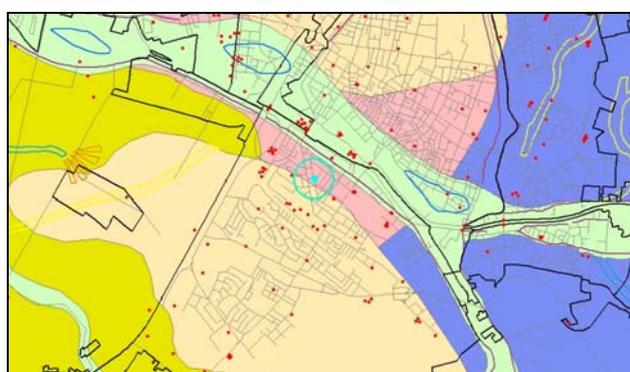


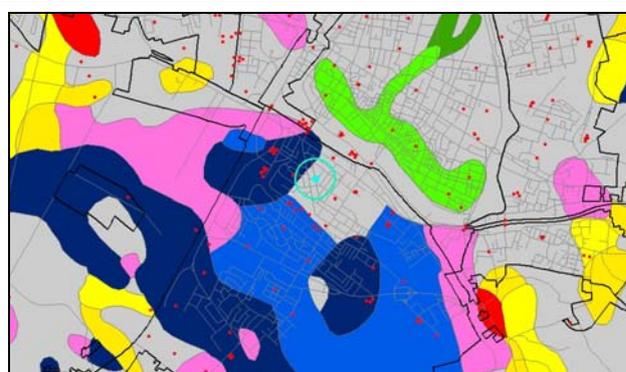
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 20

Località	Via Cattaneo
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova immediatamente a sud del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e grossolane, tipiche di depositi di piana a meandri (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU20
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU20, eseguita in data 16/04/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 16/04/2010)	Max profondità indagata $H = 31.0$ m $z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 16/04/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

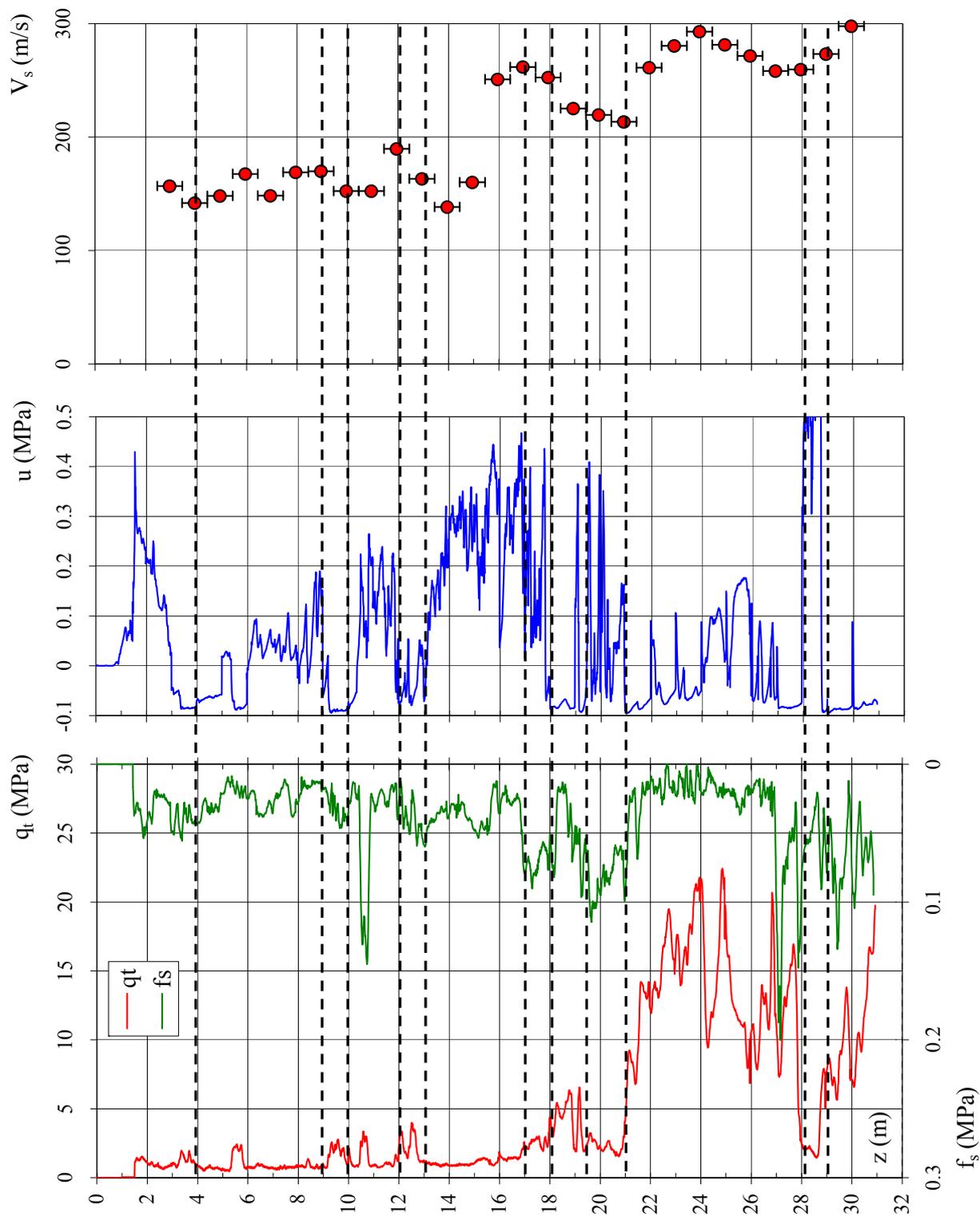
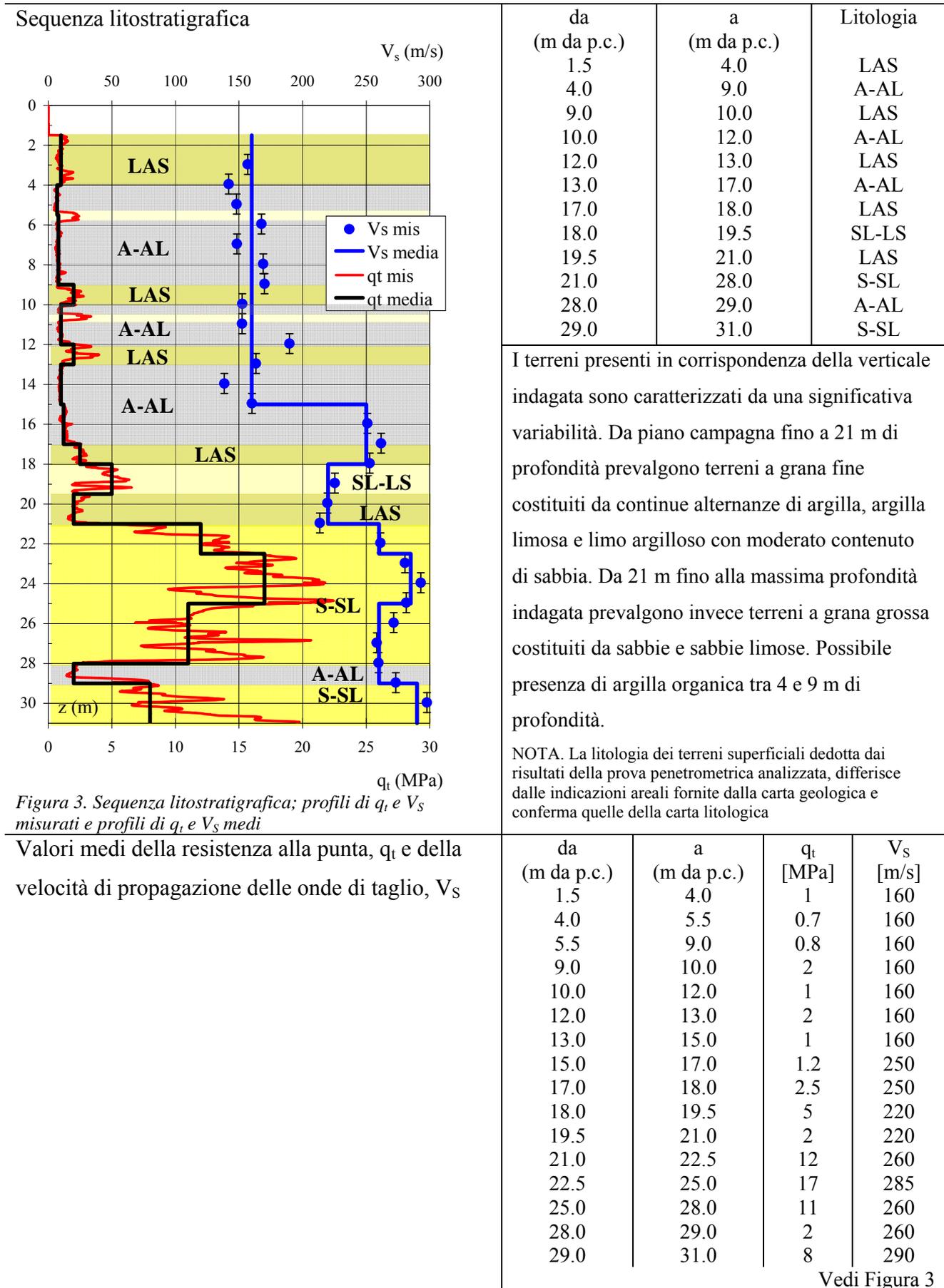


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU20





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
1.5 – 4.0				45	47	113	141
4.0 – 5.5				30	47	113	141
5.5 – 9.0				32	47	113	141
9.0 – 10.0	<30		27	91	47	113	141
10.0 – 12.0				40	47	113	141
12.0 – 13.0	<30		27	89	47	113	141
13.0 – 15.0				38	47	113	141
15.0 – 17.0				45	115	275	344
17.0 – 18.0				110	115	275	344
18.0 – 19.5	40	34	30		89	213	
19.5 – 21.0				80	89	213	266
21.0 – 22.5	65	38	31		124	298	
22.5 – 25.0	70	40	32		149	358	
25.0 – 28.0	60	37	30		124	298	
28.0 – 29.0				75	124	298	372
29.0 – 31.0	50	34	29		154	370	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{s,30}$	$V_{s,30} = 195$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 3.1 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

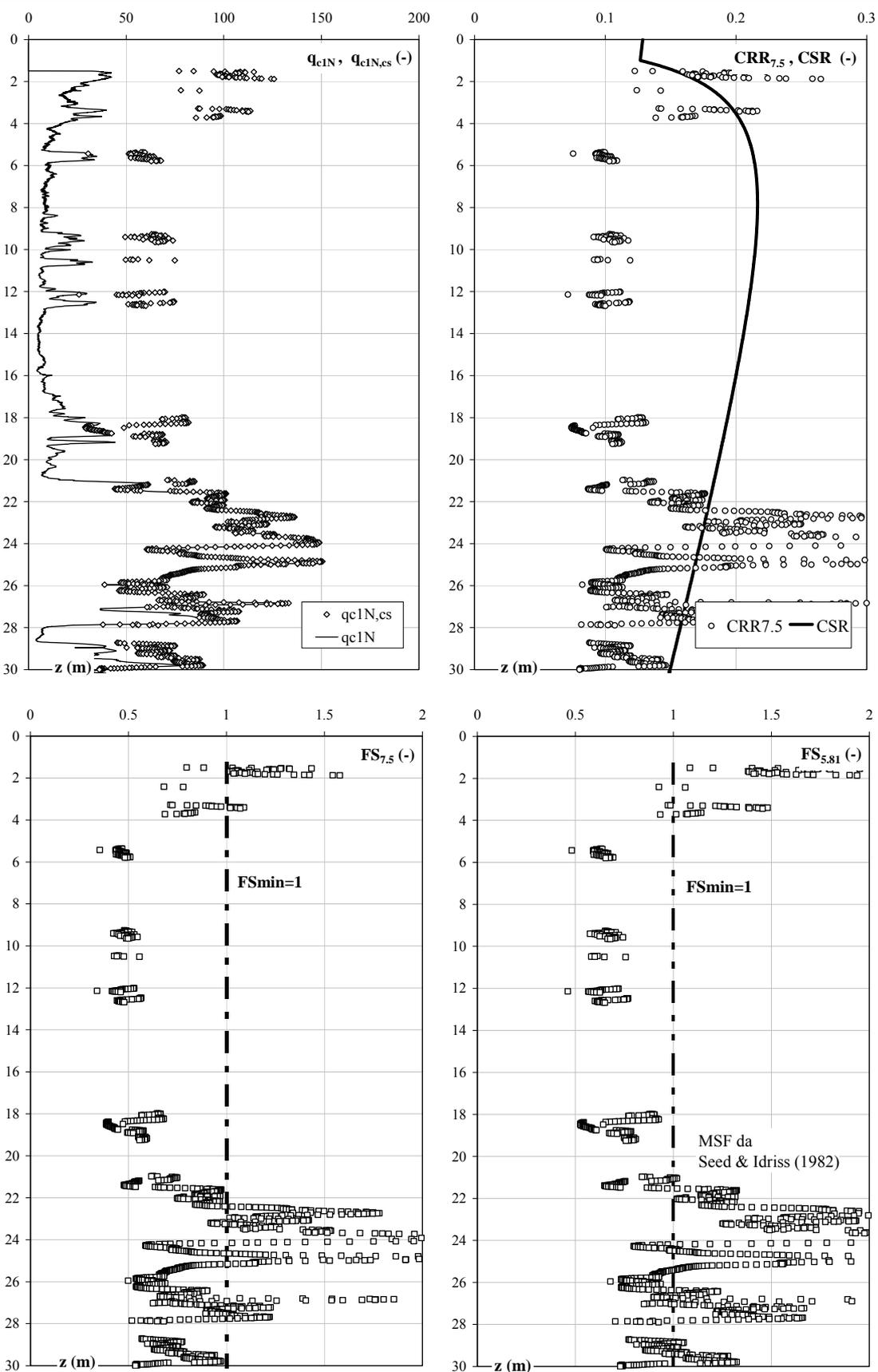
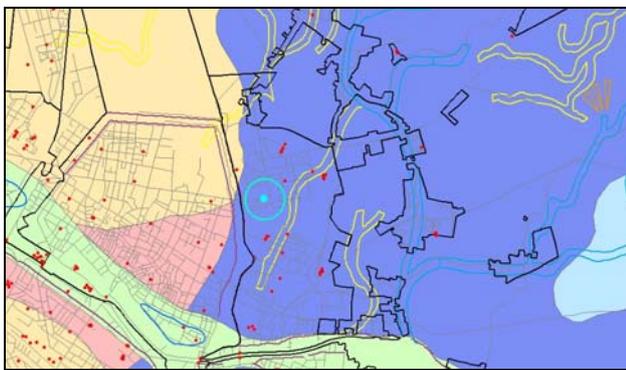


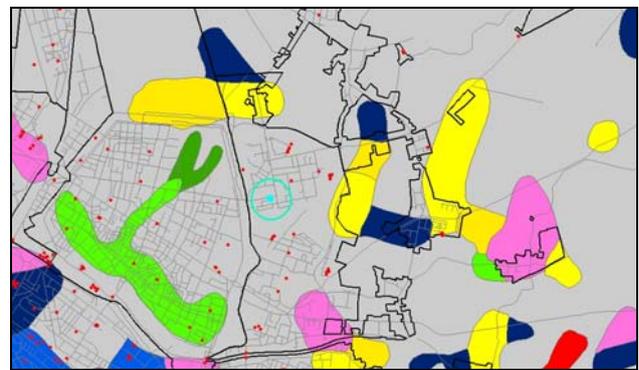
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 21

Località	Scuola Elementare A. Manzoni
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità di un paleoalveo non dossivo e a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un’area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU21, eseguita in data 12/04/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 27.5 m
Profondità della falda (alla data 12/04/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 12/04/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

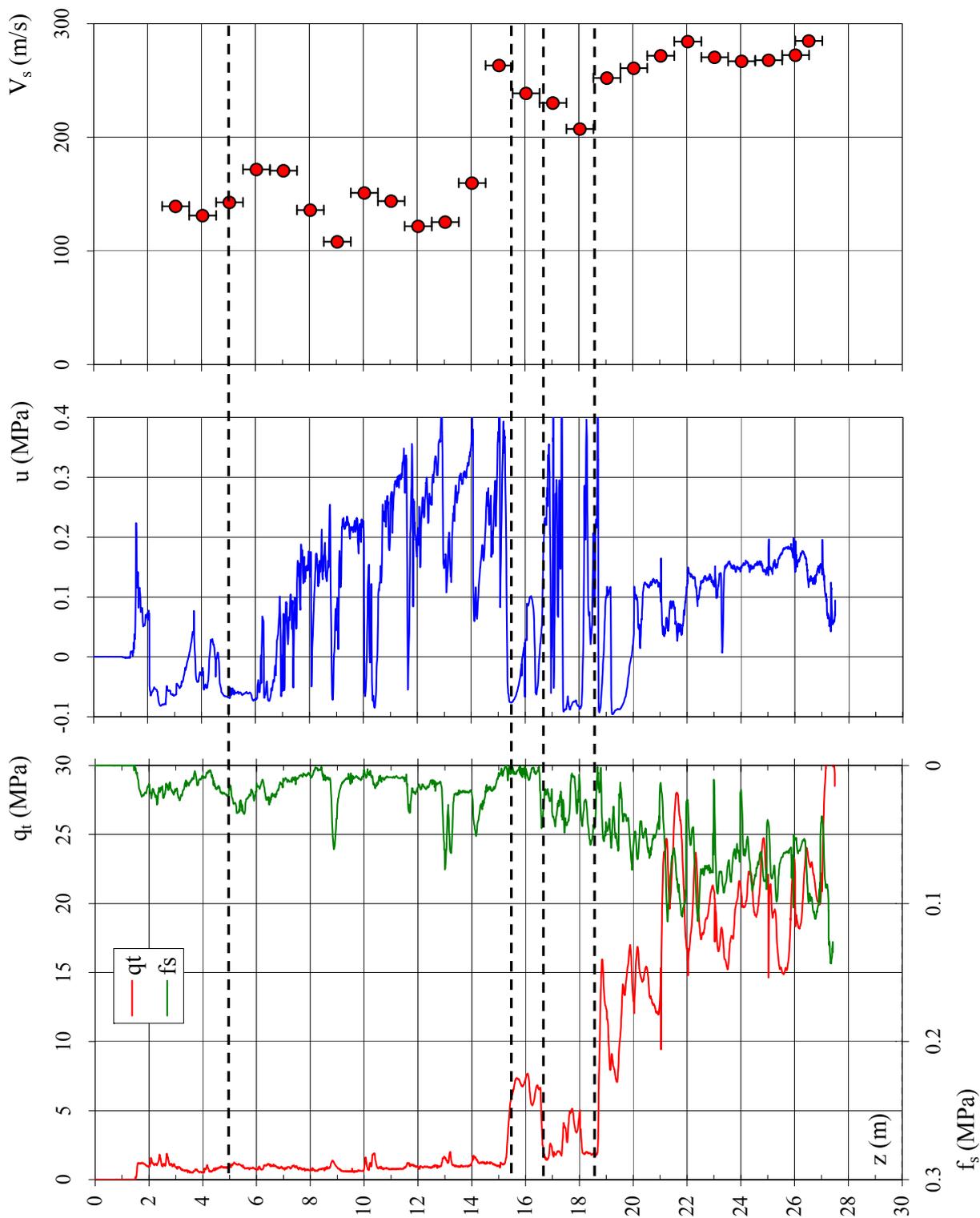


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU21

Sequenza litostratigrafica

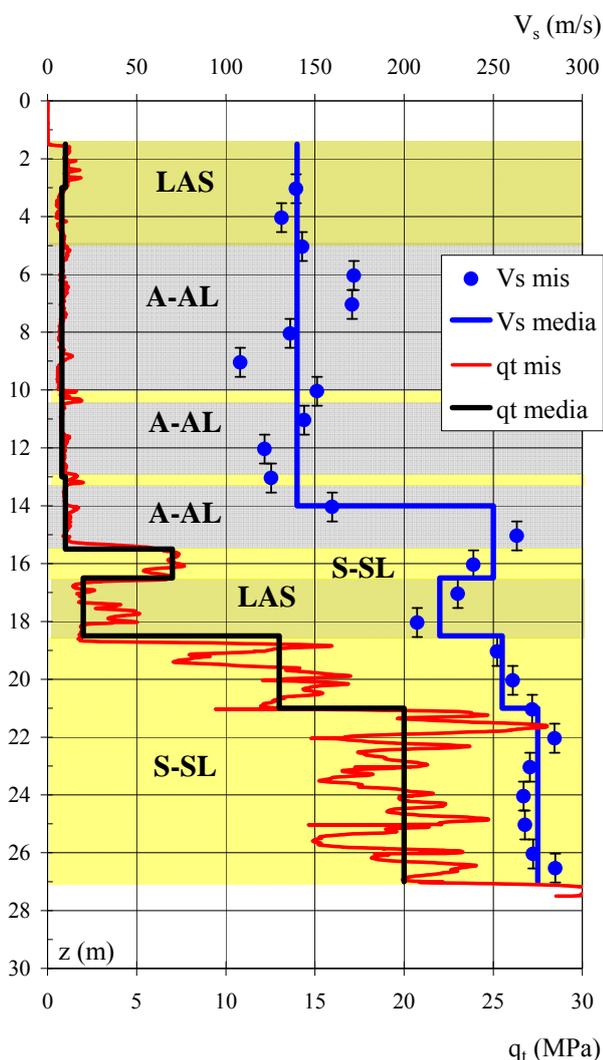


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	5.0	LAS
5.0	15.5	A-AL
15.5	16.5	S-SL
16.5	18.5	LAS
18.5	27.0	S-SL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, da piano campagna fino a 18.5 m, prevalentemente a grana fine con frequenti intercalazioni di spessore centimetrico di sabbia e sabbia limosa. Seguono, fino alla massima profondità indagata, sabbie e sabbie limose. Possibile presenza di argilla organica tra 3 e 13 m di profondità.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, non concorda con le indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre conferma quelle fornite dalla carta litologica

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	3.0	1	140
3.0	5.0	0.8	140
5.0	13.0	0.8	140
13.0	14.0	1	140
14.0	15.5	1	250
15.5	16.5	7	250
16.5	18.5	2	220
18.5	21.0	13	255
21.0	27.0	20	275

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D_R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
1.5 – 3.0				50	36	86	108
3.0 – 5.0				35	36	86	108
5.0 – 13.0				30	36	86	108
13.0 – 14.0				35	36	86	108
14.0 – 15.5				35	115	275	344
15.5 – 16.5	50	36	31		115	275	
16.5 – 18.5	<30		27	85	89	213	266
18.5 – 21.0	65	39	31		119	286	
21.0 – 27.0	75	40	32		139	333	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, $V_{S,H}$	$V_{S,H} = 179$ m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 186$ m/s da 27 a 30 m assunto $V_S = 285$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.58 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

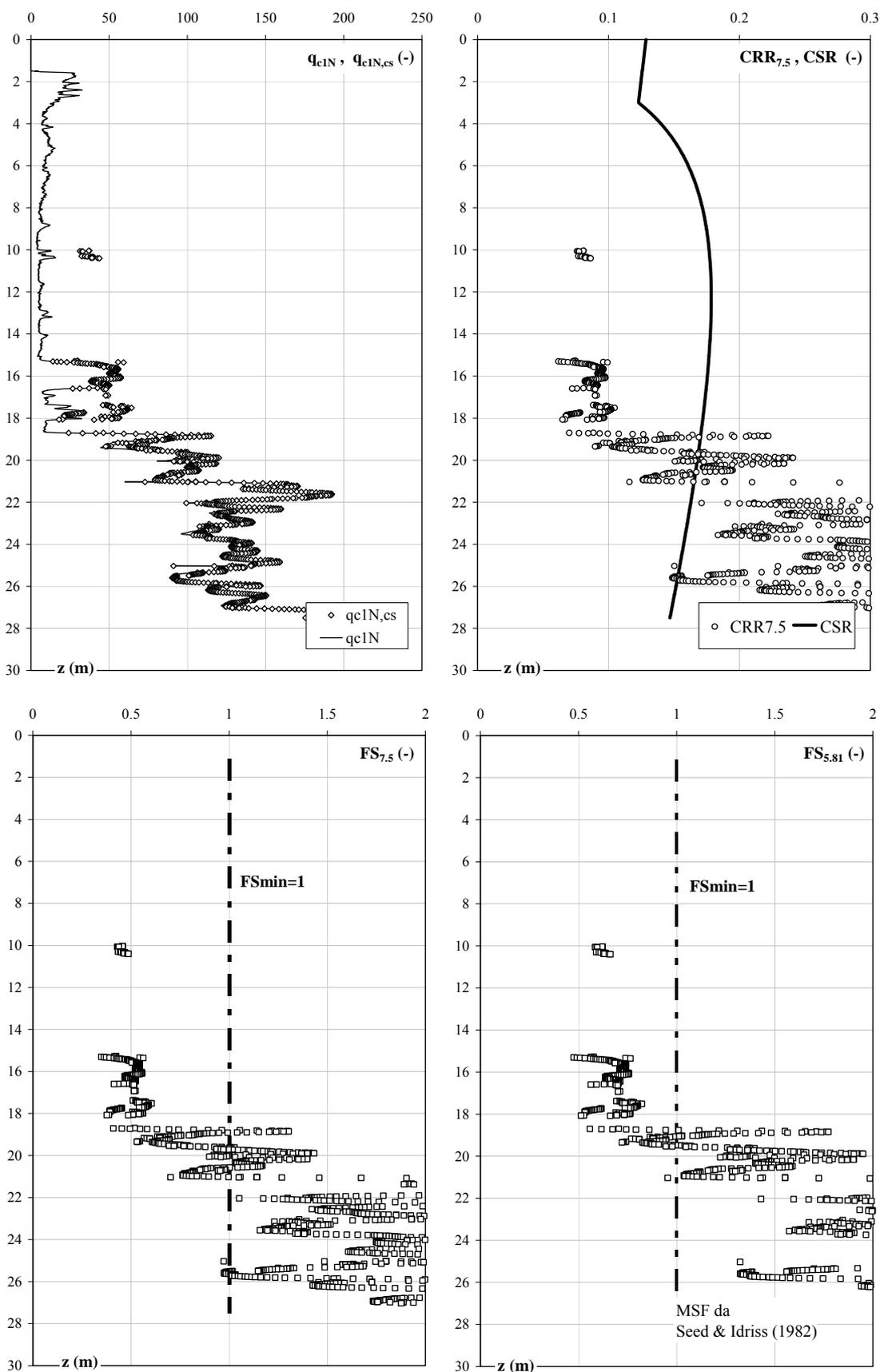
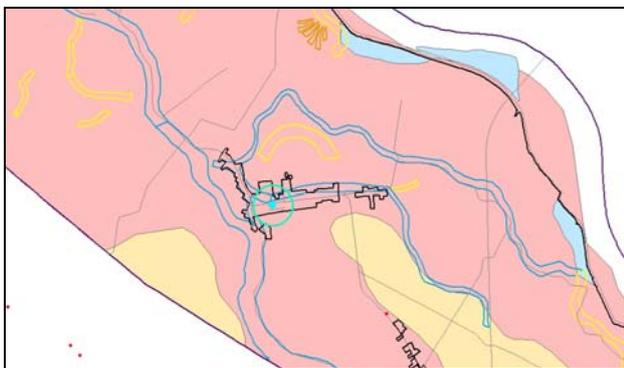


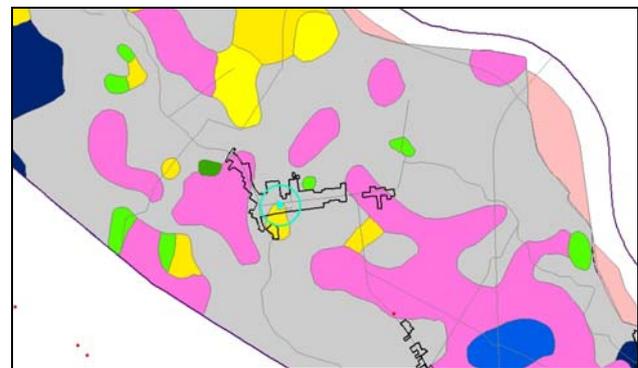
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 22

Località	Casaglia
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova immediatamente a sud del fiume Po e a ridosso di un paleoalveo dossivo basso (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e grossolane tipiche di depositi di piana a meandri (carta geologica). In superficie emergono sabbie argillose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

	Prove Penetrometriche
	SCPTU22

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU22, eseguita in data 05/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 05/03/2010)	Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità del livello di saturazione (alla data 05/03/2010)	$Z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.) $Z_S = 2-4$ m da p.c.

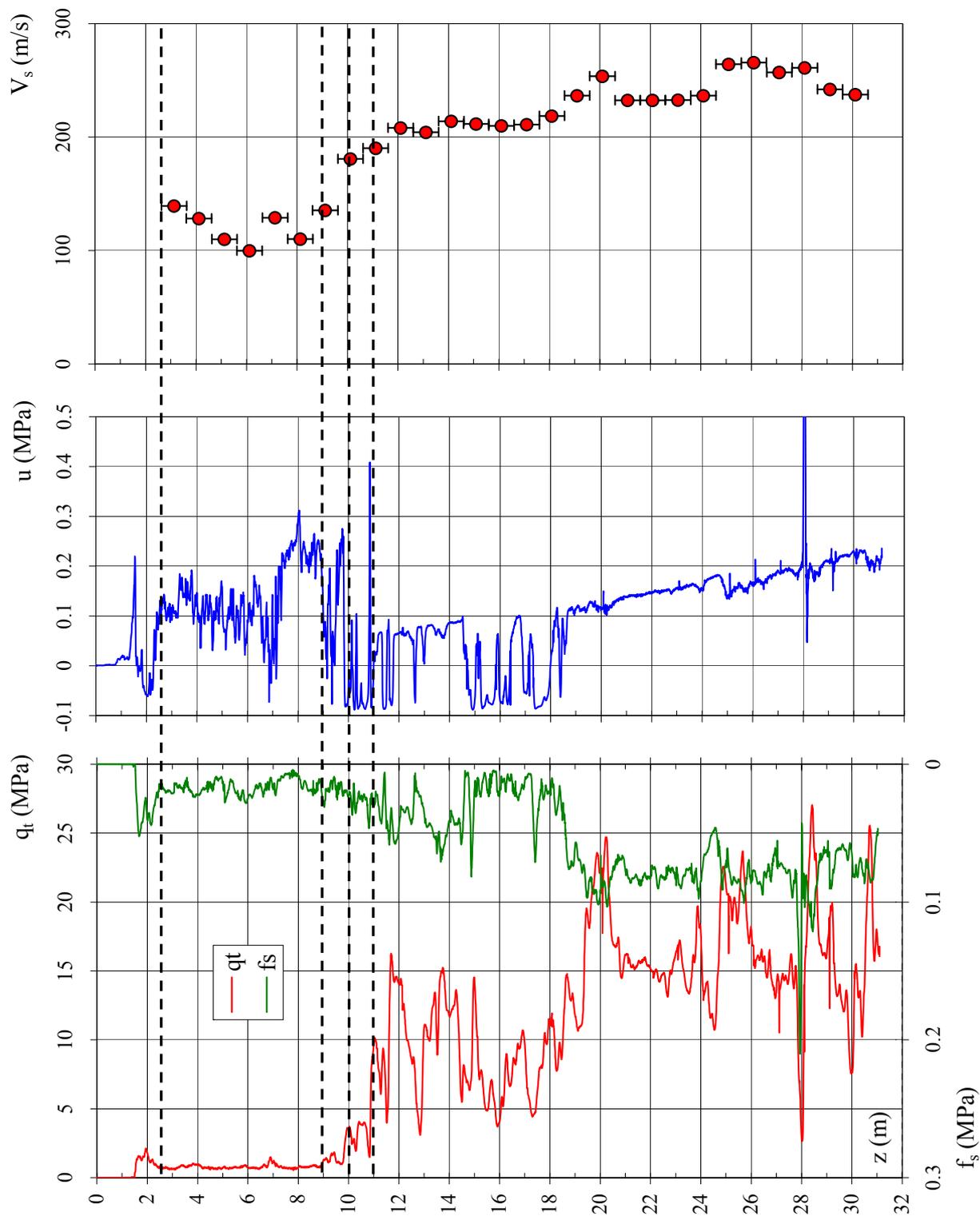
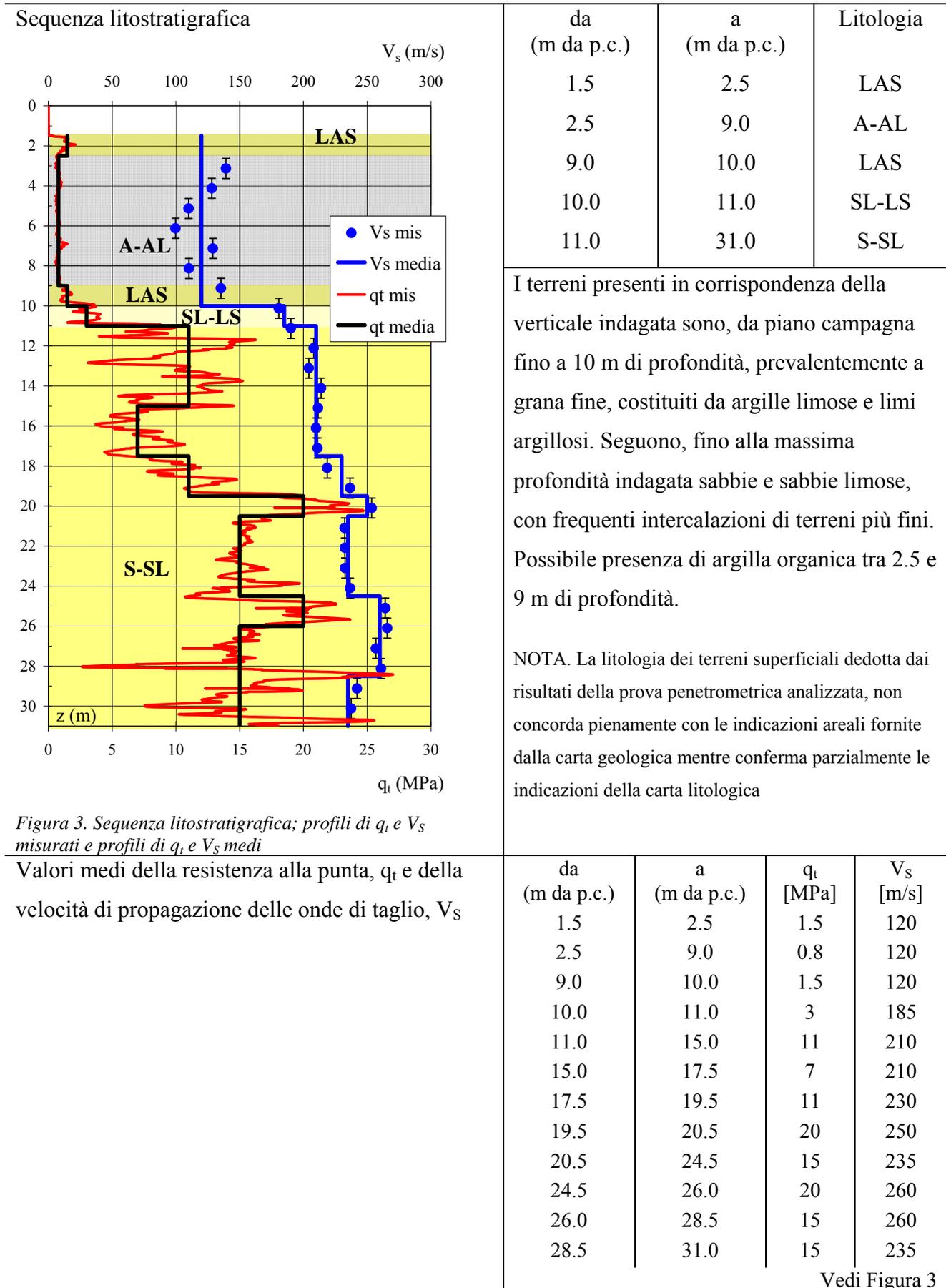


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU22





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D_R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
1.5 – 2.5				70	26	63	79
2.5 – 9.0				35	26	63	79
9.0 – 10.0				65	26	63	79
10.0 – 11.0	30		30		63	151	
11.0 – 15.0	65	40	32		81	194	
15.0 – 17.5	50	36	31		81	194	
17.5 – 19.5	60	38	31		97	233	
19.5 – 20.5	80	41	32		115	275	
20.5 – 24.5	70	39	31		101	243	
24.5 – 26.0	75	40	32		124	298	
26.0 – 28.5	65	38	31		124	298	
28.5 – 31.0	65	38	31		101	243	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 181$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	S2
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 5.4 (alto) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, liquefazione e cedimenti indotti dalla liquefazione, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

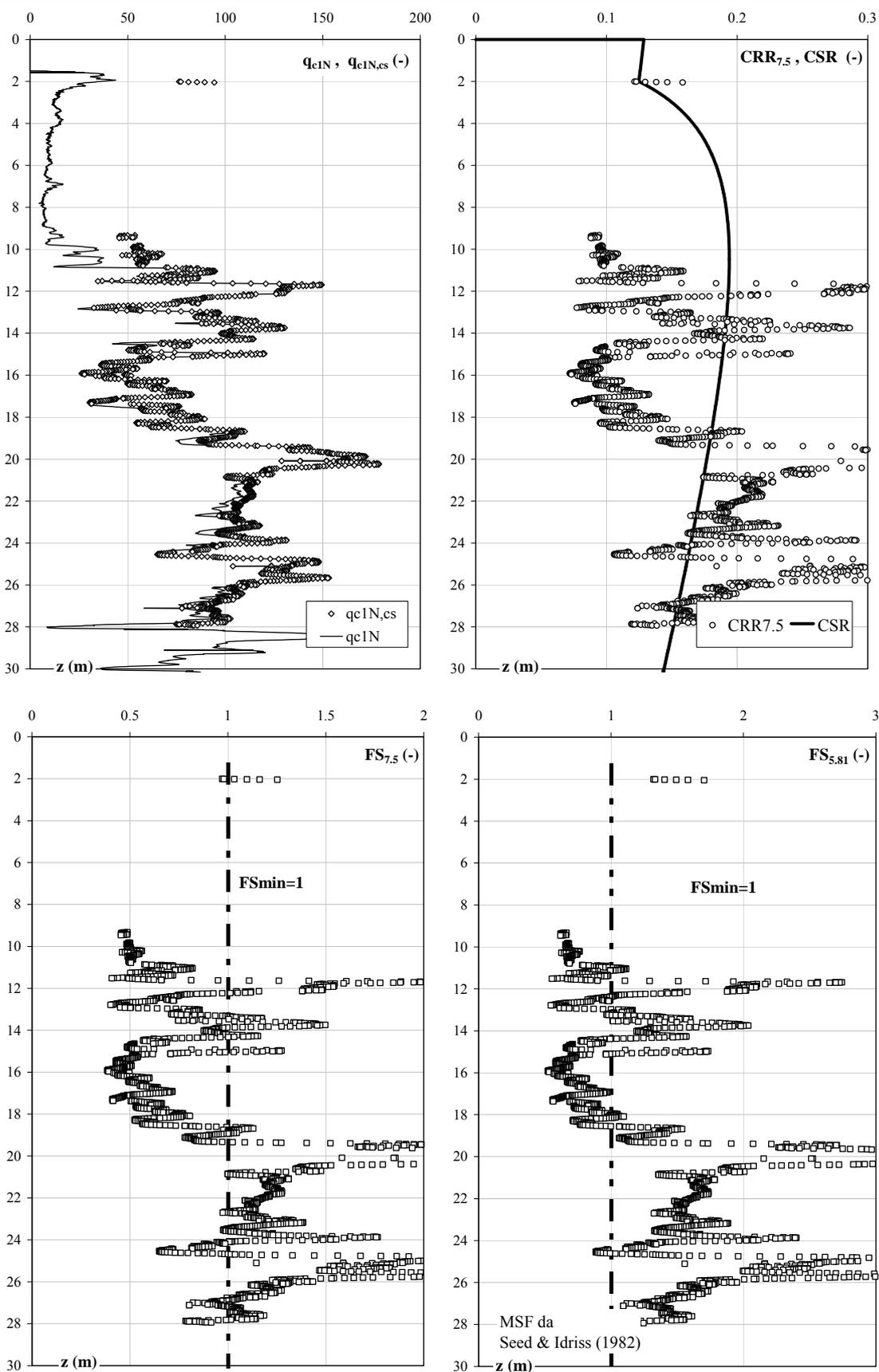
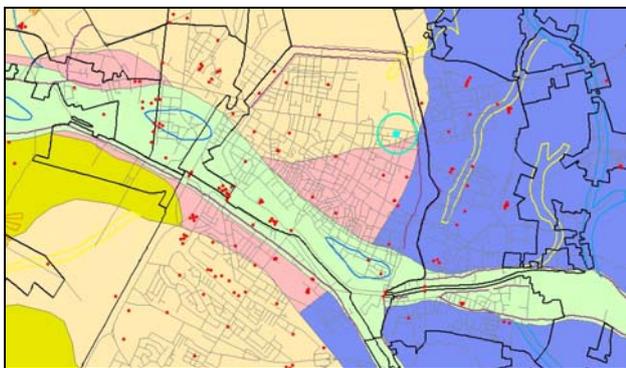


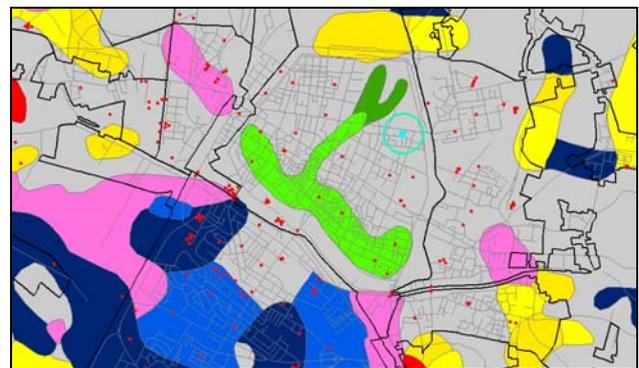
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 24

Località	Via Renata di Francia
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati, tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		SCPTU24
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU24, eseguita in data 24/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 24/03/2010)	$z_F = 3.5$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 24/03/2010)	$z_S = 2-3.5$ m da p.c.

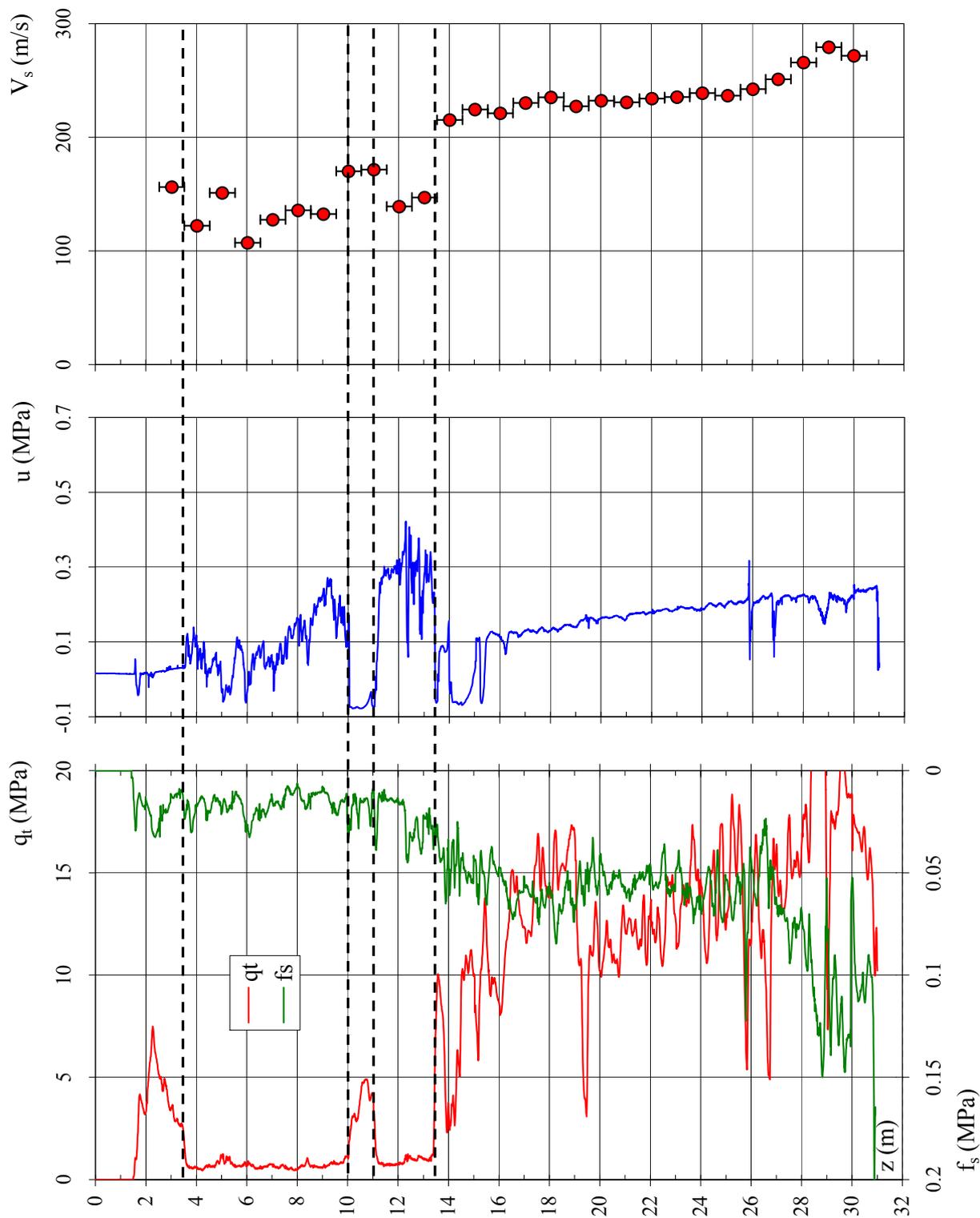


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU24

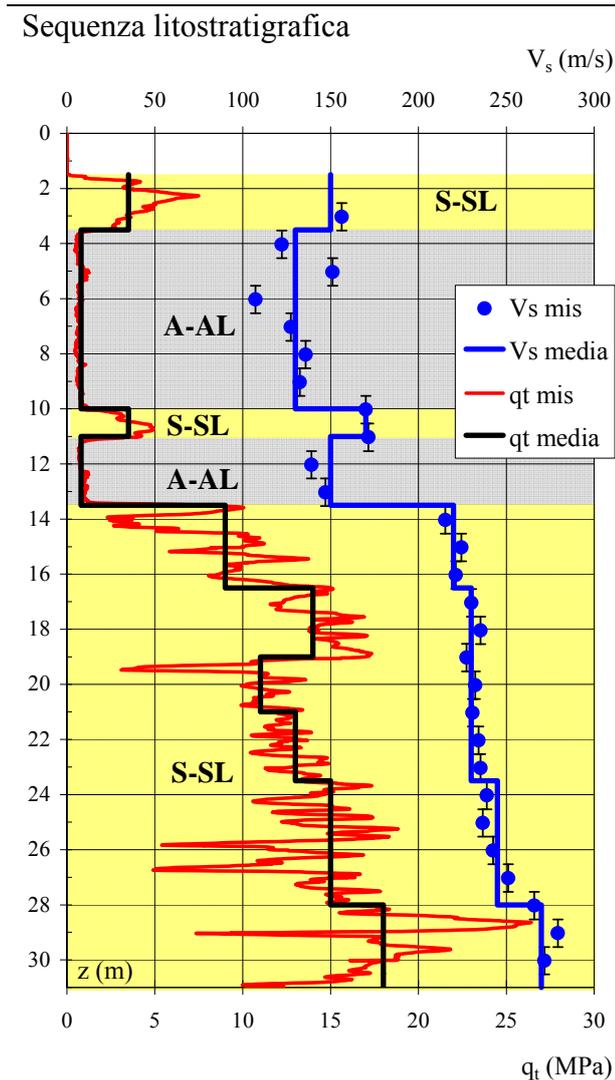


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	3.5	S-SL
3.5	10.0	A-AL
10.0	11.0	S-SL
11.0	13.5	A-AL
13.5	31.0	S-SL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata, sono da piano campagna locale fino a 13.5 m di profondità prevalentemente fini, costituiti da argille e argille limose con due intercalazioni metriche di sabbia e sabbia limosa. Da 13.5 m fino alla massima profondità indagata prevalgono le sabbie e le sabbie limose con intercalazioni argillose centimetriche. Possibile presenza di argilla organica da 3.5 a 13.5 m di profondità.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma parzialmente le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	3.5	3.5	150
3.5	10.0	0.8	130
10.0	11.0	3.5	170
11.0	13.5	0.8	150
13.5	16.5	9	220
16.5	19.0	14	230
19.0	21.0	11	230
21.0	23.5	13	230
23.5	28.0	15	245
28.0	31.0	18	270

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 3.5	50	37	33		41	99	
3.5 – 10.0				35	31	74	93
10.0 – 11.0	35		30		53	127	
11.0 – 13.5				30	41	99	124
13.5 – 16.5	60	37	31		89	213	
16.5 – 19.0	70	39	32		97	233	
19.0 – 21.0	60	37	31		97	233	
21.0 – 23.5	65	38	31		97	233	
23.5 – 28.0	65	38	31		110	264	
28.0 – 31.0	70	38	31		134	321	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 184 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 2.23 (basso) Vedi Figura 4
Potenziali rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

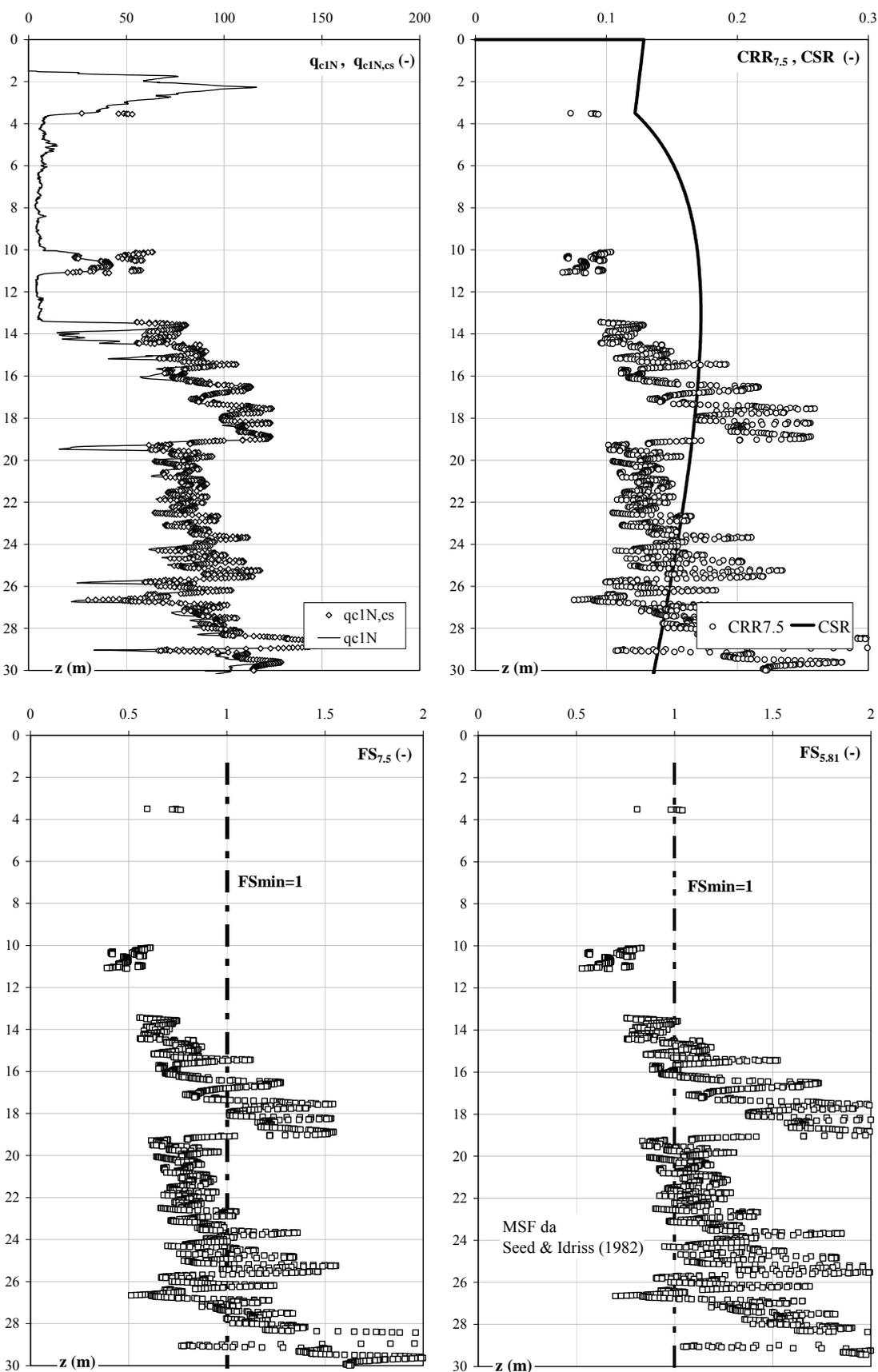
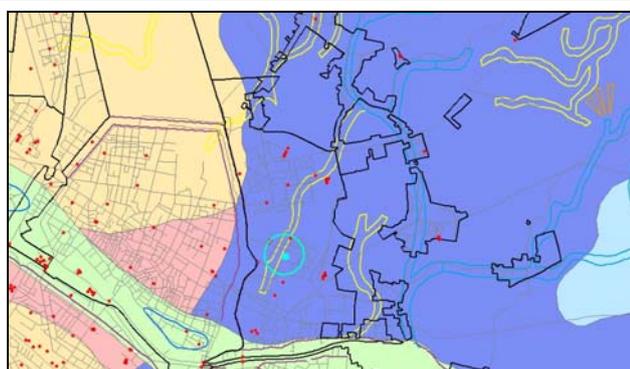


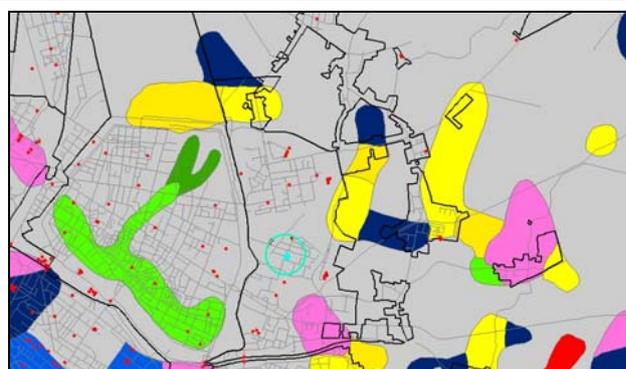
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 25

Località	Via dei Cedri
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità di un paleoalveo non dossivo e a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un’area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU25, eseguita in data 14/04/2010, vedi Figura 2)
	Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 14/04/2010)	$z_F = 2-4$ m da piano campagna locale (p.c.)

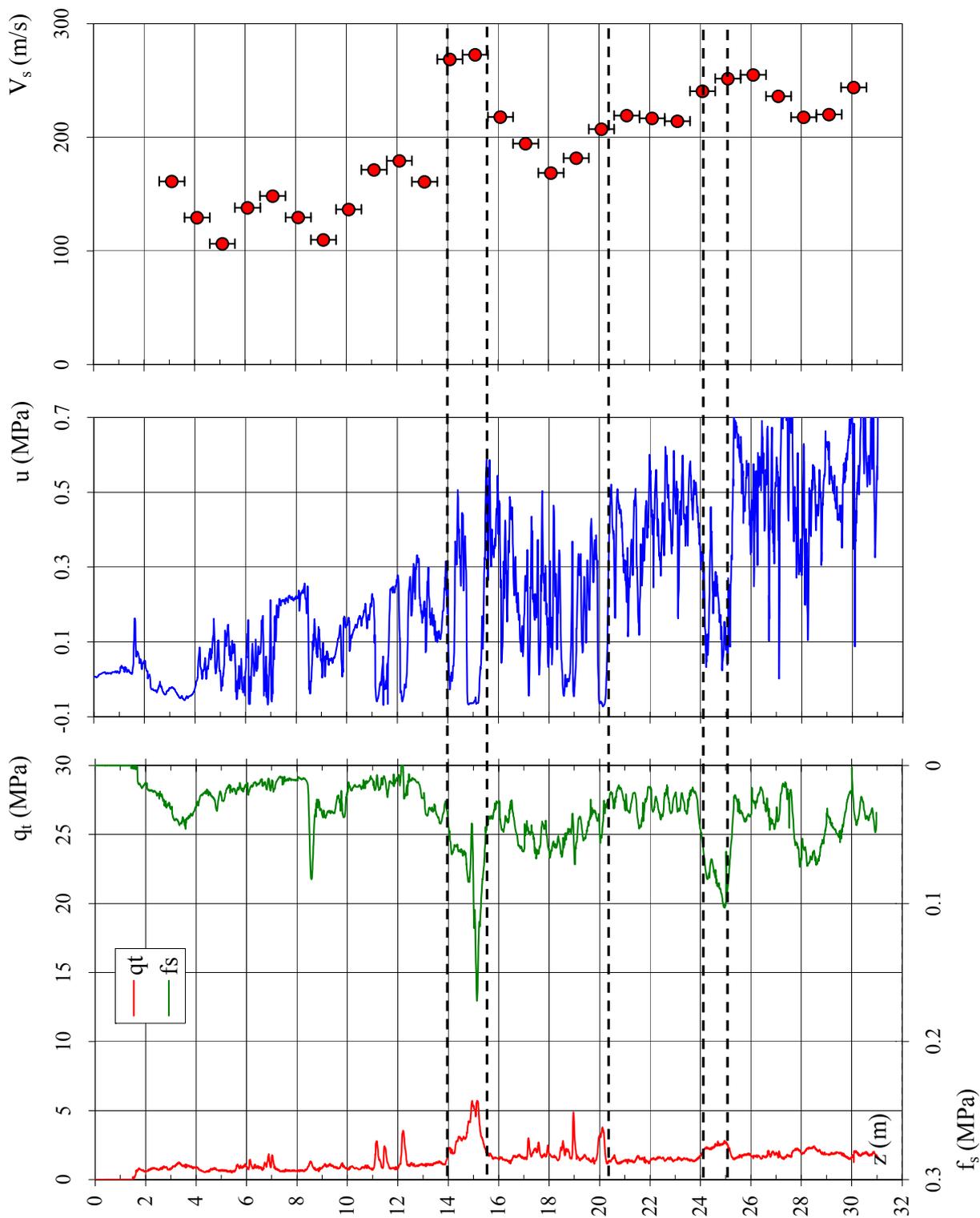
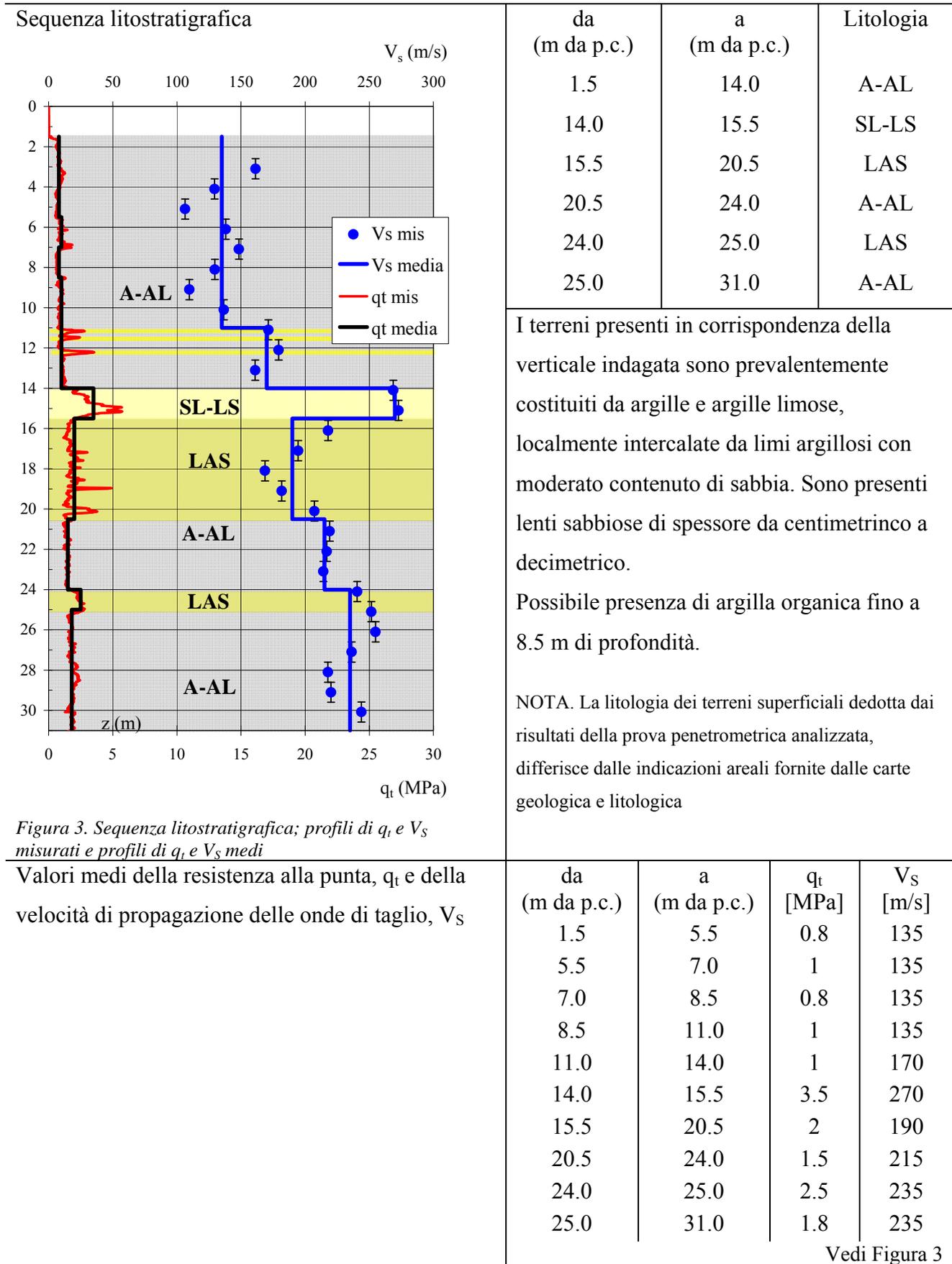


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU25





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 5.5				38	33	80	100
5.5 – 7.0				45	33	80	100
7.0 – 8.5				33	33	80	100
8.5 – 11.0				40	33	80	100
11.0 – 14.0				38	53	127	159
14.0 – 15.5	30		29		134	321	
15.5 – 20.5				85	66	159	199
20.5 – 24.0				55	85	204	254
24.0 – 25.0				100	101	243	304
25.0 – 31.0				65	101	243	304

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 178 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.83 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

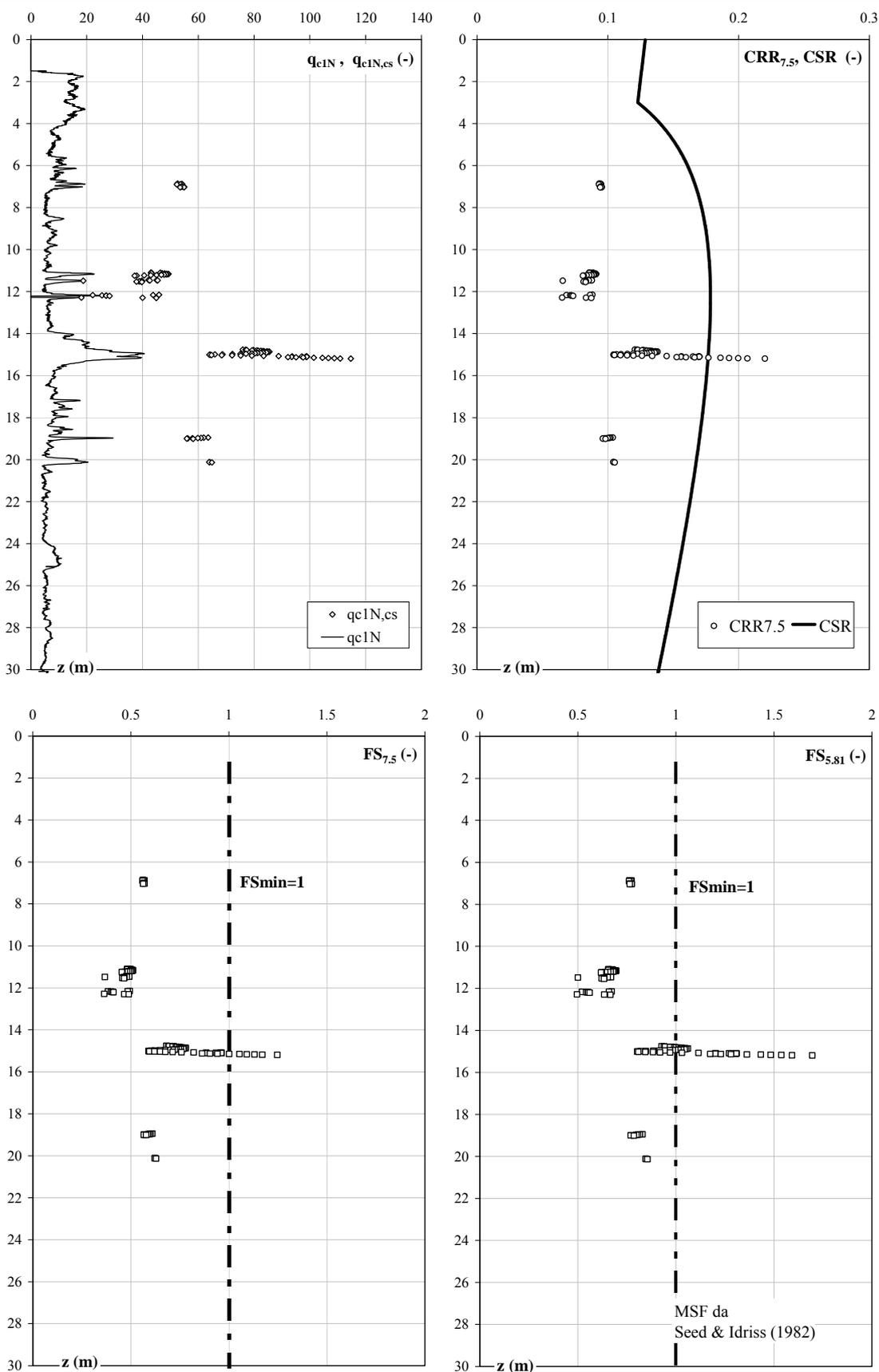
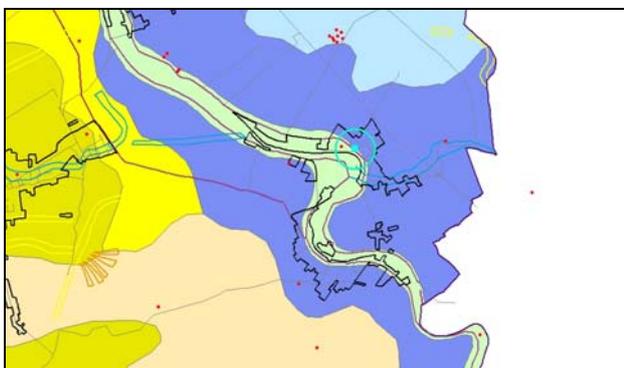


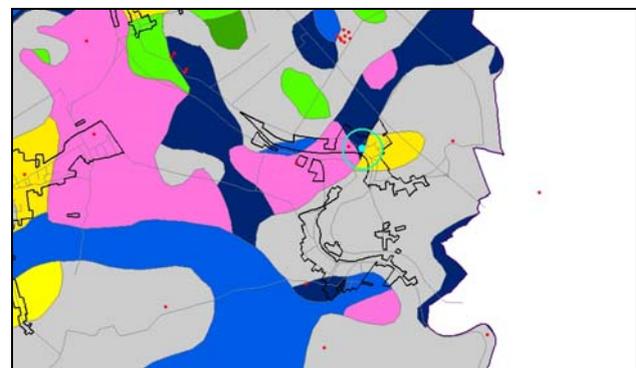
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 26

Località	Monestirolo
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a ridosso del paleoalveo del Po di Primaro (carta geomorfologica), in un’area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono argille limose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

 Prove Penetrometriche
 SCPTU26

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU26, eseguita in data 21/04/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 21/04/2010)	Max profondità indagata H = 30.5 m $z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 21/04/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

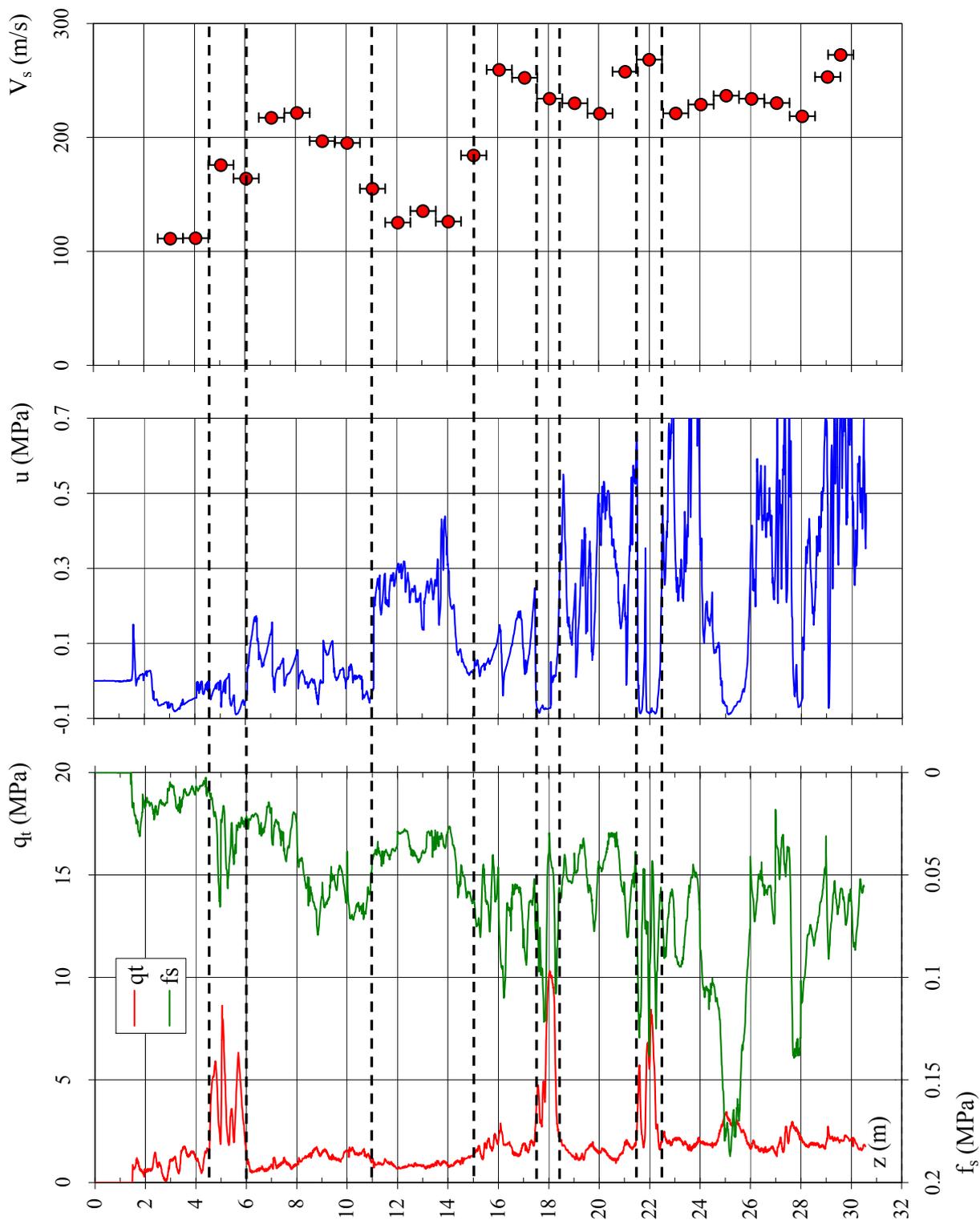


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU26

Sequenza litostratigrafica

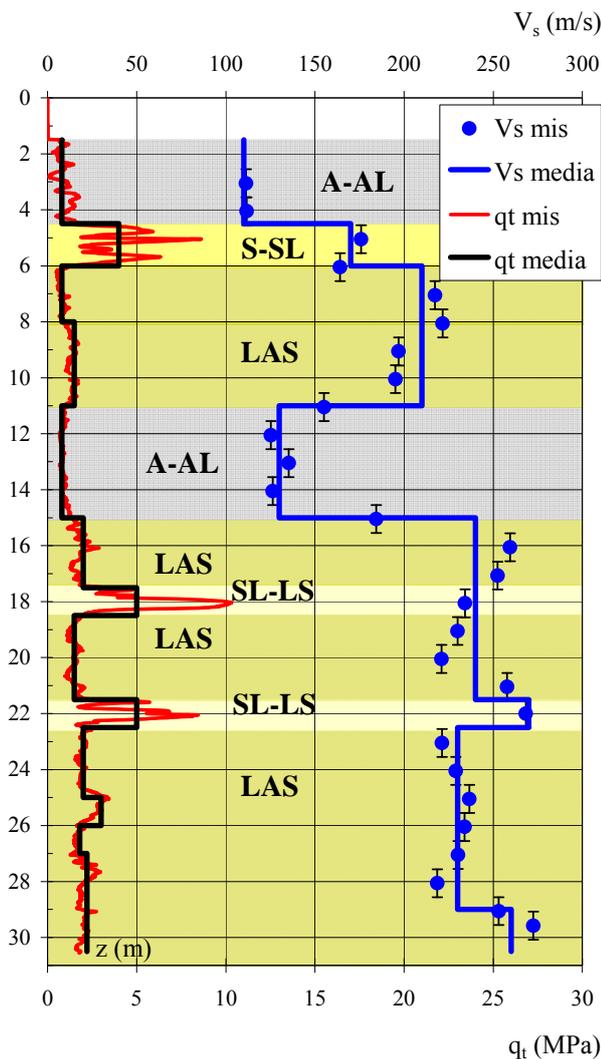


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	4.5	A-AL
4.5	6.0	S-SL
6.0	11.0	LAS
11.0	15.0	A-AL
15.0	17.5	LAS
17.5	18.5	SL-LS
18.5	21.5	LAS
21.5	22.5	SL-LS
22.5	30.5	LAS

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, da piano campagna fino alla massima profondità indagata, prevalentemente costituiti da limi argillosi con un moderato contenuto di sabbia, localmente alternati ad argille e argille limose. Sono presenti locali intercalazioni di spessore decimetrico di sabbia, sabbia limosa e limo sabbioso. Possibile presenza di argilla organica fino a 15 m di profondità.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre concorda con quelle fornite dalla carta litologica

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	4.5	0.8	110
4.5	6.0	4	170
6.0	8.0	0.8	210
8.0	11.0	1.5	210
11.0	15.0	0.8	130
15.0	17.5	2	240
17.5	18.5	5	240
18.5	21.5	1.5	240
21.5	22.5	5	270
22.5	25.0	2	230
25.0	26.0	3	230
26.0	27.0	1.8	230
27.0	29.0	2.2	230
29.0	30.5	2.2	260

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 4.5				37	22	53	67
4.5 – 6.0	50	38	32		53	127	
6.0 – 8.0				34	81	194	243
8.0 – 11.0				70	81	194	243
11.0 – 15.0				30	31	74	93
15.0 – 17.5				85	106	254	317
17.5 – 18.5	40	34	30		106	254	
18.5 – 21.5				60	106	254	317
21.5 – 22.5	35		29		134	321	
22.5 – 25.0				80	97	233	291
25.0 – 26.0				130	97	233	291
26.0 – 27.0				65	97	233	291
27.0 – 29.0				85	97	233	291
29.0 – 30.5				85	124	298	372

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 182 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 4.22 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione e addensamento post-sisma

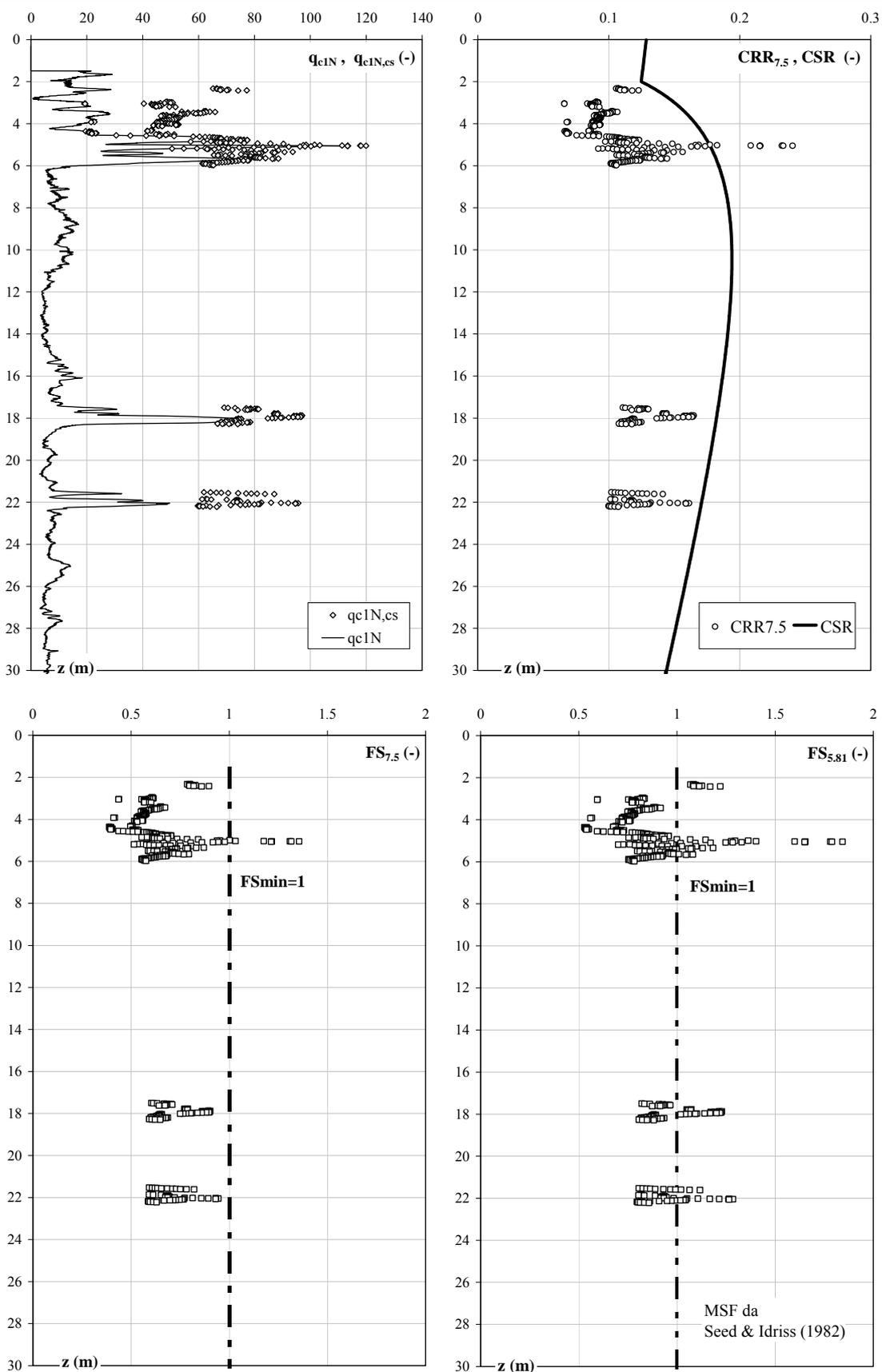
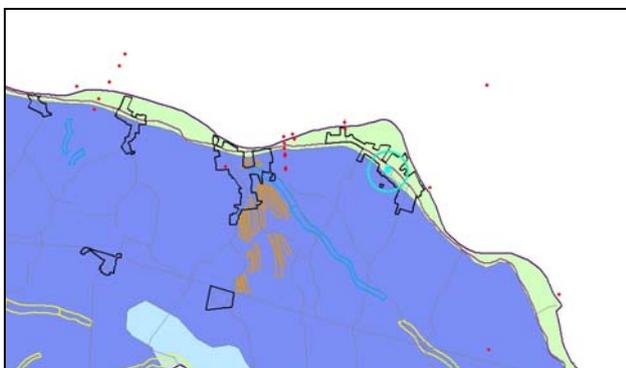


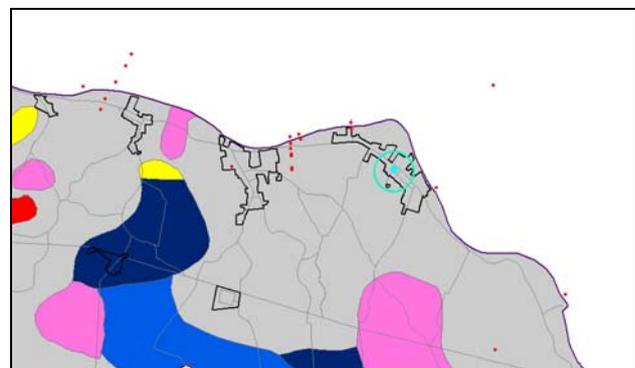
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 27

Località	Denore
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza del paleoalveo del Po di Volano (carta geomorfologica), in una'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 SCPTU27

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU27, eseguita in data 15/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 15/03/2010)	Max profondità indagata H = 31.0 m $z_F = 2.0$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 15/03/2010)	$z_S = 0-2$ m da p.c.

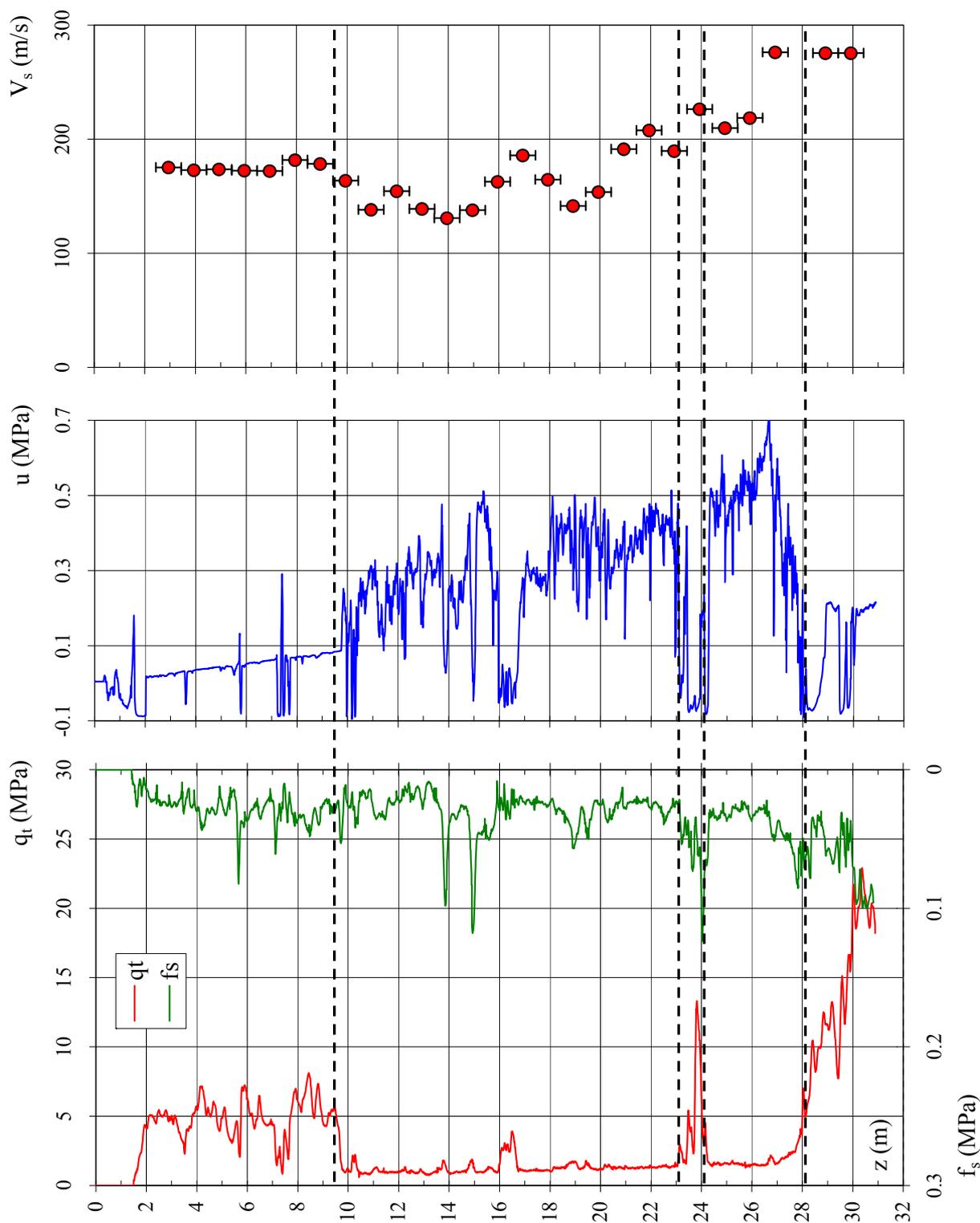
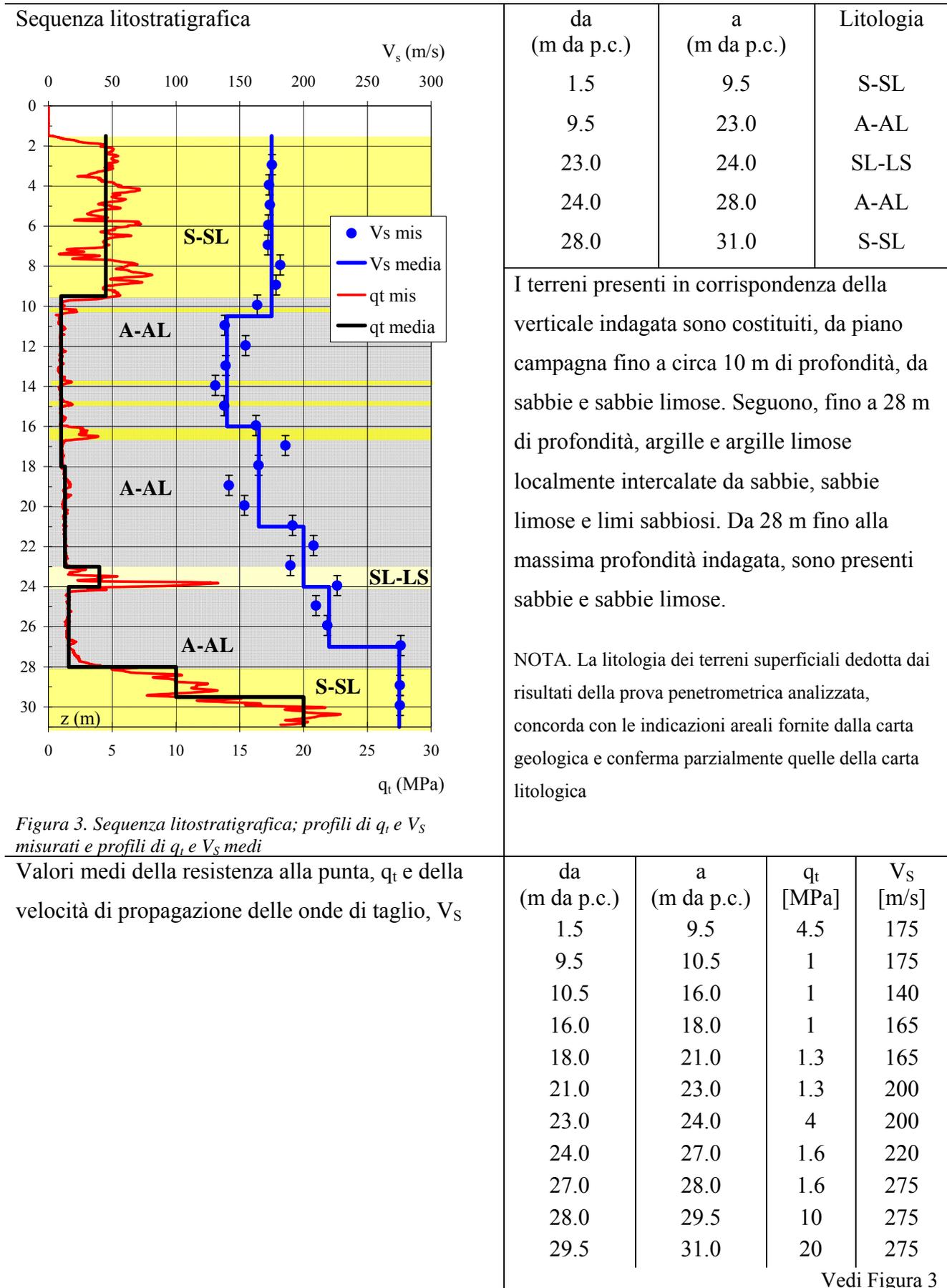


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU27





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{so} [Mpa]	E _{u0} [Mpa]
1.5 – 9.5	50	37	32		56	135	
9.5 – 10.5				40	56	135	169
9.5 – 16.0				38	36	86	108
16.0 – 18.0				35	50	120	150
18.0 – 21.0				50	50	120	150
21.0 – 23.0				45	73	176	220
23.0 – 24.0	30		28		73	176	
24.0 – 27.0				60	89	213	266
27.0 – 28.0				55	139	333	416
28.0 – 29.5	55	35	30		139	333	
29.5 – 31.0	75	39	31		139	333	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 176 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	S2
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 6.66 (alto) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, liquefazione e cedimenti indotti dalla liquefazione, cedimenti per riconsolidazione e addensamento post-sisma

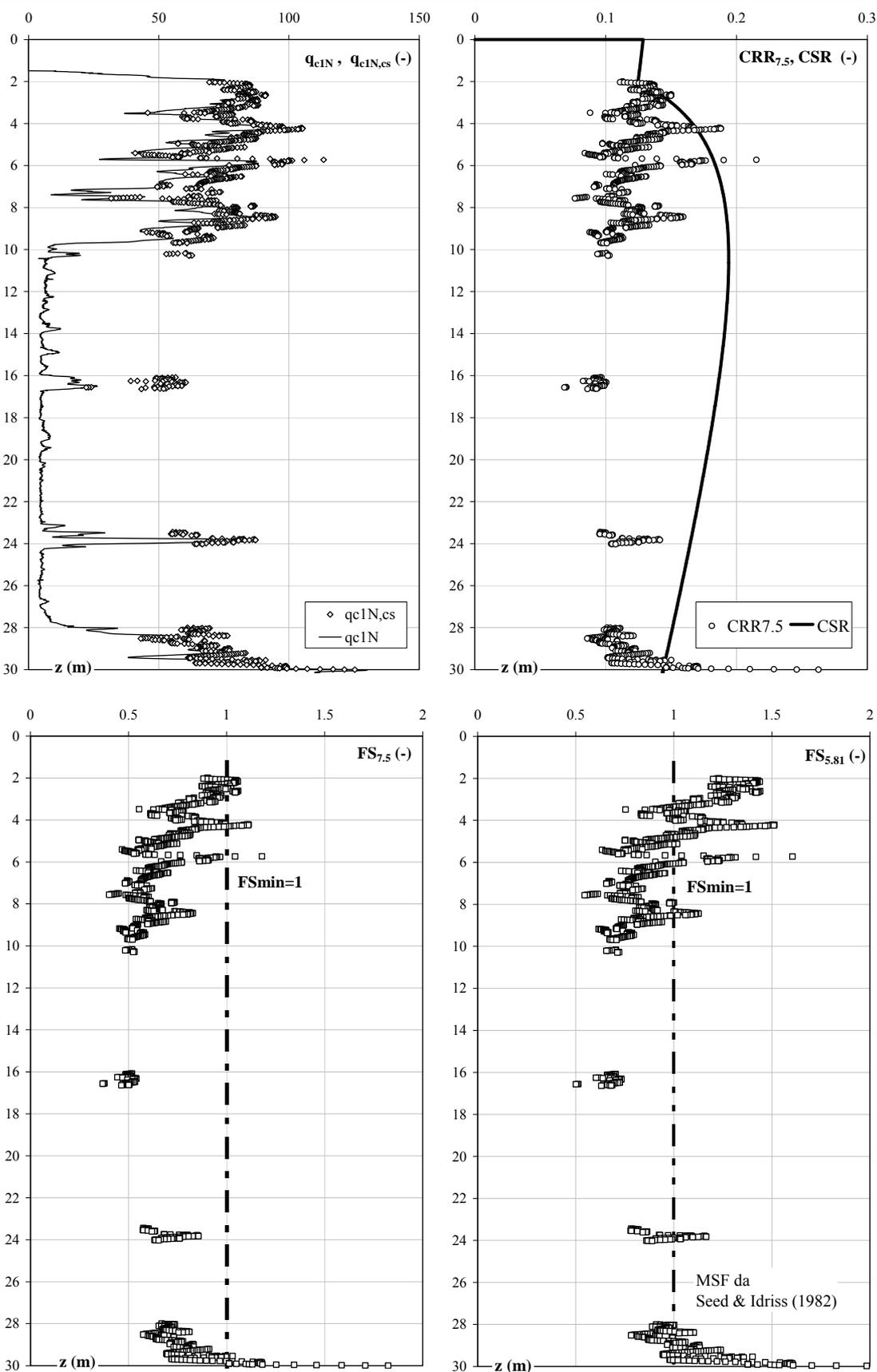
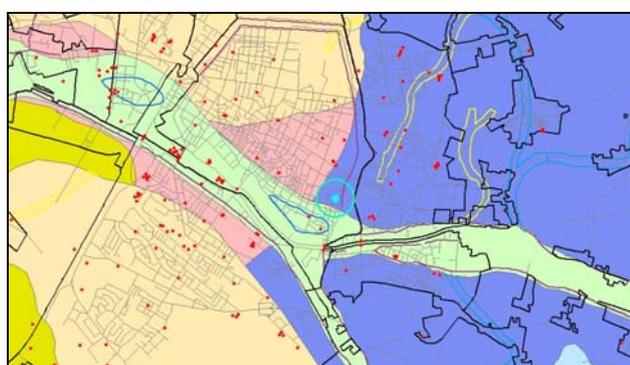


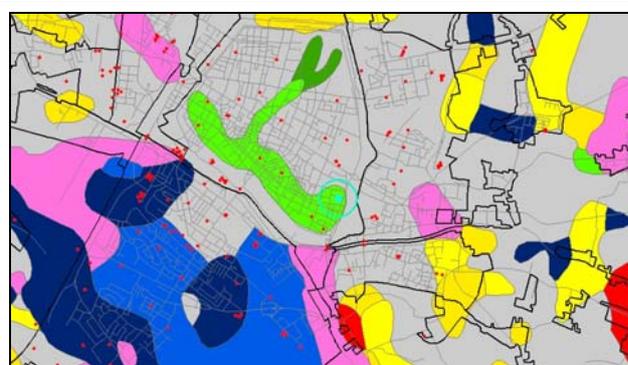
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 28

Località	Scuola Media Dante Alighieri
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e fini, tipiche di depositi di canale distributore e di argine (carta geologica). In superficie emergono limi sabbiosi (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

	Prove Penetrometriche
	SCPTU28

Indagini geonostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU28, eseguita in data 25/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 25/03/2010)	$z_F = 4.0$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 25/03/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

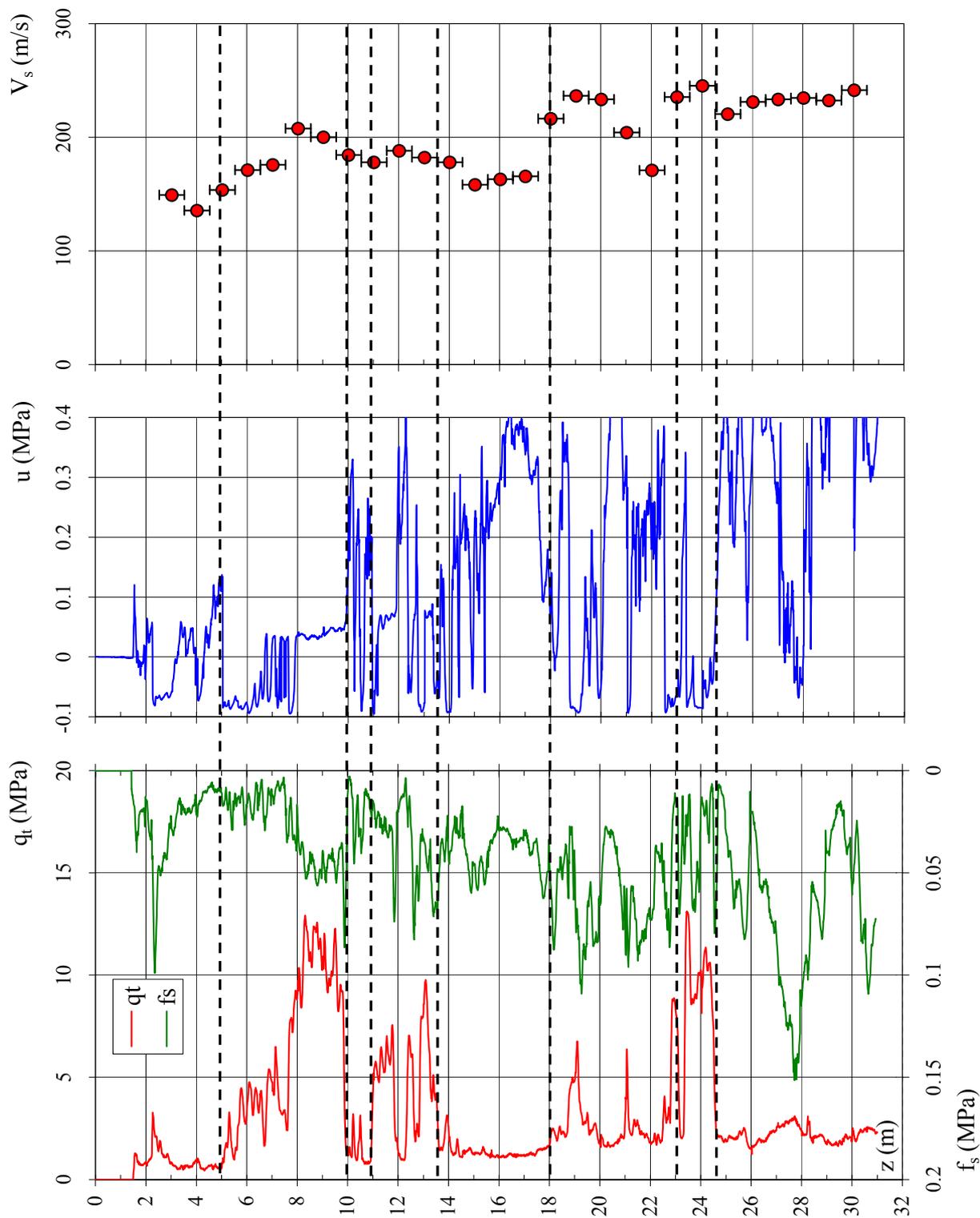


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU28

Sequenza litostratigrafica

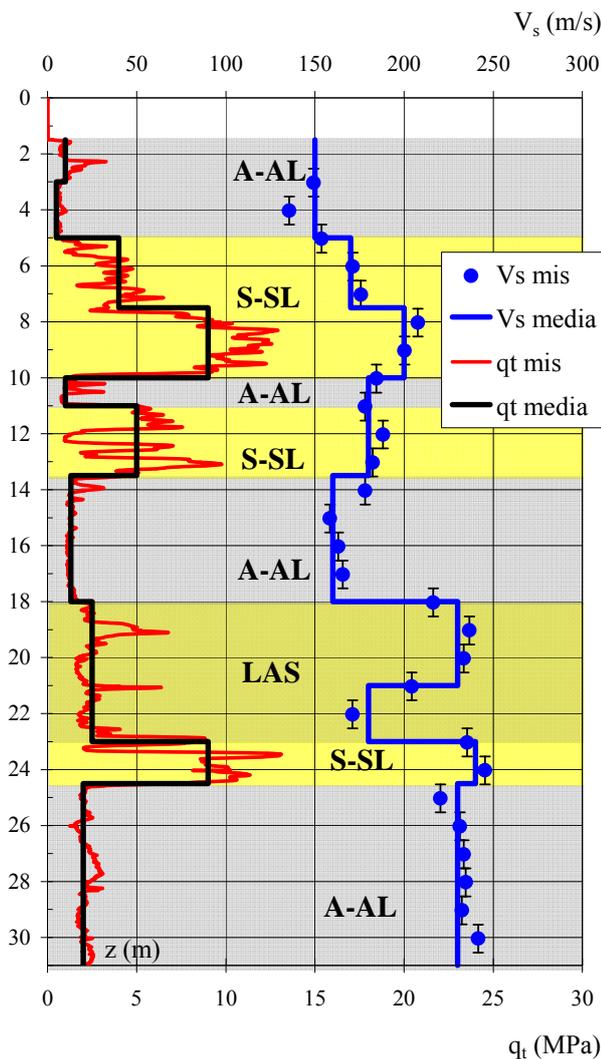


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	5.0	A-AL
5.0	10.0	S-SL
10.0	11.0	A-AL
11.0	13.5	S-SL
13.5	18.0	A-AL
18.0	23.0	LAS
23.0	24.5	S-SL
24.5	31.0	A-AL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono costituiti, fino a 5 m di profondità da piano campagna, da argille e argille limose con possibile presenza di argilla organica. Seguono, fino a 13.5 m di profondità terreni a grana grossa, quali sabbie e sabbie limose, localmente intercalate ad argille e argille limose. Seguono, fino alla massima profondità indagata, argille, argille limose e limi argillosi con moderato contenuto di sabbia.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma le indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre differisce da quelle fornite dalla carta litologica

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	3.0	1	150
3.0	5.0	0.5	150
5.0	7.5	4	170
7.5	10.0	9	200
10.0	11.0	1	180
11.0	13.5	5	180
13.5	18.0	1.3	160
18.0	21.0	2.5	230
21.0	23.0	2.5	180
23.0	24.5	9	240
24.5	31.0	2	230

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		φ' _p [°]	φ' _{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 3.0				45	41	99	124
3.0 – 5.0				20	41	99	124
5.0 – 7.5	40	36	31		53	127	
7.5 – 10.0	65	39	32		73	176	
10.0 – 11.0				40	59	143	178
11.0 – 13.5	45	34	30		59	143	
13.5 – 18.0				50	47	113	141
18.0 – 21.0				110	97	233	291
21.0 – 23.0				105	59	143	178
23.0 – 24.5	50	35	30		106	254	
24.5 – 31.0				75	97	233	291

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 188 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	S2
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 5.15 (alto) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, liquefazione e cedimenti indotti dalla liquefazione, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

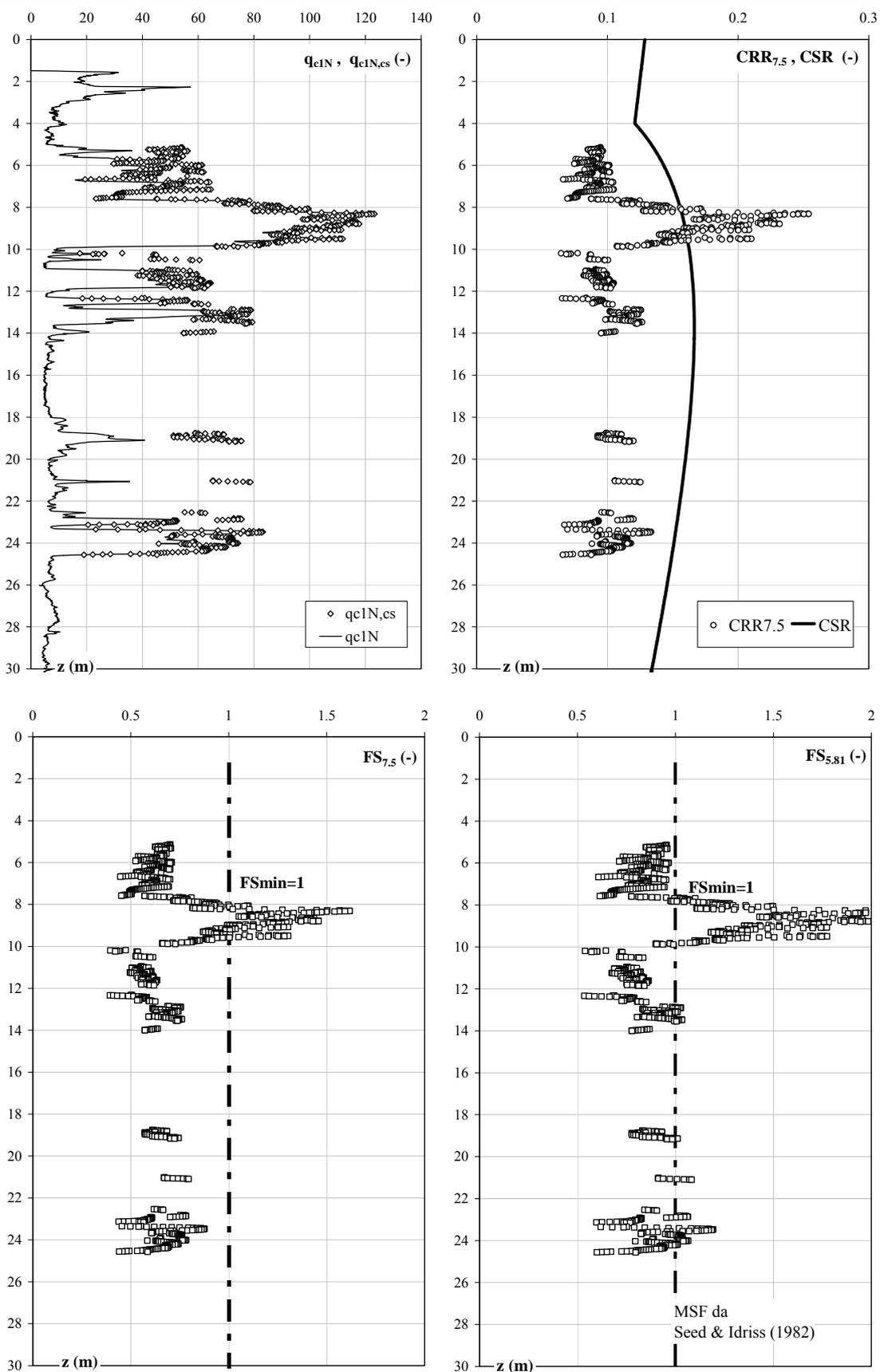
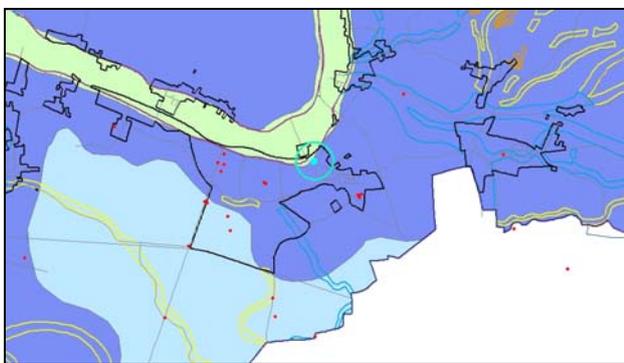


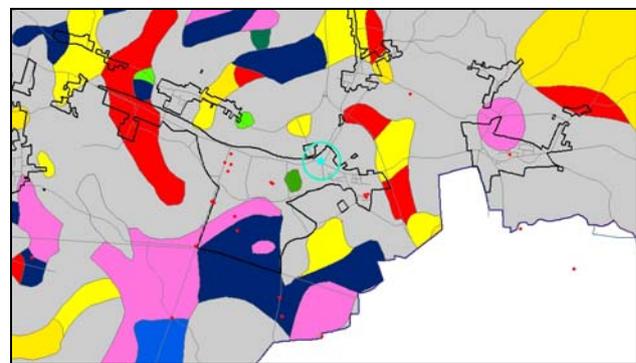
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 29

Località	Cona
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a ridosso del paleoalveo del Po di Volano (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geonostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU29, eseguita in data 12/03/2010, vedi Figura 22) Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 12/03/2010)	$Z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 12/03/2010)	$Z_S = 2-4$ m da p.c.

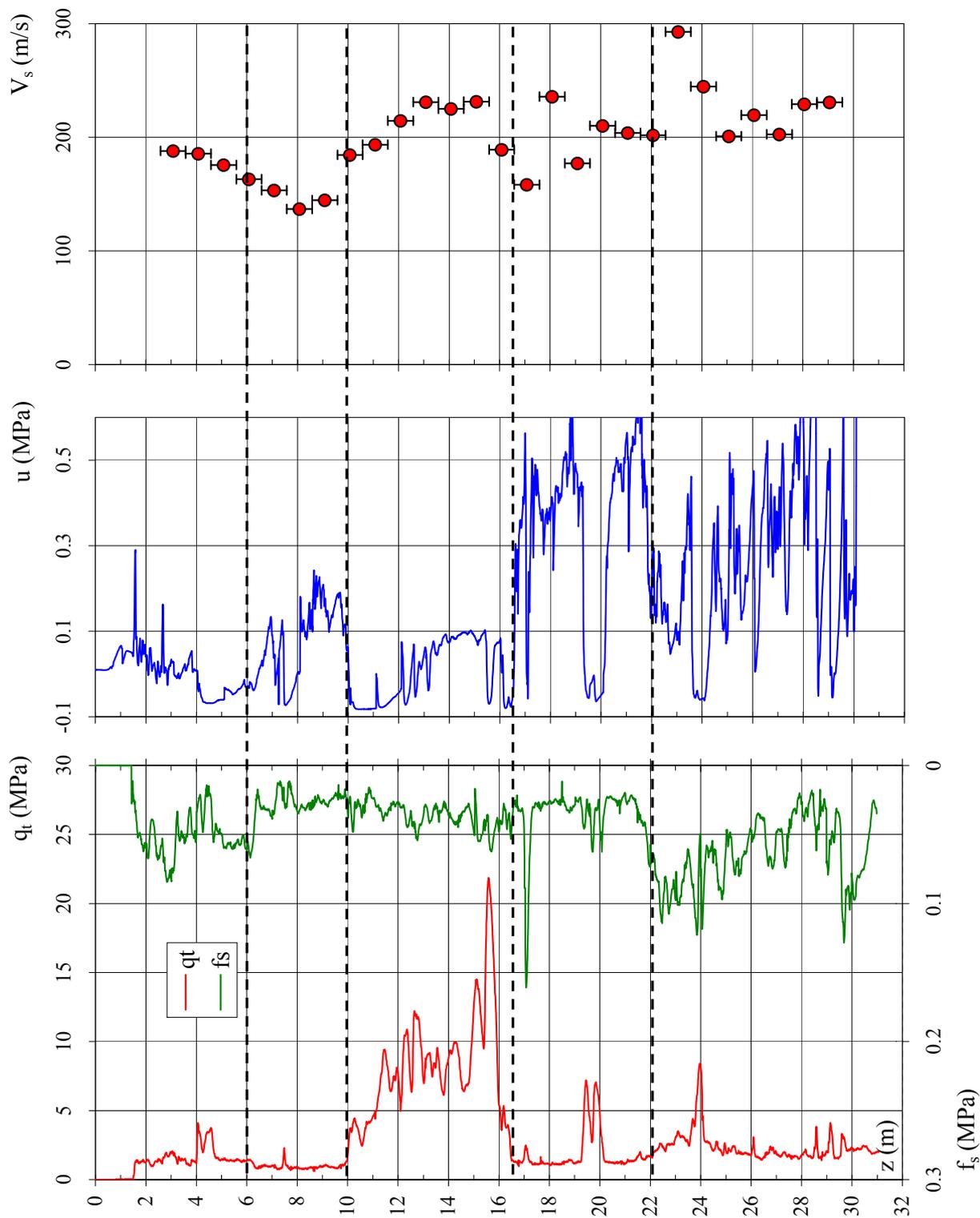
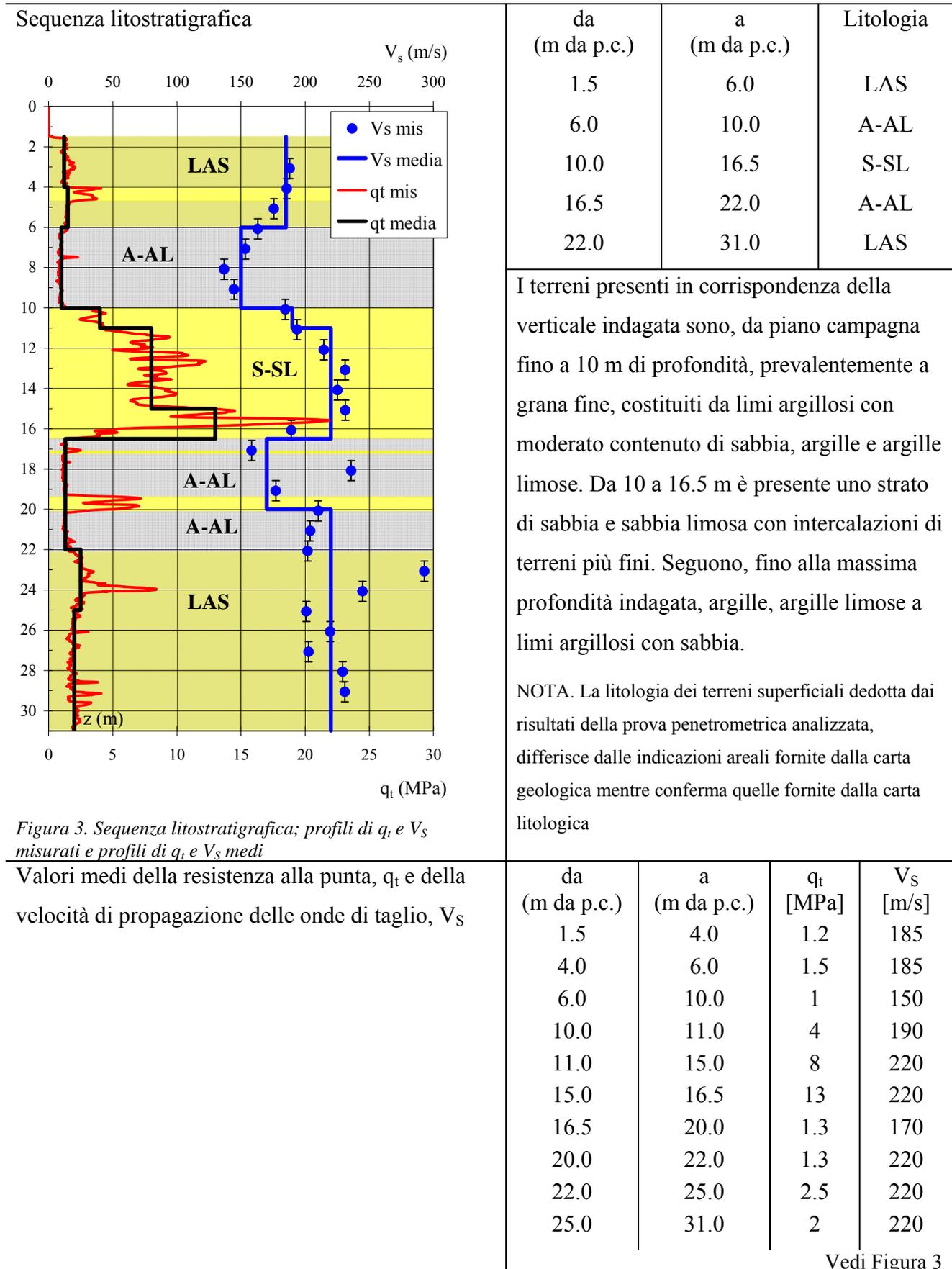


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU29





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 4.0				60	63	151	188
4.0 – 6.0				70	63	151	188
6.0 – 10.0				45	41	99	124
10.0 – 11.0	40	35	31		66	159	
11.0 – 15.0	55	38	32		89	213	
15.0 – 16.5	70	40	32		89	213	
16.5 – 20.0				50	53	127	159
20.0 – 22.0				45	89	213	266
22.0 – 25.0				100	89	213	266
25.0 – 31.0				75	89	213	266

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 195$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	S2
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 5.4 (alto) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, liquefazione e cedimenti indotti dalla liquefazione, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

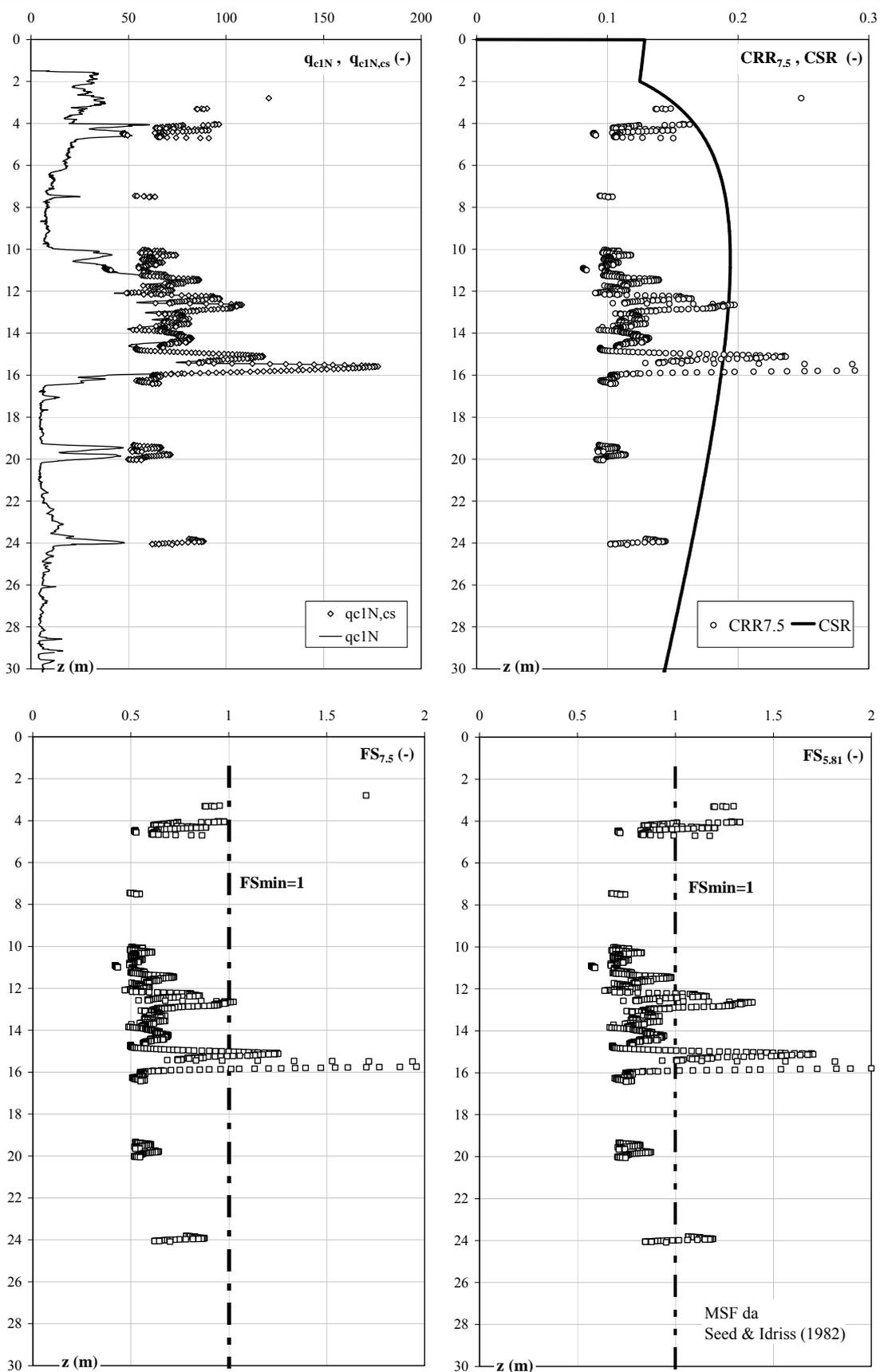
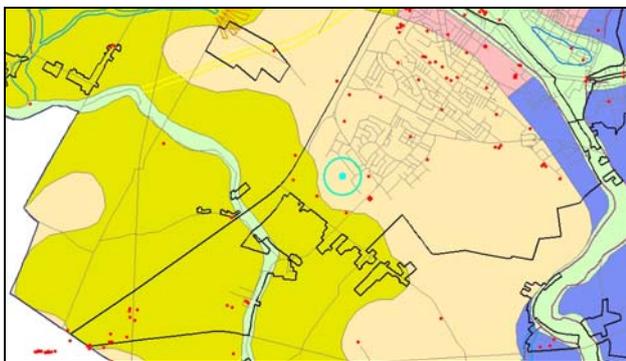


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 30

Località	Fiera
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova tra il paleoalveo del Po di Ferrara ed il paleoalveo del Reno (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono argille limose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU30
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU30, eseguita in data 23/03/2010, vedi figura 2)
	Max profondità indagata H = 30.5 m
Profondità della falda (alla data 23/03/2010)	$z_F = 2-4$ m da piano campagna locale (p.c.)

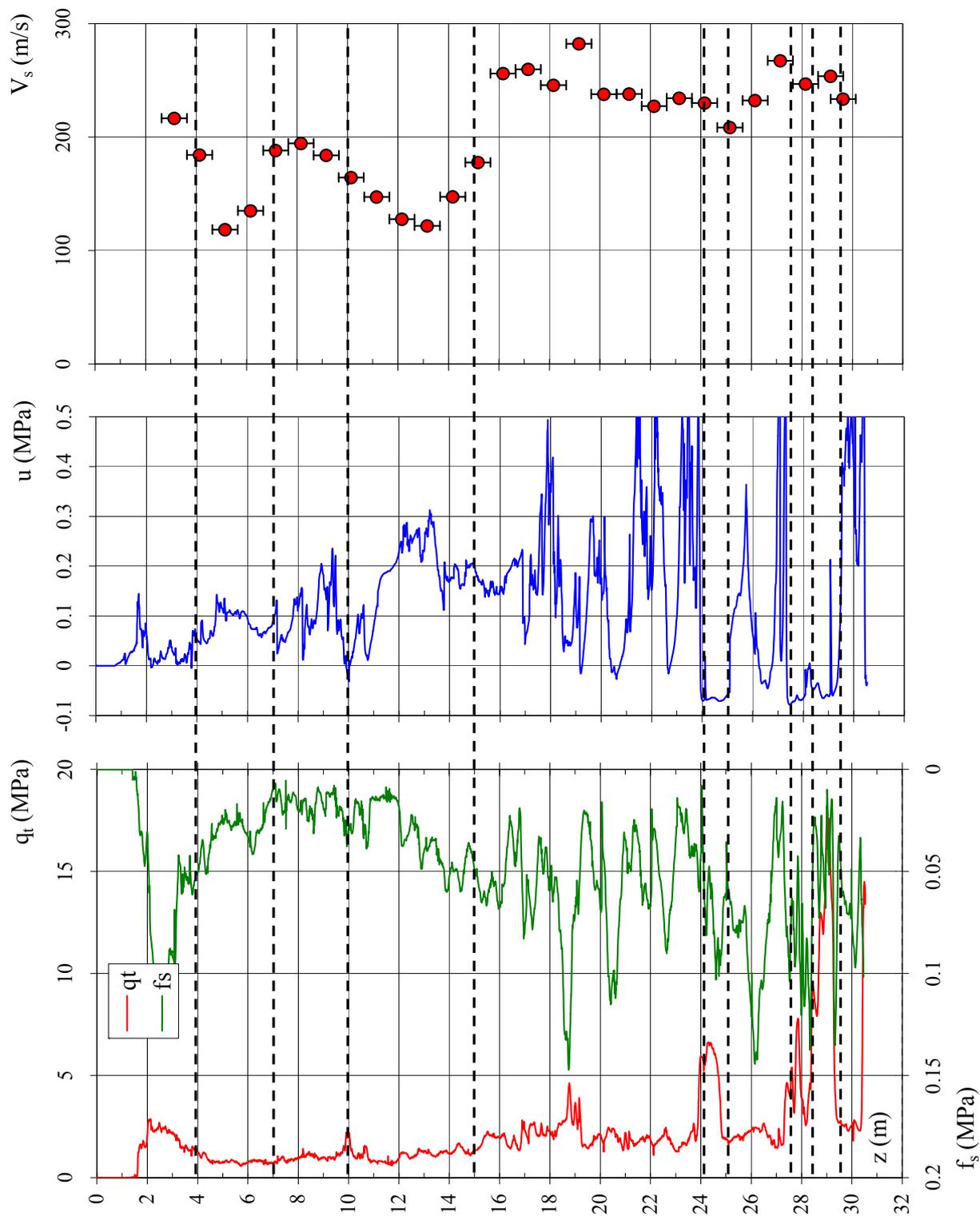
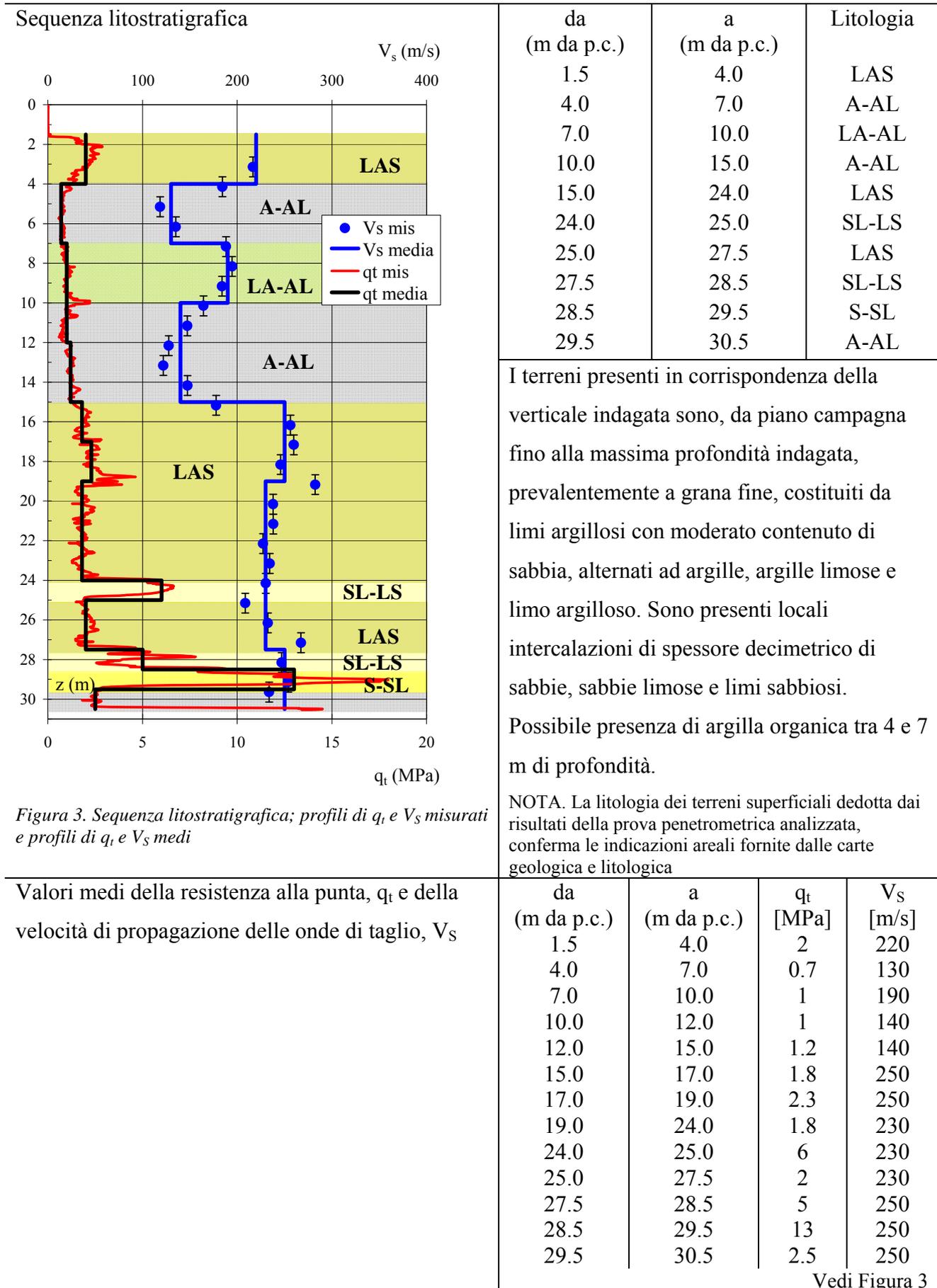


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU30





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 4.0				100	89	213	266
4.0 – 7.0				30	31	74	93
7.0 – 10.0				43	66	159	199
10.0 – 12.0				40	36	86	108
12.0 – 15.0				50	36	86	108
15.0 – 17.0				75	115	275	344
17.0 – 19.0				100	115	275	344
19.0 – 24.0				70	97	233	291
24.0 – 25.0	40	33	29		97	233	
25.0 – 27.5				75	97	233	291
27.5 – 28.5	35		28		115	275	
28.5 – 29.5	60	37	30		115	275	
29.5 – 30.5				100	115	275	344

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 194 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.32 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

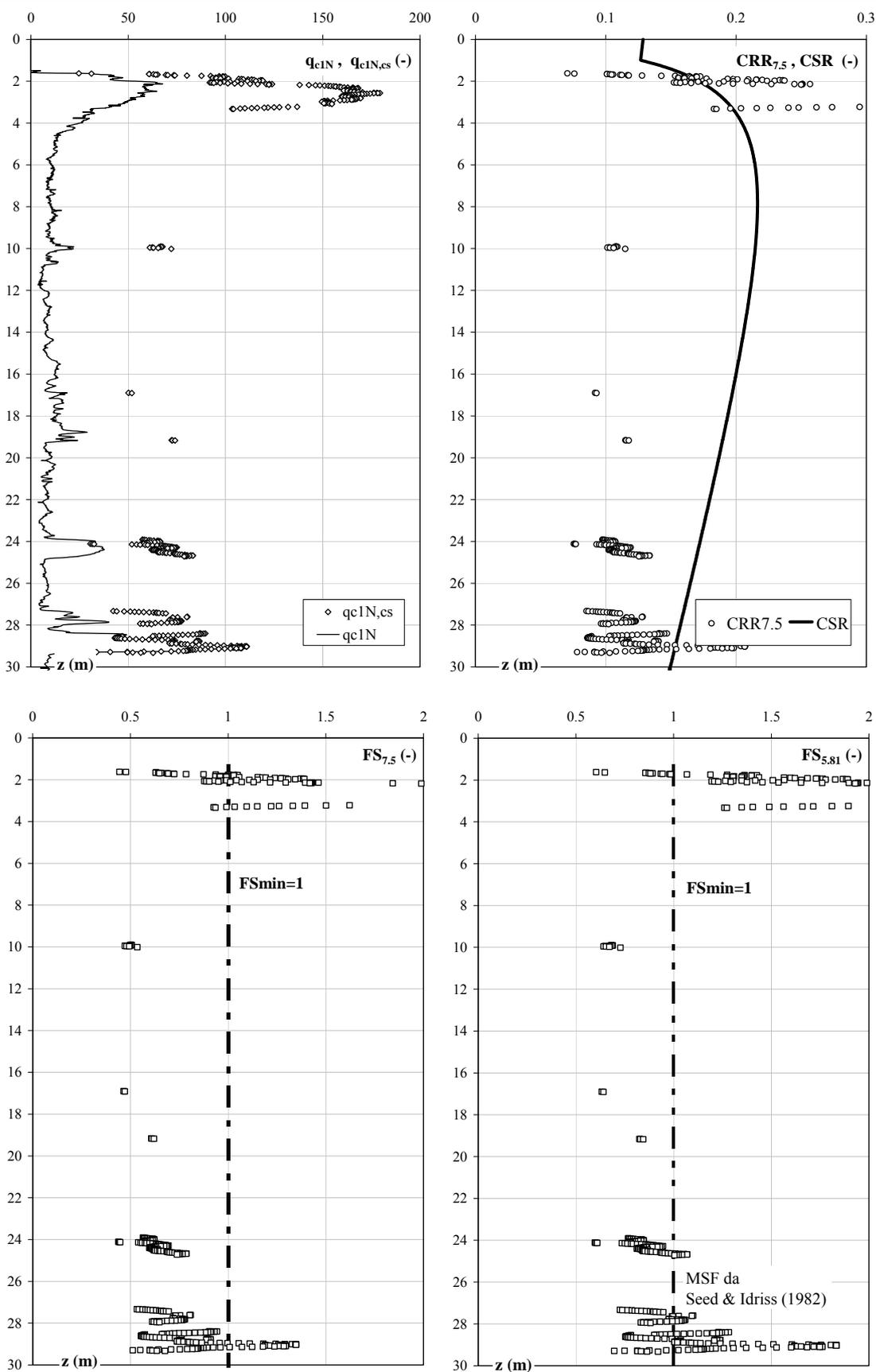
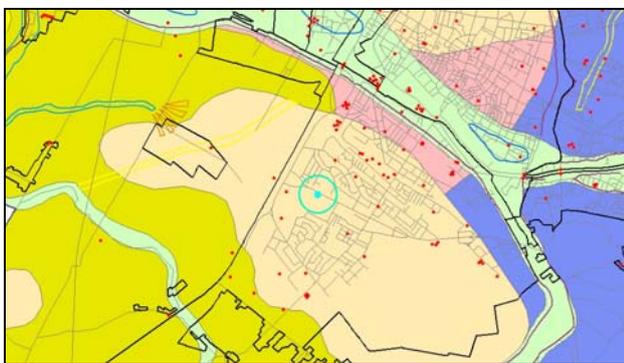


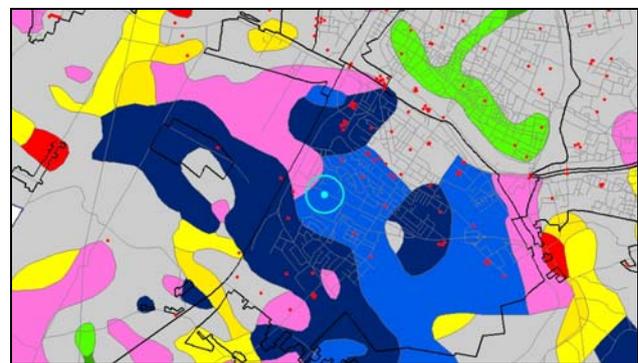
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 31

Località	Palasport Comunale
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova tra il paleoalveo del Po di Ferrara ed il paleoalveo del Reno (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono argille (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU31
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geonostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU31, eseguita in data 23/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 30.0 m
Profondità della falda (alla data 23/03/2010)	$Z_F = 2-4$ m da piano campagna locale (p.c.)

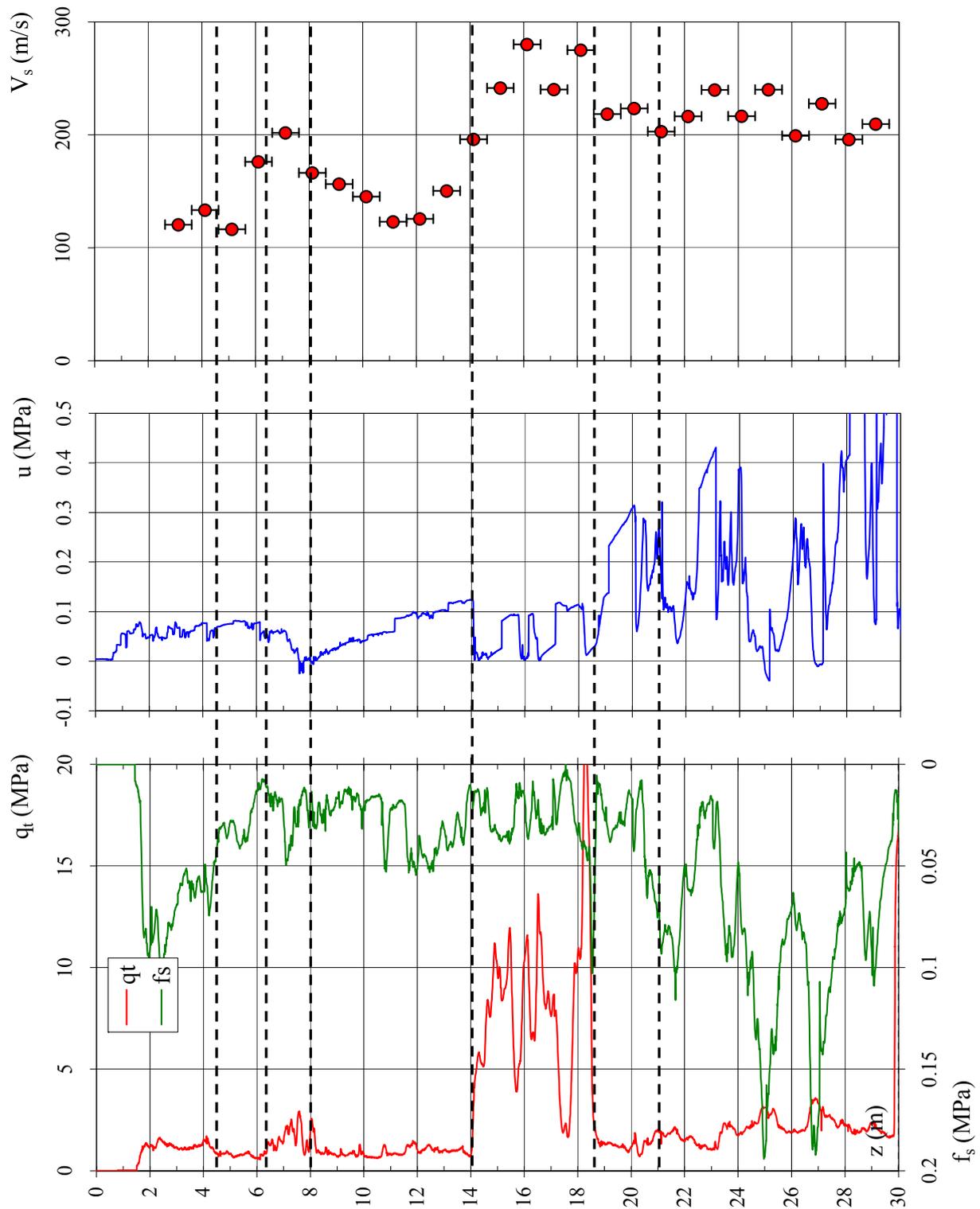
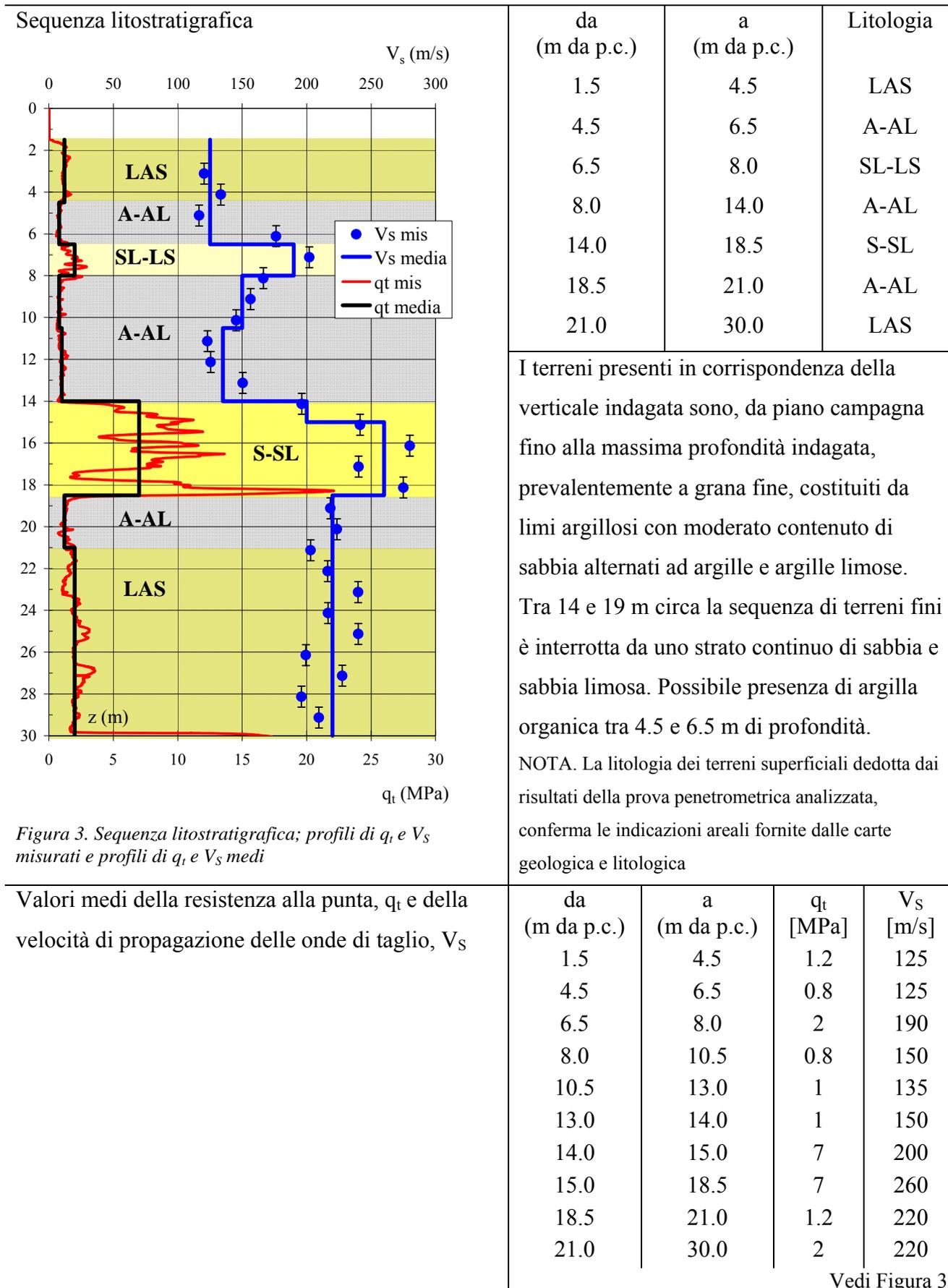


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU31





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		φ' _p [°]	φ' _{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 4.0				55	29	69	86
4.5 – 6.5				35	29	69	86
6.5 – 8.0	<30		30		66	159	
8.0 – 10.5				30	41	99	124
10.5 – 13.0				40	33	80	100
13.0 – 14.0				38	41	99	124
14.0 – 15.0	55	37	31		73	176	
15.0 – 18.5	52	36	31		124	298	
18.5 – 21.0				42	89	213	266
21.0 – 30.0				75	89	213	266

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 176 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	S2
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 5.1 (alto) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, liquefazione e cedimenti indotti dalla liquefazione, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

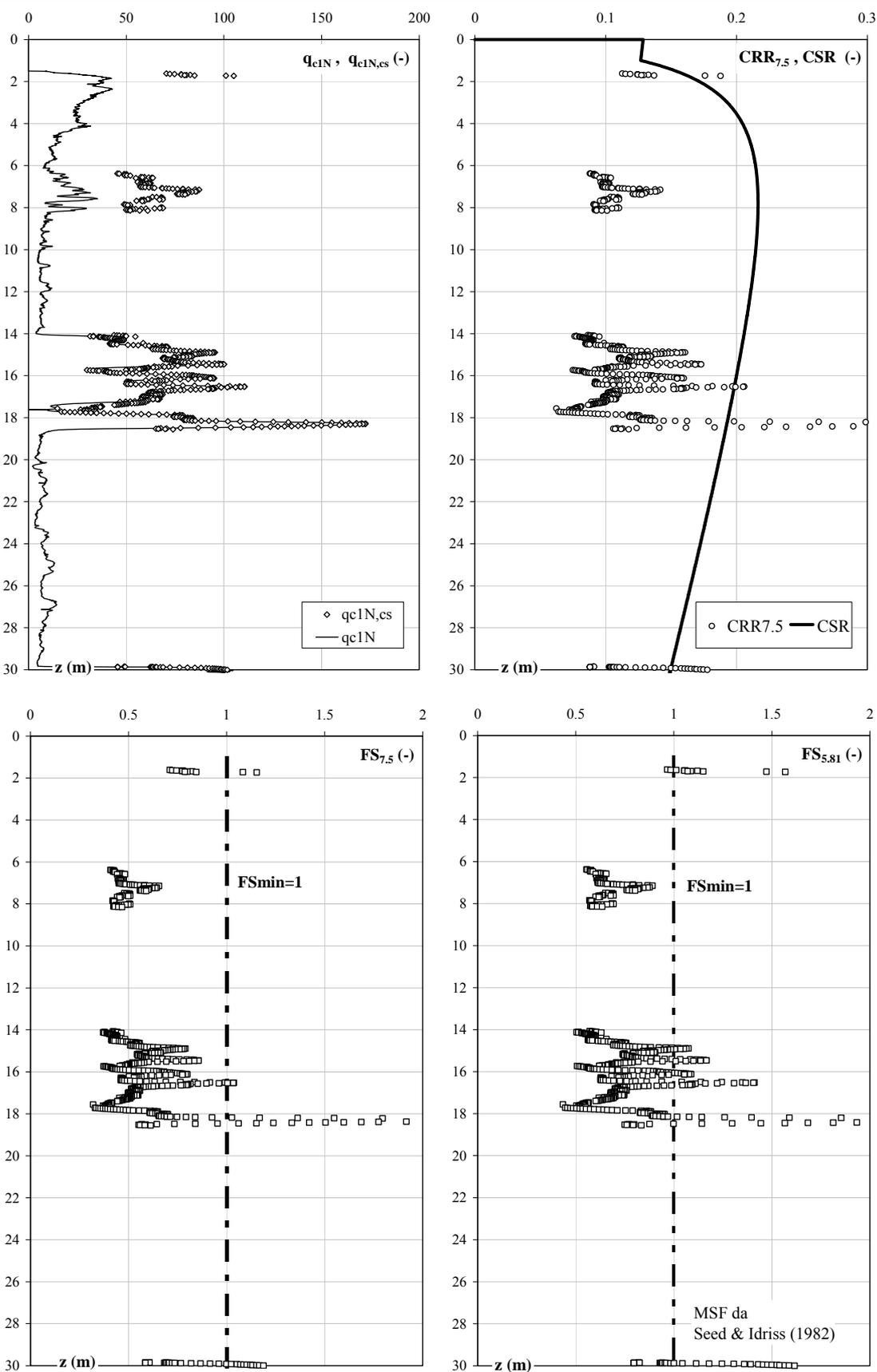
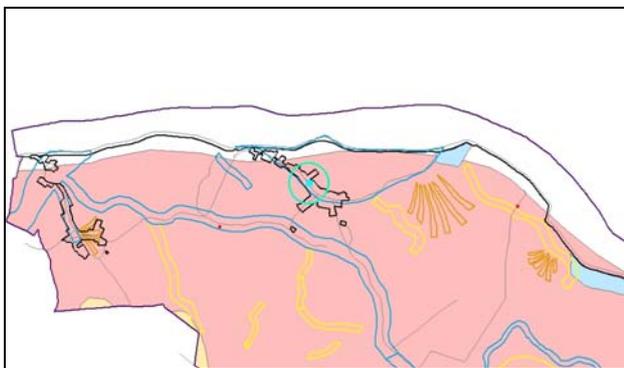


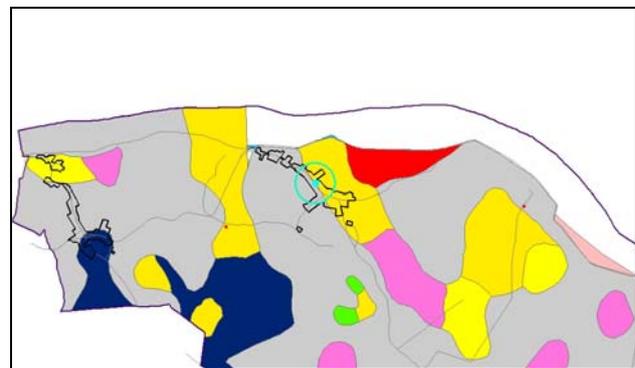
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 32

Località	Ravalle
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova immediatamente a sud del fiume Po e a ridosso di un paleoalveo dossivo basso (carta geomorfologica), in un’area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e grossolane tipiche di depositi di piana a meandri (carta geologica). In superficie emergono sabbie argillose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU32, eseguita in data 04/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 25.0 m
Profondità della falda (alla data 04/03/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 04/03/2010)	$z_S = 1.5-4$ m da p.c.

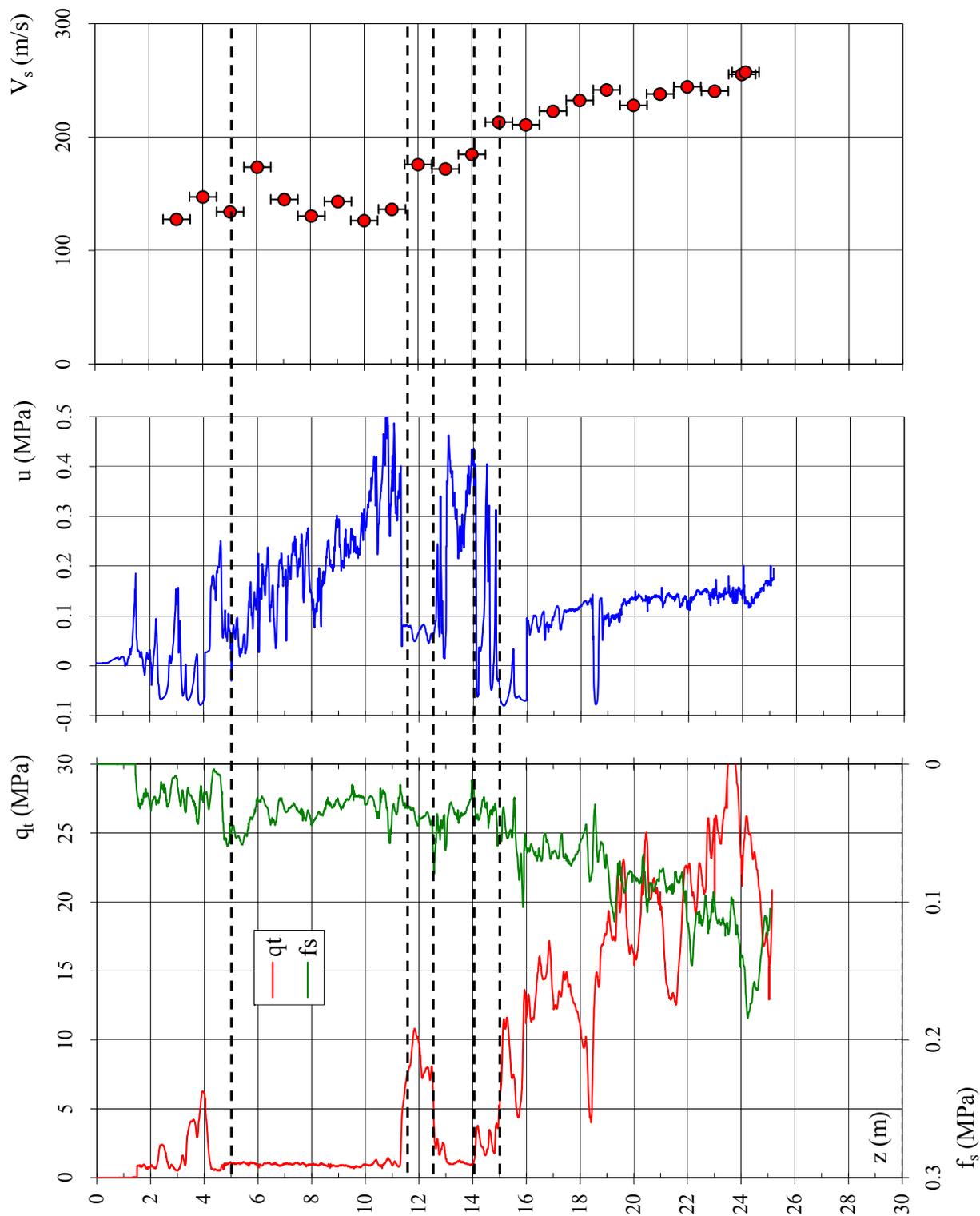


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU32

Sequenza litostratigrafica

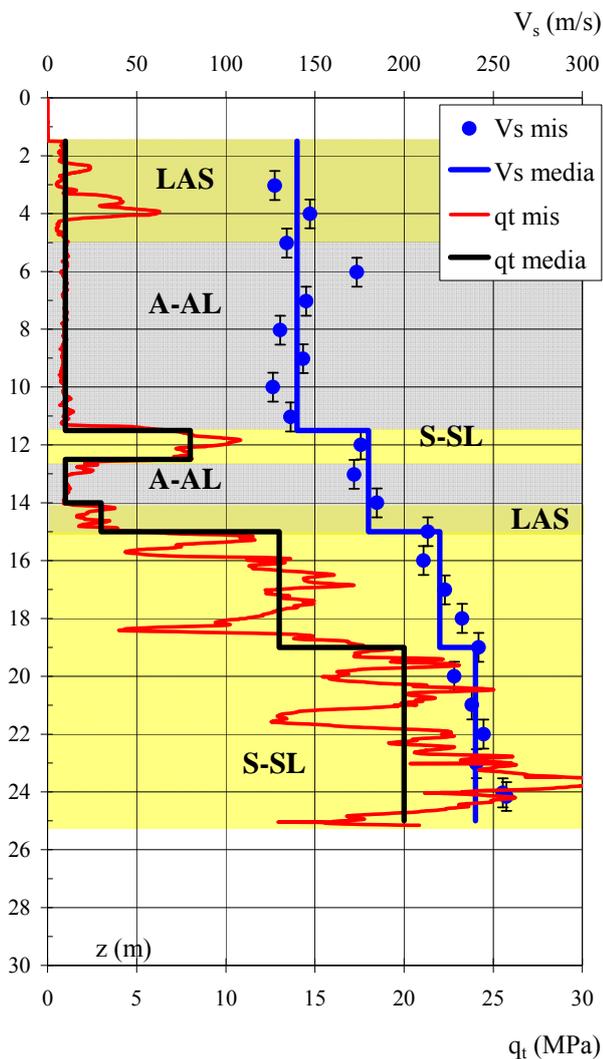


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	5.0	LAS
5.0	11.5	A-AL
11.5	12.5	S-SL
12.5	14.0	A-AL
14.0	15.0	LAS
15.0	25.0	S-SL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, da piano campagna fino a 15 m di profondità, prevalentemente a grana fine, costituiti da limi argillosi con moderato contenuto di sabbia e argille, argille limose, intercalate tra 11.5 e 12.5 m di profondità, da sabbie e sabbie limose.. Seguono, da 14 m fino alla massima profondità indagata, sabbie e sabbie limose, con frequenti intercalazioni di terreni più fini.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre conferma parzialmente le indicazioni della carta litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	5.0	1	140
5.0	11.5	1	140
11.5	12.5	8	180
12.5	14.0	1	180
14.0	15.0	3	180
15.0	19.0	13	220
19.0	25.0	20	240

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 5.0				48	36	86	108
5.0 – 11.5				43	36	86	108
11.5 – 12.5	60	39	32		59	143	
12.5 – 14.0				40	59	143	178
14.0 – 15.0				135	59	143	178
15.0 – 19.0	70	40	32		89	213	
19.0 – 25.0	80	41	32		106	254	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, V _{S,H}	V _{S,H} = 173 m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 183 m/s da 25 a 30 m assunto V _S = 257 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.74 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

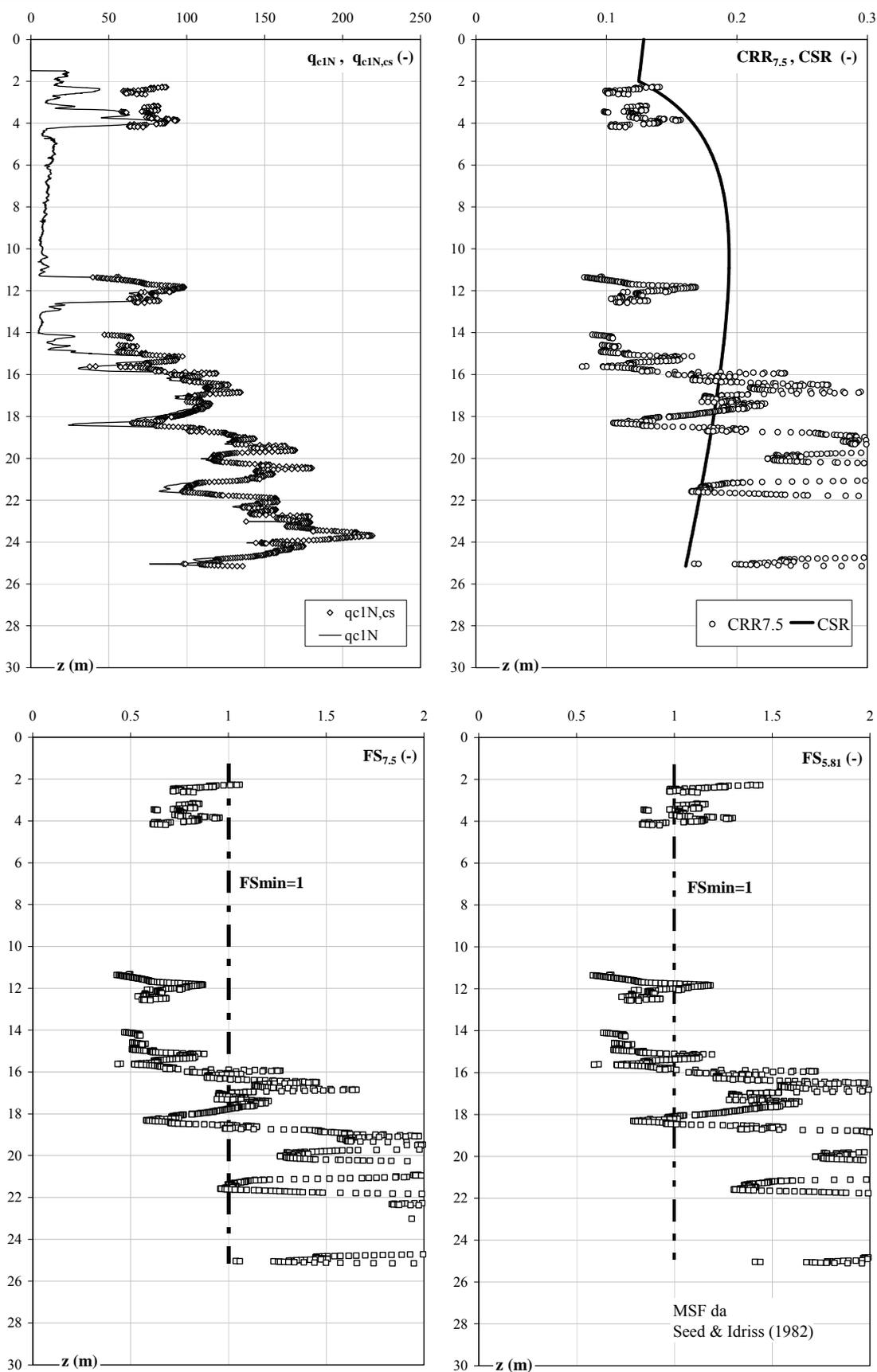
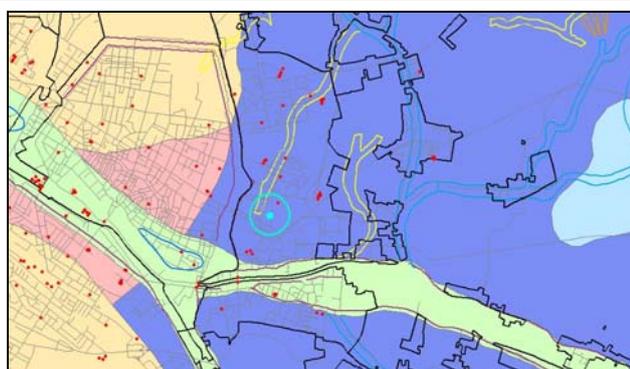


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 33

Località	Via Pacinotti
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità di un paleoalveo non dossivo e a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU33, eseguita in data 14/04/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 14/04/2010)	$z_F = 3.0$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 14/04/2010)	$z_S = 2-3$ m da p.c.

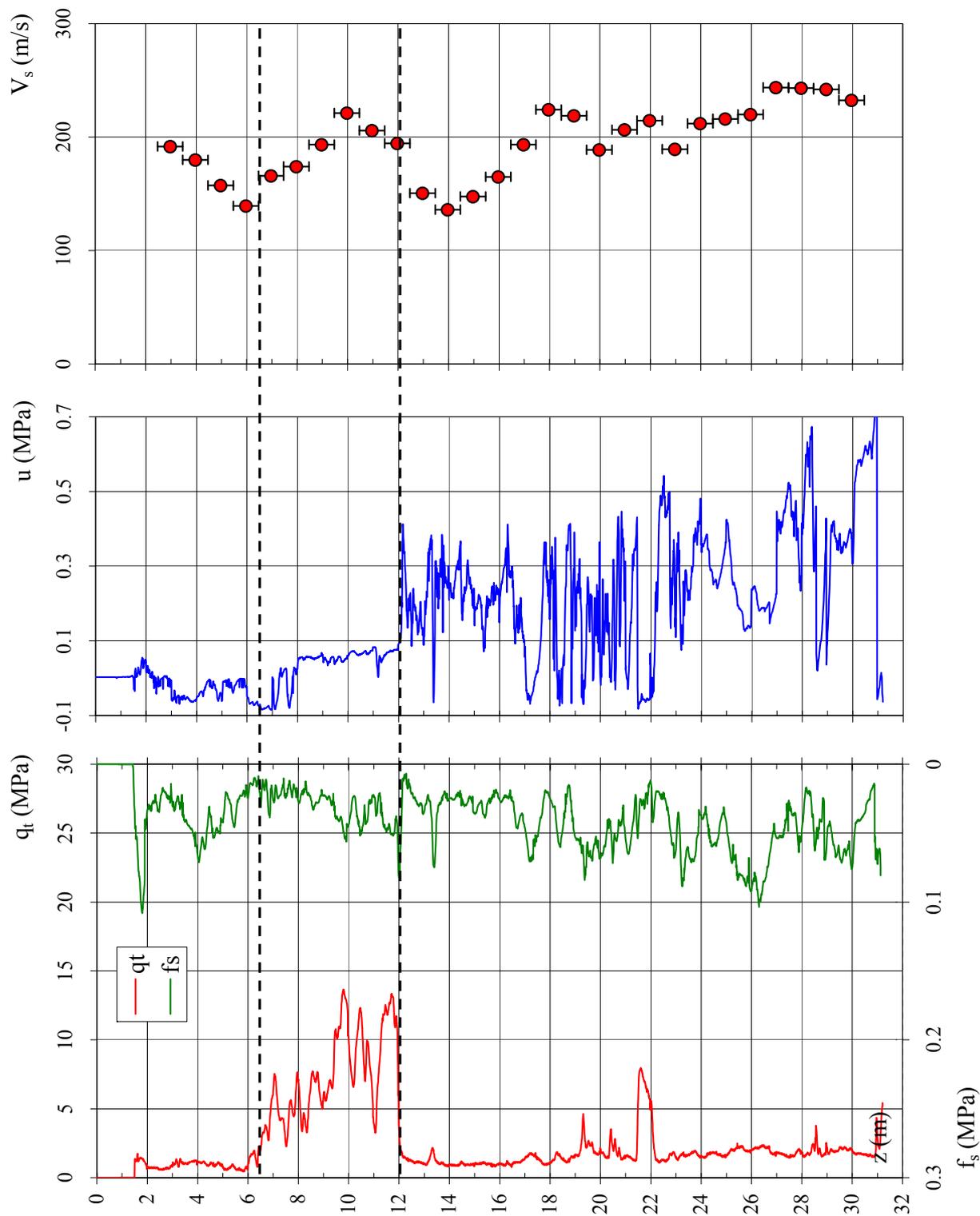
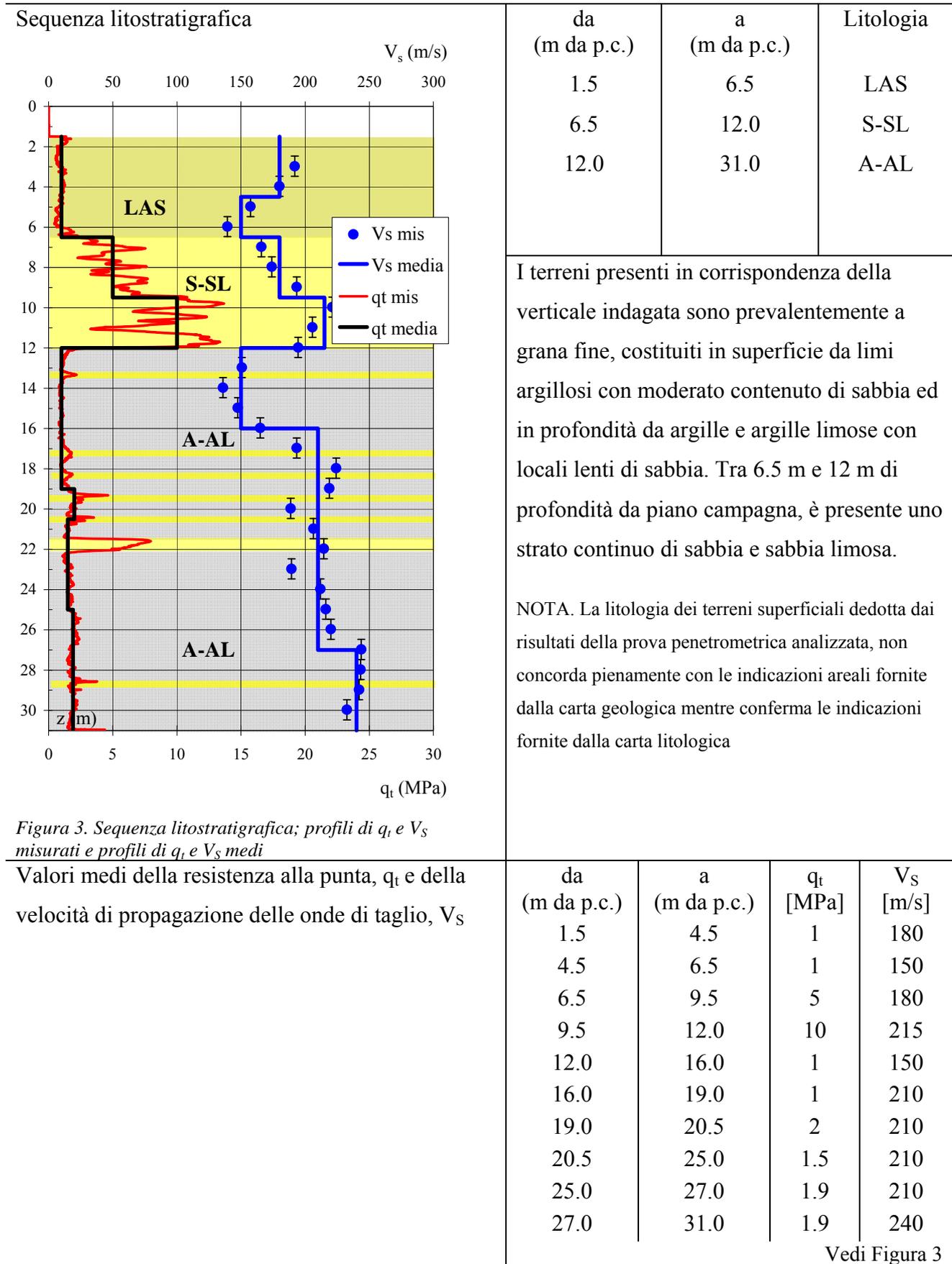


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU33



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		φ' _p [°]	φ' _{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 4.5	<30		27	47	59	143	178
4.5 – 6.5				45	41	99	124
6.5 – 9.5	50	37	32		59	143	
9.5 – 12.0	65	40	32		85	204	
12.0 – 16.0				37	41	99	124
16.0 – 19.0				35	81	194	243
19.0 – 20.5				80	81	194	243
20.5 – 25.0				55	81	194	243
25.0 – 27.0				72	81	194	243
27.0 – 31.0				68	106	254	317

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 190 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	S2
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 5.1 (alto) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, liquefazione e cedimenti indotti dalla liquefazione, cedimenti per riconsolidazione e addensamento post-sisma

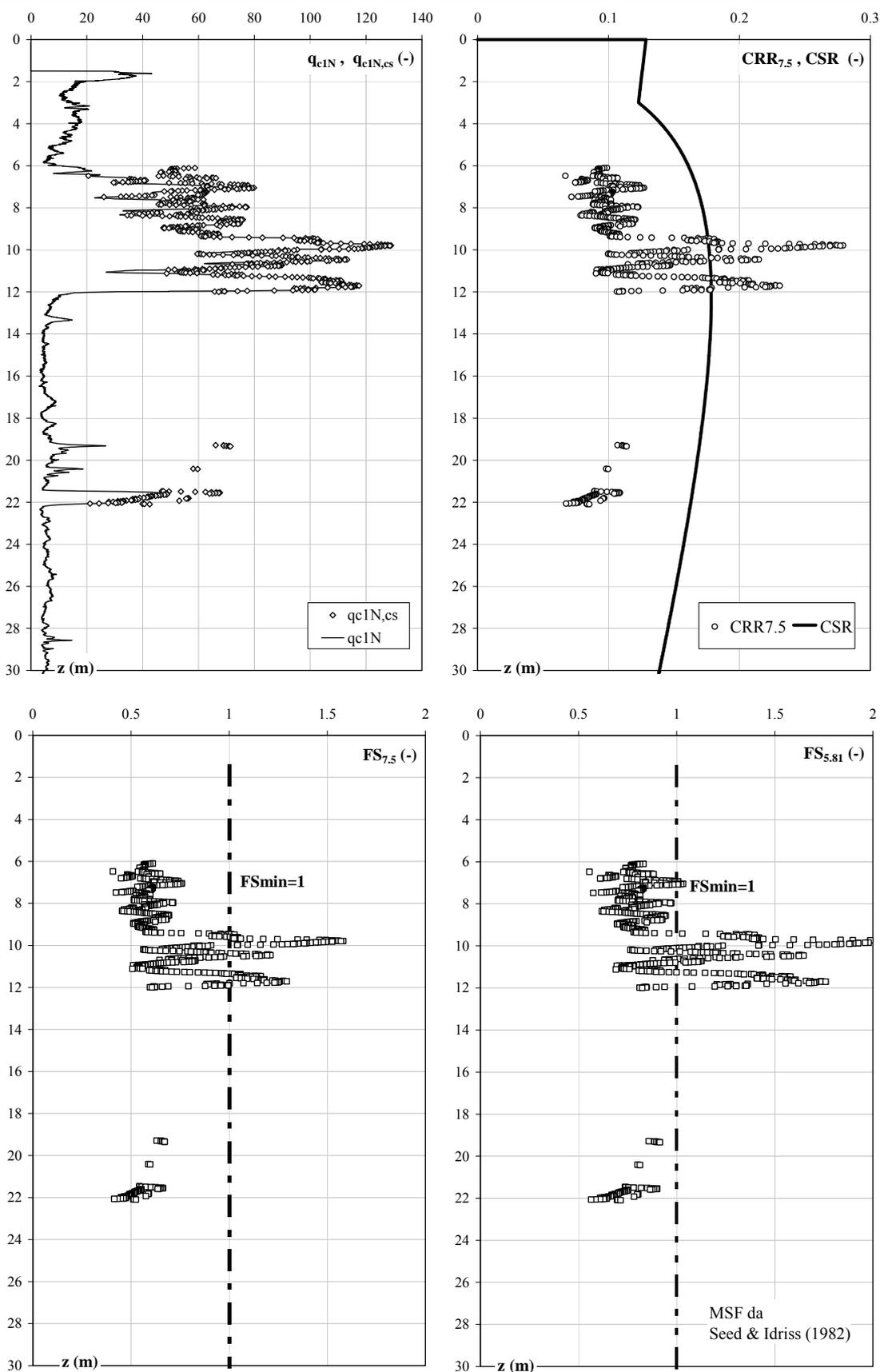
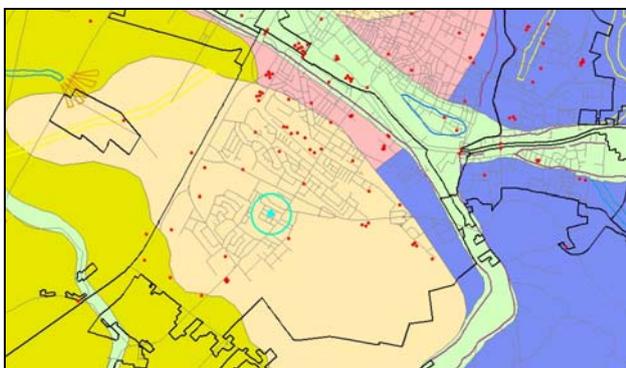


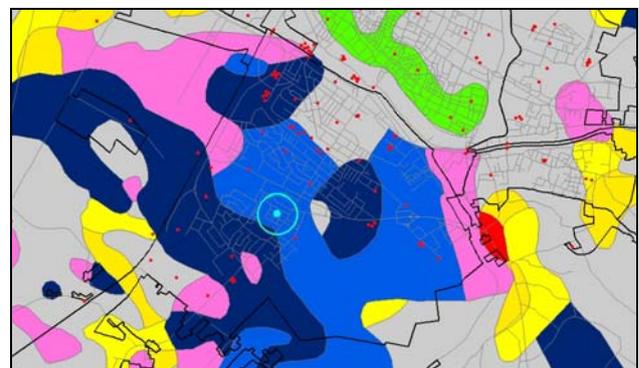
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 34

Località	Scuola Materna Satellite
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova tra il paleoalveo del Po di Ferrara ed il paleoalveo del Reno (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono argille (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

 Prove Penetrometriche
 SCPTU34

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU34, eseguita in data 19/04/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 19/04/2010)	Max profondità indagata H = 30.5 m $z_F = 2-4$ m da piano campagna locale (p.c.)

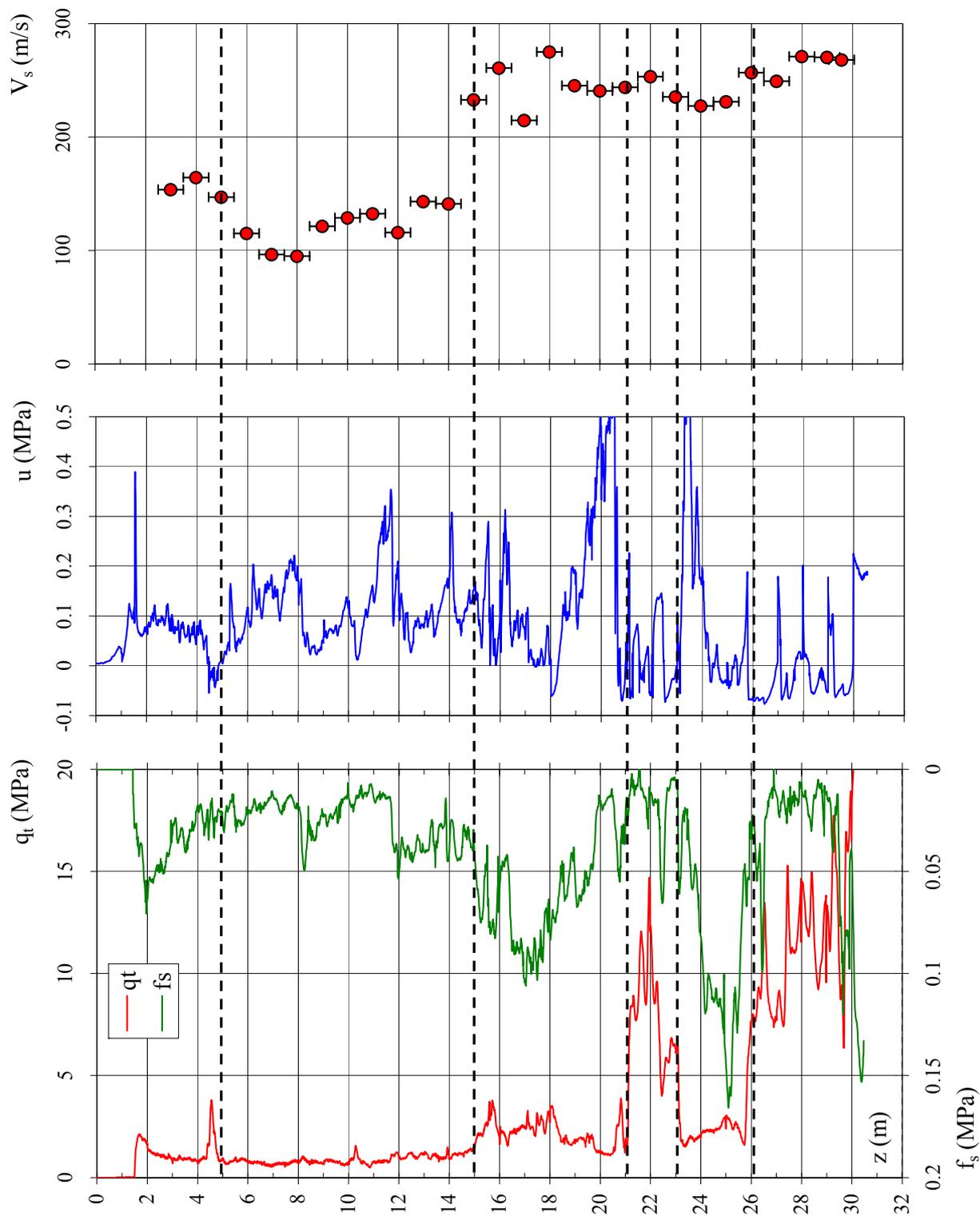


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU34

Sequenza litostratigrafica

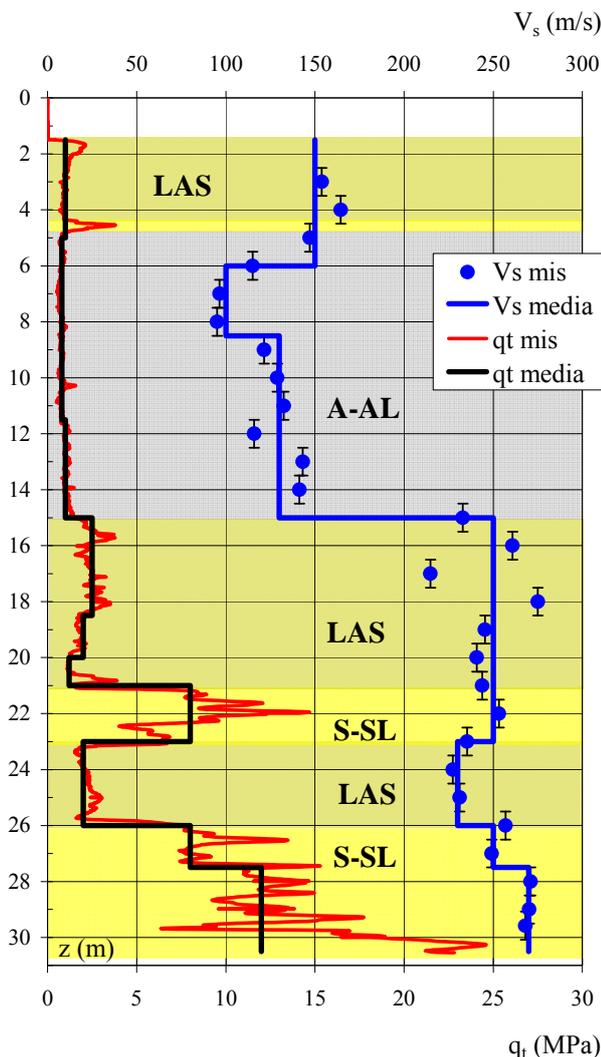


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	5.0	LAS
5.0	15.0	A-AL
15.0	21.0	LAS
21.0	23.0	S-SL
23.0	26.0	LAS
26.0	30.5	S-SL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, da piano campagna fino 26 m di profondità, prevalentemente a grana fine, costituiti da limi argillosi con moderato contenuto di sabbia alternati a argille e argille limose. Tra 21 e 23 m è presente uno strato prevalentemente sabbioso. Da 26 m fino alla massima profondità indagata sono state rilevate sabbie e sabbie limose. Possibile presenza di argilla organica tra 5 e 11.5 m di profondità.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	5.0	1	150
5.0	6.0	0.8	150
6.0	8.5	0.8	100
8.5	11.5	0.8	130
11.5	15.0	1	130
15.0	18.5	2.5	250
18.5	20.0	2	250
20.0	21.0	1.2	250
21.0	23.0	8	250
23.0	26.0	2	230
26.0	27.5	8	250
27.5	30.5	12	270

Vedi Figura 3

Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 5.0				50	41	99	124
5.0 – 6.0				35	41	99	124
6.0 – 8.5				35	18	44	55
8.5 – 11.5				30	31	74	93
11.5 – 15.0				40	31	74	93
15.0 – 18.5	<30		27	110	115	275	344
18.5 – 20.0				80	115	275	344
20.0 – 21.0				40	115	275	344
21.0 – 23.0	50	36	30		115	275	
23.0 – 26.0	<30		27	80	97	233	291
26.0 – 27.5	50	35	29		115	275	
27.5 – 30.5	60	37	30		134	321	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{s,30}	V _{s,30} = 173 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.77 (basso) Vedi Figura 4
Potenziali rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

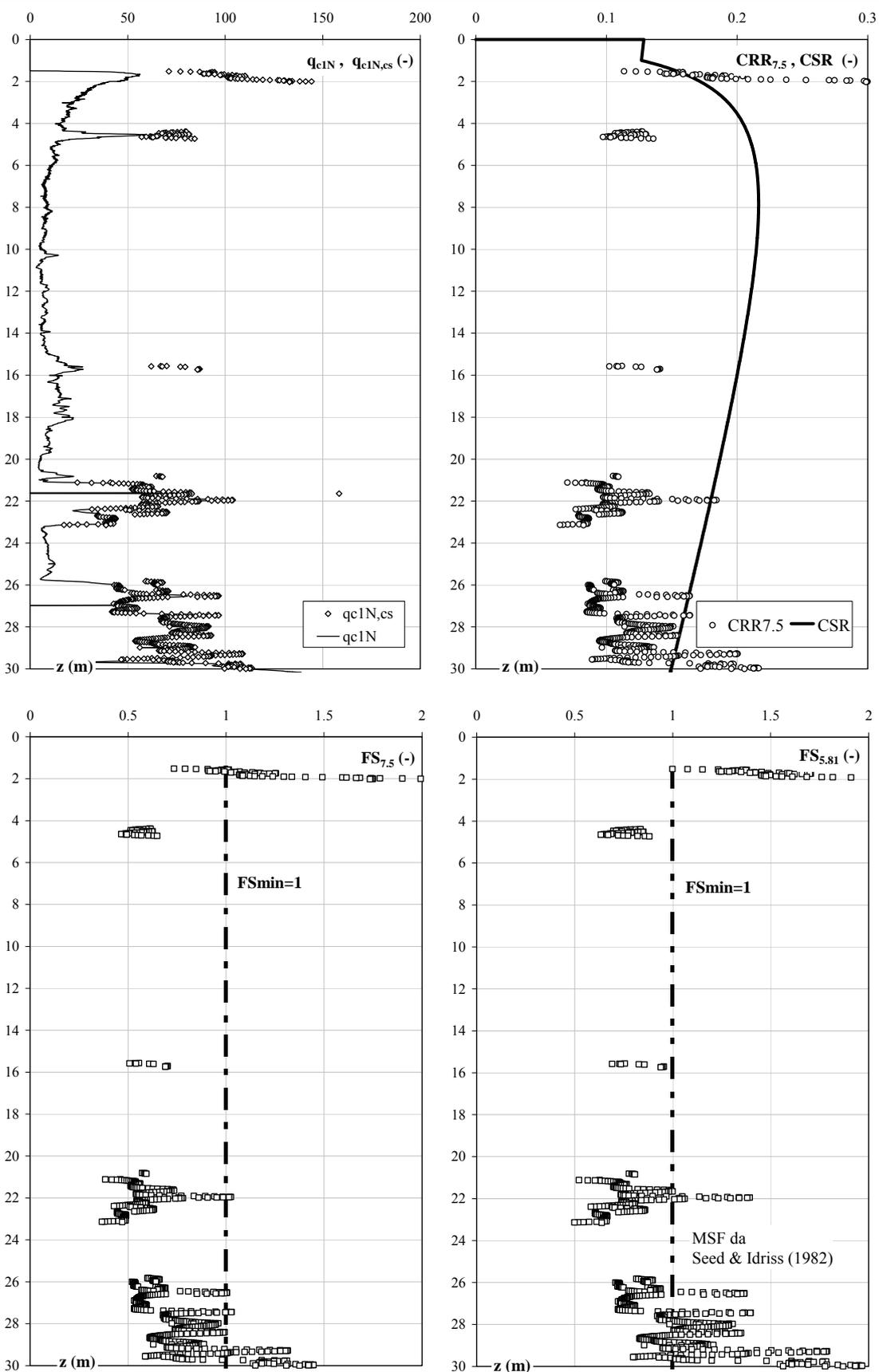
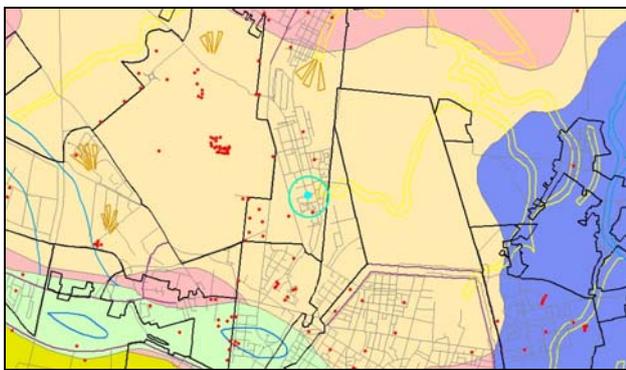


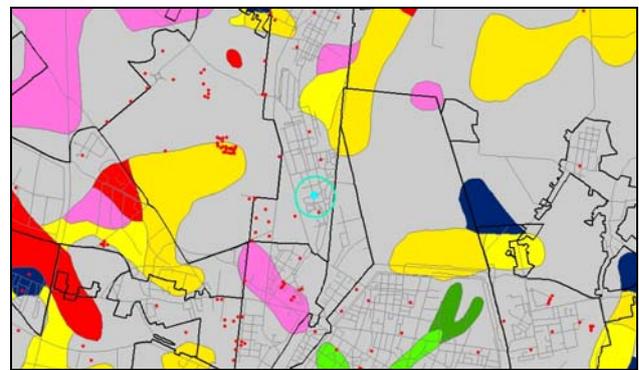
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 35

Località	Scuola Materna D.B. Jovine
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità di un paleoalveo non dossivo (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di area interfluviale e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 SCPTU35

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU35, eseguita in data 08/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 08/03/2010)	Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità del livello di saturazione (alla data 08/03/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.) $z_S = 2-4$ m da p.c.

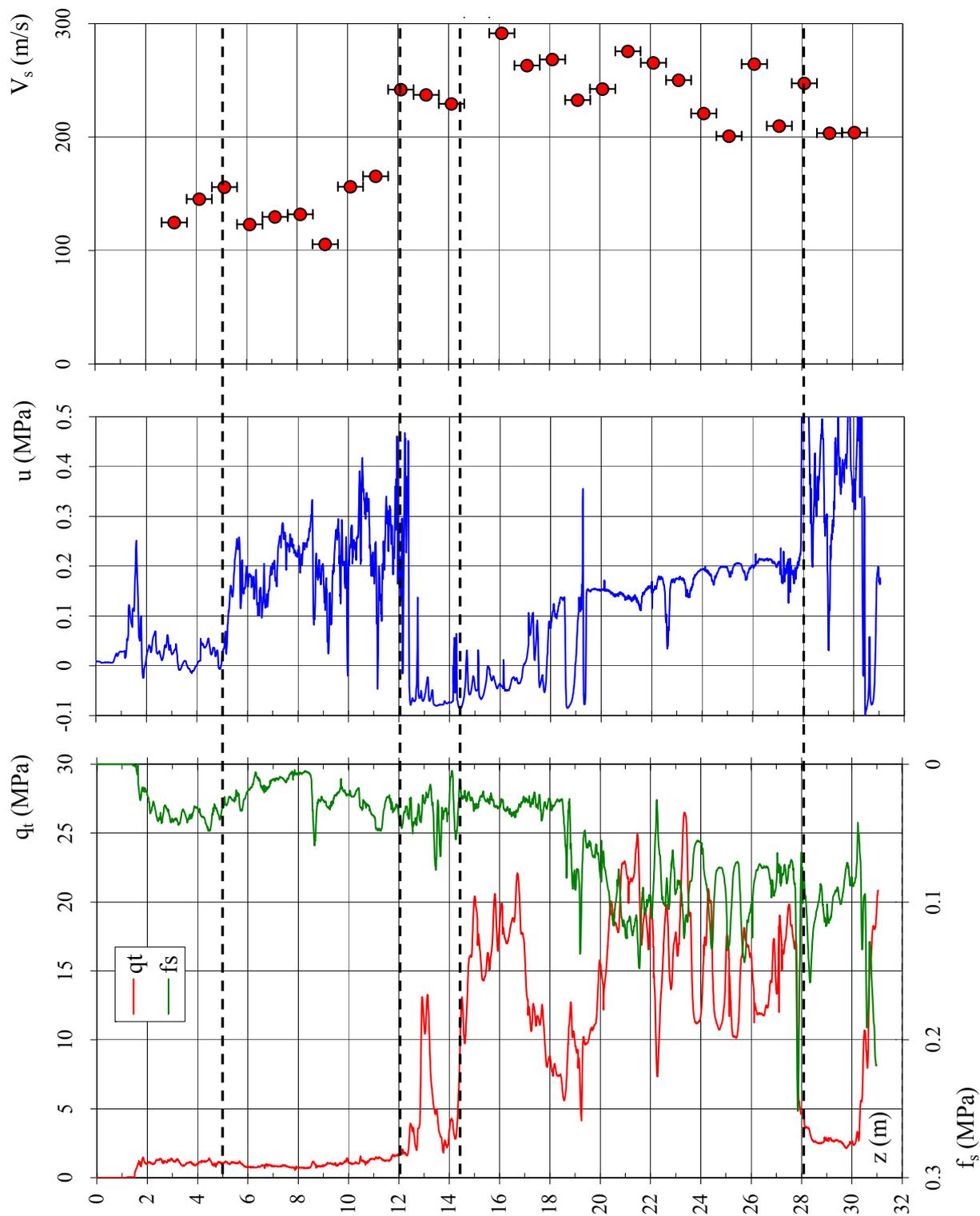
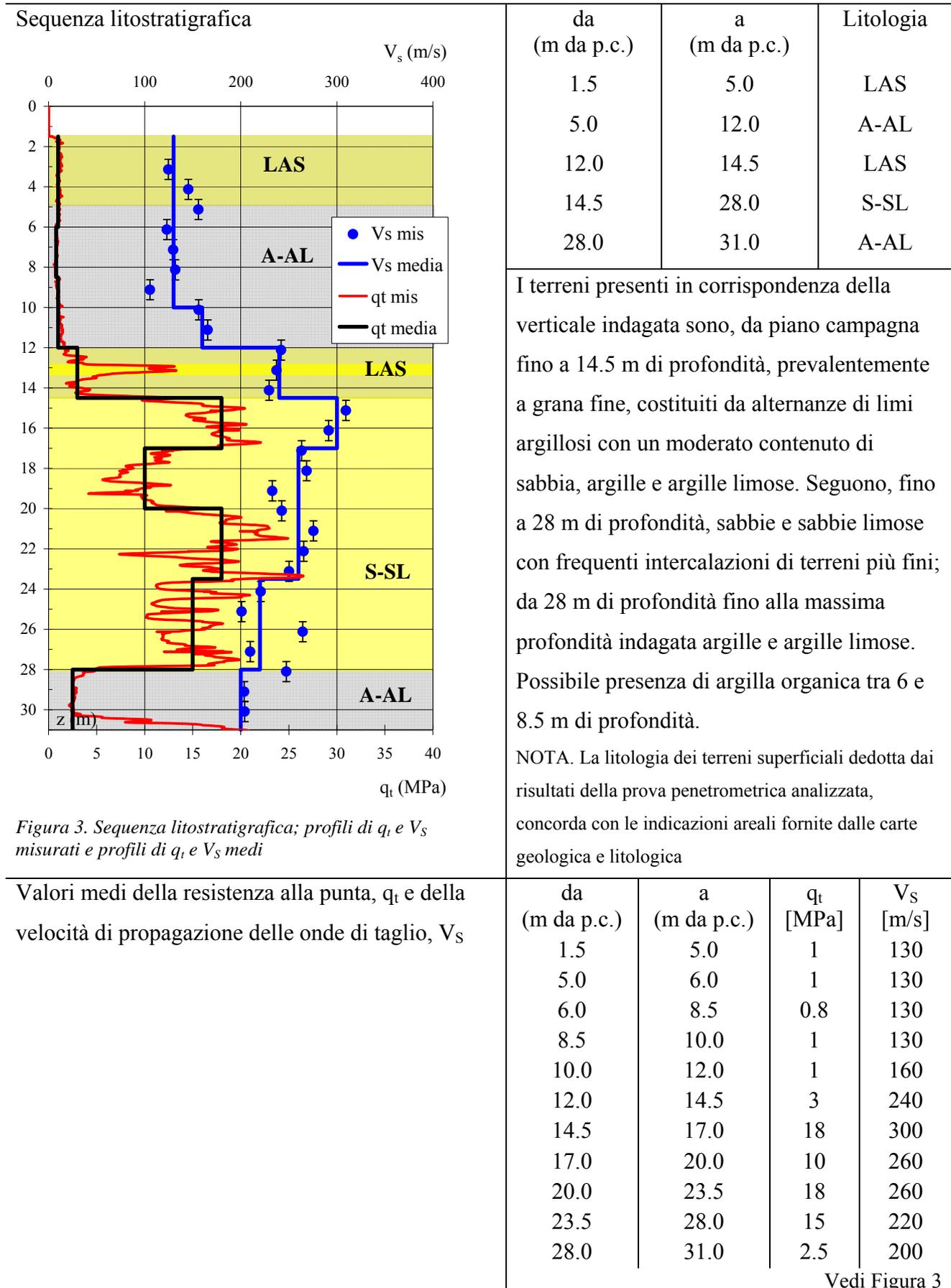


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU35





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		φ' _p [°]	φ' _{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 5.0				48	31	74	93
5.0 – 6.0				45	31	74	93
6.0 – 8.5				35	31	74	93
8.5 – 10.0				42	31	74	93
10.0 – 12.0				40	47	113	141
12.0 – 14.5	<30		29	140	106	254	317
14.5 – 17.0	76	41	32		165	396	
17.0 – 20.0	60	37	31		124	298	
20.0 – 23.5	73	40	32		124	298	
23.5 – 28.0	65	38	31		89	213	
28.0 – 31.0				100	73	176	220

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{s,30}	V _{s,30} = 186 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.1 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

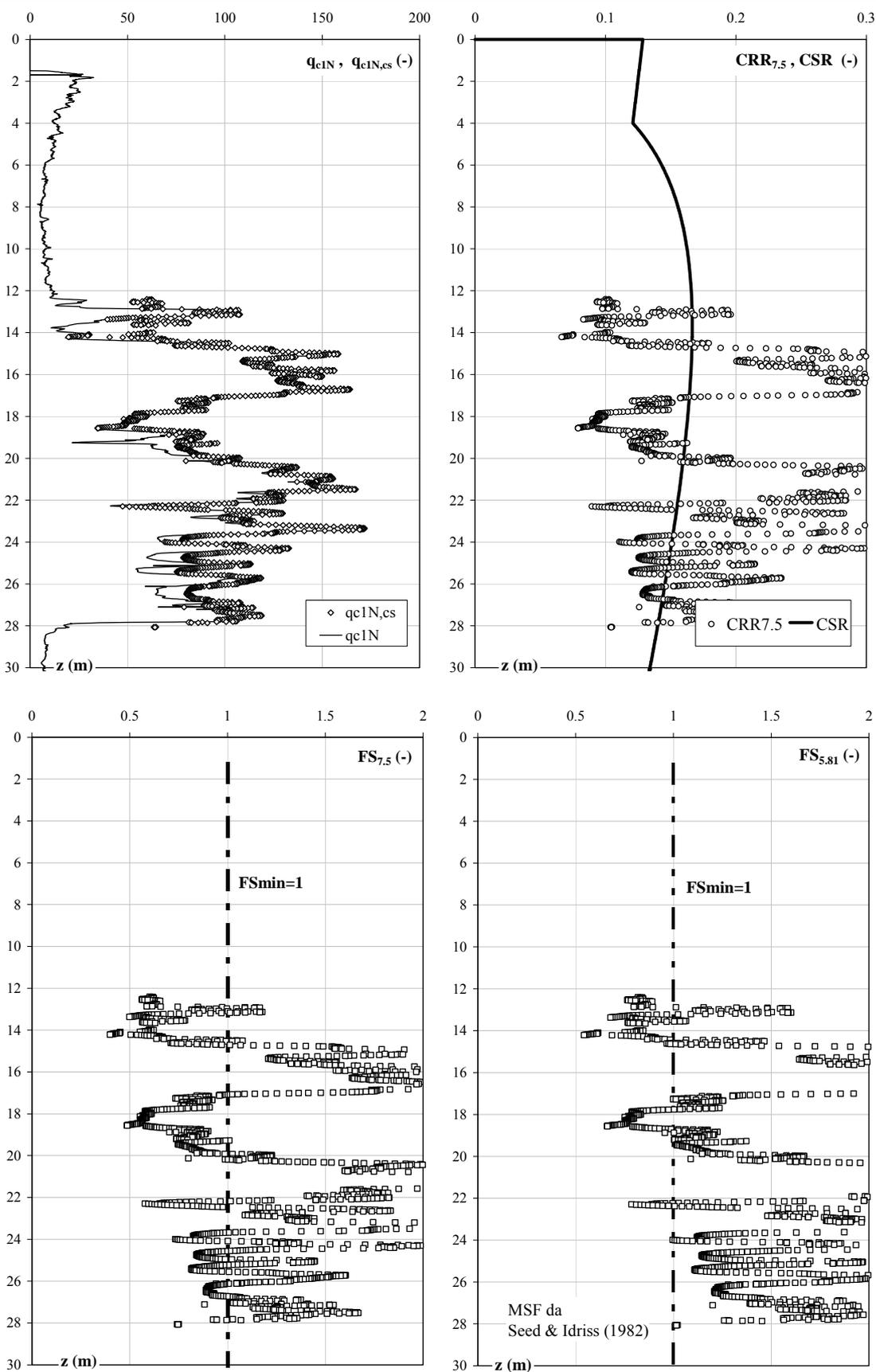
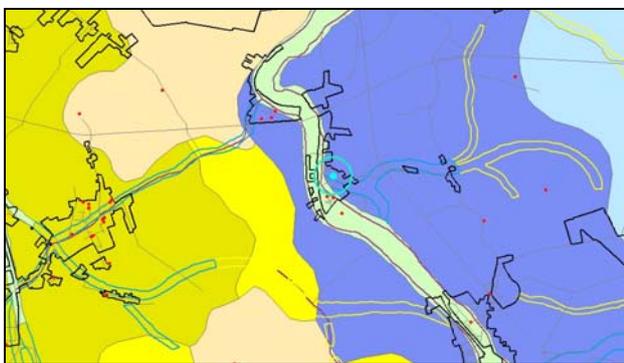


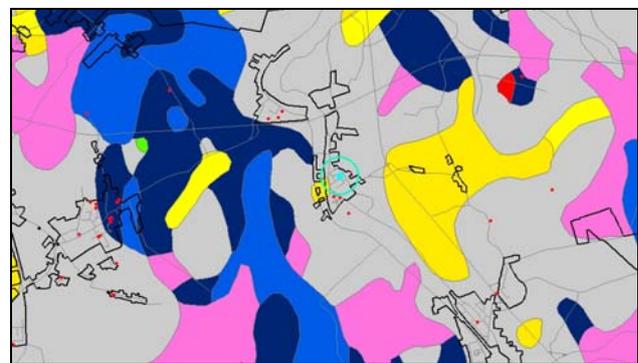
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 36

Località	Fossanova San Marco
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità del paleoalveo del Po di Primaro (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

 Prove Penetrometriche
 SCPTU36

Indagini geonostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU36, eseguita in data 20/04/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 20/04/2010)	$Z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 20/04/2010)	$Z_S = 2-4$ m da p.c.

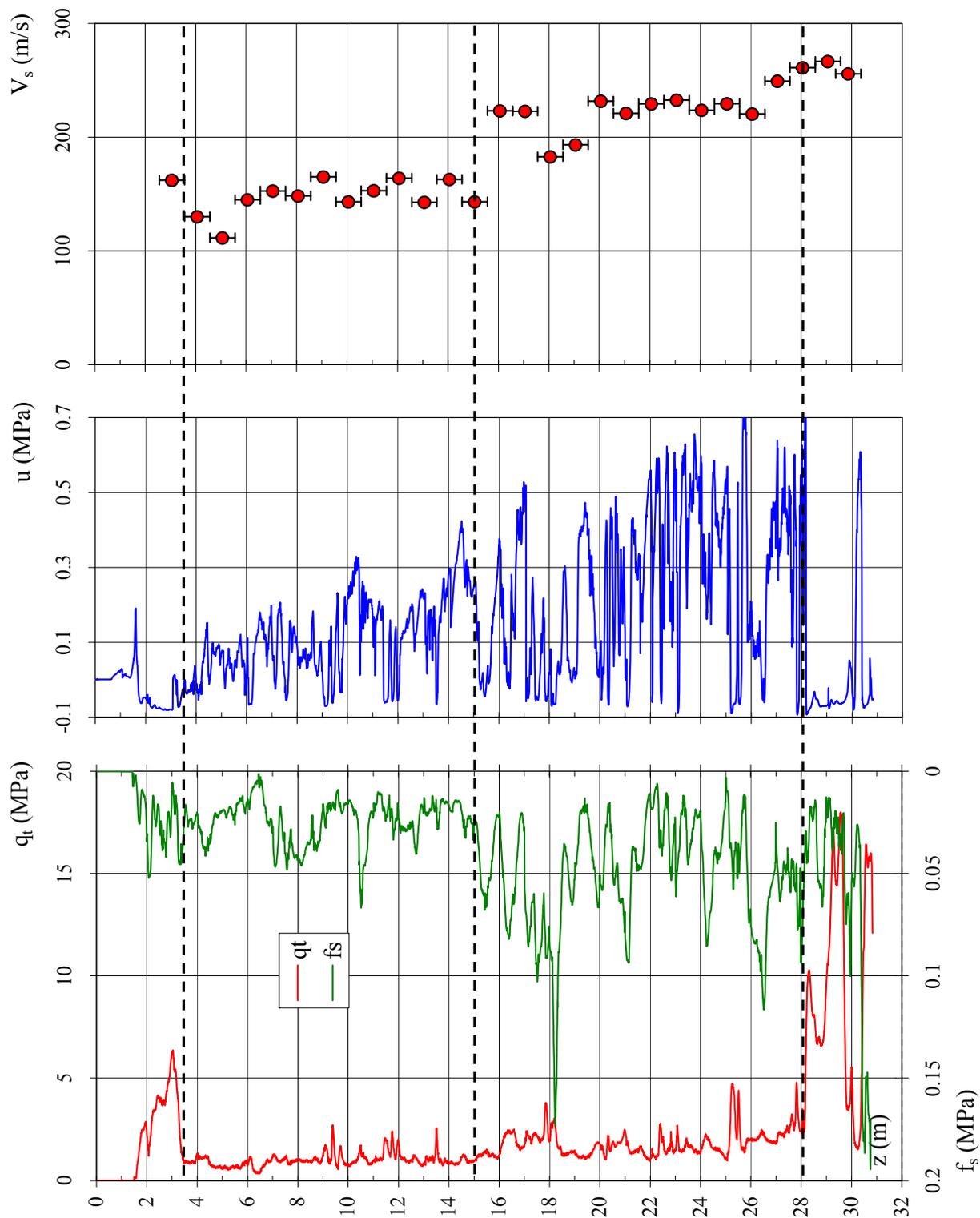


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU36

Sequenza litostratigrafica

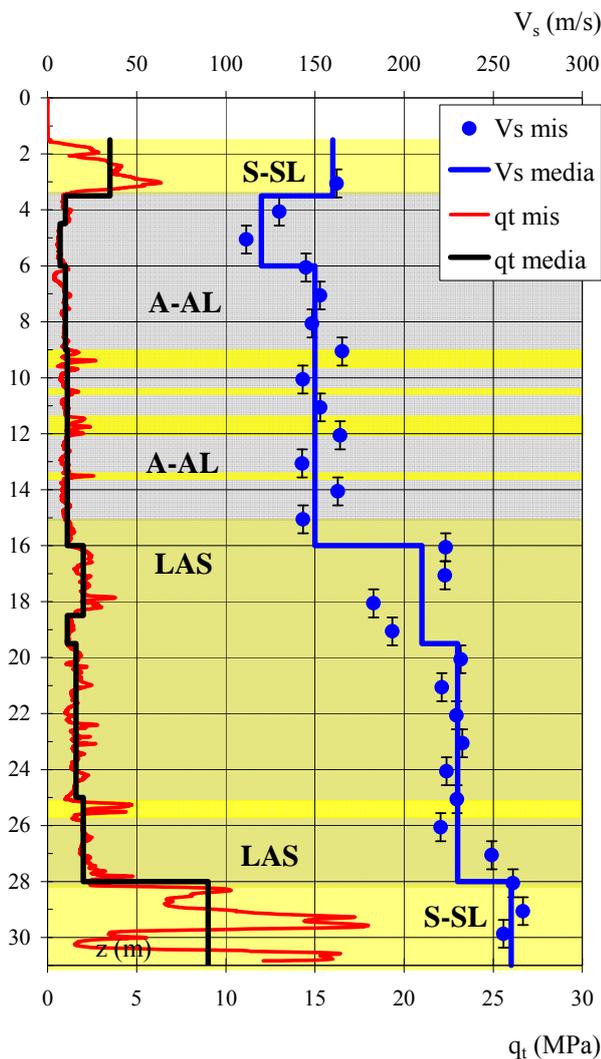


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	3.5	S-SL
3.5	15.0	A-AL
15.0	28.0	LAS
28.0	31.0	S-SL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, da piano campagna fino alla massima profondità indagata, prevalentemente a grana fine. Dopo uno strato superficiale di 2 m di spessore di sabbia e sabbia limosa, fino a 15 m di profondità prevalgono argille e argille limose con frequenti intercalazioni di sabbia limosa. Da 15 m fino a 28 m di profondità, limi argillosi con moderata presenza di sabbia. Seguono, fino alla massima profondità indagata, sabbie e sabbie limose con intercalazioni di terreni più fini. Possibile presenza di argilla organica tra 4.5 e 6 m di profondità.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, concorda parzialmente con le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	3.5	3.5	160
3.5	4.5	1	120
4.5	6.0	0.7	120
6.0	9.0	1	150
9.0	15.0	1.1	150
15.0	16.0	1.1	150
16.0	18.5	2	210
18.5	19.5	1.1	210
19.5	25.0	1.6	230
25.0	28.0	2	230
28.0	31.0	9	260

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		φ' _p [°]	φ' _{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 3.5	50	39	31		47	113	
3.5 – 4.5				45	26	63	79
4.5 – 6.0				30	26	63	79
6.0 – 9.0				43	41	99	124
9.0 – 15.0				45	41	99	124
15.0 – 16.0				40	41	99	124
16.0 – 18.5				85	81	194	243
18.5 – 19.5				40	81	194	243
19.5 – 25.0				60	97	233	291
25.0 – 28.0				75	97	233	291
28.0 – 31.0	55	35	29		124	298	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 180 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.67 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

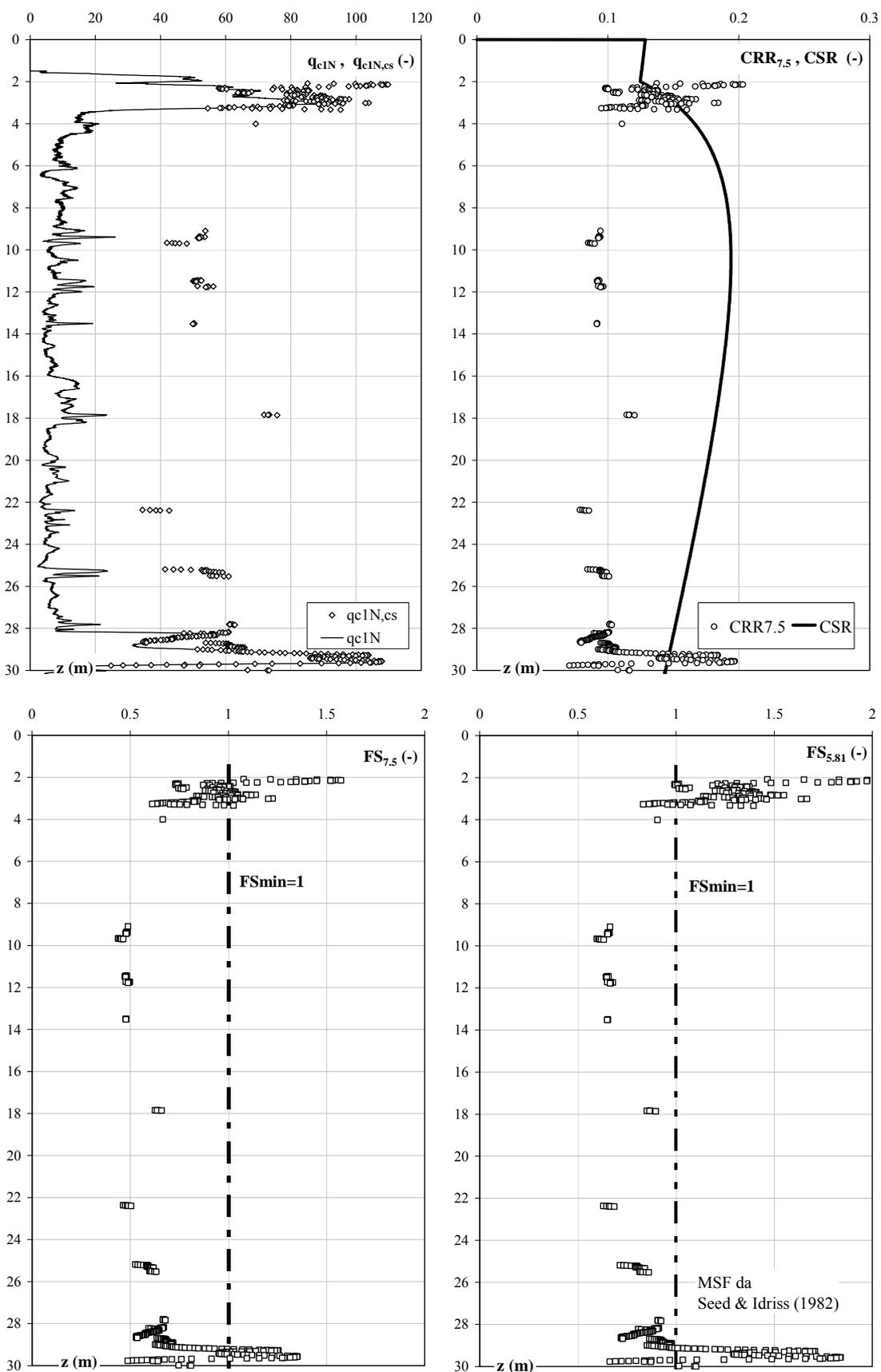
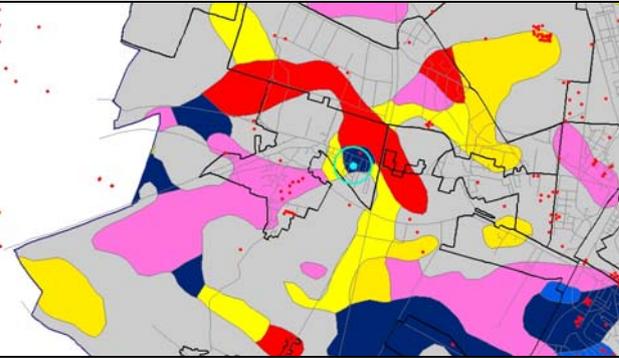


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 37

Località	Scuola d'Infanzia la Mongolfiera
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e grossolane tipiche di depositi di piana a meandri (carta geologica). In superficie emergono argille limose (carta litologica).
 <p style="text-align: center;">(a)</p>	 <p style="text-align: center;">(b)</p>
<p>Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico</p>	
<p>Legenda carta geologica-deposizionale</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine Limi e limi argillosi - Depositi di palude 	<p>Legenda carta litologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbia Sabbie limose Sabbie argillose Limo Limi sabbiosi Limi argillosi Argille Argille sabbiose Argille limose Miscela ternaria
<p>Legenda carta geomorfologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Argine maestro del Po Confine comunale Paleoalvei dossivi alti Paleoalvei dossivi bassi Paleoalvei non dossivi Forme di esondazione Point bar Paleoargini Paleoisole Zone di infrigidimento 	<ul style="list-style-type: none"> Prove Penetrometriche SCPTU37
Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU37, eseguita in data 09/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 09/03/2010)	Max profondità indagata H = 30.0 m z _F = 5.5 m da piano campagna locale (p.c.)

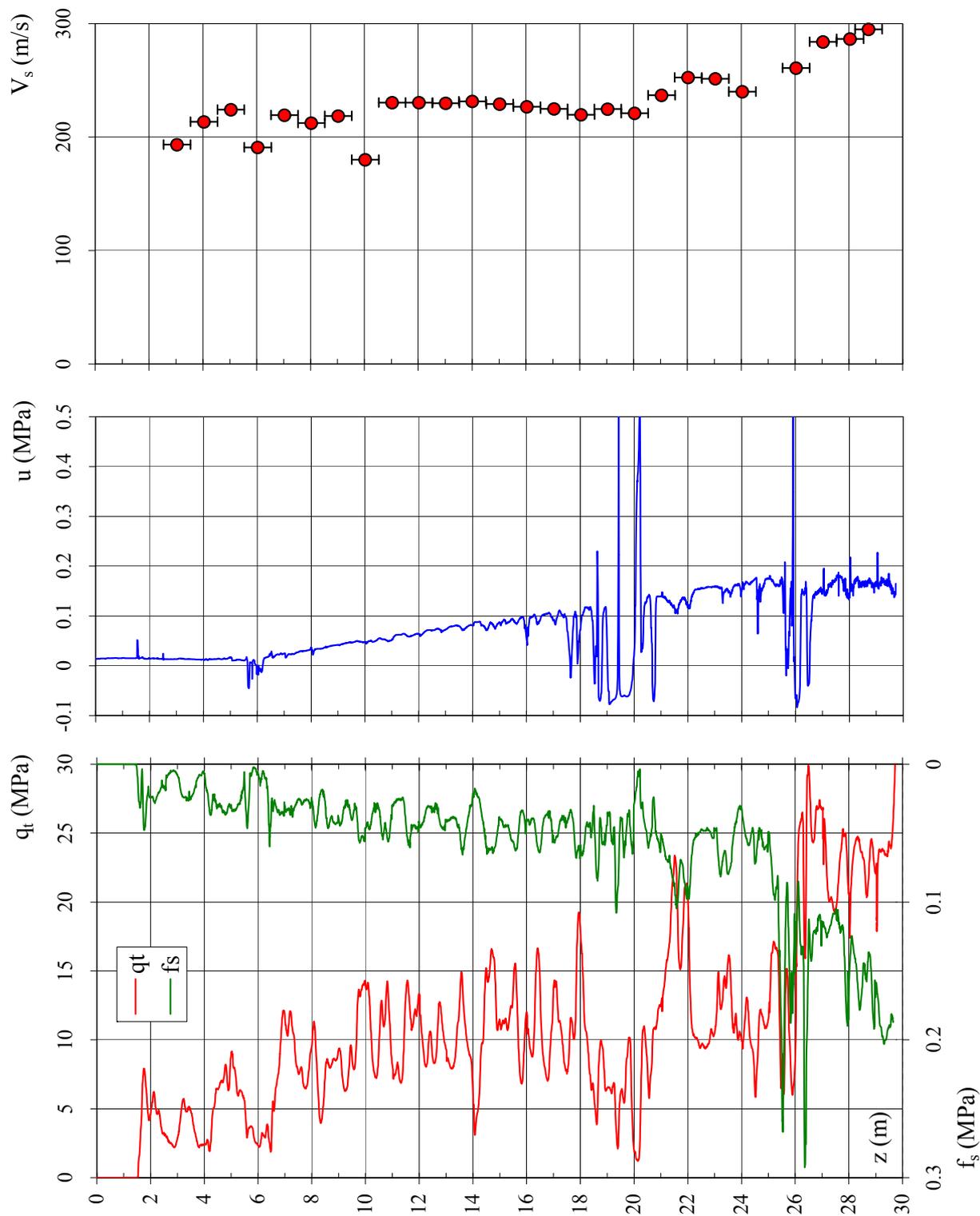
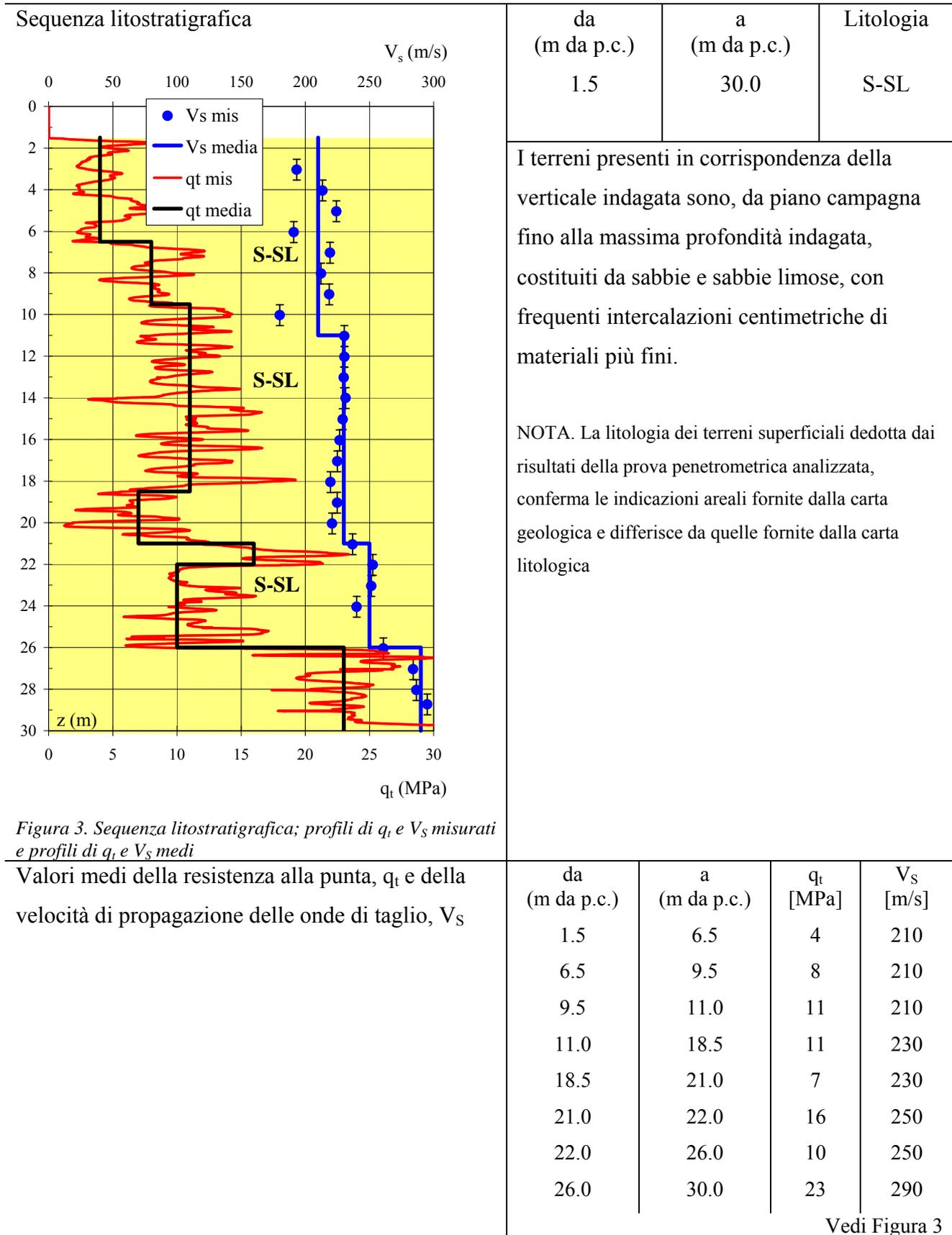


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU37



Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 6.5	50	37	32		81	194	
6.5 – 9.5	60	38	32		81	194	
9.5 – 11.0	65	39	31		81	194	
11.0 – 18.5	60	38	31		97	233	
18.5 – 21.0	45	34	29		97	233	
21.0 – 22.0	70	39	31		115	275	
22.0 – 26.0	55	35	30		115	275	
26.0 – 30.0	75	40	31		154	370	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 226 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.94 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale

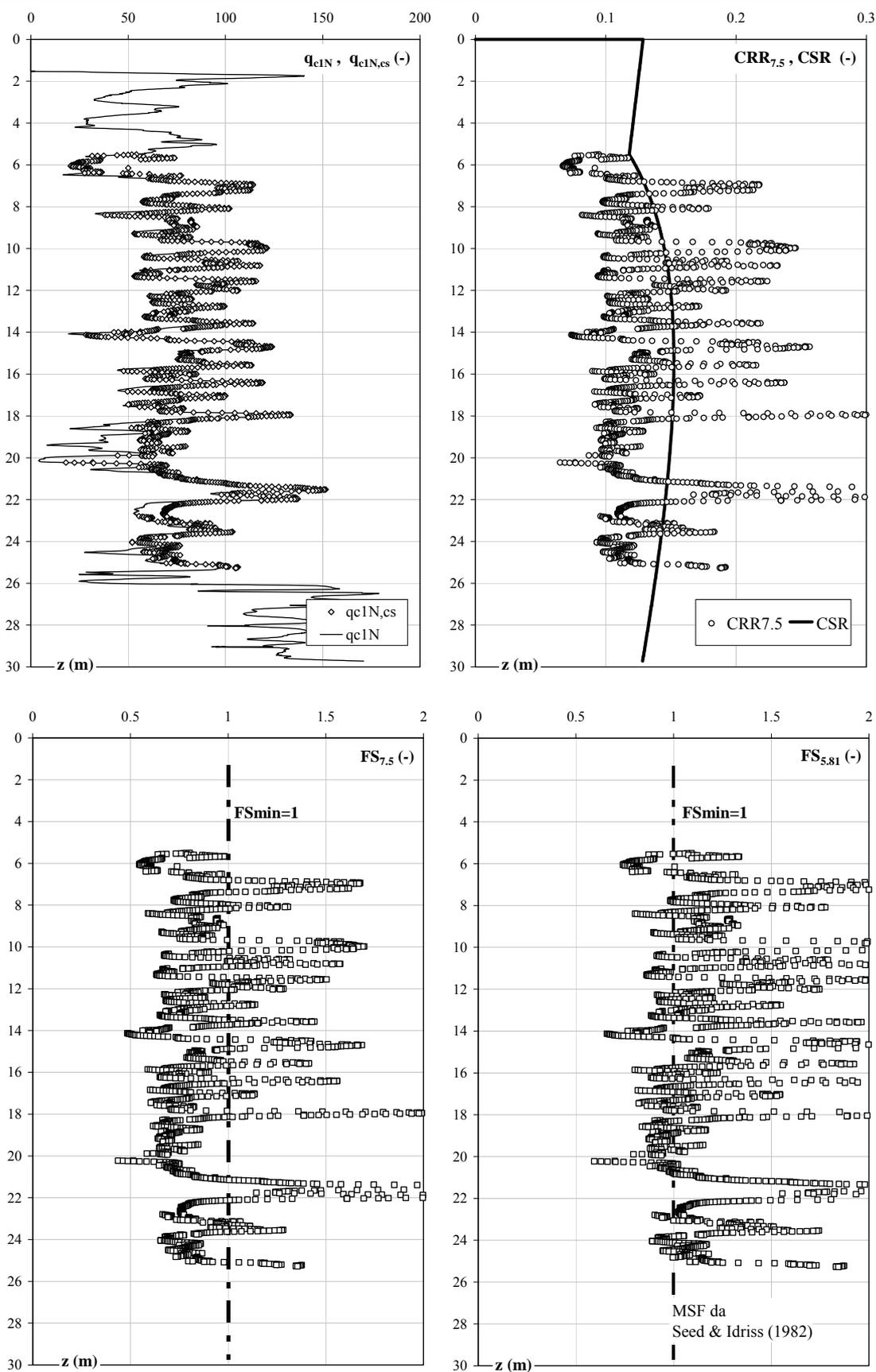
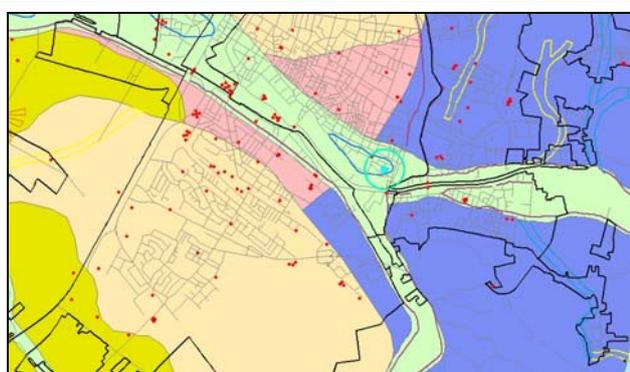


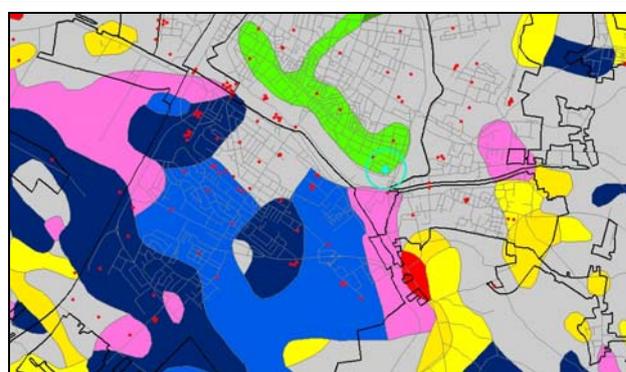
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 38

Località	Scuola Elementare Biagio Rossetti
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie da medie a fini, tipiche di depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono limi sabbiosi (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 SCPTU38

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU38, eseguita in data 26/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 26/03/2010)	Max profondità indagata $H = 31.0$ m $z_F = 4.0$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 26/03/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

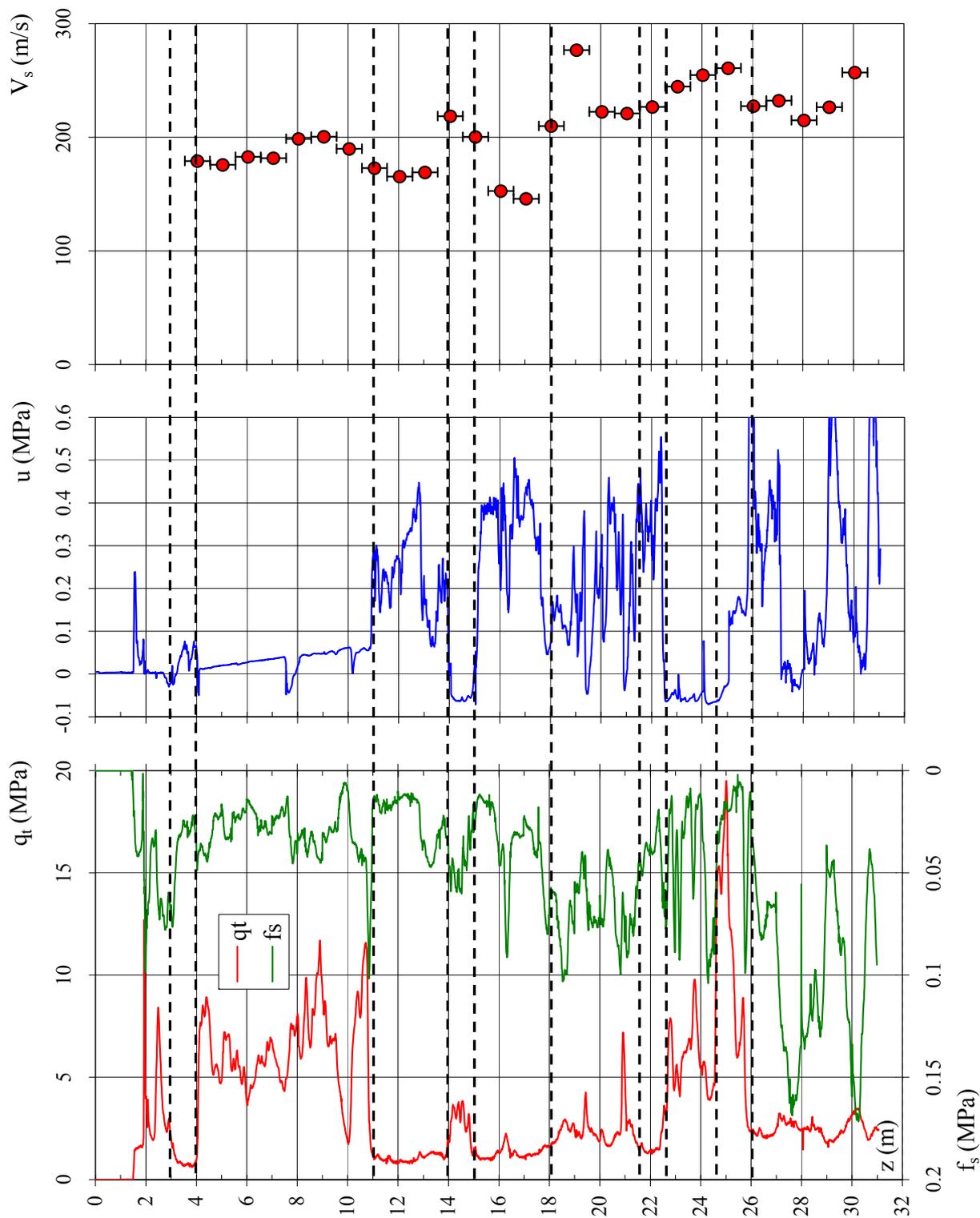


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU38

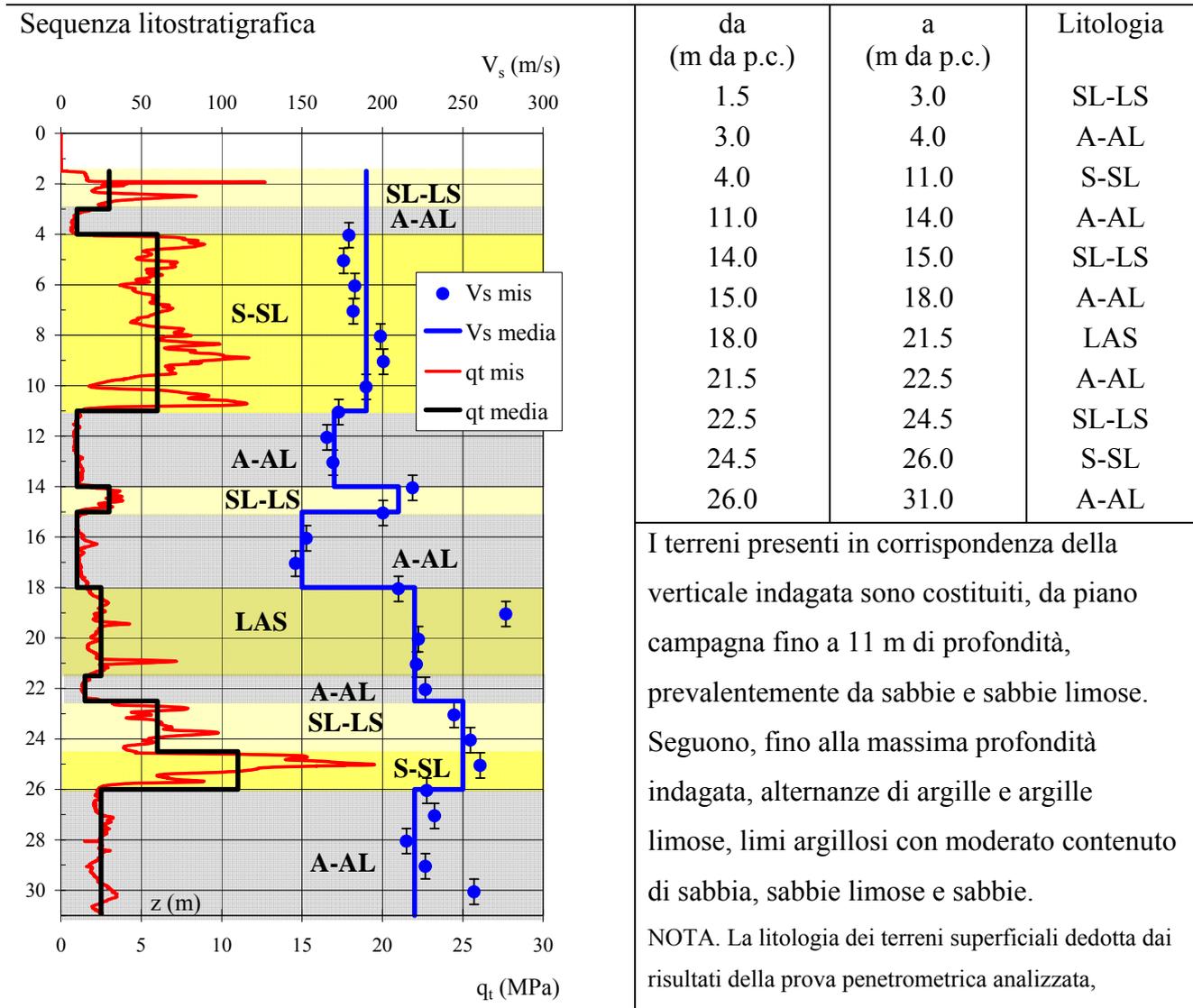


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	3.0	SL-LS
3.0	4.0	A-AL
4.0	11.0	S-SL
11.0	14.0	A-AL
14.0	15.0	SL-LS
15.0	18.0	A-AL
18.0	21.5	LAS
21.5	22.5	A-AL
22.5	24.5	SL-LS
24.5	26.0	S-SL
26.0	31.0	A-AL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono costituiti, da piano campagna fino a 11 m di profondità, prevalentemente da sabbie e sabbie limose. Seguono, fino alla massima profondità indagata, alternanze di argille e argille limose, limi argillosi con moderato contenuto di sabbia, sabbie limose e sabbie.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	3.0	3	190
3.0	4.0	1	190
4.0	11.0	6	190
11.0	14.0	1	170
14.0	15.0	3	210
15.0	18.0	1	150
18.0	21.5	2.5	220
21.5	22.5	1.5	220
22.5	24.5	6	250
24.5	26.0	11	250
26.0	31.0	2.5	220

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 3.0	45	37	31		66	159	
3.0 – 4.0				45	66	159	199
4.0 – 11.0	55	38	32		66	159	
11.0 – 14.0				40	53	127	159
14.0 – 15.0	<30		29		81	194	
15.0 – 18.0				35	41	99	124
18.0 – 21.5				110	89	213	266
21.5 – 22.5				55	89	213	266
22.5 – 24.5	40	33	29		115	275	
24.5 – 26.0	57	36	30		115	275	
26.0 – 31.0				100	89	213	266

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 210 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 3.44 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione e addensamento post-sisma

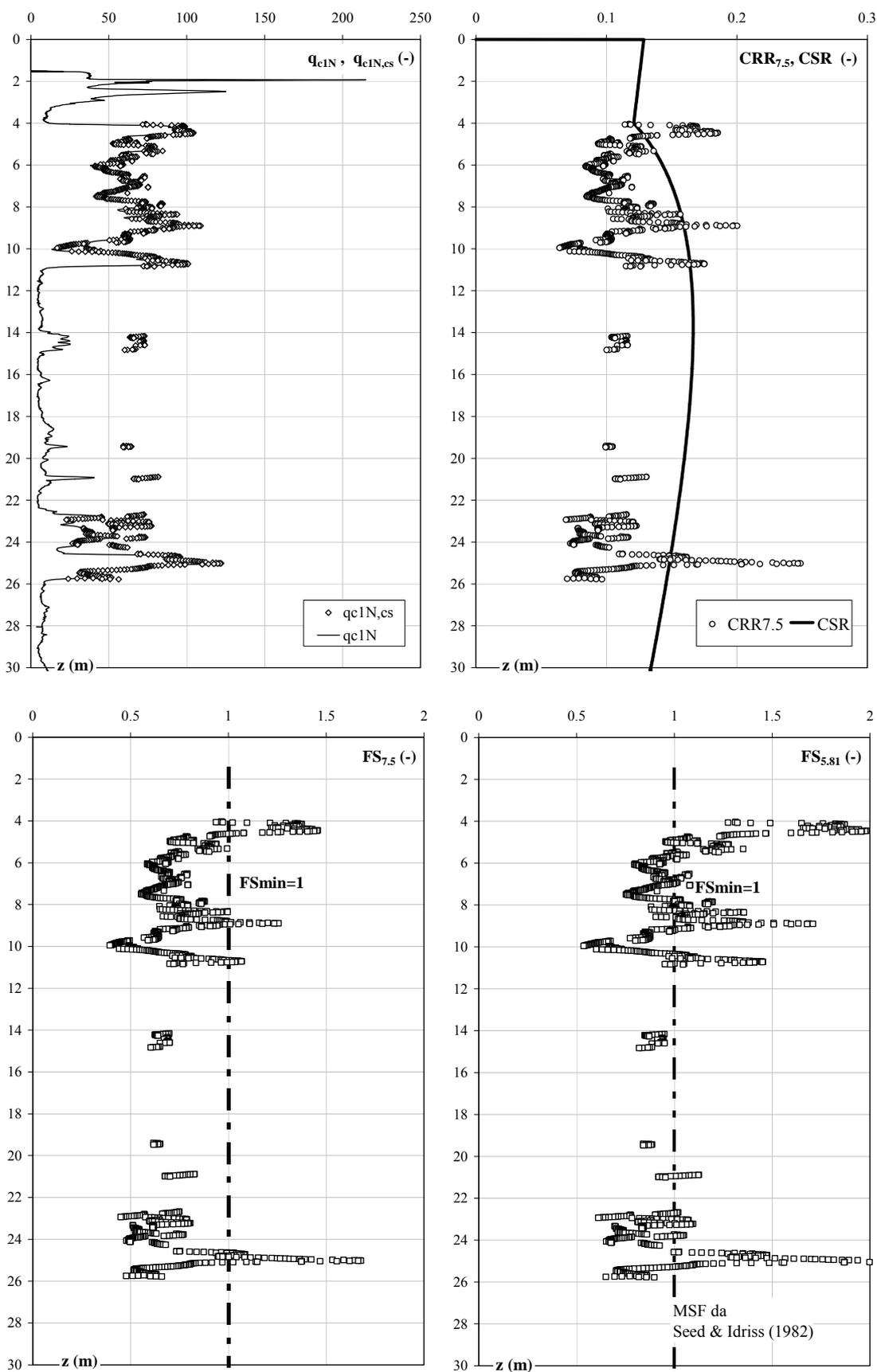


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 39

Località	Gaibanella
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza del paleoalveo del Po di Primaro (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geonostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU39, eseguita in data 22/04/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 22/04/2010)	$z_F = 4.0$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 22/04/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

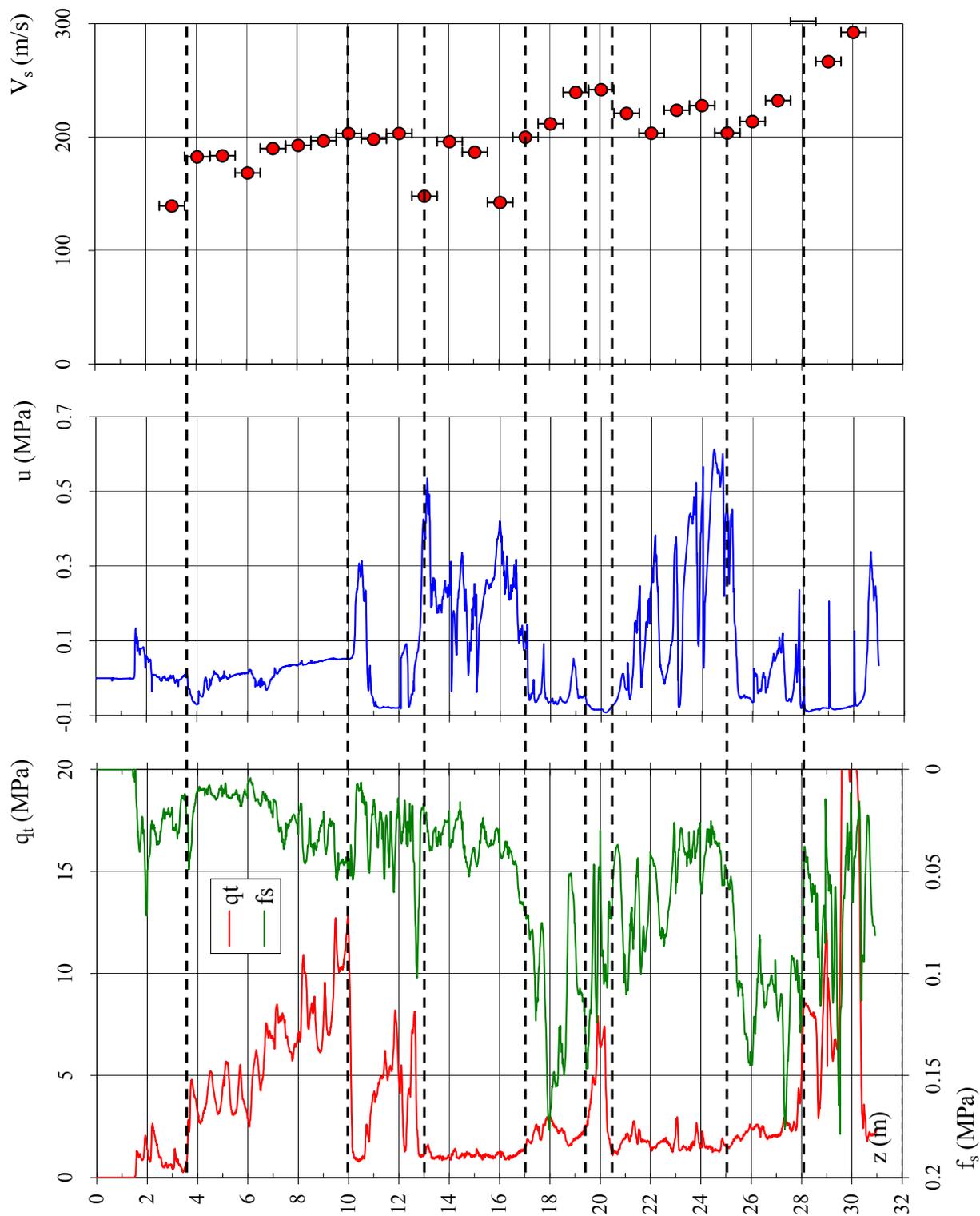
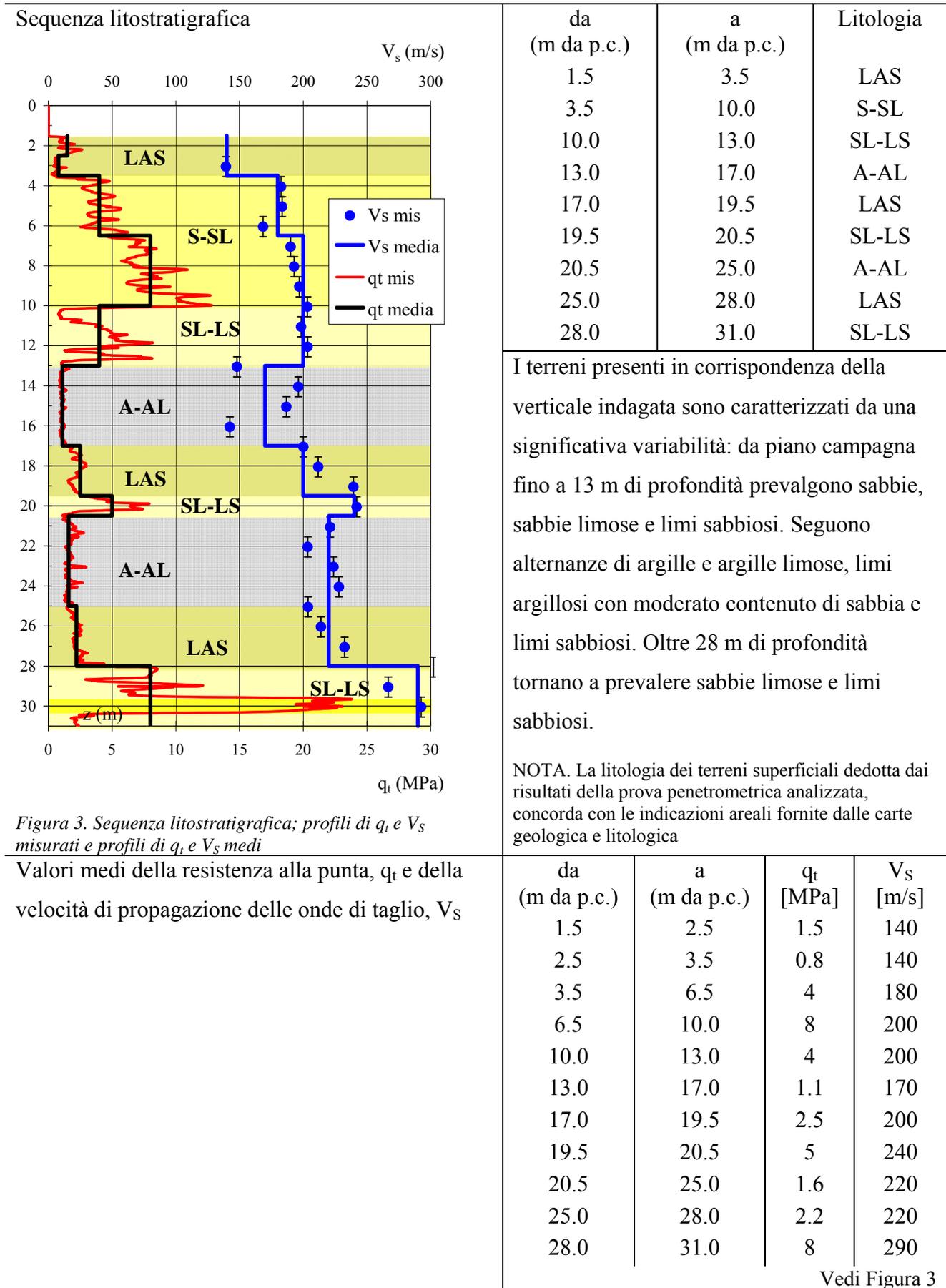


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU39





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 2.5				75	36	86	108
2.5 – 3.5				40	36	86	108
3.5 – 6.5	45	36	32		59	143	
6.5 – 10.0	60	39	32		73	176	
10.0 – 13.0	35		30		73	176	
13.0 – 17.0				40	53	127	159
17.0 – 19.5	<30		27	110	73	176	220
19.5 – 20.5	35		29		106	254	
20.5 – 25.0				60	89	213	266
25.0 – 28.0	<30		27	85	89	213	266
28.0 – 31.0	45	33	29		154	370	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 195 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	S2
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 5 (alto) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, liquefazione e cedimenti indotti dalla liquefazione, cedimenti per riconsolidazione ed addensamento post-sisma

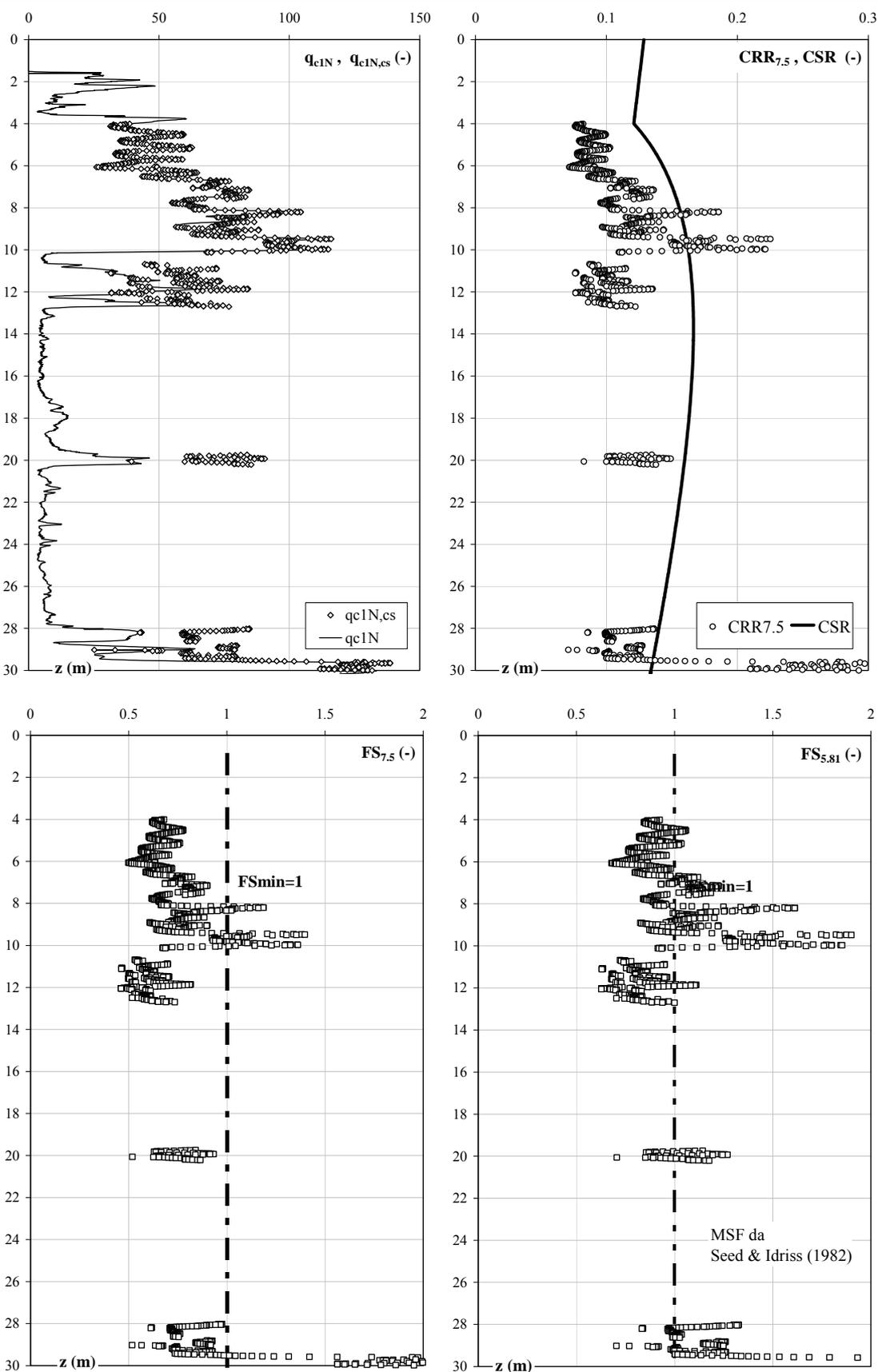
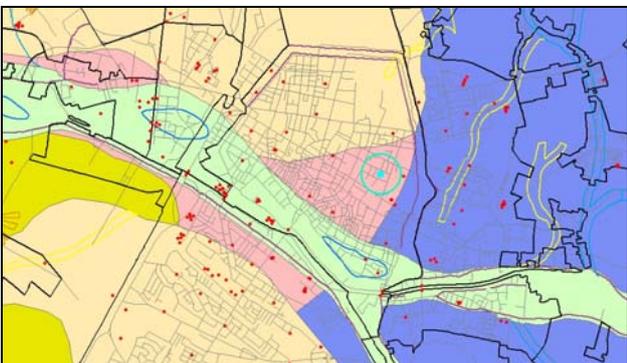
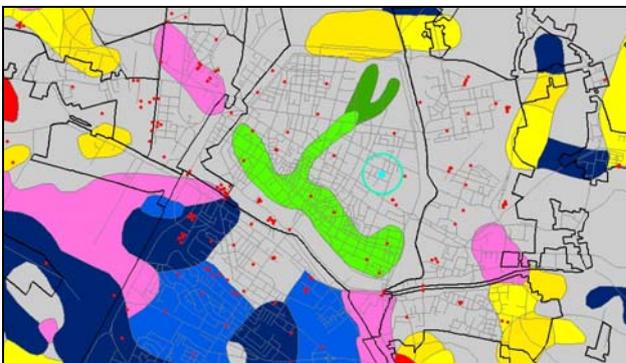


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 40

Località	Scuola Elementare Guarini
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un’area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e grossolane, tipiche di depositi di piana a meandri (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).
 <p style="text-align: center;">(a)</p>	 <p style="text-align: center;">(b)</p>
<p>Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico</p>	
<p>Legenda carta geologica-deposizionale</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine Limi e limi argillosi - Depositi di palude 	<p>Legenda carta litologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Sabbia Sabbie limose Sabbie argillose Limo Limi sabbiosi Limi argillosi Argille Argille sabbiose Argille limose Miscela ternaria
<p>Legenda carta geomorfologica</p> <ul style="list-style-type: none"> Argine maestro del Po Confine comunale Paleoalvei dossivi alti Paleoalvei dossivi bassi Paleoalvei non dossivi Forme di esondazione Point bar Paleoargini Paleoisole Zone di infrigidimento 	<ul style="list-style-type: none"> Prove Penetrometriche SCPTU40
Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU40, eseguita in data 24/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 24/03/2010)	Max profondità indagata H = 31.0 m z _F = 2-4 m da piano campagna locale (p.c.)

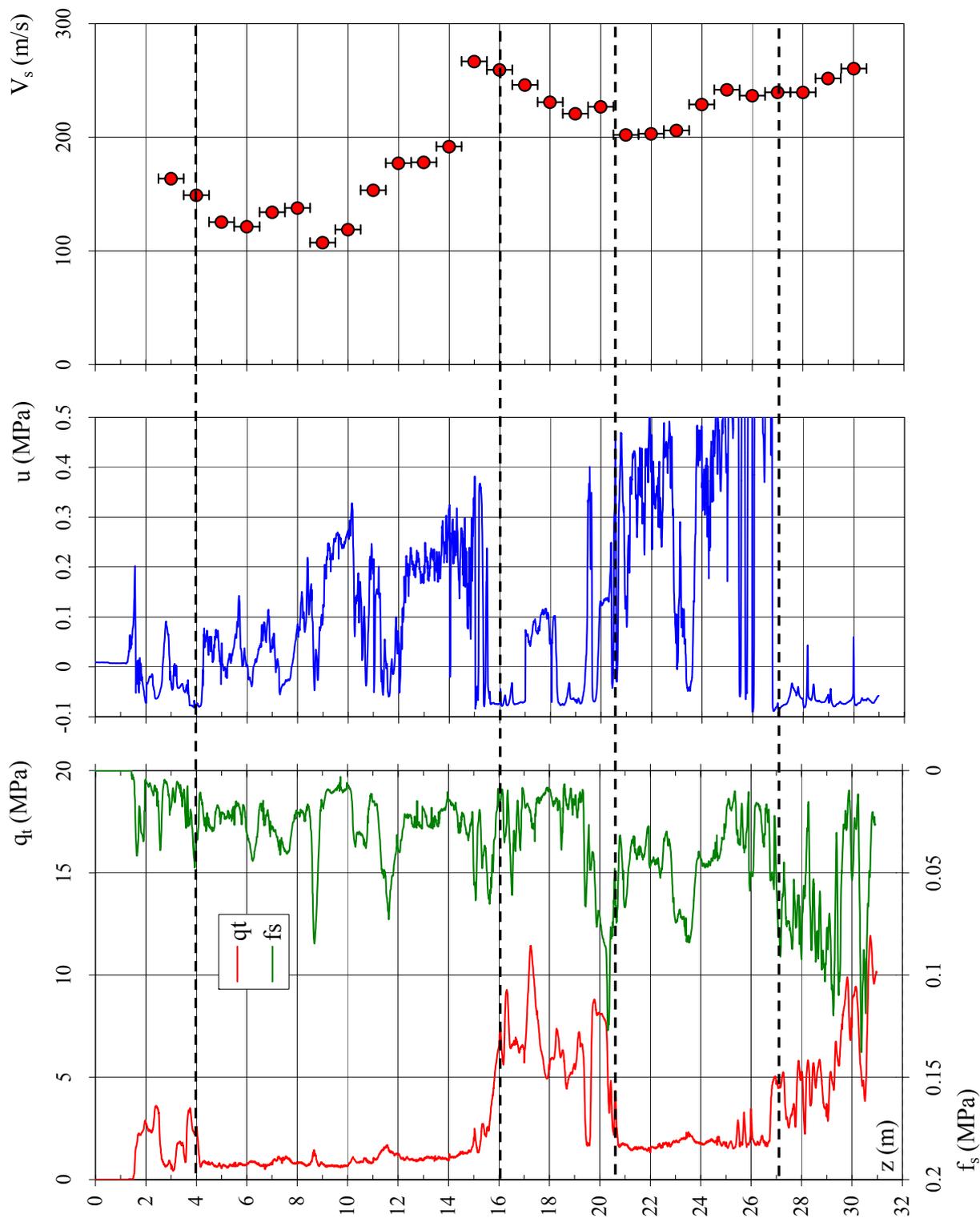


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU40

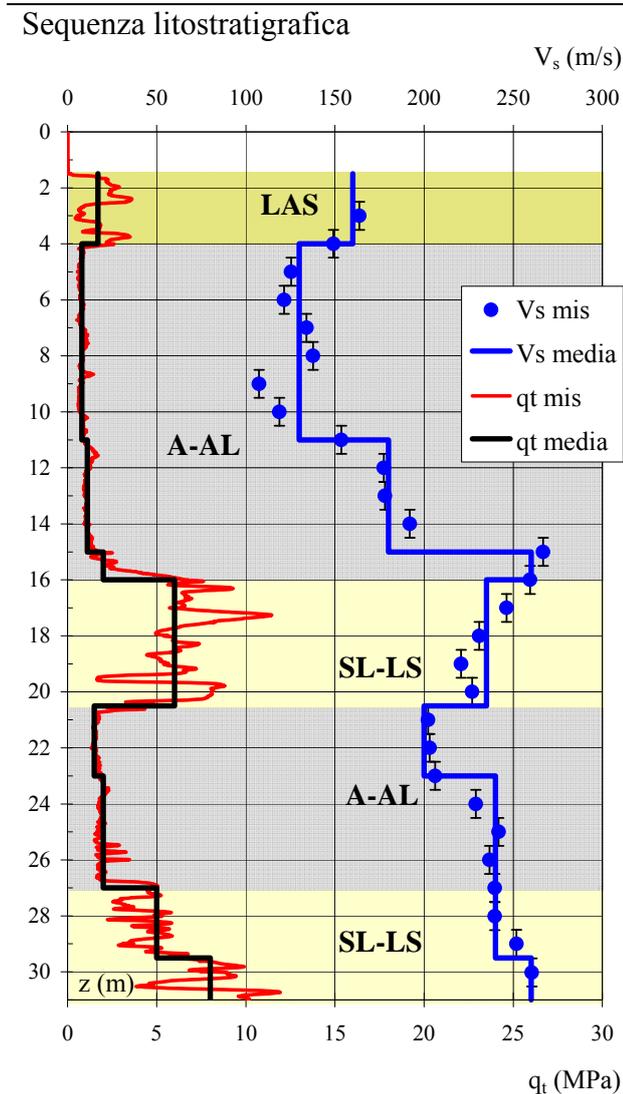


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	4.0	LAS
4.0	16.0	A-AL
16.0	20.5	SL-LS
20.5	27.0	A-AL
27.0	31.0	SL-LS

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono prevalentemente costituiti da argille e argille limose. In superficie, fino a 4 m di profondità, la matrice argillosa – limosa contiene una moderata frazione sabbiosa.

Tra 16 e 21.5 m e da 27 m fino alla massima profondità indagata si trovano due strati di sabbie limose e limi sabbiosi.

Possibile presenza di argilla organica tra 4 e 11 m di profondità.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre conferma le indicazioni fornite dalla carta litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	4.0	1.7	160
4.0	11.0	0.8	130
11.0	15.0	1.1	180
15.0	16.0	2	260
16.0	20.5	6	235
20.5	23.0	1.5	200
23.0	27.0	2	240
27.0	29.5	5	240
29.5	31.0	8	260

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 4.0	<30		27	80	47	113	141
4.0 – 11.0				30	31	74	93
11.0 – 15.0				45	59	143	178
15.0 – 16.0				85	124	298	372
16.0 – 20.5	45	34	30		101	243	
20.5 – 23.0				55	73	176	220
23.0 – 27.0				80	106	254	317
27.0 – 29.5	35		28		106	254	
29.5 – 31	45	33	29		124	298	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 182$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.91 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione e addensamento post-sisma

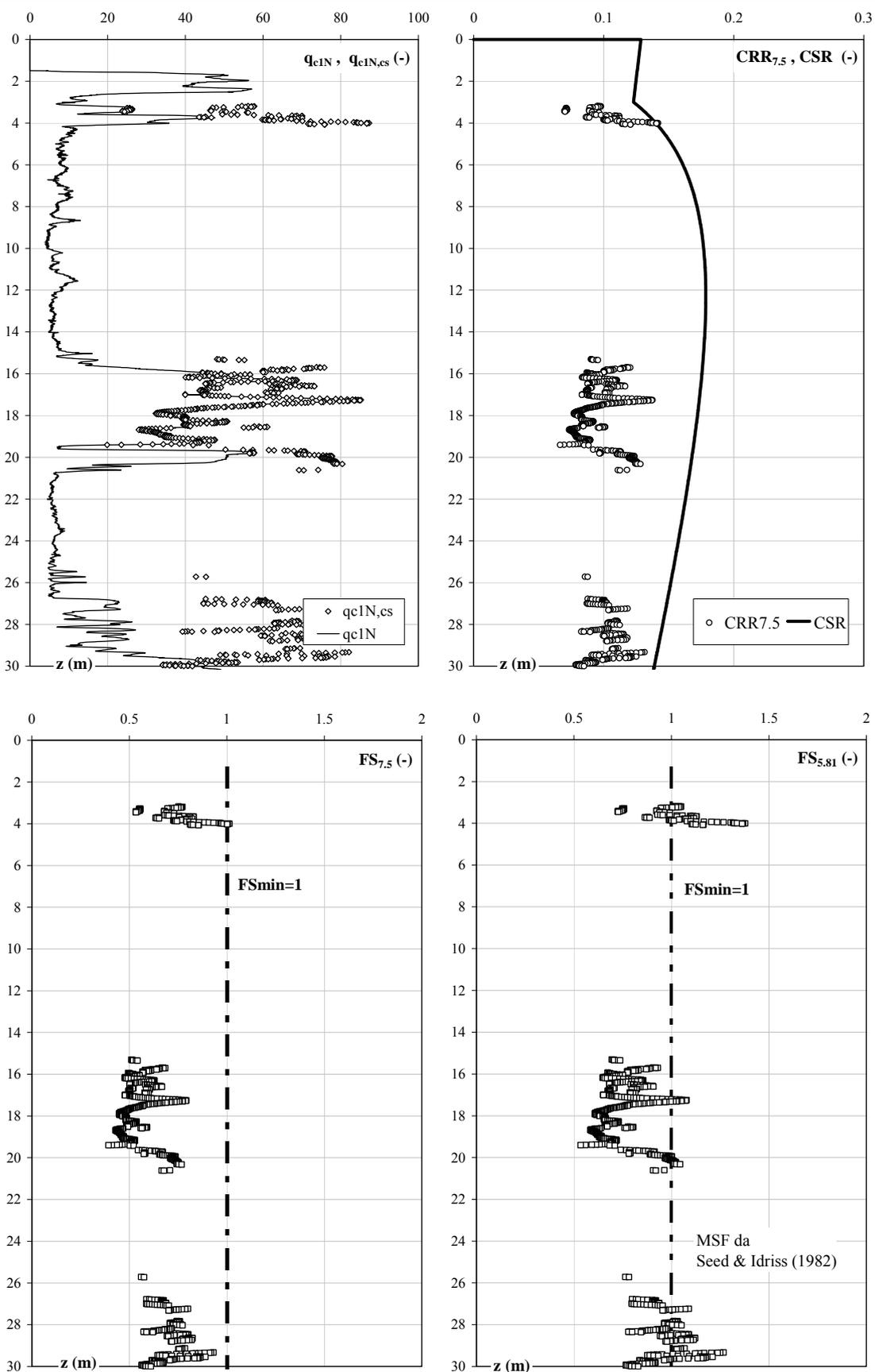
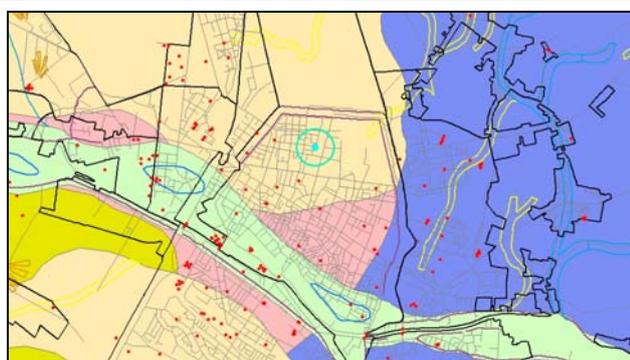


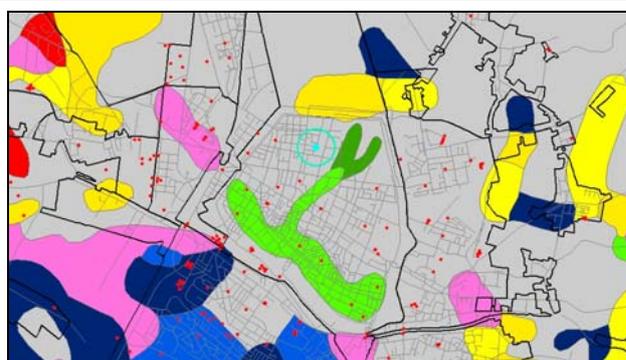
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 41

Località	Scuola Elementare G. Leopardi
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	<p>La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati, tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica).</p> <p>In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).</p>



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

 Prove Penetrometriche
 SCPTU41

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU41, eseguita in data 19/03/2010, vedi Figura 2)
	Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 19/03/2010)	z _F = 3-5 m da piano campagna locale (p.c.)

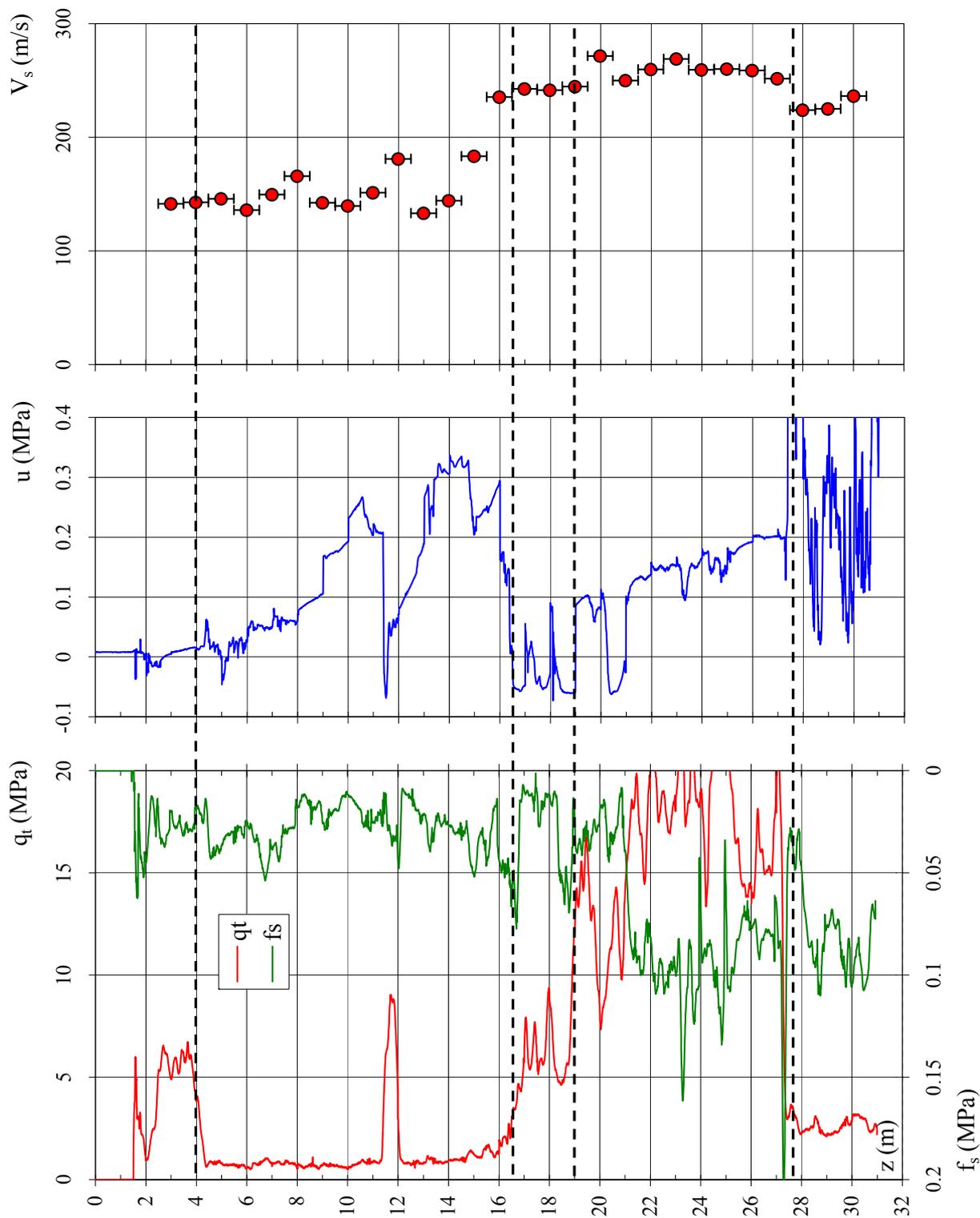


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU41

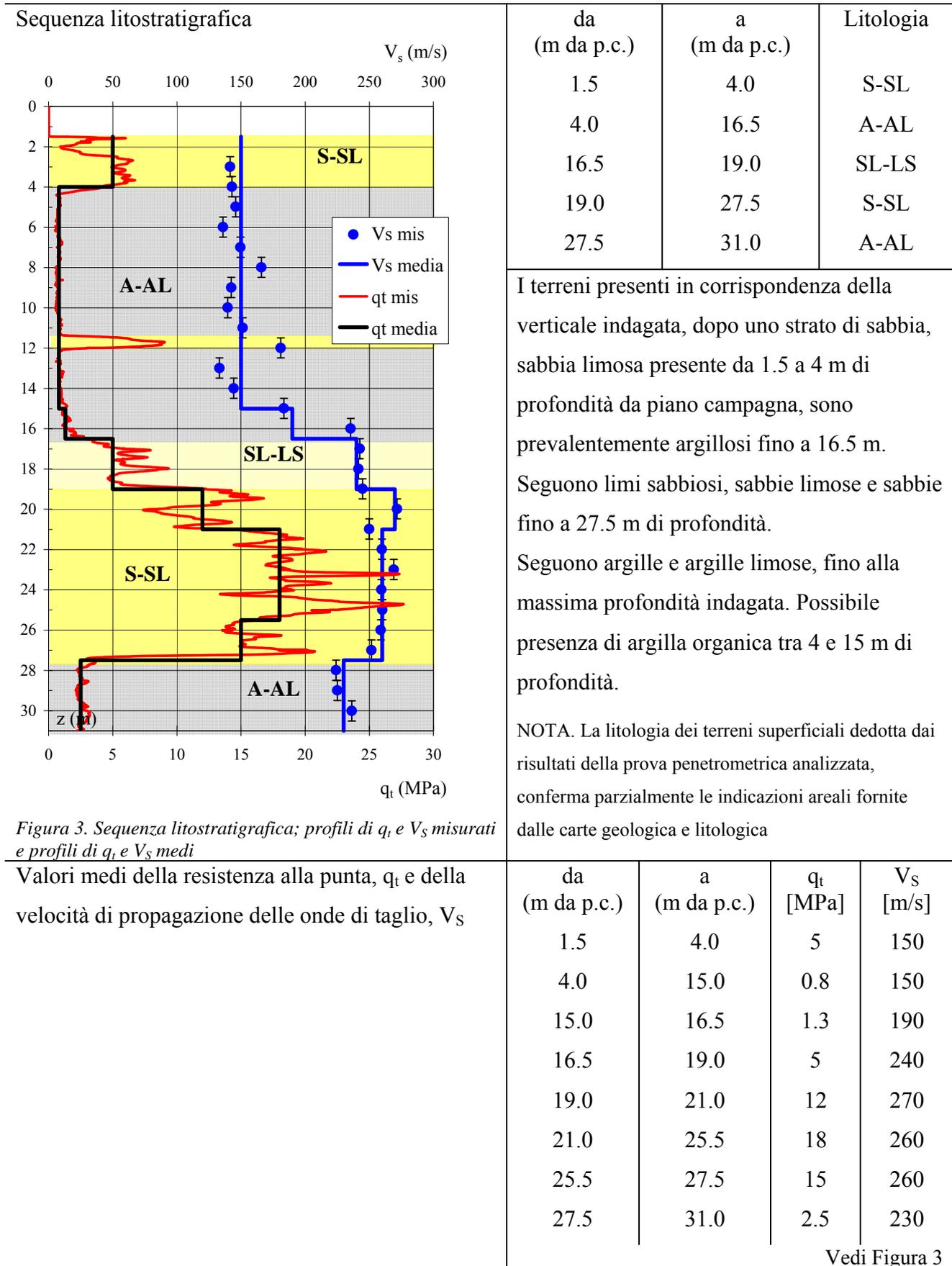


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 4.0	60	40	31		41	99	
4.0 – 15.0				30	41	99	124
15.0 – 16.5				50	66	159	199
16.5 – 19.0	40	33	29		106	254	
19.0 – 21.0	60	38	31		134	321	
21.0 – 25.5	70	39	31		124	298	
25.5 – 27.5	65	38	31		124	298	
27.5 – 31.0				100	97	233	291

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 185 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.54 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

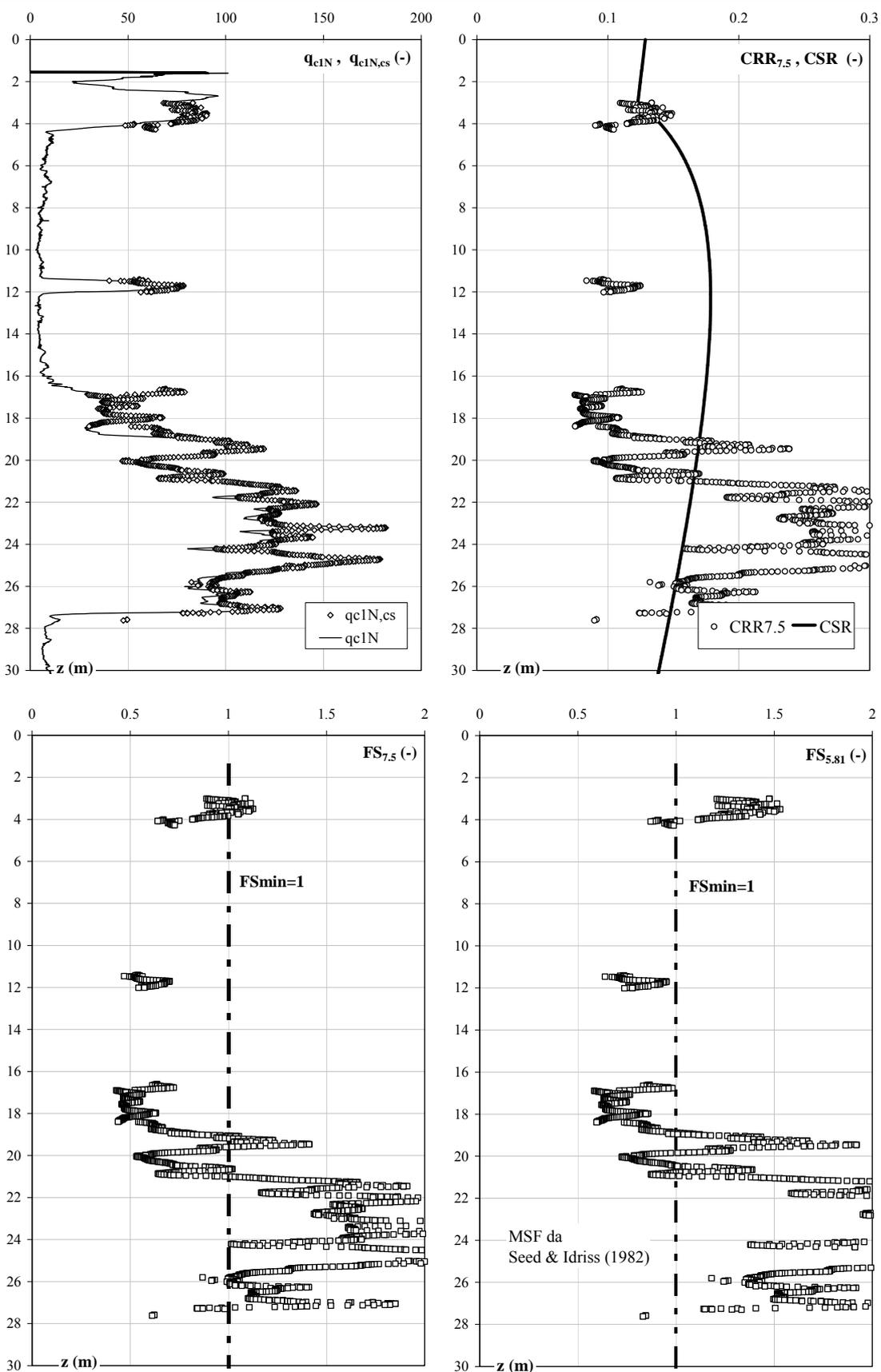
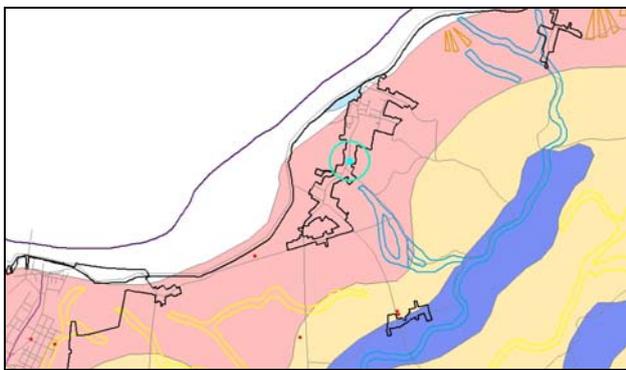


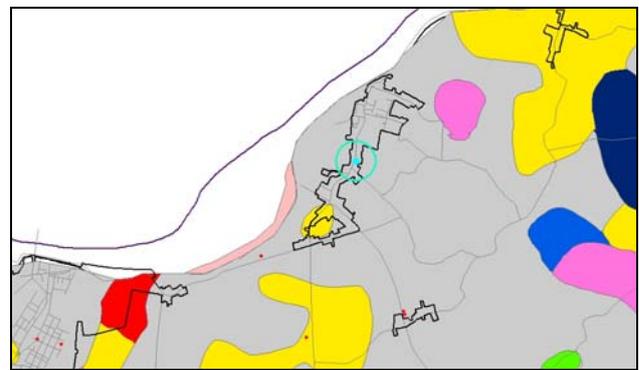
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 42

Località	Scuola Elementare Francolino
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova immediatamente a sud del fiume Po e nelle vicinanze di un paleoalveo dossivo basso (carta geomorfologica), in un’area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie medie e grossolane associate a depositi di piana a meandri (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU42, eseguita in data 12/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 28.0 m
Profondità della falda (alla data 12/03/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 12/03/2010)	$z_S = 2-4$ m da p.c.

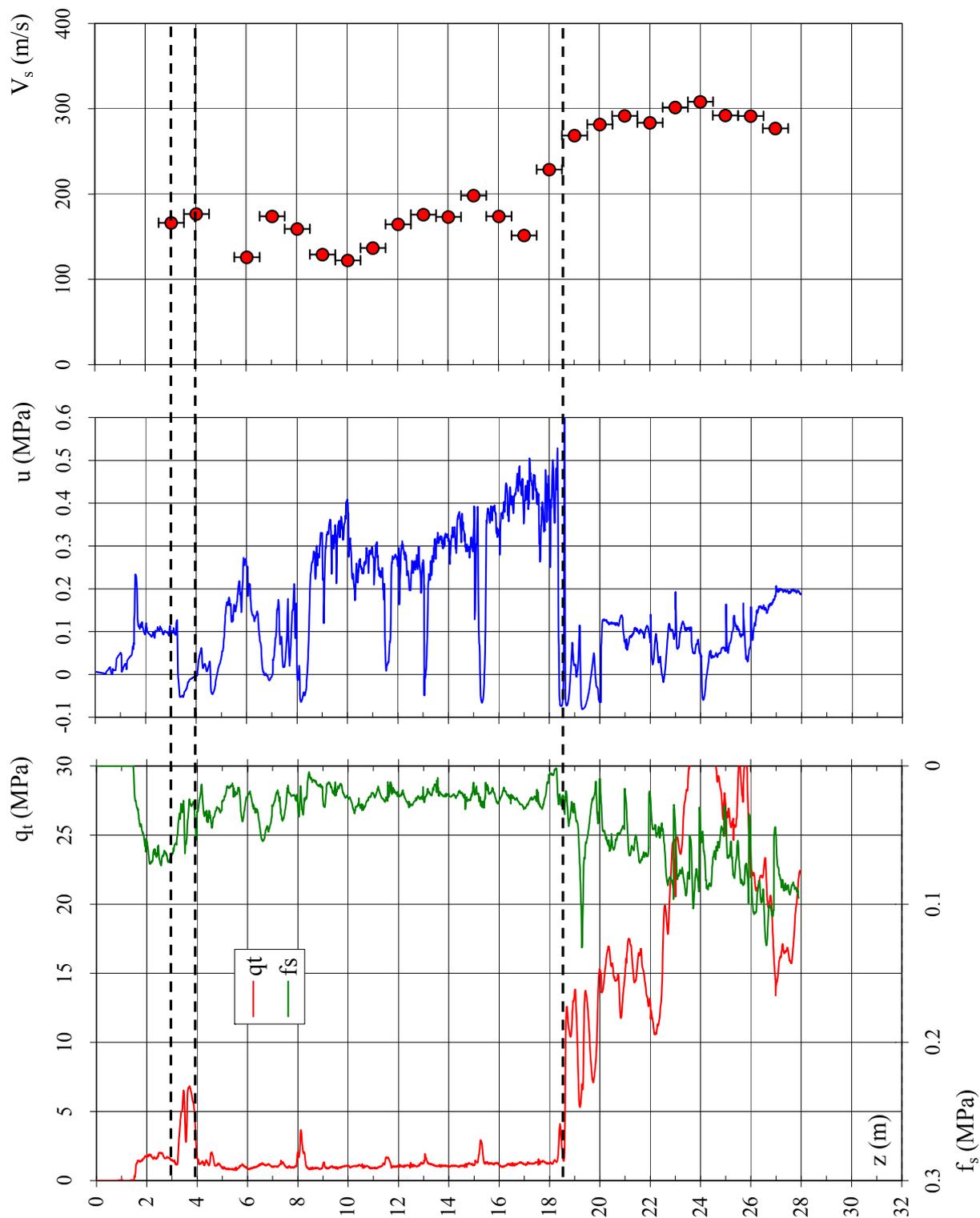


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU42

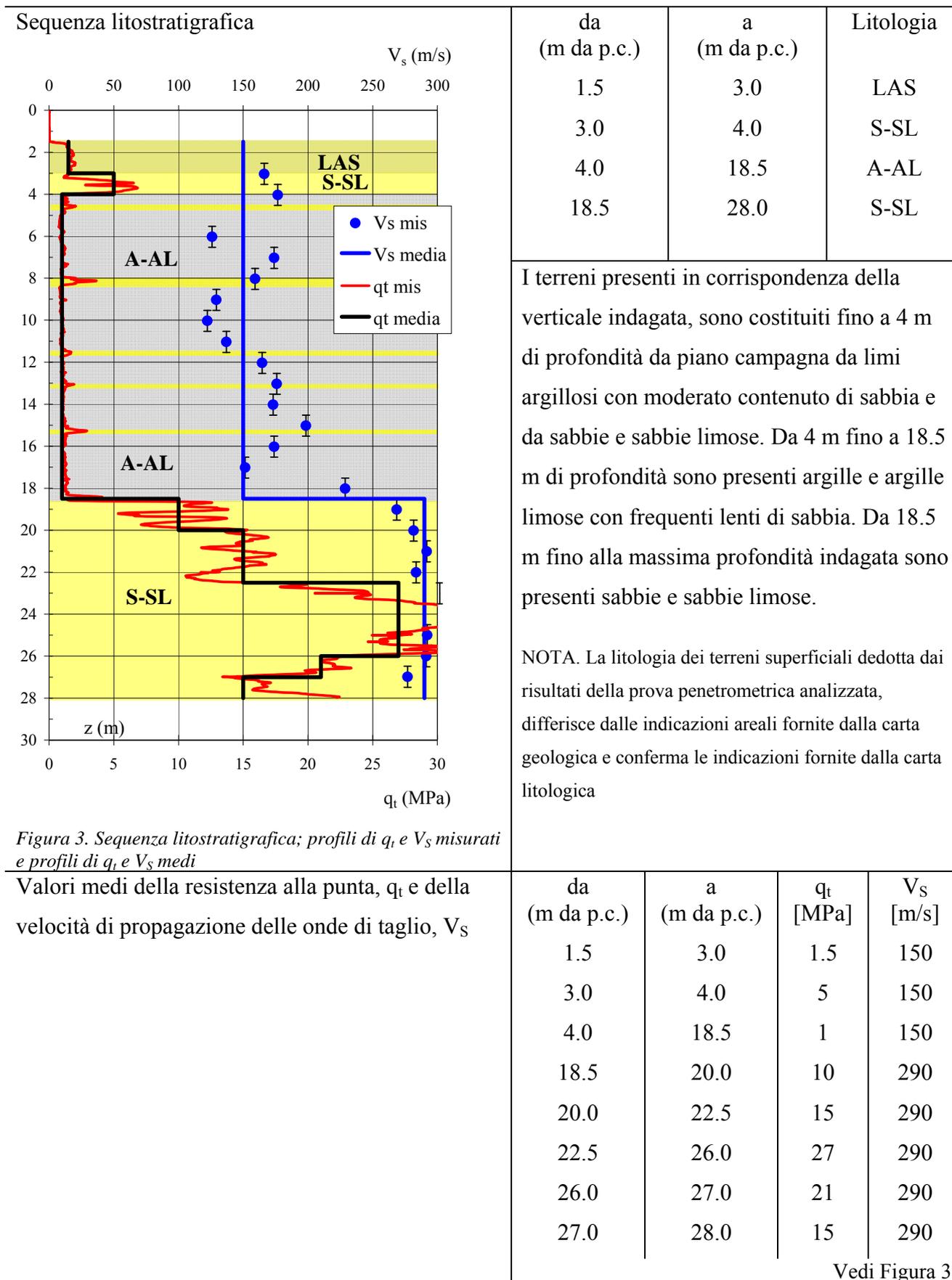


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 3.0				75	41	99	124
3.0 – 4.0	55	41	31		41	99	
4.0 – 18.5				40	41	99	124
18.5 – 20.0	60	37	31		154	370	
20.0 – 22.5	70	39	31		154	370	
22.5 – 26.0	85	42	32		154	370	
26.0 – 27.0	75	40	32		154	370	
27.0 – 28.0	65	38	31		154	370	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, $V_{S,H}$	$V_{S,H} = 189$ m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 197$ m/s da 28 a 30 m assunto $V_S = 277$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.78 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

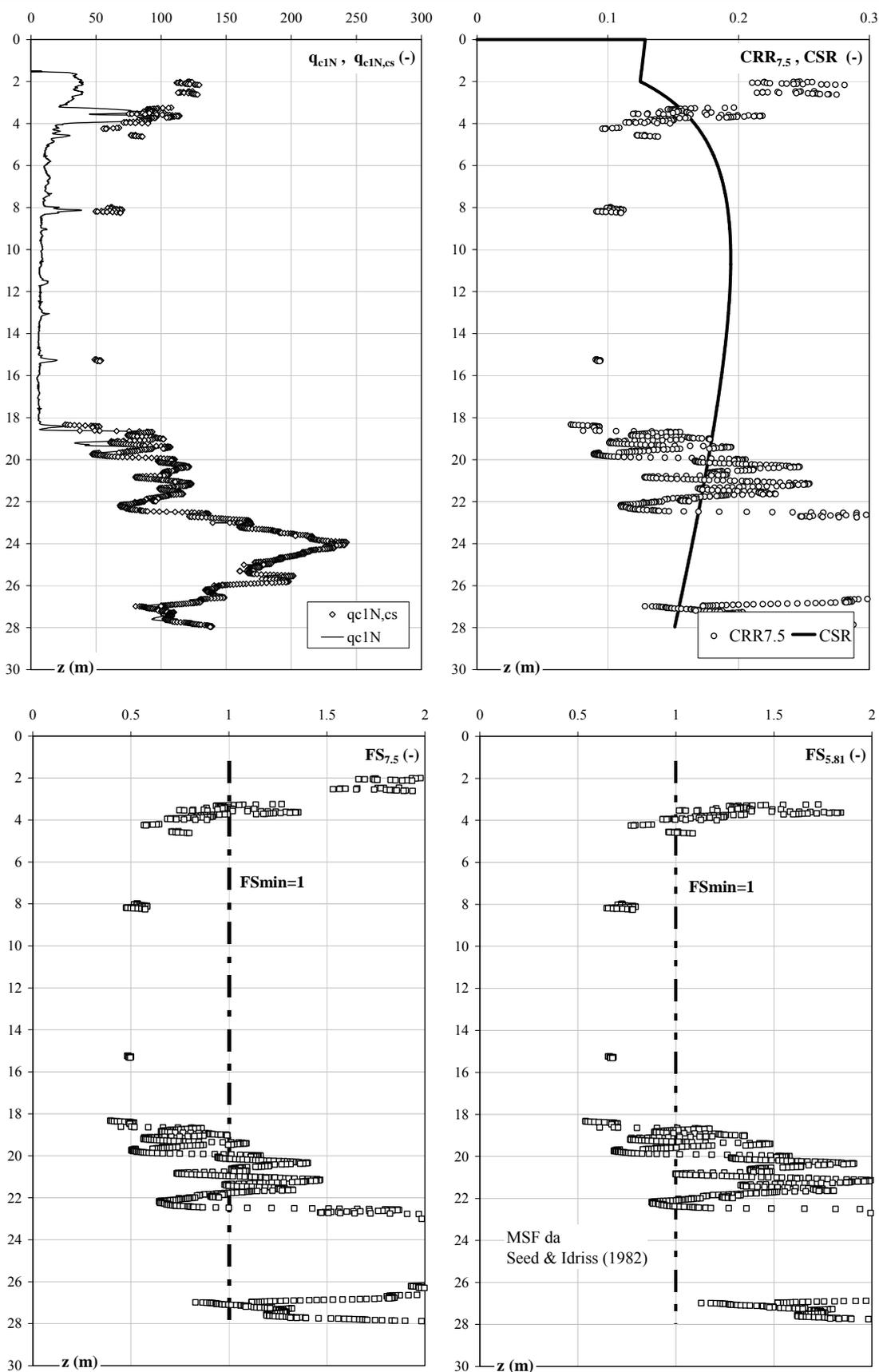
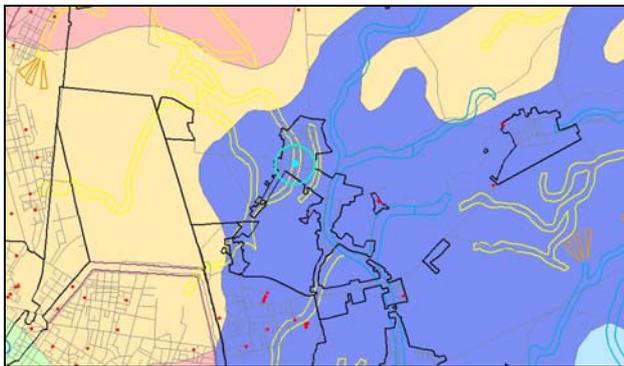


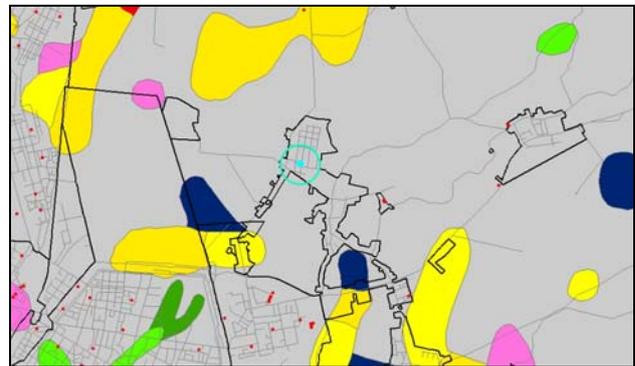
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 43

Località	Malborghetto di Boara
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza di un paleoalveo non dossivo (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU43
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU43, eseguita in data 11/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 11/03/2010)	Max profondità indagata H = 27.0 m
Profondità del livello di saturazione (alla data 11/03/2010)	$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.) $z_S = 2-4$ m da p.c.

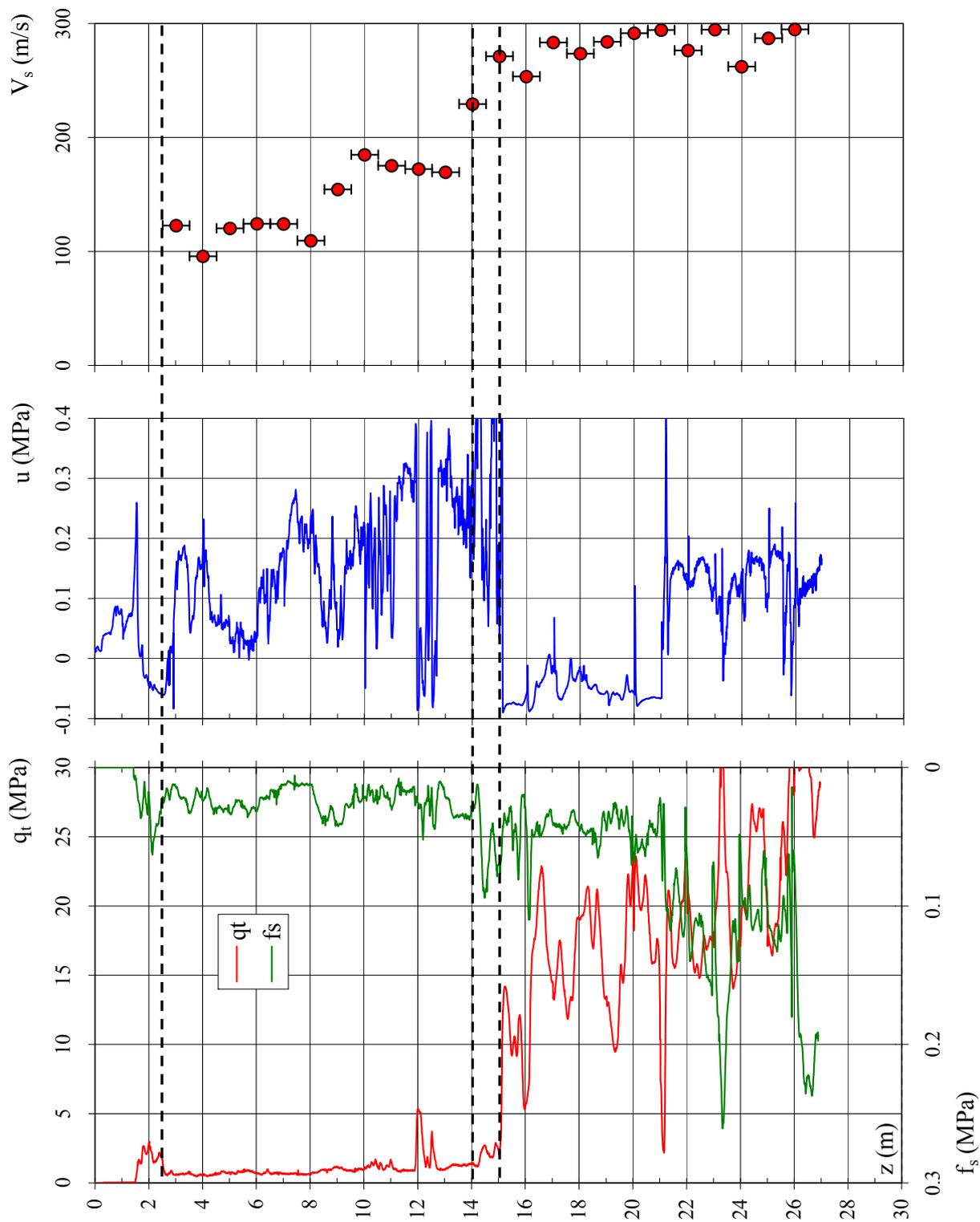
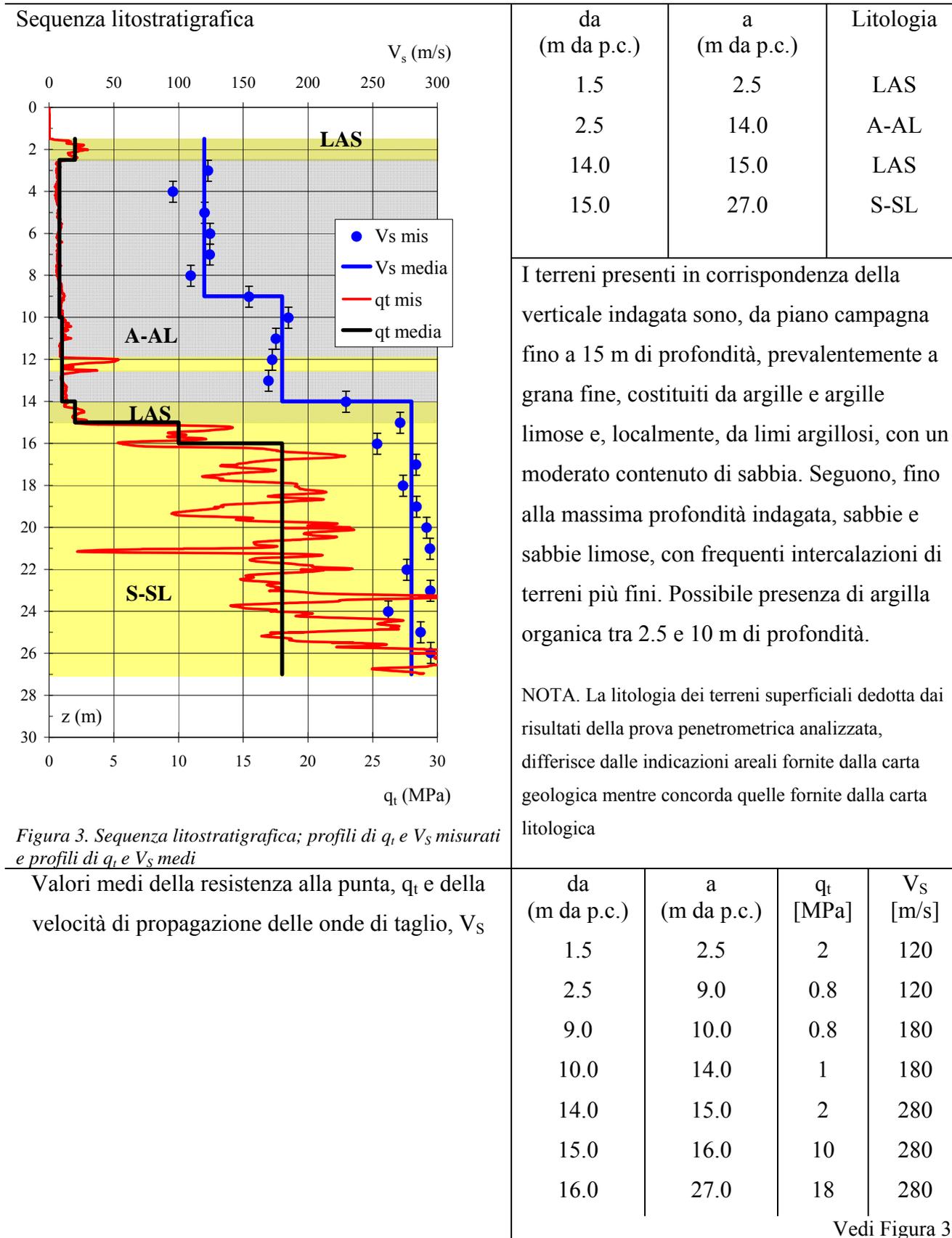


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU43





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D_R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
1.5 – 2.5				100	26	63	79
2.5 – 9.0				35	26	63	79
9.0 – 10.0				30	59	143	178
10.0 – 14.0				39	59	143	178
14.0 – 15.0				85	144	345	432
15.0 – 16.0	60	38	31		144	345	
16.0 – 27.0	75	40	32		144	345	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, $V_{S,H}$	$V_{S,H} = 179$ m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 189$ m/s da 27 a 30 m assunto $V_S = 295$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.8 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

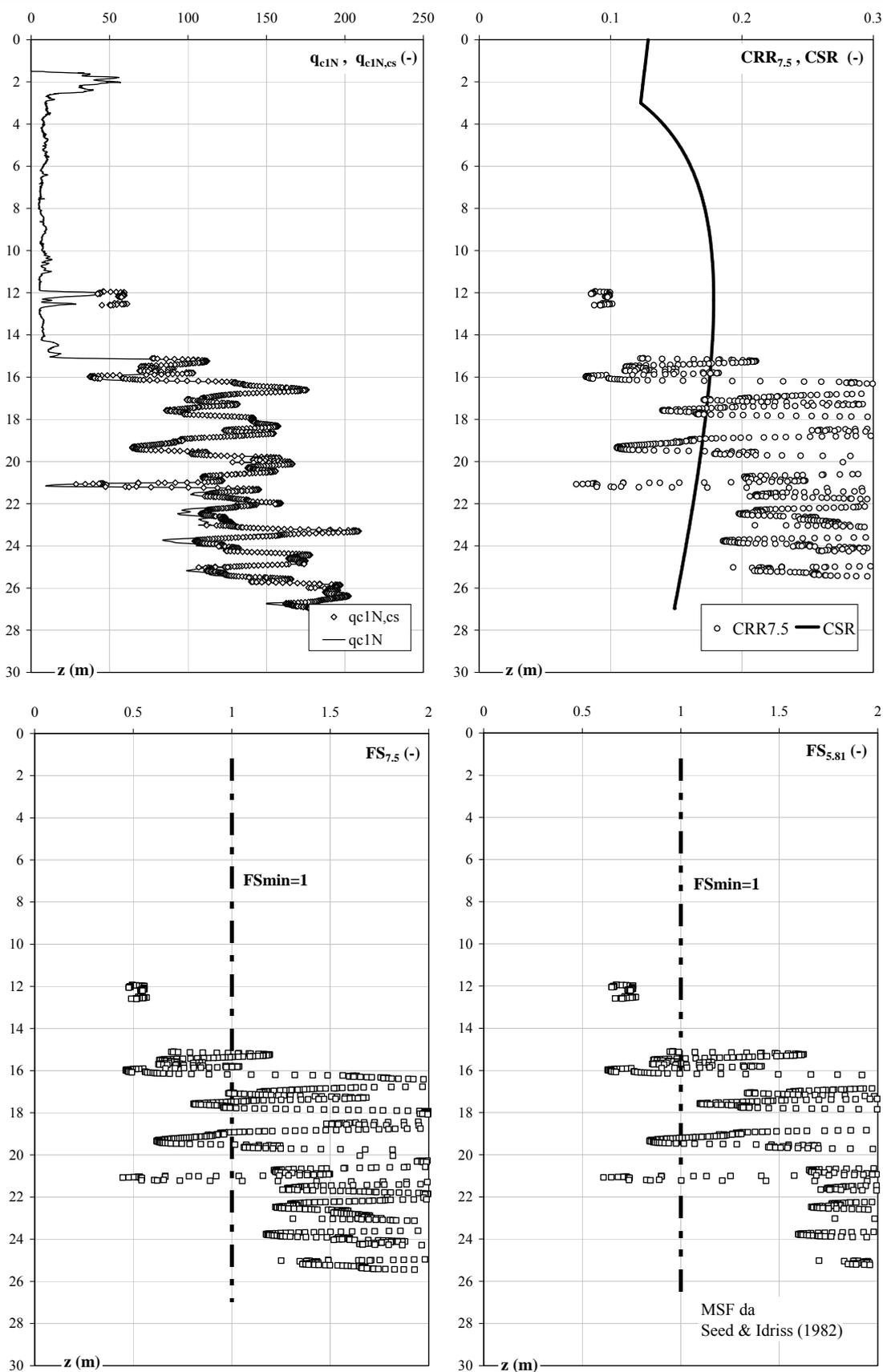
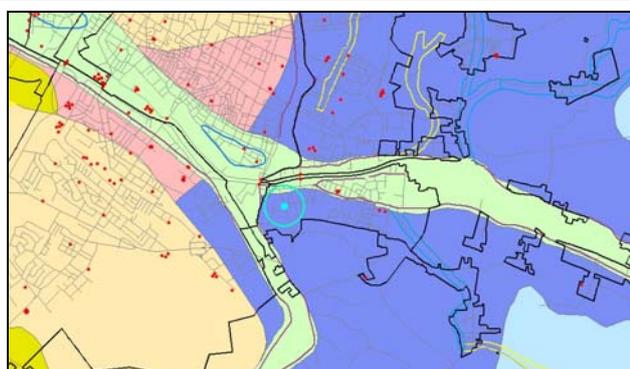


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 44

Località	Scuola Elementare G. Bombonati
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità della diramazione del paleoalveo del Po di Primaro dal paleoalveo Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un’area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU44, eseguita in data 25/3/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 25/03/2010)	Max profondità indagata H = 31.0 m $Z_F = 3-5$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 25/03/2010)	$Z_F = 2-3$ m da p.c.

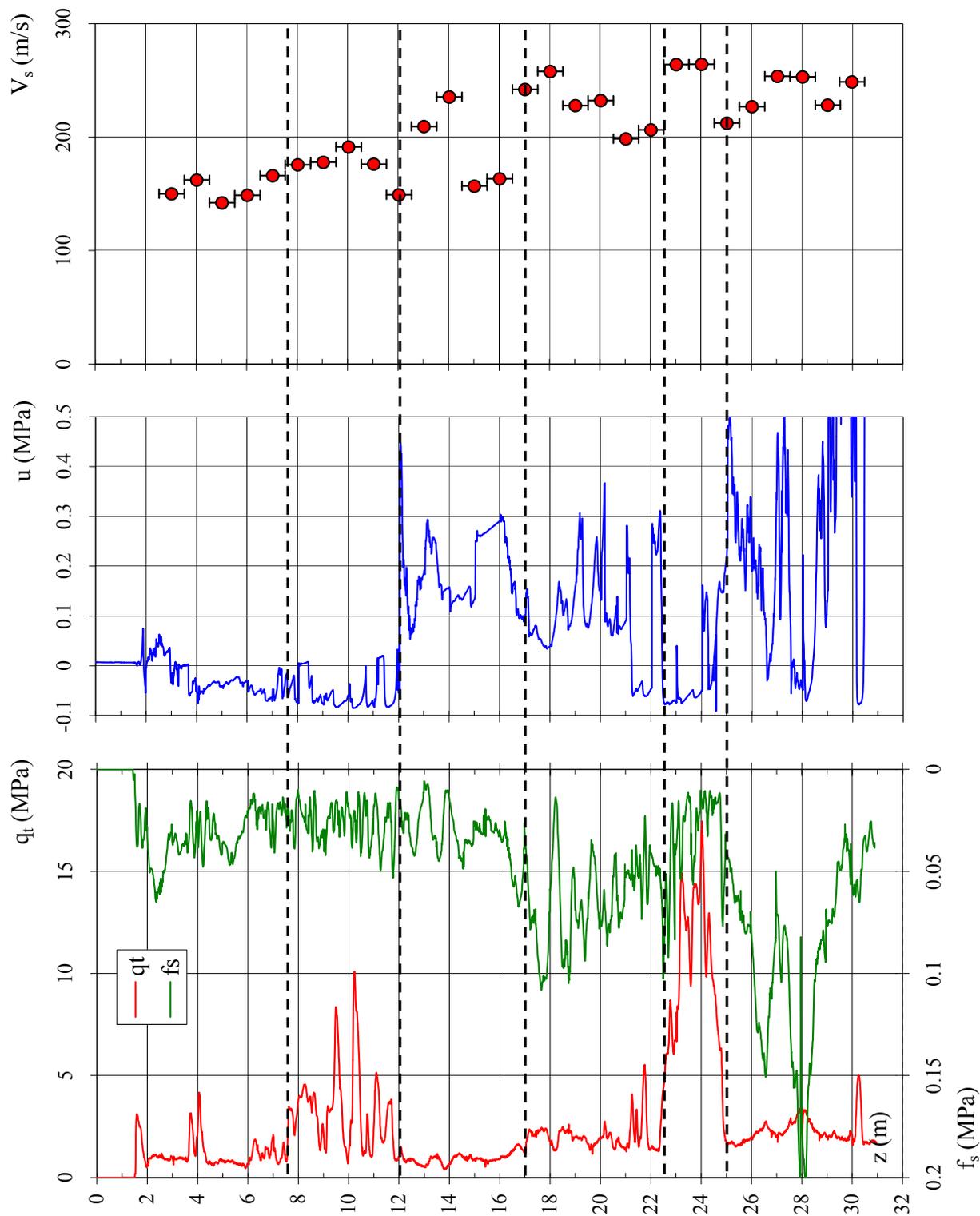
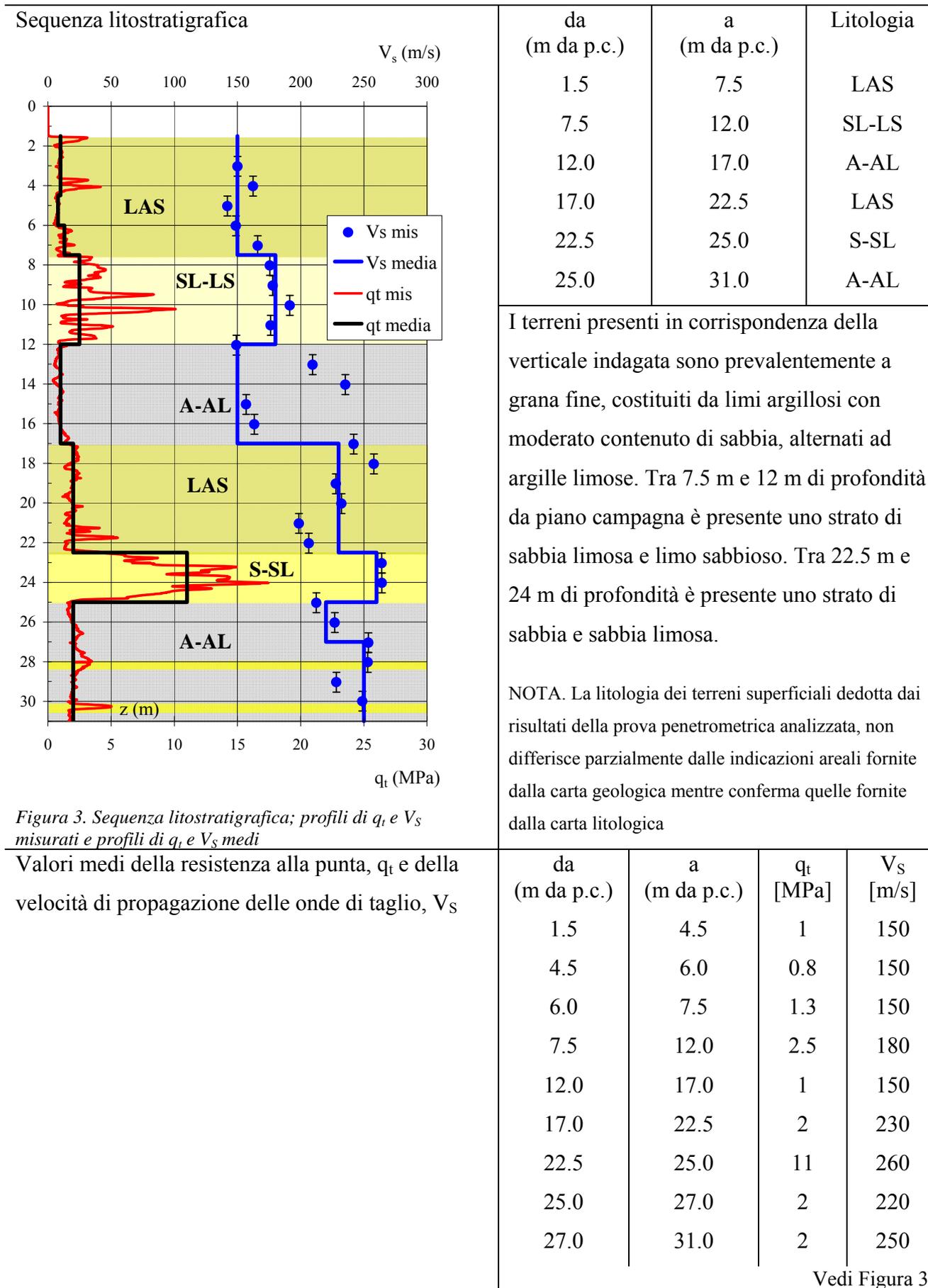


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU44



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
z [m]	D_R [%]						
1.5 – 4.5	<30		27	45	41	99	124
4.5 – 6.0	<30		27	35	41	99	124
6.0 – 7.5	<30		27	60	41	99	124
7.5 – 12.0	<30		30		59	143	
12.0 – 17.0				35	41	99	124
17.0 – 22.5				80	97	233	291
22.5 – 25.0	60	37	30		124	298	
25.0 – 27.0				77	89	213	266
27.0 – 31.0				73	115	275	344

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 192$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	S2
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 6.4 (alto) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, liquefazione e cedimenti indotti dalla liquefazione, cedimenti per riconsolidazione e addensamento post-sisma

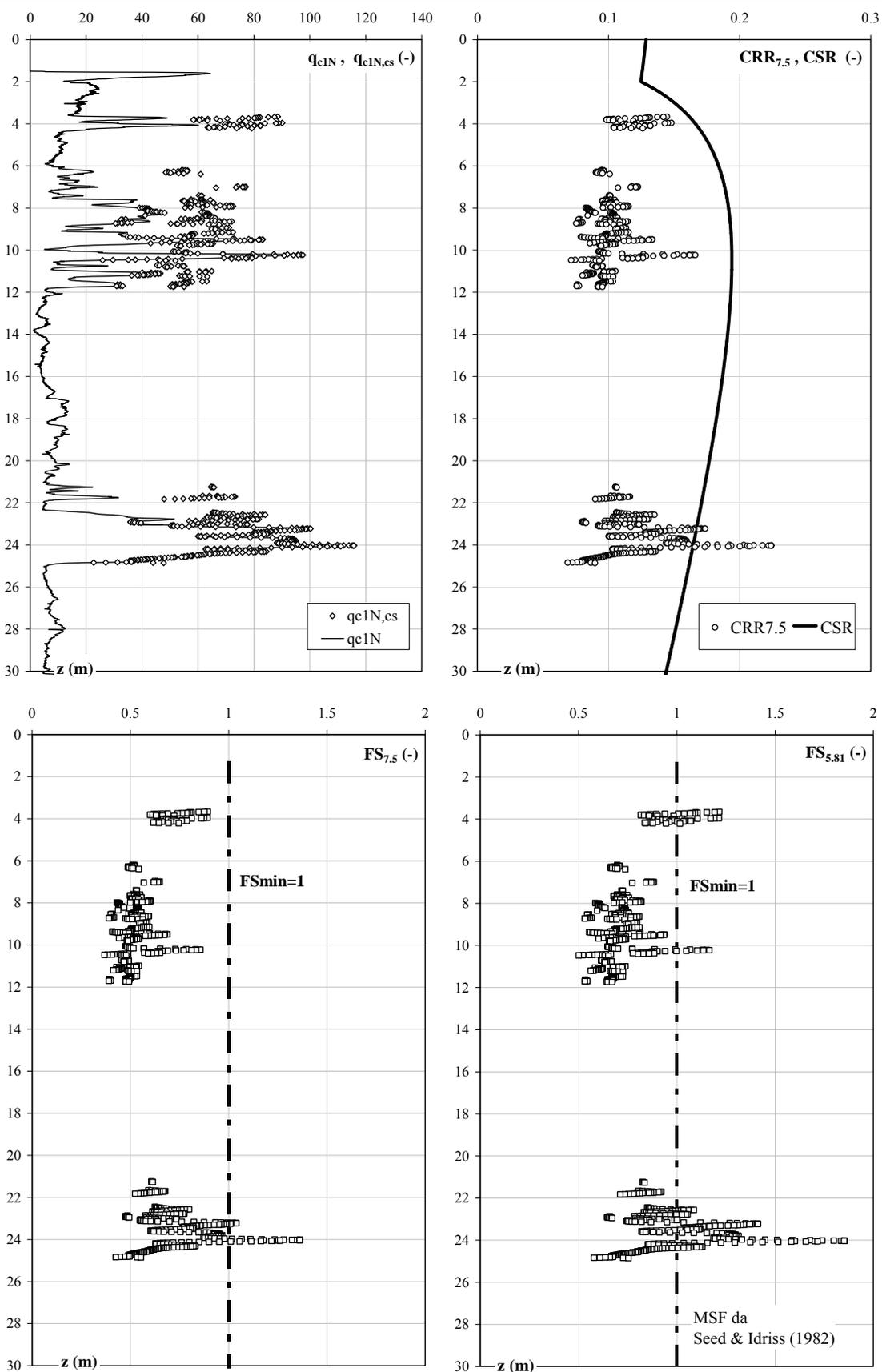
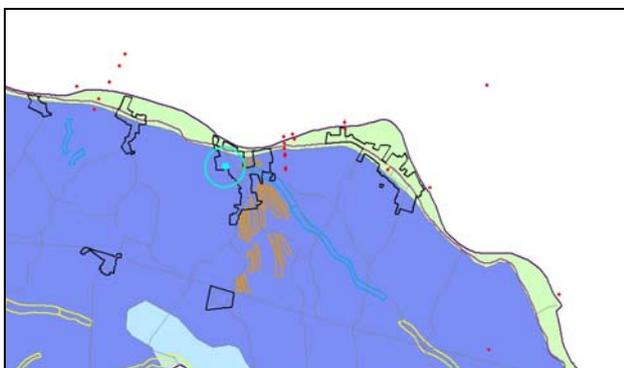


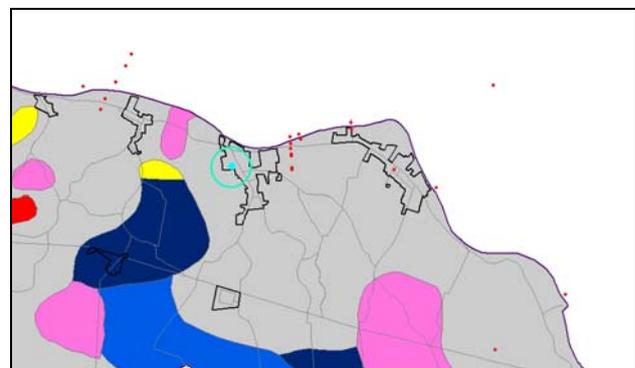
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 45

Località	Villanova Denore
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità del paleoalveo del Po di Volano (carta geomorfologica), in una'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 SCPTU45

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU45, eseguita in data 15/03/2010, vedi Figura 2)
	Max profondità indagata H = 28.0 m
Profondità della falda (alla data 15/03/2010)	$z_F = 2.0$ m da piano campagna locale (p.c.)

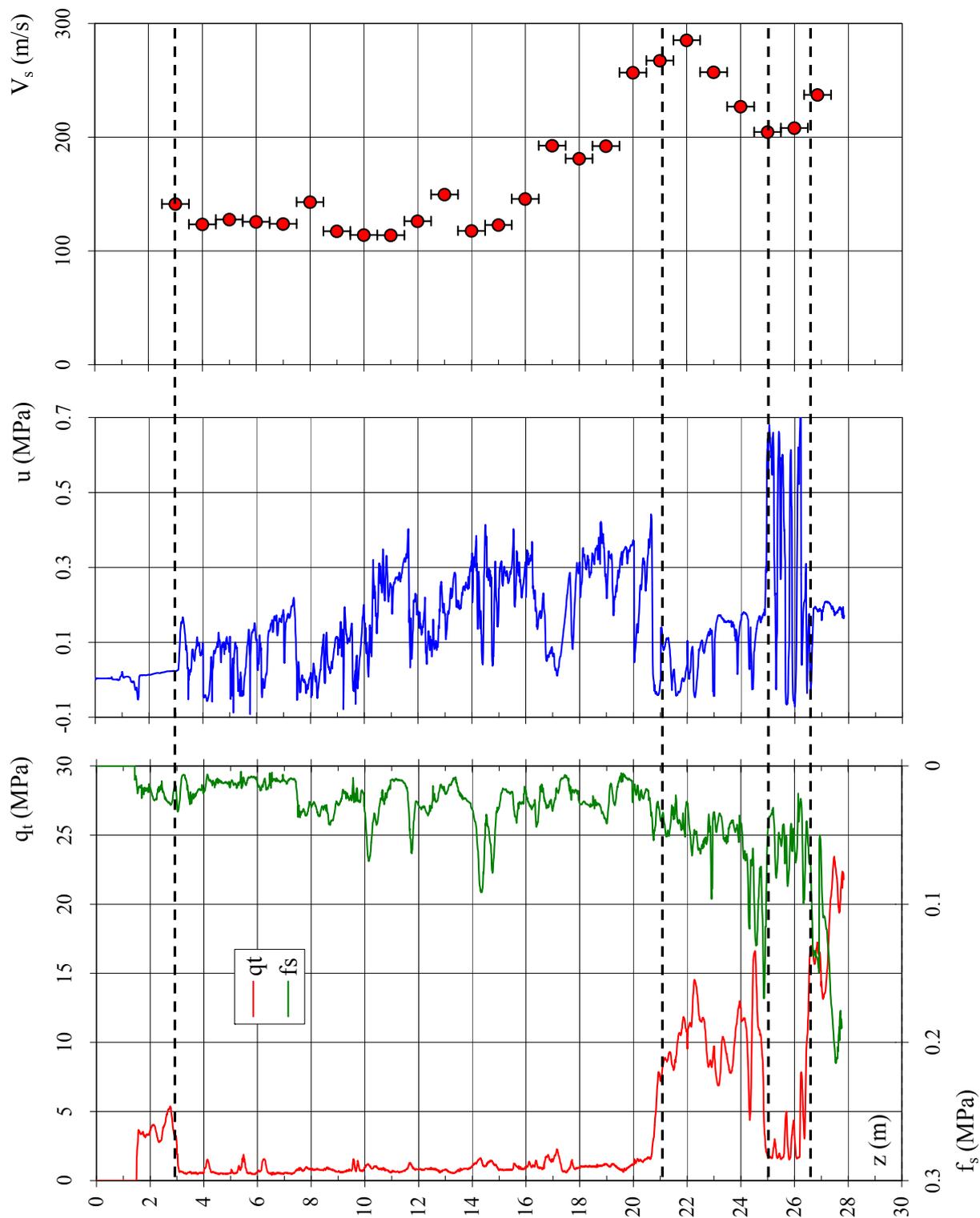


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU45

Sequenza litostratigrafica

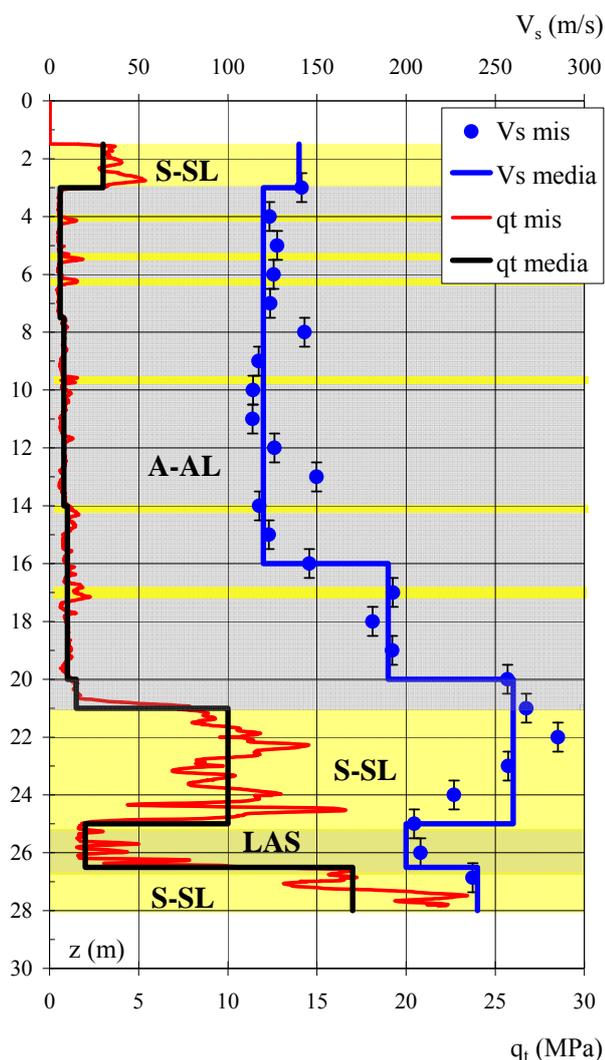


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	3.0	S-SL
3.0	21.0	A-AL
21.0	25.0	S-SL
25.0	26.5	LAS
26.5	28.0	S-SL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata, dopo uno strato superficiale di 1.5 m di spessore di sabbia e sabbia limosa, sono prevalentemente a grana fine fino a 21 m di profondità, costituiti da argilla limosa con sporadiche lenti di spessore centimetrico di sabbia.

Da 21 m, fino alla massima profondità indagata, sono presenti sabbie e sabbie limose, localmente intercalate da limo argilloso con moderato contenuto di sabbia. Possibile presenza di argilla organica tra 3 e 15 m.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce parzialmente dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre conferma parzialmente quelle della carta litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	3.0	3	140
3.0	7.5	0.6	120
7.5	14.0	0.8	120
14.0	16.0	1	120
16.0	20.0	1	190
20.0	21.0	1.5	260
21.0	25.0	10	260
25.0	26.5	2	200
26.5	28.0	17	240

Vedi Figura 3

Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D_R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
1.5 – 3.0	45	39	32		36	86	
3.0 – 7.5				25	26	63	79
7.5 – 14.0				30	26	63	79
14.0 – 16.0				36	26	63	79
16.0 – 20.0				34	66	159	199
20.0 – 21.0				55	124	298	372
21.0 – 25.0	55	36	30		124	298	
25.0 – 26.5				75	73	176	220
26.5 – 28.0	70	39	31		106	254	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, $V_{S,H}$	$V_{S,H} = 155$ m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 161$ m/s da 28 a 30 m assunto $V_S = 237$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.93 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

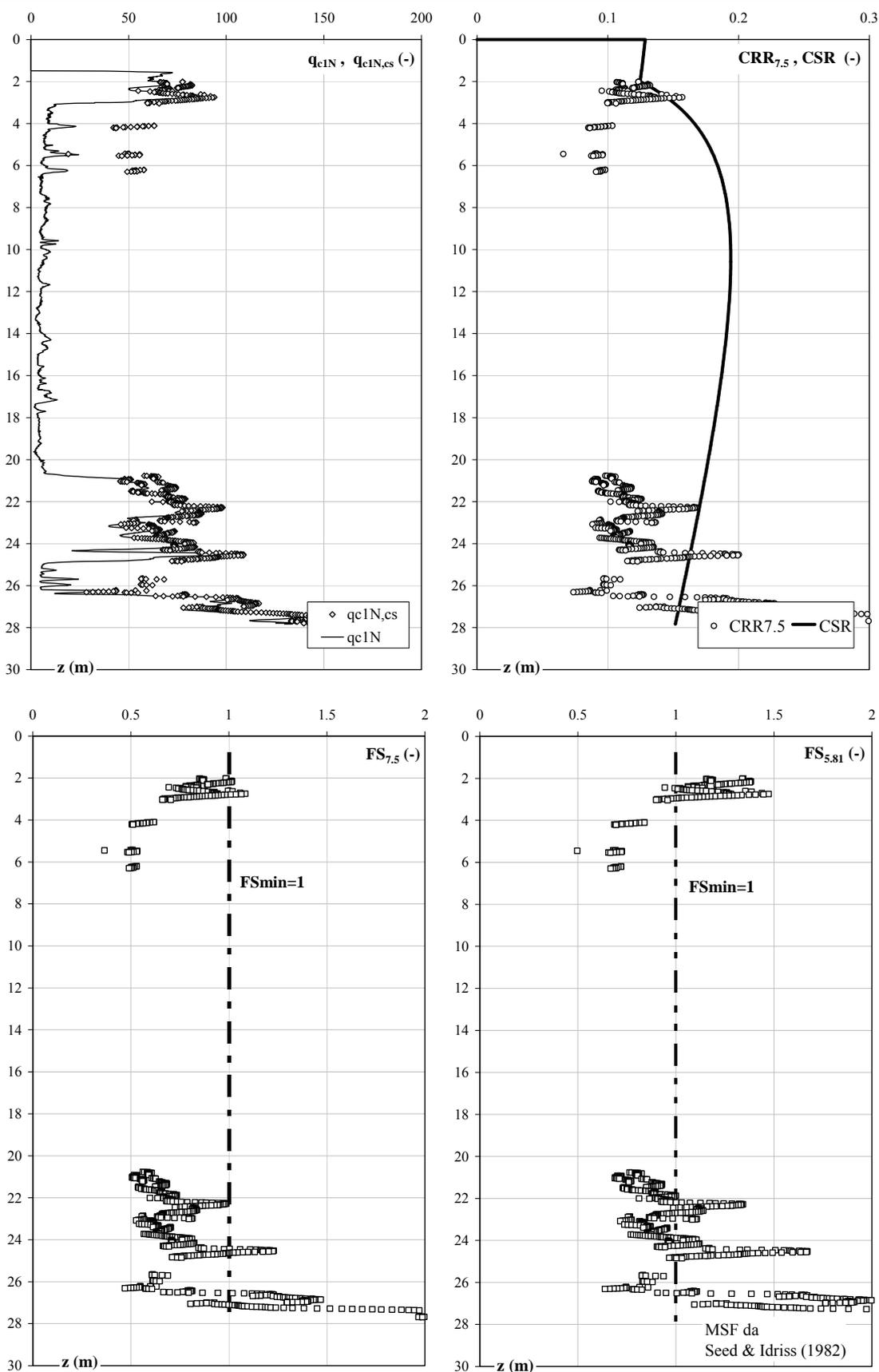


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 46

Località	Scuola Elementare F. Tumiati
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a sud del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono argille limose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU46
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU46, eseguita in data 19/04/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 19/04/2010)	Max profondità indagata H = 31.0 m $z_F = 2-4$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 19/04/2010)	$z_S = 0-2$ m da p.c.

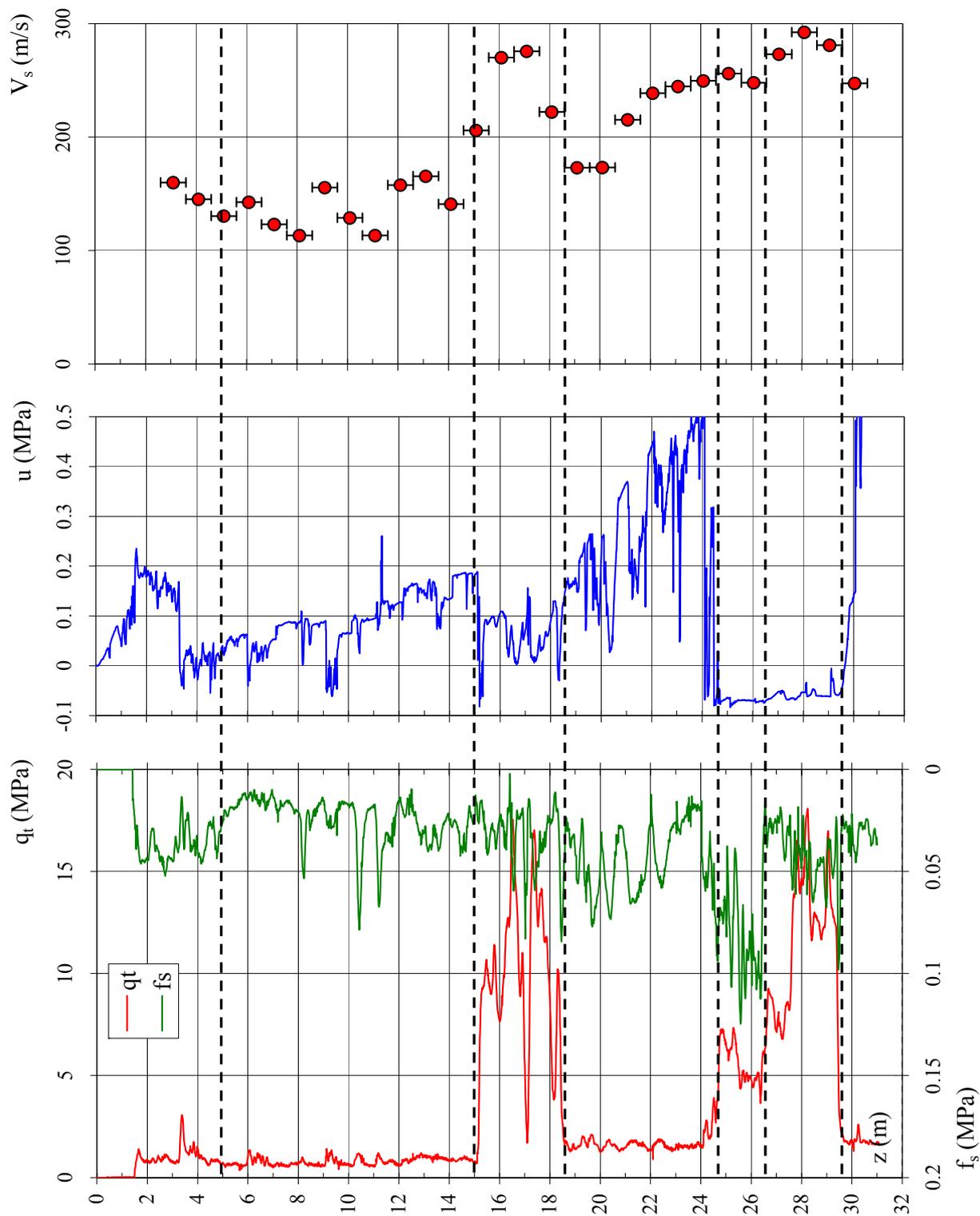


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU46

Sequenza litostratigrafica

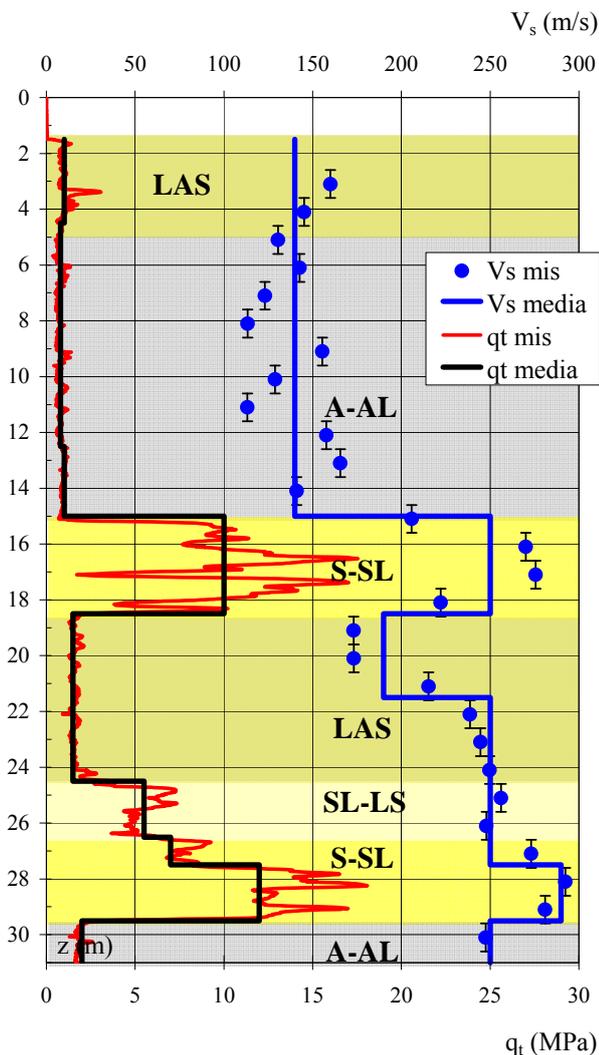


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	5.0	LAS
5.0	15.0	A-AL
15.0	18.5	S-SL
18.5	24.5	LAS
24.5	26.5	SL-LS
26.5	29.5	S-SL
29.5	31.0	A-AL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, da piano campagna fino a 24.5 m di profondità, prevalentemente a grana fine, costituiti da limi argillosi con moderato contenuto di sabbia, argille e argille limose. Tra 15 e 18.5 m di profondità è presente uno strato di sabbia e sabbia limosa. Da 24.5 a 29.5 m di profondità prevalgono limi sabbiosi, sabbie limose e sabbie. Seguono, fino alla massima profondità indagata, argille e argille limose. Possibile presenza di argilla organica tra 5 e 12.5 m di profondità.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	5.0	1	140
5.0	12.5	0.8	140
12.5	15.0	1	140
15.0	18.5	10	250
18.5	21.5	1.5	190
21.5	24.5	1.5	250
24.5	26.5	5.5	250
26.5	27.5	7	250
27.5	29.5	12	290
29.5	31.0	2	250

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 5.0				50	36	86	108
5.0 – 12.5				35	36	86	108
12.5 – 15.0				40	36	86	108
15.0 – 18.5	65	39	32		115	275	
18.5 – 21.5				57	66	159	199
21.5 – 24.5				54	115	275	344
24.5 – 26.5	40	33	29		115	275	
26.5 – 27.5	45	34	29		115	275	
27.5 – 29.5	60	37	30		154	370	
29.5 – 31.0				70	115	275	344

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 179 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.78 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

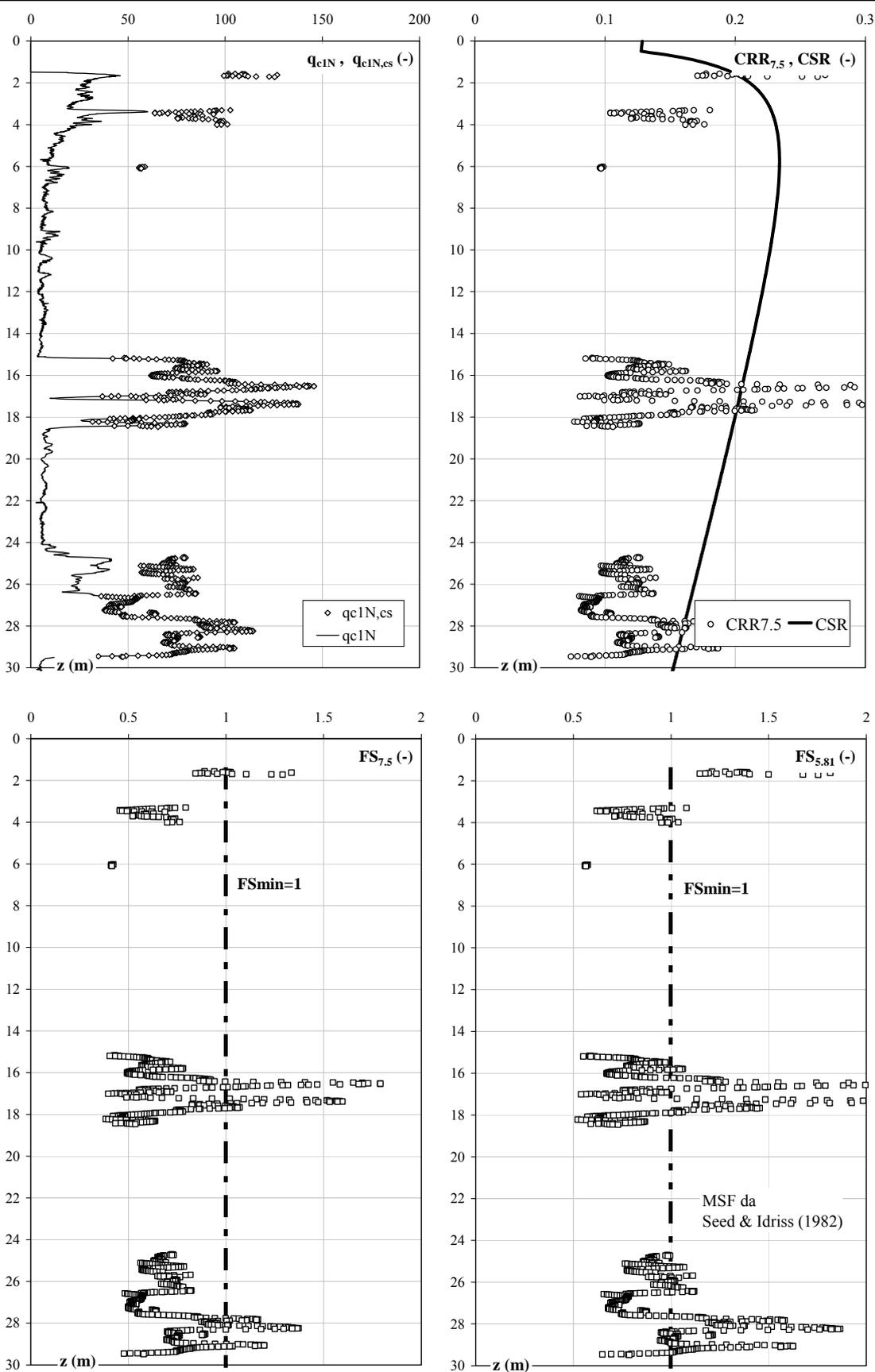


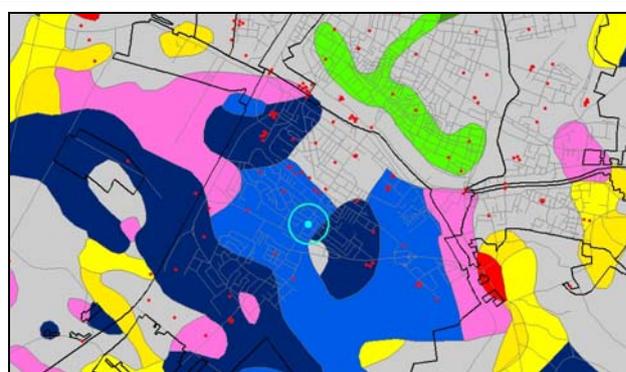
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 47

Località	Via Bologna
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova tra il paleoalveo del Po di Ferrara ed il paleoalveo del Reno (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono argille (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 SCPTU47

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU47, eseguita in data 15/04/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 15/04/2010)	Max profondità indagata $H = 31.0$ m $z_F = 2-4$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 15/04/2010)	$z_S = 0-2$ m da p.c.

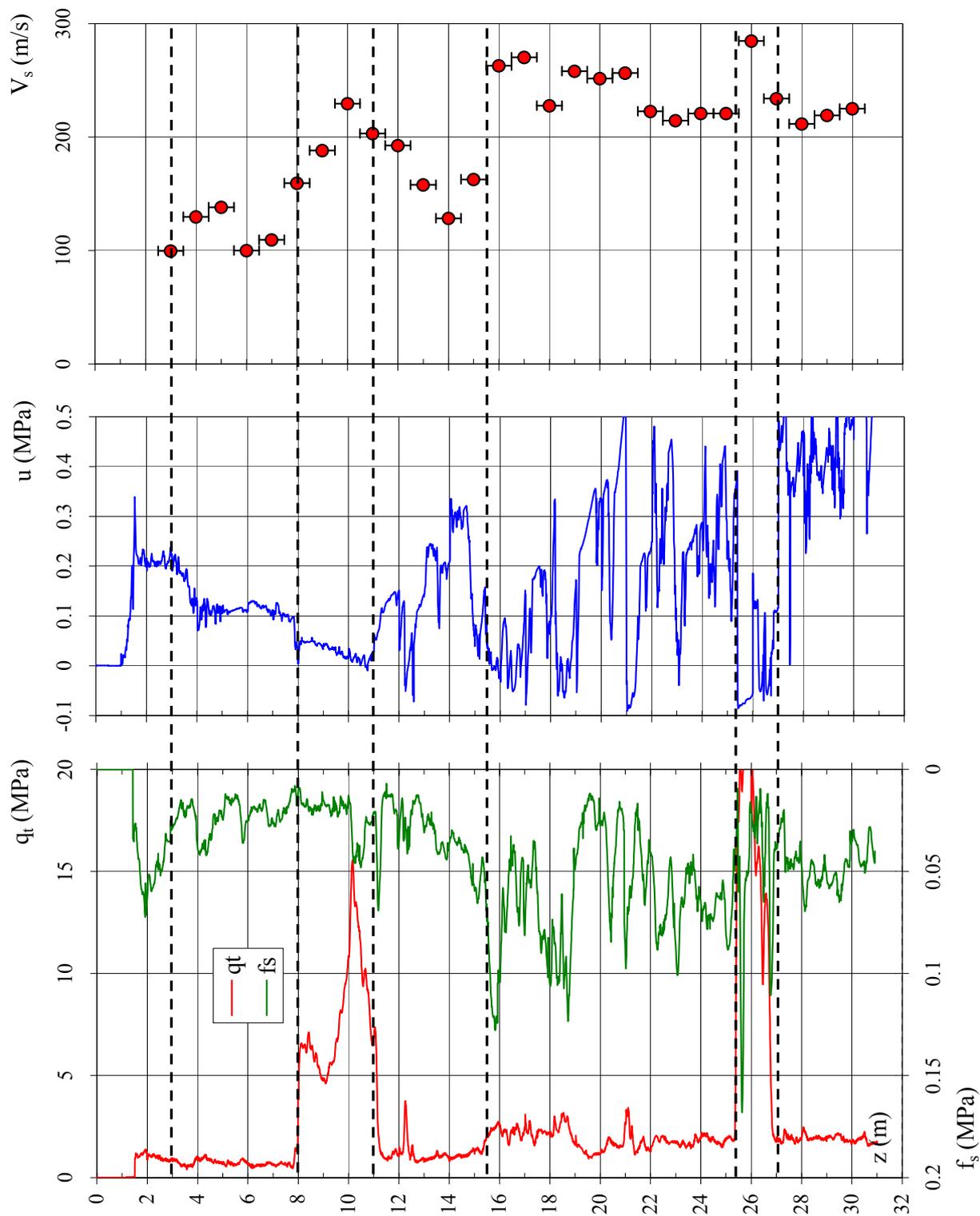
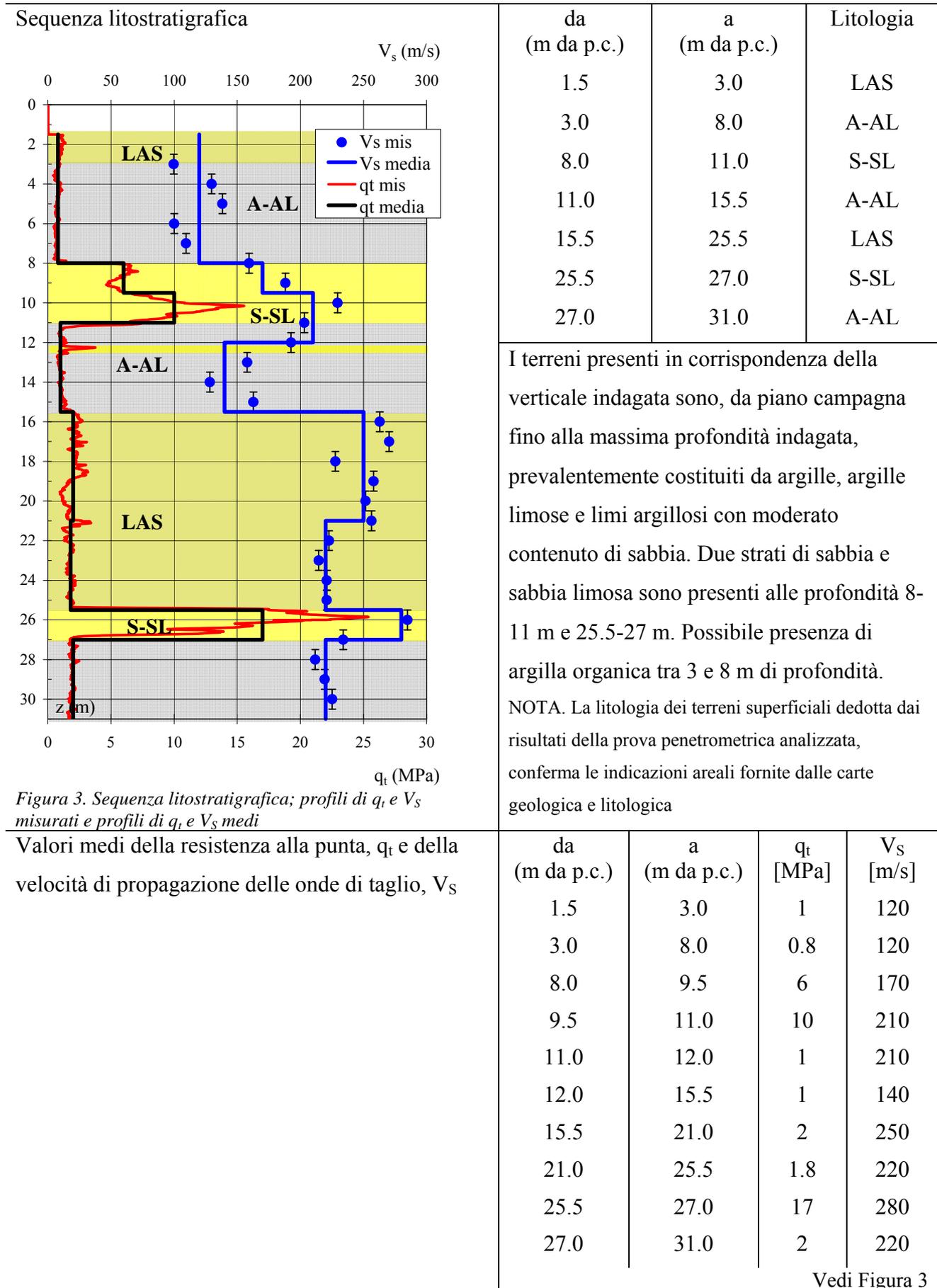


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU47





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 3.0				55	26	63	79
3.0 – 8.0				35	26	63	79
8.0 – 9.5	55	39	32		53	127	
9.5 – 11.0	70	40	33		81	194	
11.0 – 12.0				40	81	194	243
12.0 – 15.5				37	36	86	108
15.5 – 21.0				80	115	275	344
21.0 – 25.5				70	89	213	266
25.5 – 27.0	70	39	31		144	345	
27.0 – 31.0				75	89	213	266

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 172 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	S2
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 5.1 (alto) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, liquefazione e cedimenti indotti dalla liquefazione, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

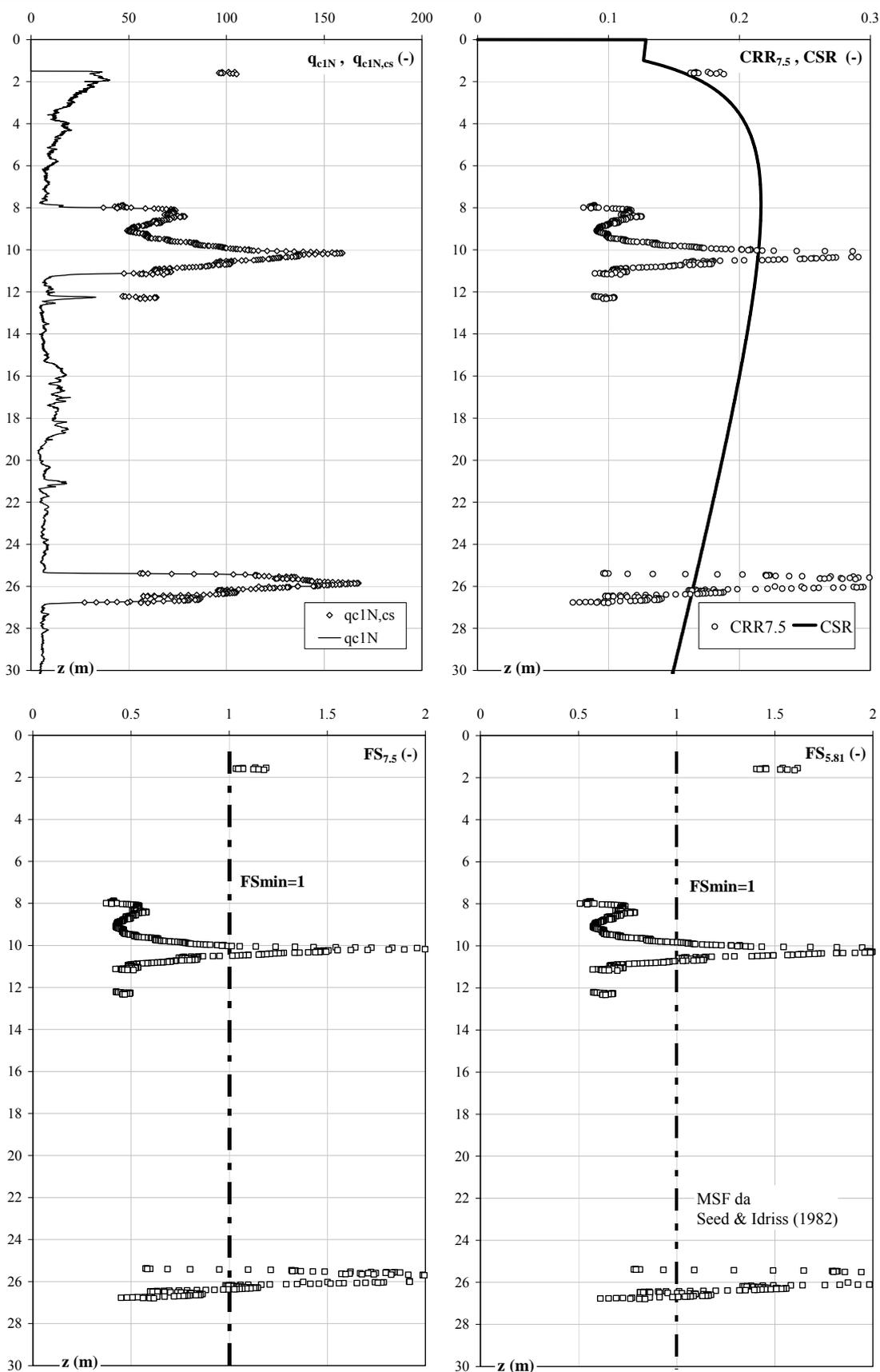


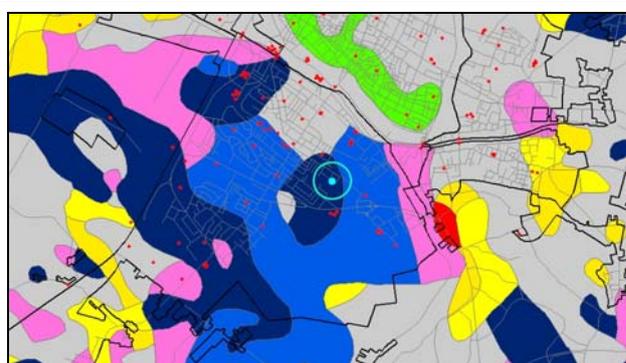
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 48

Località	I Girasoli
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a sud del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono argille limose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

	Prove Penetrometriche
	SCPTU48

Indagini geonostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU48, eseguita in data 26/03/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 26/03/2010)	Max profondità indagata H = 30.0 m
Profondità del livello di saturazione (alla data 26/03/2010)	$Z_F = 3-5$ m da piano campagna locale (p.c.) $Z_S = 0-3$ m da p.c.

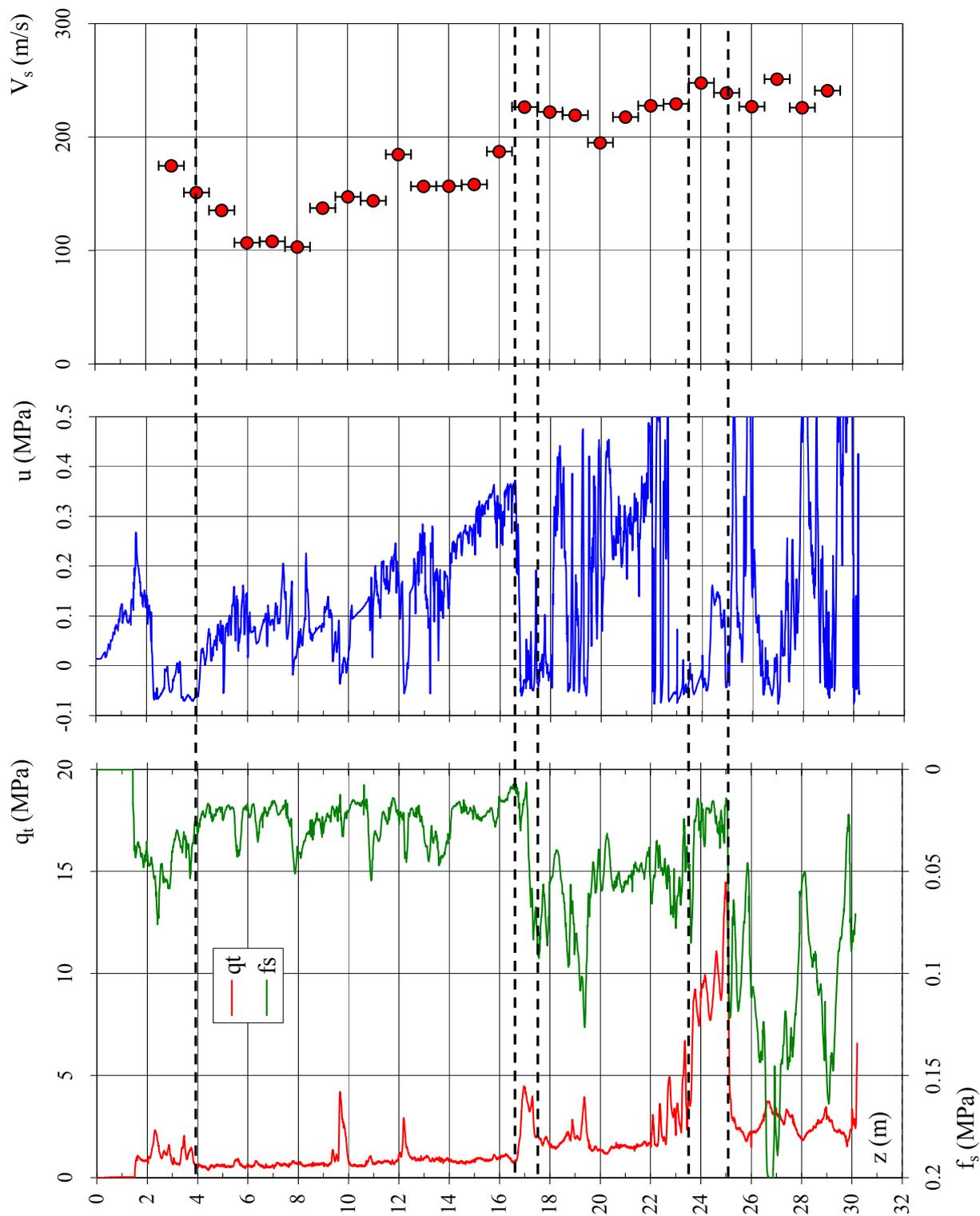


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU48

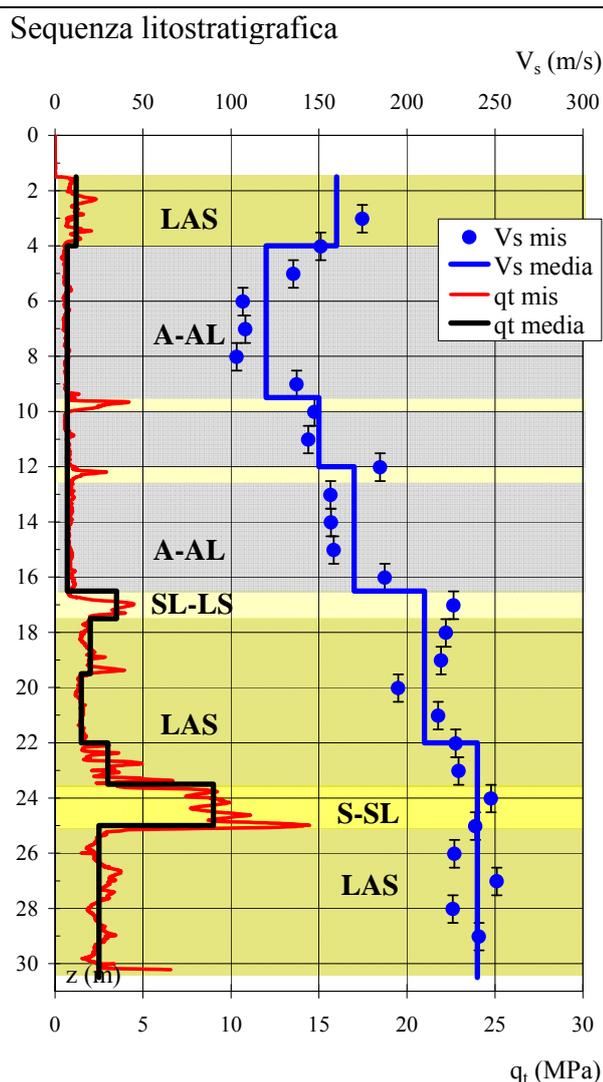


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	4.0	LAS
4.0	16.5	A-AL
16.5	17.5	SL-LS
17.5	23.5	LAS
23.5	25.0	S-SL
25.0	30.0	LAS

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, da piano campagna fino alla massima profondità indagata, prevalentemente costituiti da limi argillosi con sabbia, argille e argille limose, con locali intercalazioni di spessore da centimetrico a decimetrico, di sabbia limosa e limo sabbioso. Possibile presenza di argilla organica tra 4 e 16.5 m di profondità.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	4.0	1.2	160
4.0	9.5	0.7	120
9.5	12.0	0.7	150
12.0	16.5	0.7	170
16.5	17.5	3.5	210
17.5	19.5	2	210
19.5	22.0	1.5	210
22.0	23.5	3	240
23.5	25.0	9	240
25.0	30.0	2.5	240

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 4.0	<30		27	60	47	113	141
4.0 – 9.5				30	26	63	79
9.5 – 12.0				25	41	99	124
12.0 – 16.5				22	53	127	159
16.5 – 17.5	30		29		81	194	
17.5 – 19.5				80	81	194	243
19.5 – 22.0				55	81	194	243
22.0 – 23.5	<30		28	130	106	254	317
23.5 – 25.0	55	36	30		106	254	
25.0 – 30.0				100	106	254	317

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 173 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.2 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

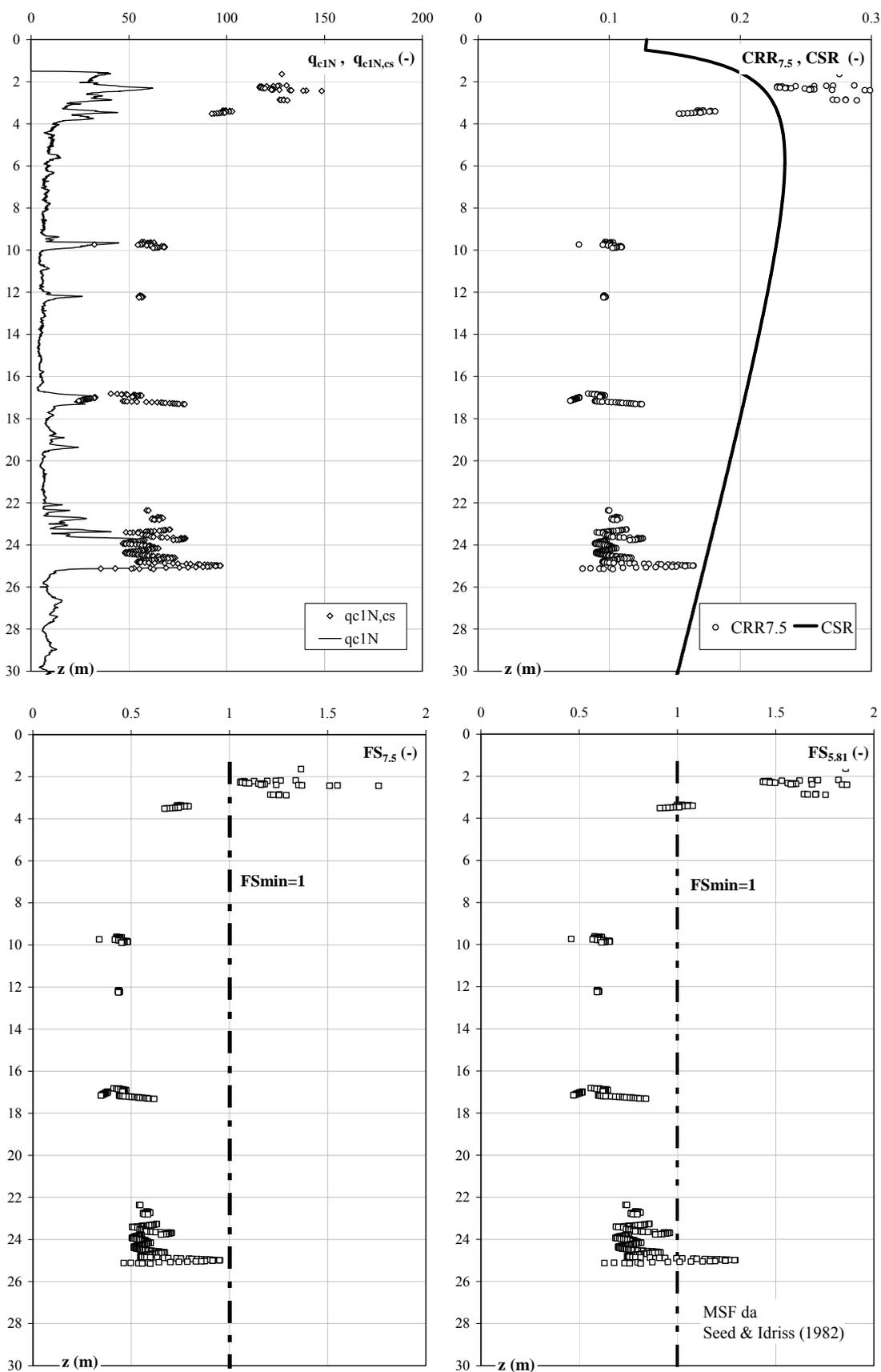
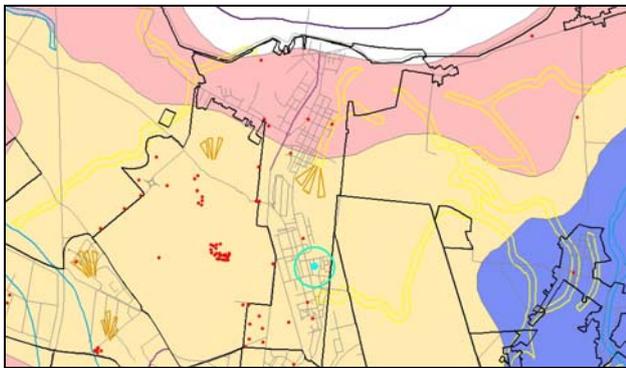


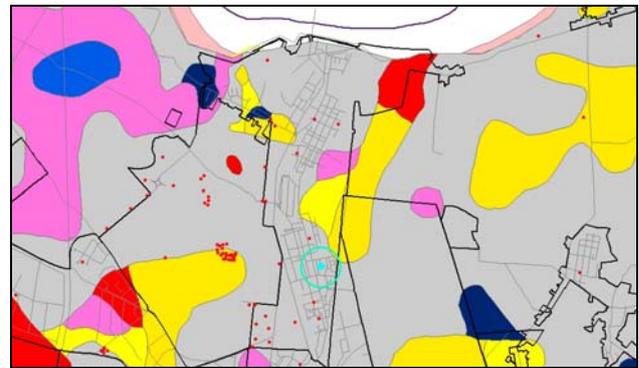
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 49

Località	Nido Cavallari
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità di un paleoalveo non dossivo (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di area interfluviale e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU49, eseguita in data 08/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 08/03/2010)	$Z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 08/03/2010)	$Z_S = 2-4$ m da p.c.

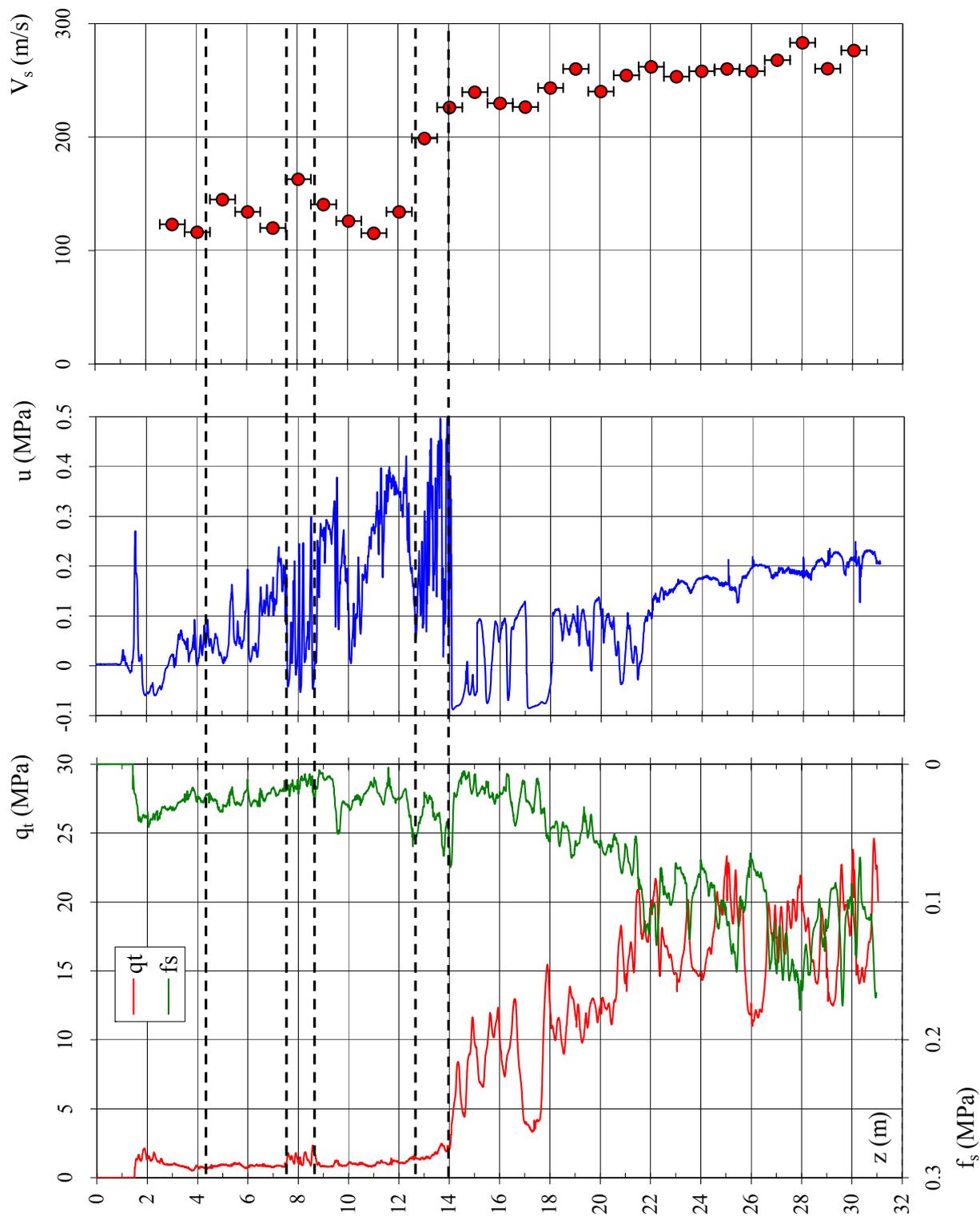


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU49

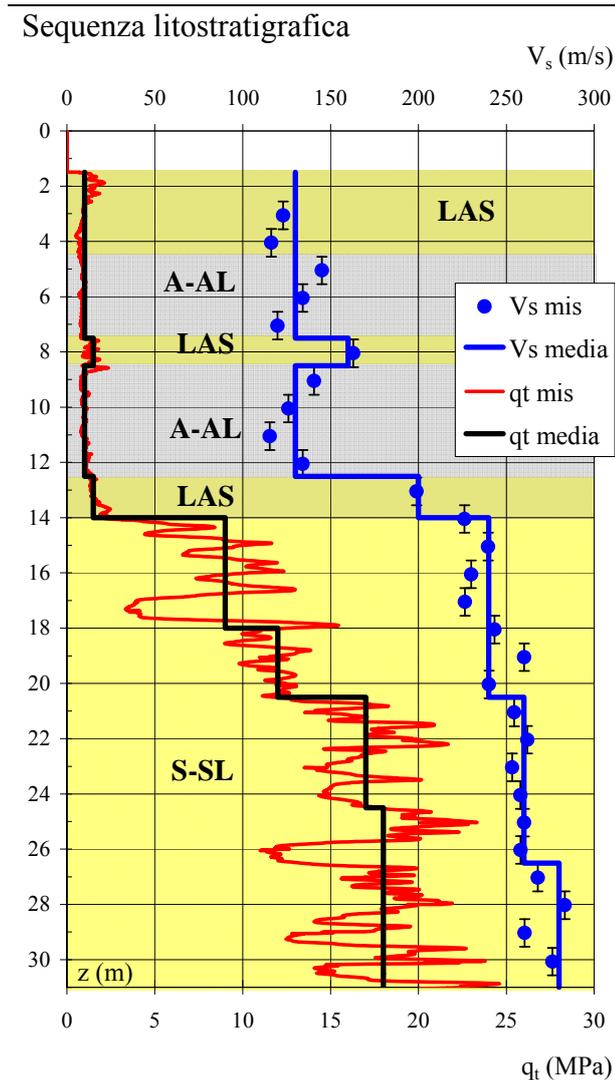


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	4.5	LAS
4.5	7.5	A-AL
7.5	8.5	LAS
8.5	12.5	A-AL
12.5	14.0	LAS
14.0	31.0	S-SL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, da piano campagna fino a 14.0 m di profondità, prevalentemente a grana fine, costituiti da alternanze di limi argillosi con moderato contenuto di sabbia ed argille e argille limose. Seguono, fino alla massima profondità indagata, sabbie e sabbie limose, con frequenti intercalazioni di terreni più fini.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, concorda con le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	4.5	1	130
4.5	7.5	1	130
7.5	8.5	1.5	160
8.5	12.5	1	130
12.5	14.0	1.5	200
14.0	18.0	9	240
18.0	20.5	12	240
20.5	24.5	17	260
24.5	26.5	18	260
26.5	31.0	18	280

Vedi Figura 3

Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		φ' _p [°]	φ' _{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 4.5				48	31	74	93
4.5 – 7.5				45	31	74	93
7.5 – 8.5				70	47	113	141
8.5 – 12.5				40	31	74	93
12.5 – 14.0				60	73	176	220
14.0 – 18.0	55	37	31		106	254	
18.0 – 20.5	65	38	31		106	254	
20.5 – 24.5	70	39	31		124	298	
24.5 – 26.5	70	39	31		124	298	
26.5 – 31.0	70	39	31		144	345	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 181 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 1.8 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

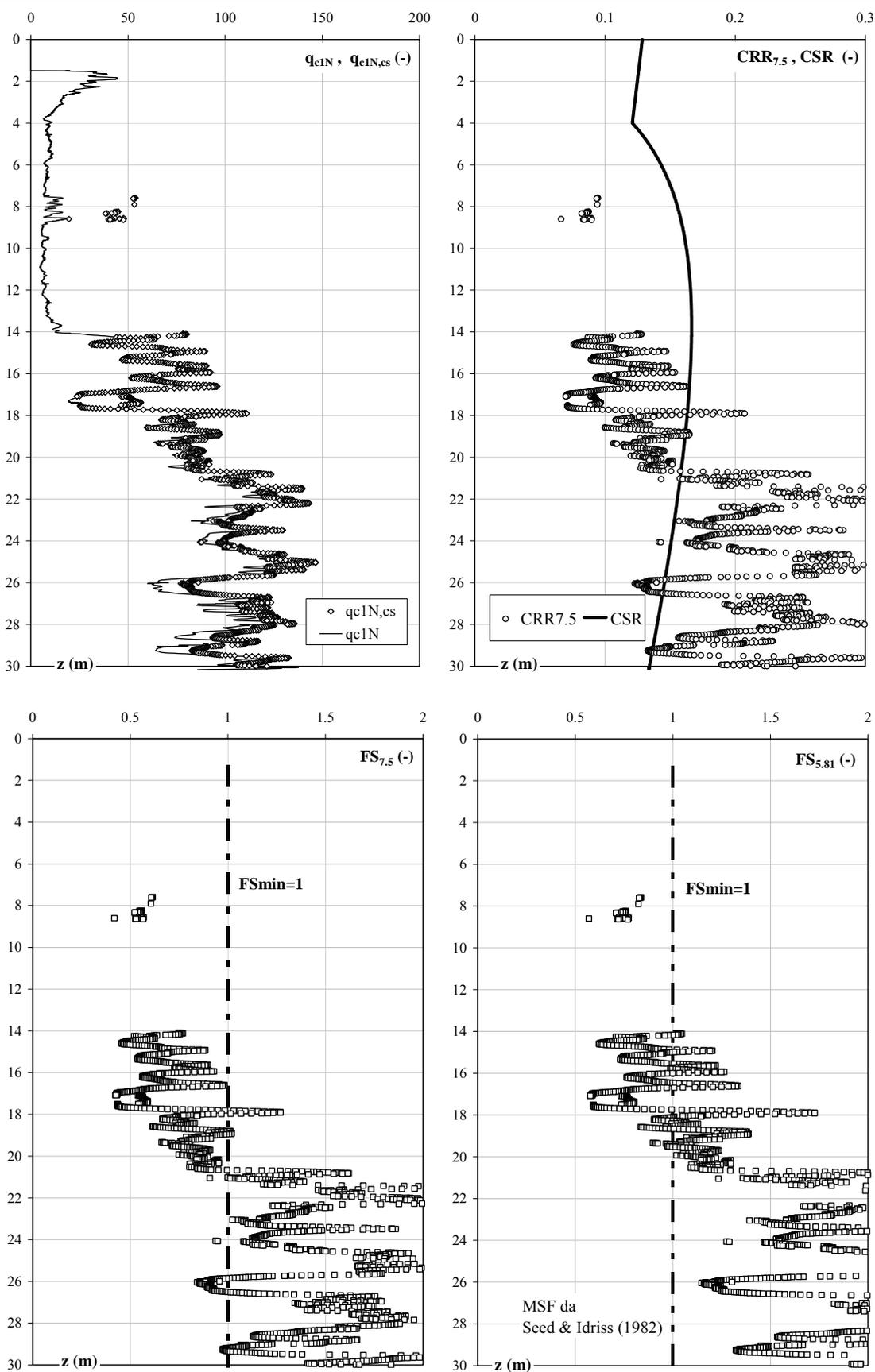


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 50

Località	Scuola Materna L'Aquilone
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a sud del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono argille (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

	Prove Penetrometriche
	SCPTU50

Indagini geonostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU50, eseguita in data 15/04/2010, vedi Figura 2)
	Max profondità indagata H = 31.0 m
Profondità della falda (alla data 15/04/2010)	$Z_F = 2-4$ m da piano campagna locale (p.c.)

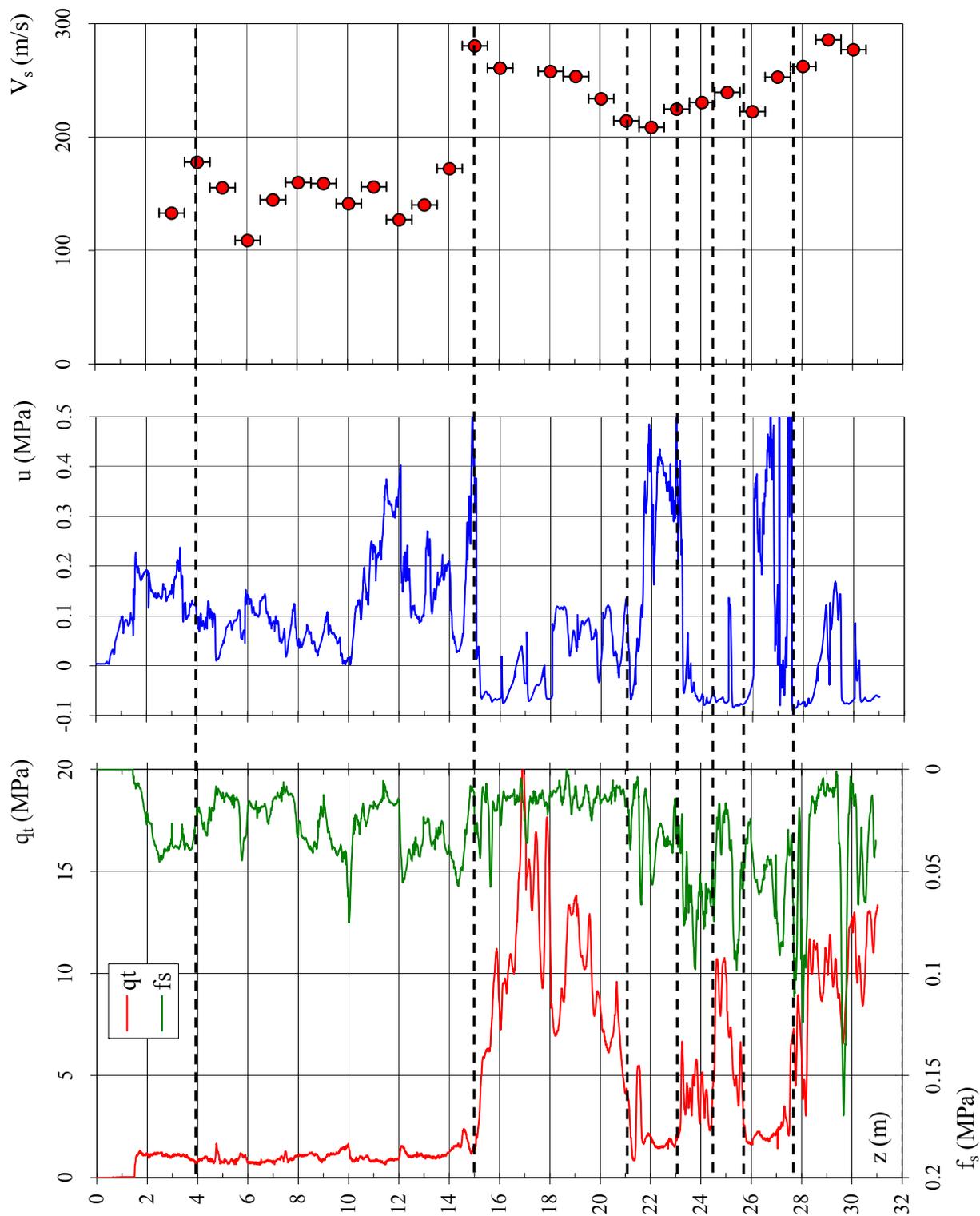
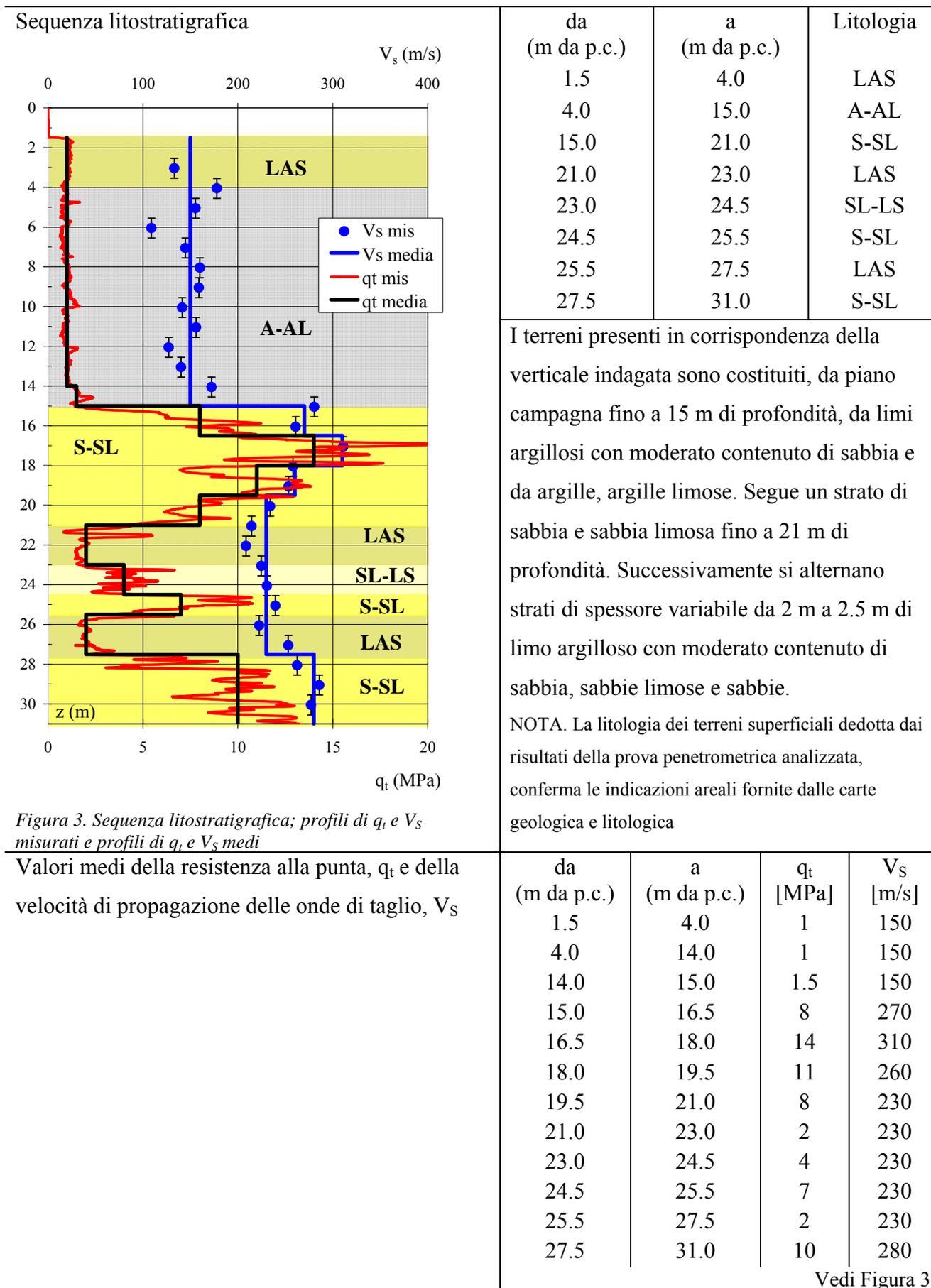


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU50





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		φ' _p [°]	φ' _{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [Mpa]	E _{u0} [Mpa]
1.5 – 4.0				46	41	99	124
4.0 – 14.0				43	41	99	124
14.0 – 15.0				60	41	99	124
15.0 – 16.5	57	38	31		134	321	
16.5 – 18.0	70	40	32		176	423	
18.0 – 19.5	60	39	31		124	298	
19.5 – 21.0	54	36	31		97	233	
21.0 – 23.0				80	97	233	291
23.0 – 24.5	30		29		97	233	
24.5 – 25.5	45	34	29		97	233	
25.5 – 27.5				75	97	233	291
27.5 – 31.0	55	36	30		144	345	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 185 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 3.23 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

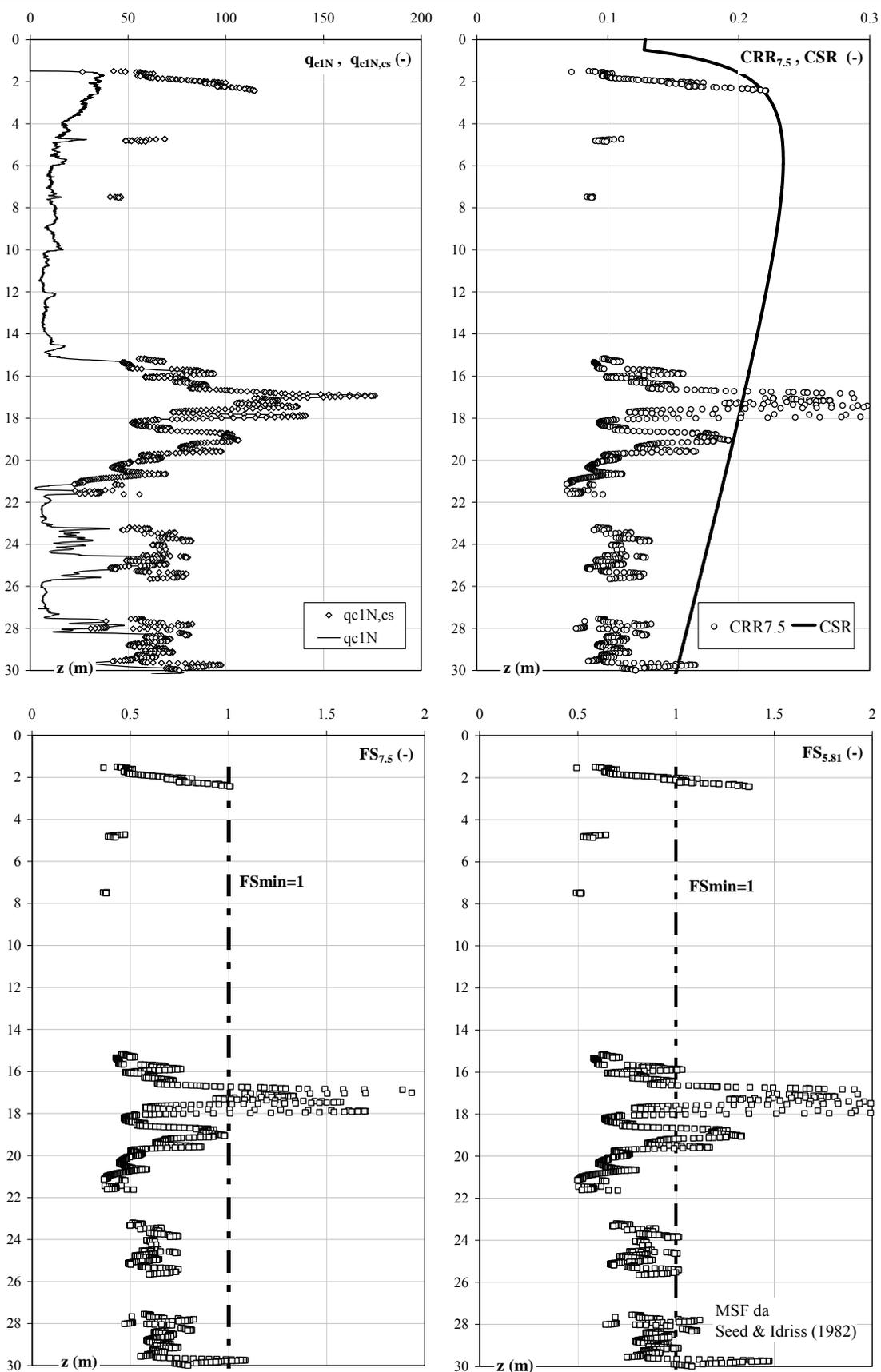
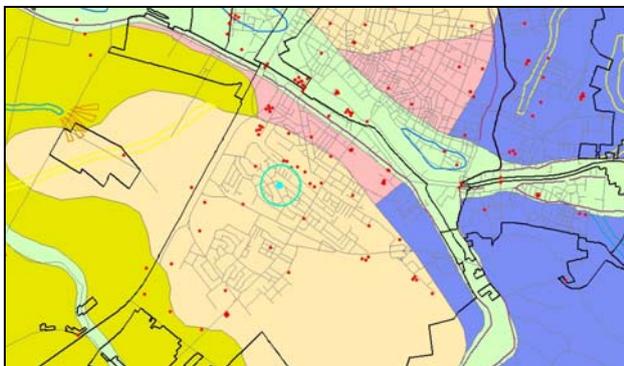


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 51

Località	Scuola Ugo Costa
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a sud del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un’area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono argille (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU51
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU51, eseguita in data 13/04/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 13/04/2010)	Max profondità indagata $H = 31.0$ m $z_F = 2-4$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 13/04/2010)	$z_S = 0-2$ m da p.c.

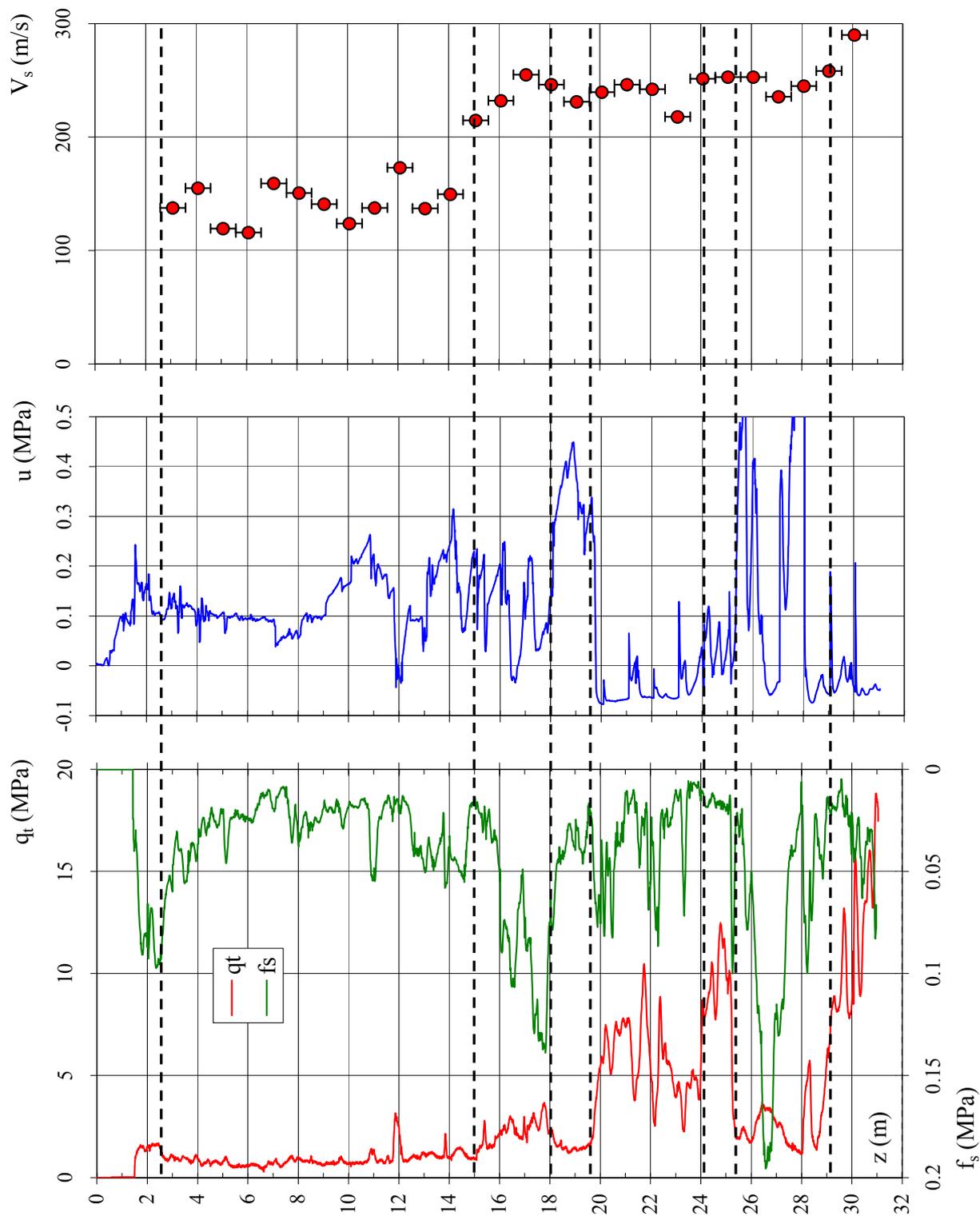


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU51

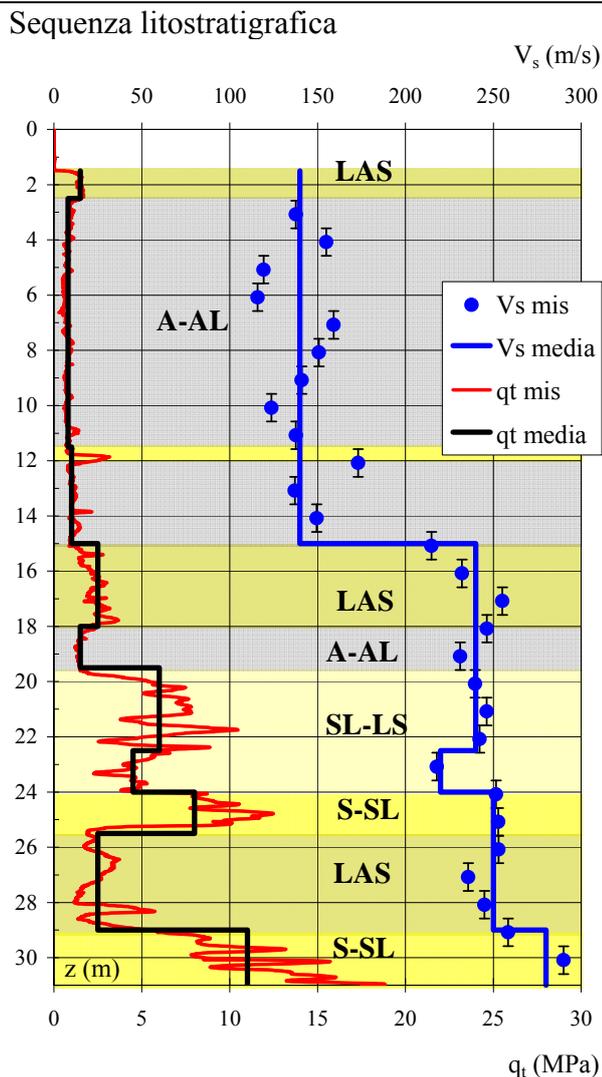


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
1.5	2.5	LAS
2.5	15.0	A-AL
15.0	18.0	LAS
18.0	19.5	A-AL
19.5	24.0	SL-LS
24.0	25.5	S-SL
25.5	29.0	LAS
29.0	31.0	S-SL

I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono prevalentemente fini da piano campagna fino a 19.5 m di profondità, costituiti da argille e argille limose localmente alternate a limi argillosi con moderato contenuto di sabbia. Seguono, fino alla massima profondità indagata, sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi, localmente intercalati da limi argillosi con sabbia. Possibile presenza di argilla organica tra 2.5 e 12 m di profondità.

NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s

da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_t [MPa]	V_s [m/s]
1.5	2.5	1.5	140
2.5	11.5	0.8	140
11.5	15.0	1	140
15.0	18.0	2.5	240
18.0	19.5	1.5	240
19.5	22.5	6	240
22.5	24.0	4.5	220
24.0	25.5	8	250
25.5	29.0	2.5	250
29.0	31.0	11	280

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
1.5 – 2.5				75	36	86	108
2.5 – 11.5				35	36	86	108
11.5 – 15.0				40	36	86	108
15.0 – 18.0				110	106	254	317
18.0 – 19.5				60	106	254	317
19.5 – 22.5	45	34	30		106	254	
22.5 – 24.0	35		29		89	213	
24.0 – 25.5	50	35	30		115	275	
25.5 – 29.0				100	115	275	344
29.0 – 31.0	55	36	30		144	345	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{s,30}$	$V_{s,30} = 181$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.5 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

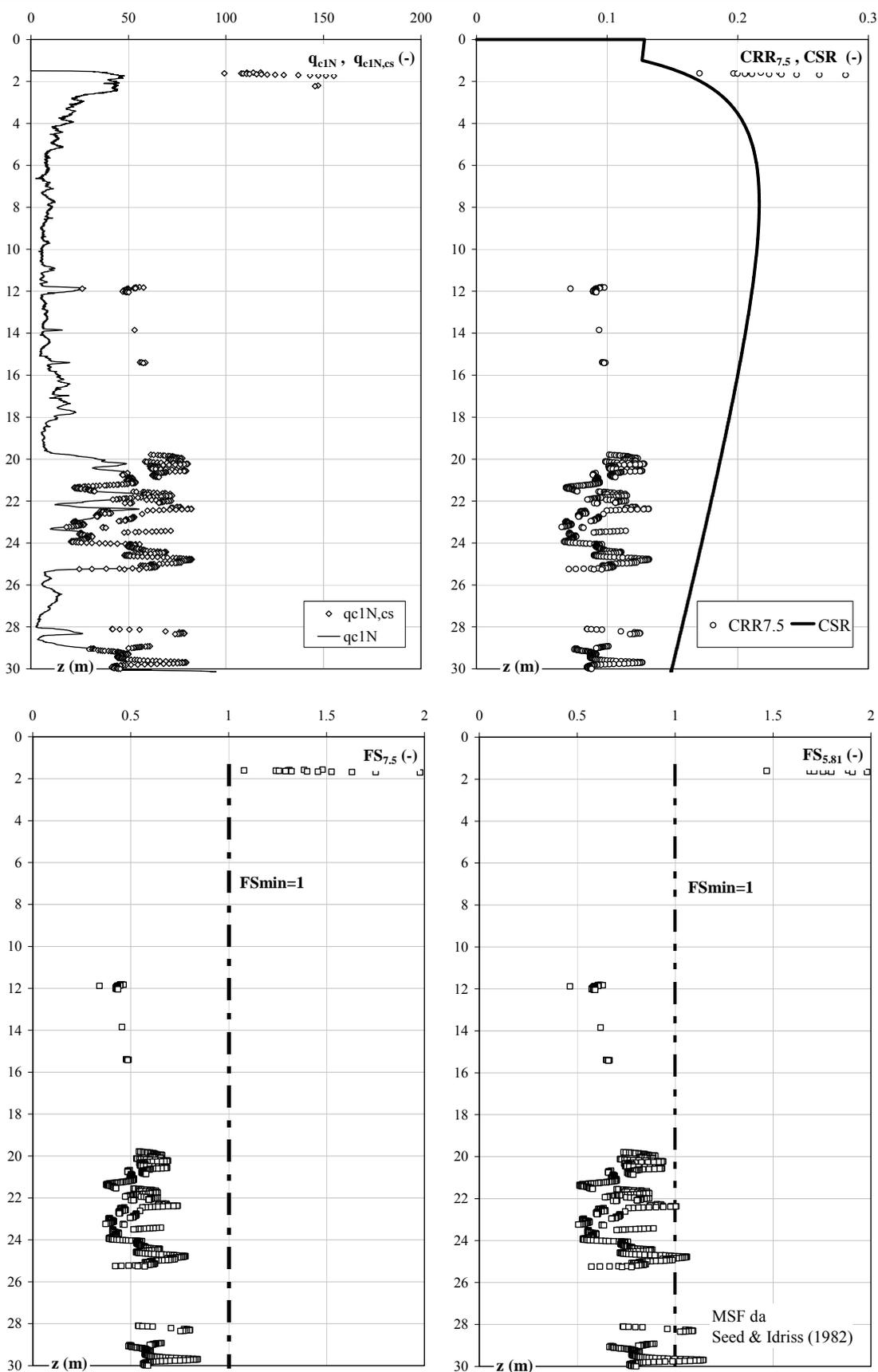
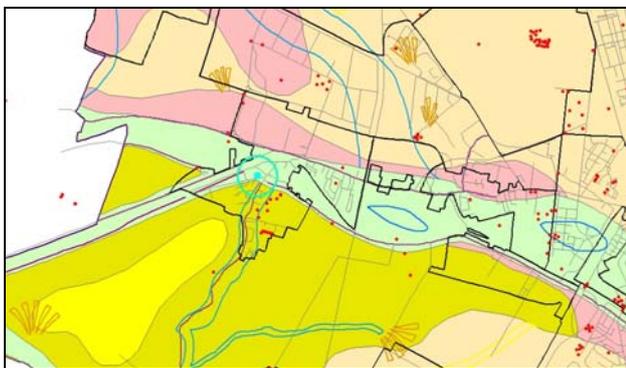


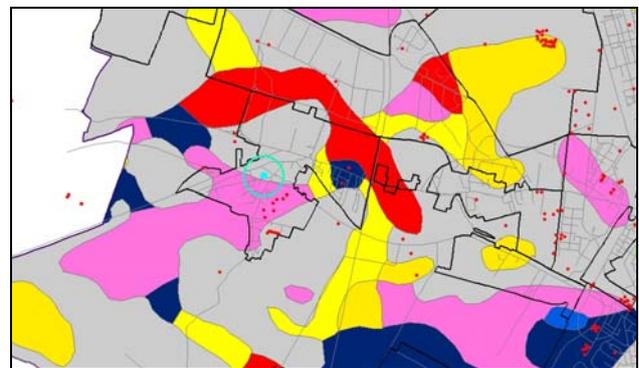
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 52

<p>Località Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b</p>	<p>Nido il Ciliegio La verticale analizzata si trova in corrispondenza del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie medie e fini tipiche di depositi di canale e argine prossimale (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di limo, argilla e sabbia (carta litologica).</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		SCPTU52
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

<p>Indagini geognostiche analizzate</p>	<p>N. 1 prova SCPTU (SCPTU52, eseguita in data 11/03/2010, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 21.0 m</p>
<p>Profondità della falda (alla data 11/03/2010)</p>	<p>$z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)</p>
<p>Profondità del livello di saturazione (alla data 11/03/2010)</p>	<p>$z_S = 2-4$ m da p.c.</p>

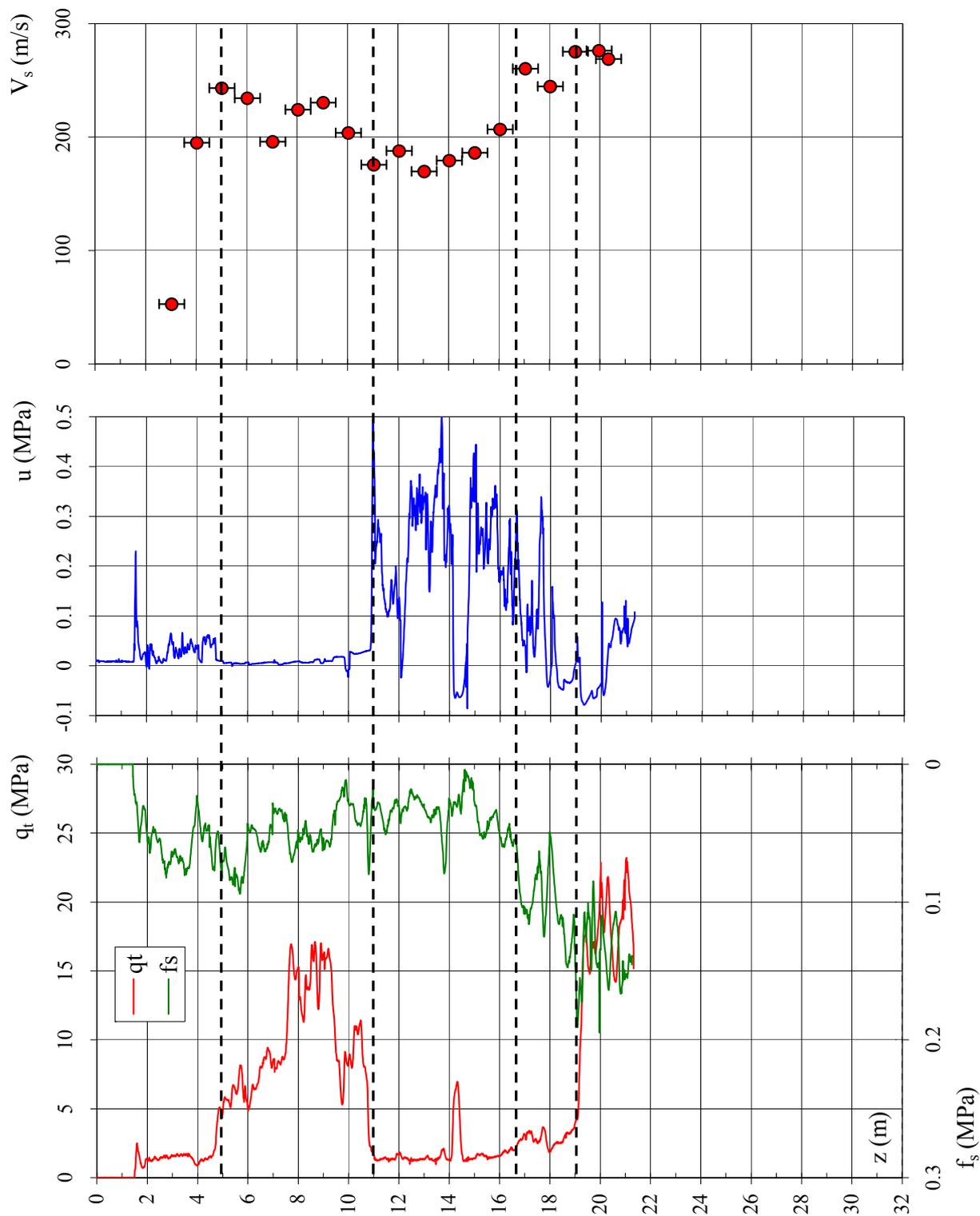


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU52

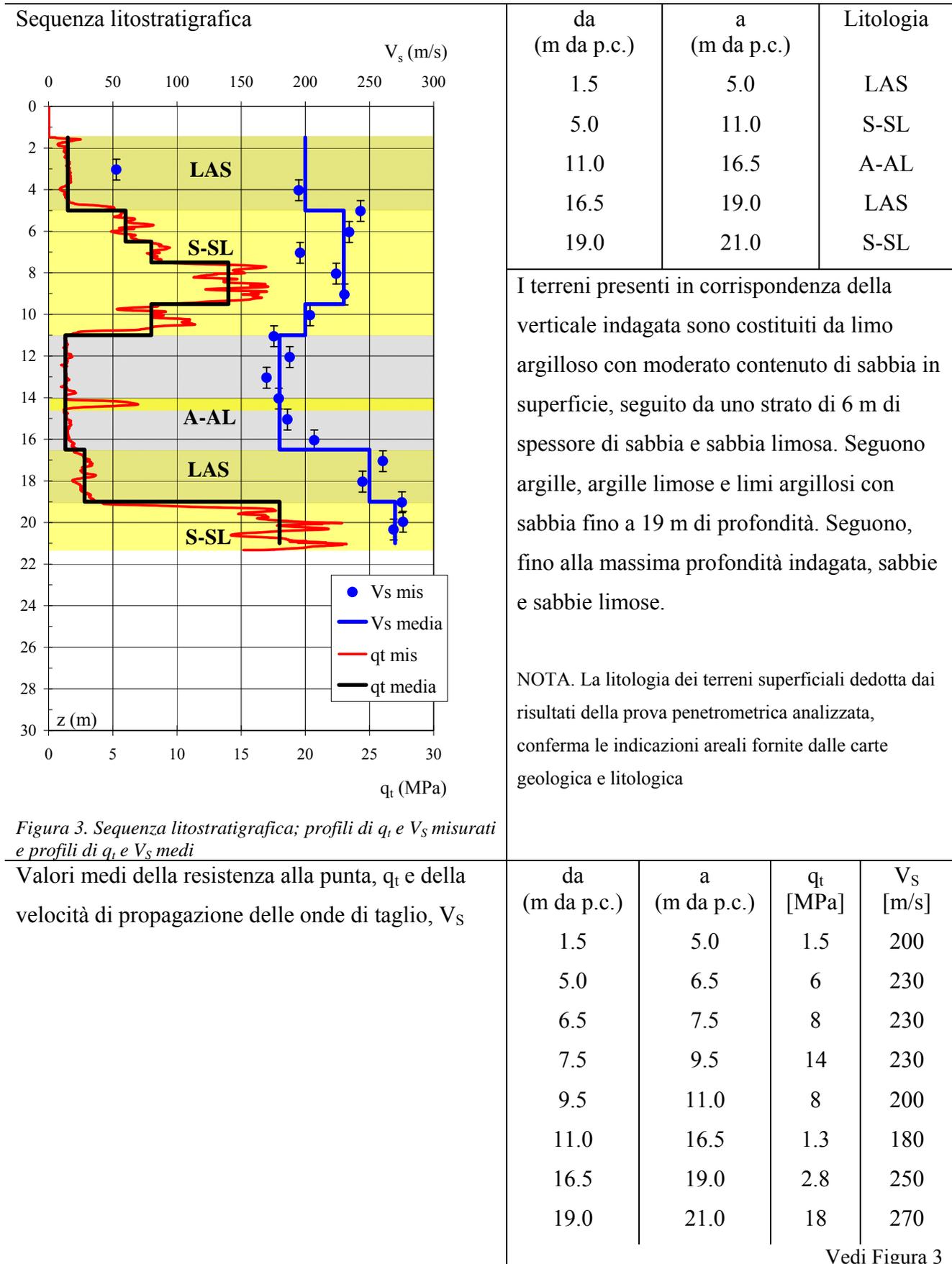


Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profili di q_t e V_s misurati e profili di q_t e V_s medi

Valori medi della resistenza alla punta, q_t e della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D_R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]	G_0 [MPa]	E'_{s0} [MPa]	E_{u0} [MPa]
1.5 – 5.0				70	73	176	220
5.0 – 6.5	55	38	32		97	233	
6.5 – 7.5	60	39	32		97	233	
7.5 – 9.5	75	40	33		97	233	
9.5 – 11.0	57	38	31		73	176	
11.0 – 16.5				50	59	143	178
16.5 – 19.0	<30		27	125	22	53	67
19.0 – 21.0	75	40	32		134	321	

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro la max profondità indagata, $V_{S,H}$	$V_{S,H} = 149$ m/s
Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, $V_{S,30}$	$V_{S,30} = 172$ m/s da 21 a 30 m assunto $V_S = 269$ m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.5 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

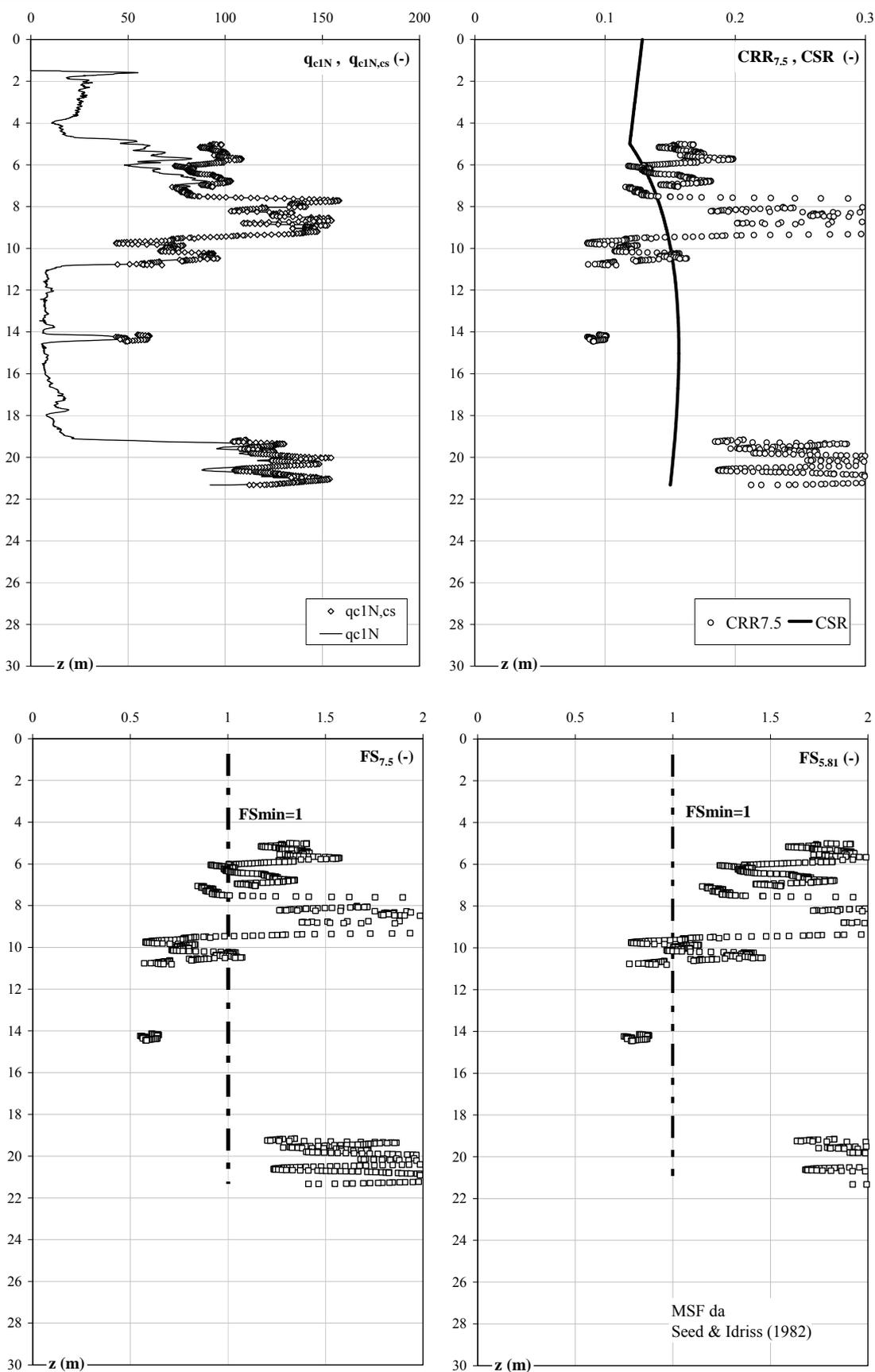
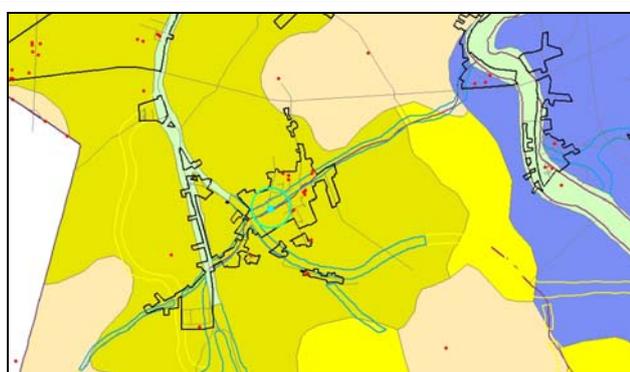


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 53

Località	Scuola materna R. Benzi
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza di un paleoalveo dossivo basso (carta geomorfologica), in una'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie medie e fini associate a depositi di canale e argine prossimale (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

 Prove Penetrometriche
 SCPTU53

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova SCPTU (SCPTU53, eseguita in data 20/04/2010, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 20/04/2010)	Max profondità indagata H = 31.0 m $Z_F = 4-6$ m da piano campagna locale (p.c.)
Profondità del livello di saturazione (alla data 20/04/2010)	$Z_S = 2-4$ m da p.c.

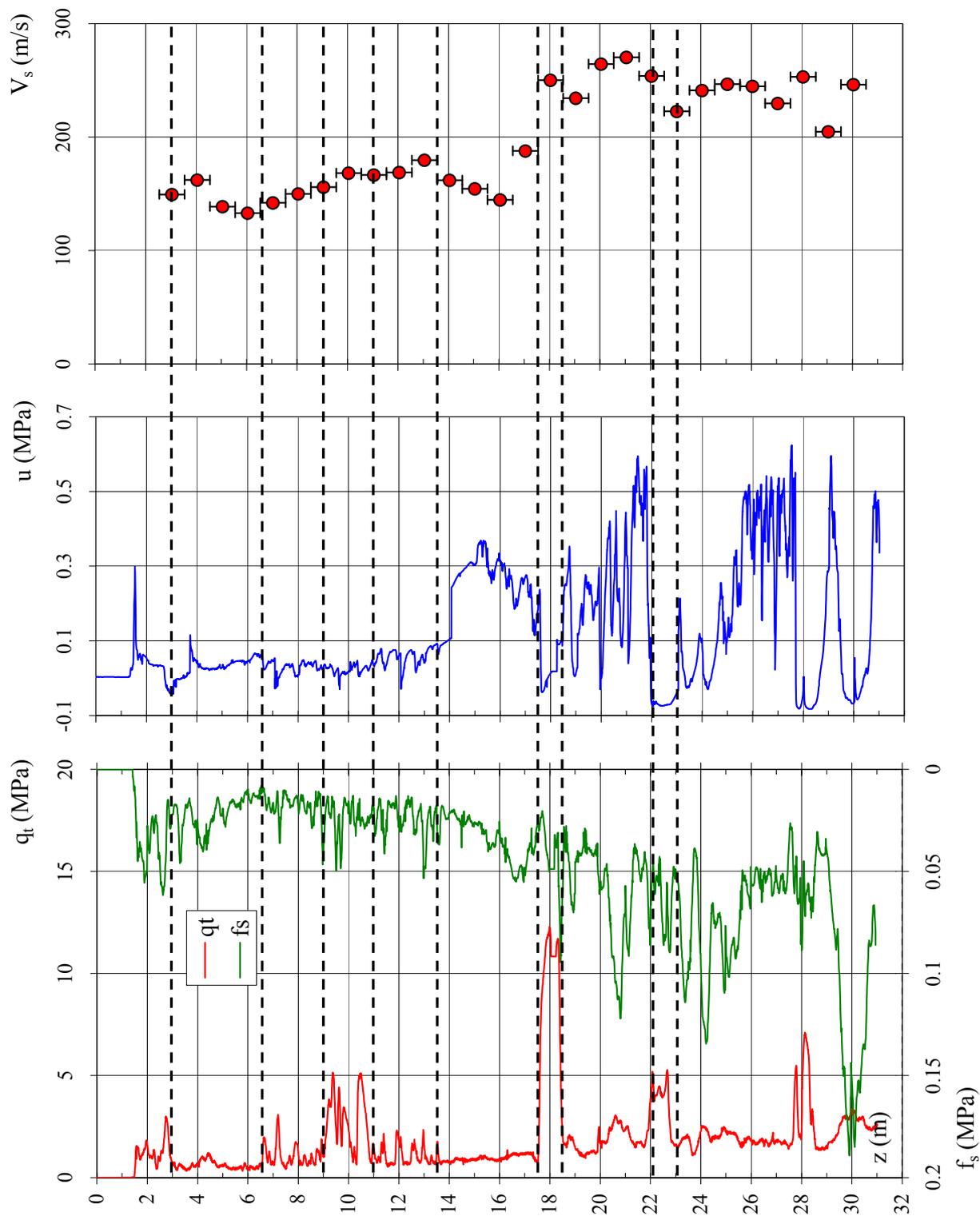
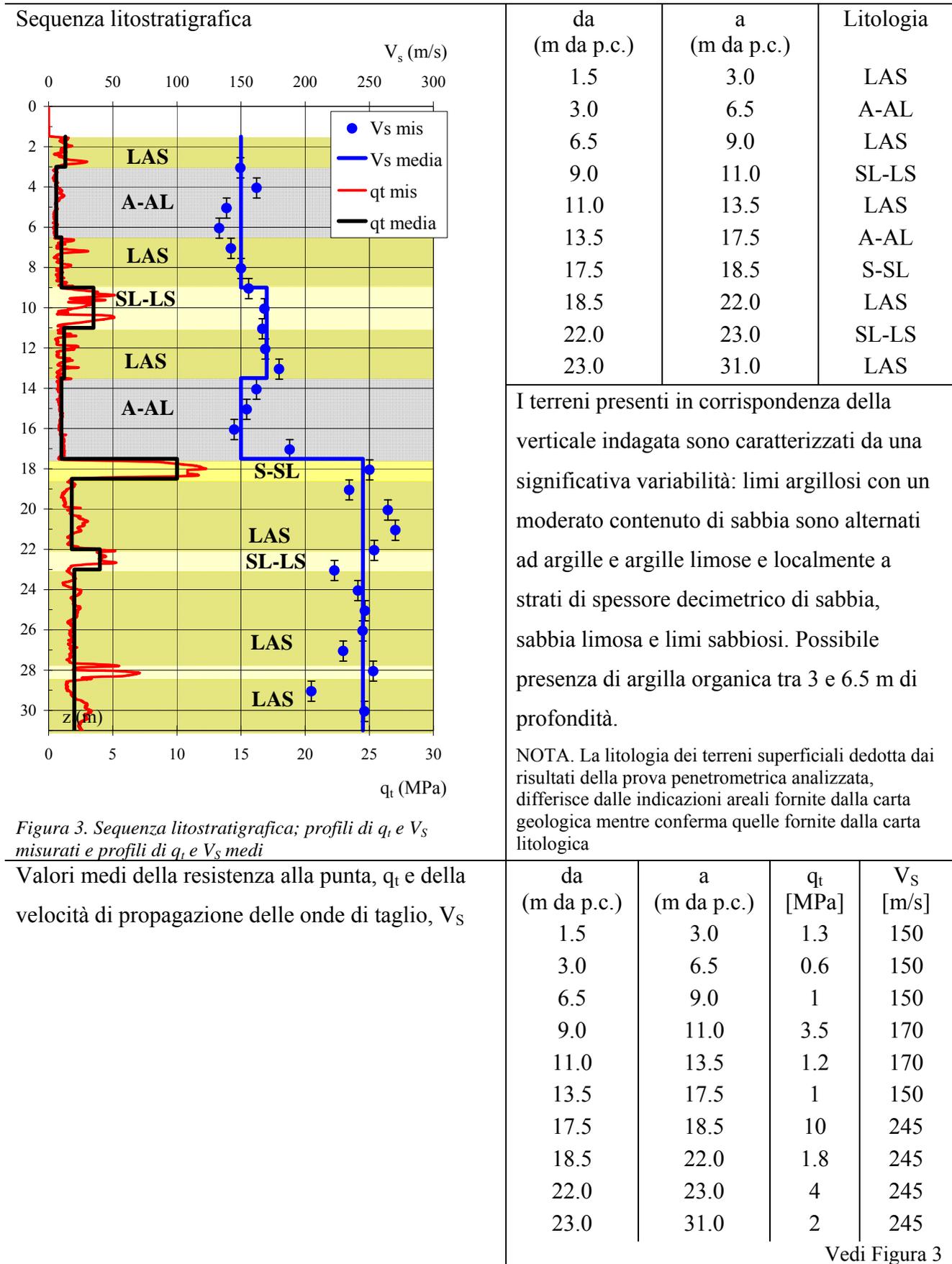


Figura 2. Prova penetrometrica SCPTU53





Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio			Deformabilità		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]	G ₀ [MPa]	E' _{s0} [MPa]	E _{u0} [MPa]
1.5 – 3.0				65	41	99	124
3.0 – 6.5				25	41	99	124
6.5 – 9.0	<30		27	45	41	99	124
9.0 – 11.0	35		31		53	127	
11.0 – 13.5	<30		27	50	53	127	159
13.5 – 17.5				35	41	99	124
17.5 – 18.5	60	38	31		110	264	
18.5 – 22.0				70	110	264	330
22.0 – 23.0	30		28		110	264	
23.0 – 31.0				75	110	264	330

Velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente entro i primi 30 m di profondità, V _{S,30}	V _{S,30} = 184 m/s
Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 3.55 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

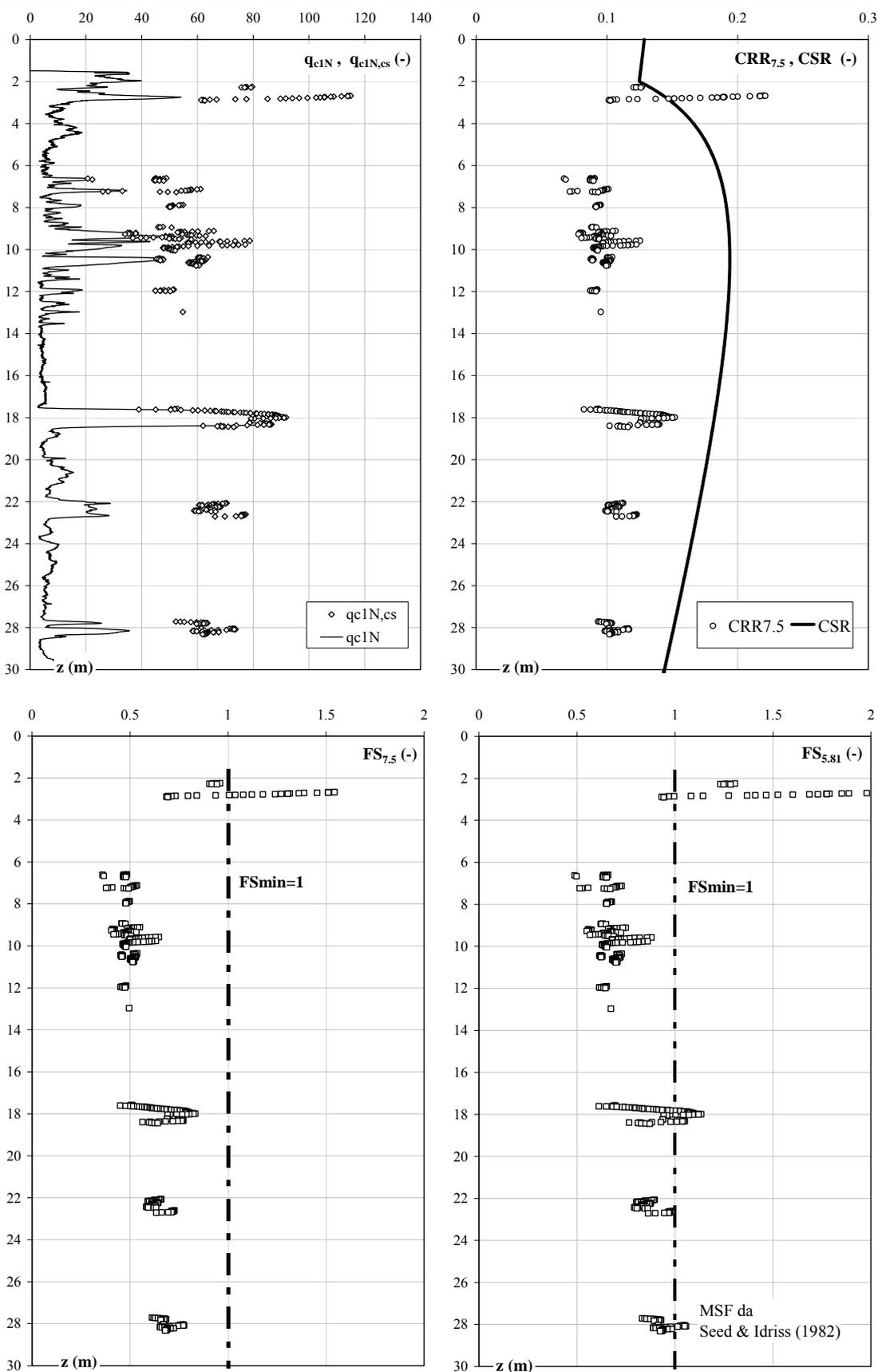


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 54

Località	Montalbano, via Sgarbata
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza di un paleoalveo dossivo basso (carta geomorfologica), in una'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie medie e fini associate a depositi di canale e argine prossimale (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

 Prove Penetrometriche
 CPT54 12612/10_CPT1

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (CPT54 12612/10_CPT1, eseguita in data 28/02/2008, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 28/02/2008, da certificato prova)	Max profondità indagata H = 15.0 m z _F = 3 m da piano campagna locale (p.c.)

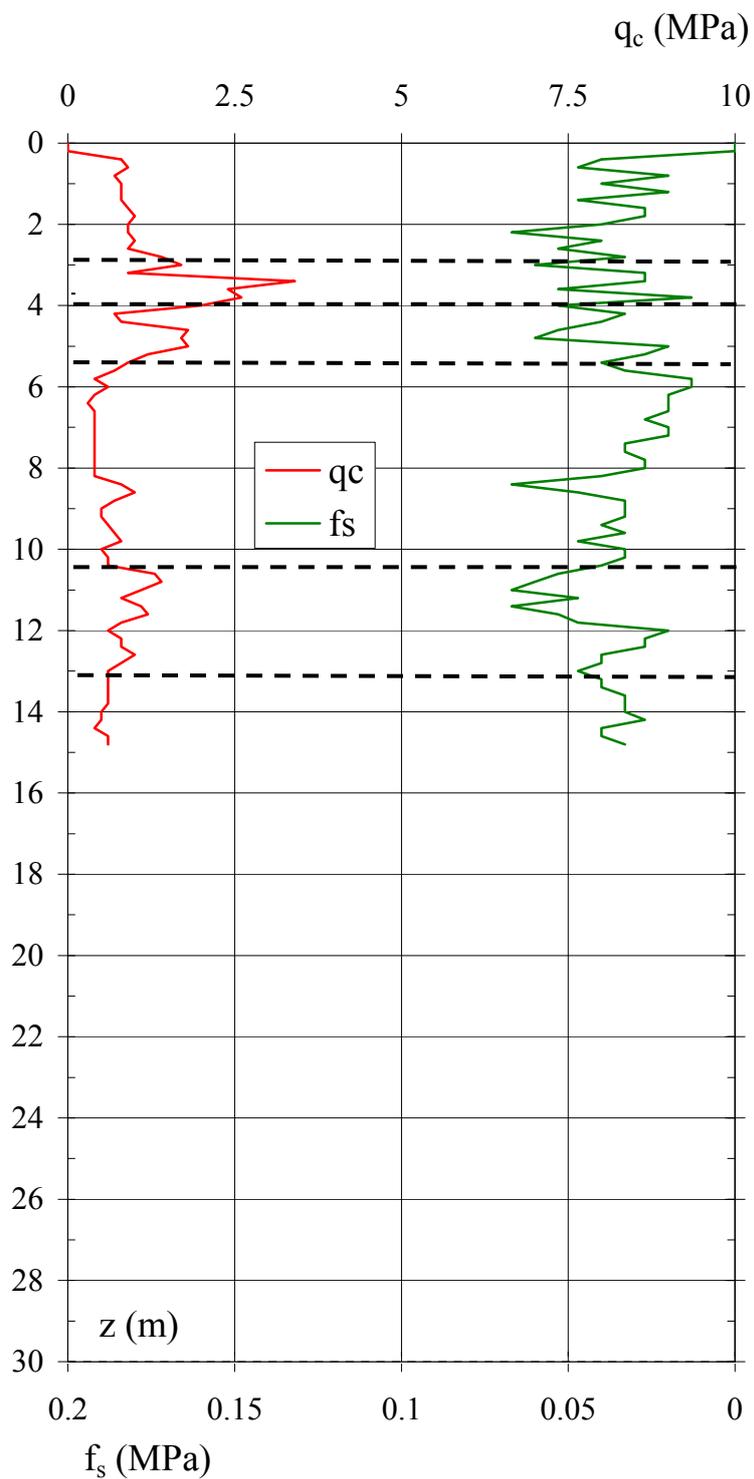


Figura 2. Prova penetrometrica CPT54 12612/10_CPT1

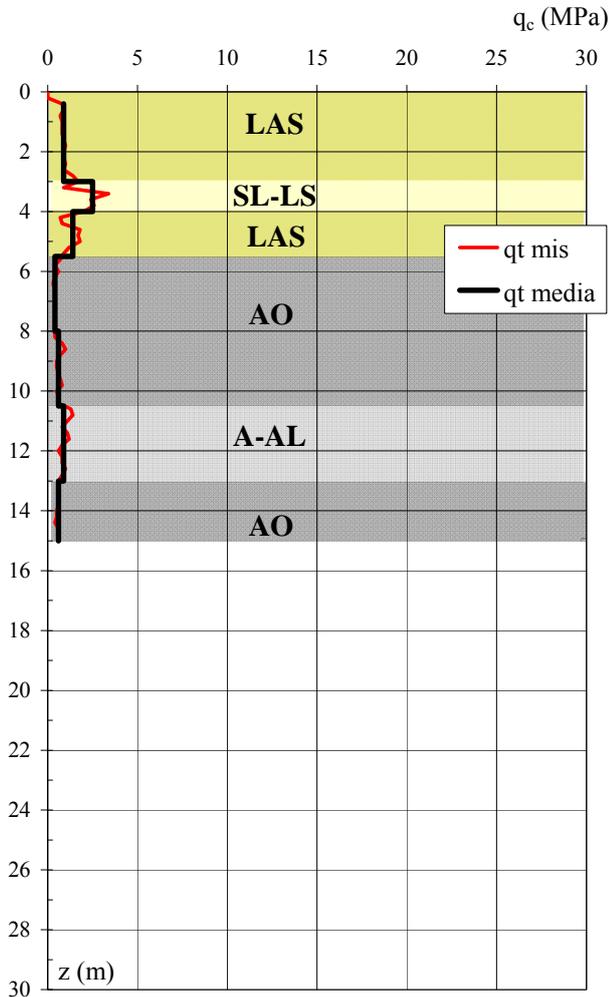
Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
	0.0	3.0	LAS
	3.0	4.0	SL-LS
	4.0	5.5	LAS
	5.5	10.5	AO
	10.5	13.0	A-AL
	13.0	15.0	AO
	<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, fino alla massima profondità indagata, prevalentemente a grana fine, costituiti da limi argillosi con moderato contenuto di sabbia, argille inorganiche e argille organiche.</p> <p>Sono presenti intercalazioni di sabbie limose e limi sabbiosi tra 3 e 4 m da piano campagna.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce parzialmente dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre conferma quelle fornite dalla carta litologica</p>	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)
0.0		3.0	0.9
3.0		4.0	2.5
4.0		5.5	1.7
5.5		8.0	0.4
8.0		10.5	0.6
10.5		13.0	0.9
13.0	15.0	0.6	
Valori medi della resistenza alla punta qc	Vedi Figura 3		

Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profilo di qc misurato e medio



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
z [m]	D_R [%]			
0.0 – 3.0				45
3.0 – 4.0	35		30	
4.0 – 5.5				65
5.5 – 8.0				15
8.0 – 10.5				22
10.5 – 13.0				35
13.0 – 15.0				18

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	$IL \geq 0.27$ (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

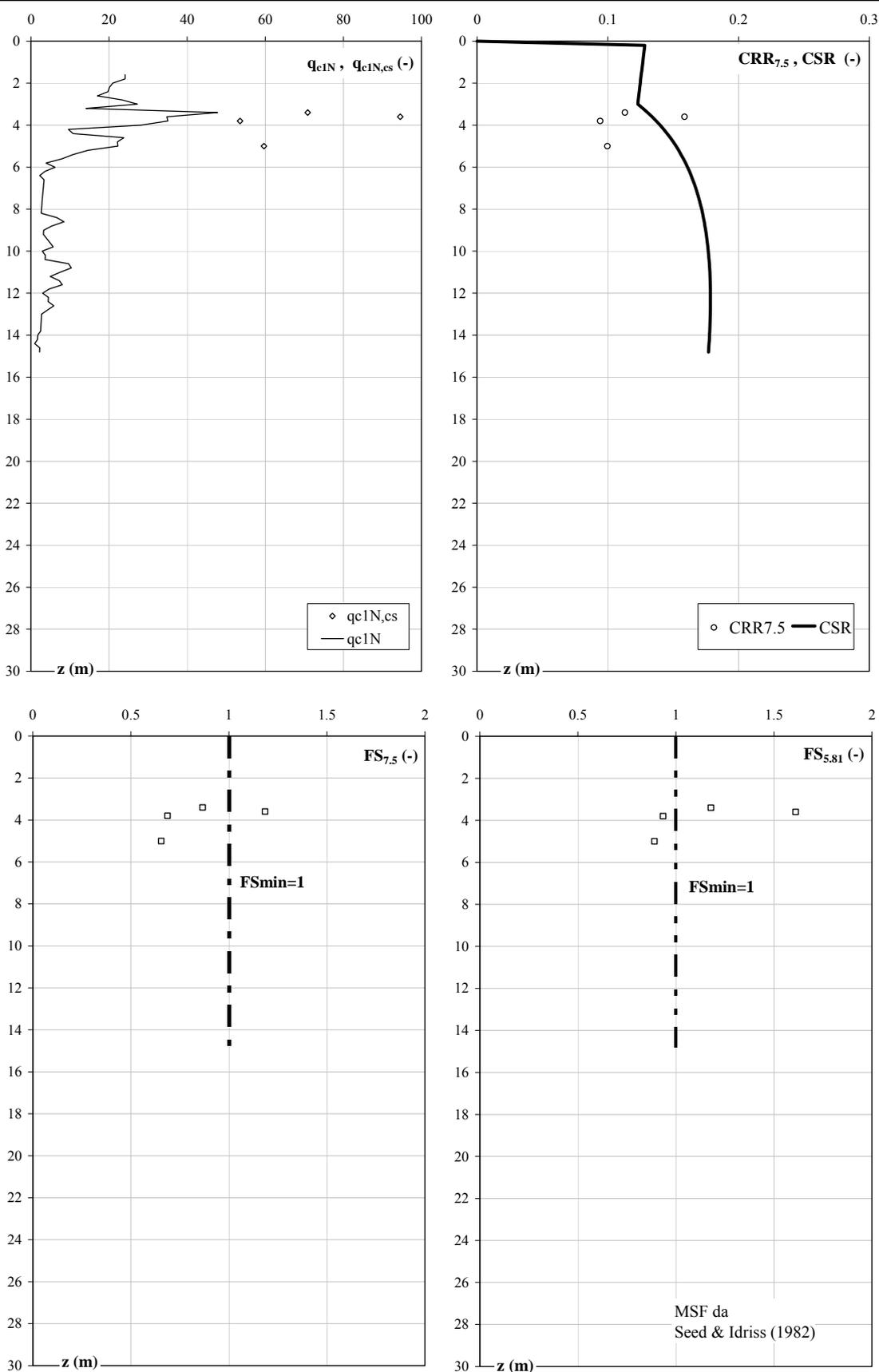


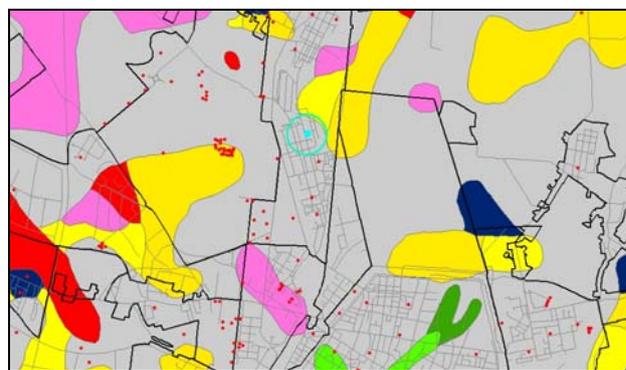
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 55

Località	Pontelagoscuro, via Muddy Waters
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in una'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da argille limose, argille e limi argillosi laminati associate ad aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

 Prove Penetrometriche
 CPT55 242002/08_CPT3

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (CPT55 242002/08_CPT3, eseguita in data 07/09/2009, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 30.0 m
Profondità della falda (alla data 07/09/2009, da certificato prova)	$z_F = 3.9$ m da piano campagna locale (p.c.)

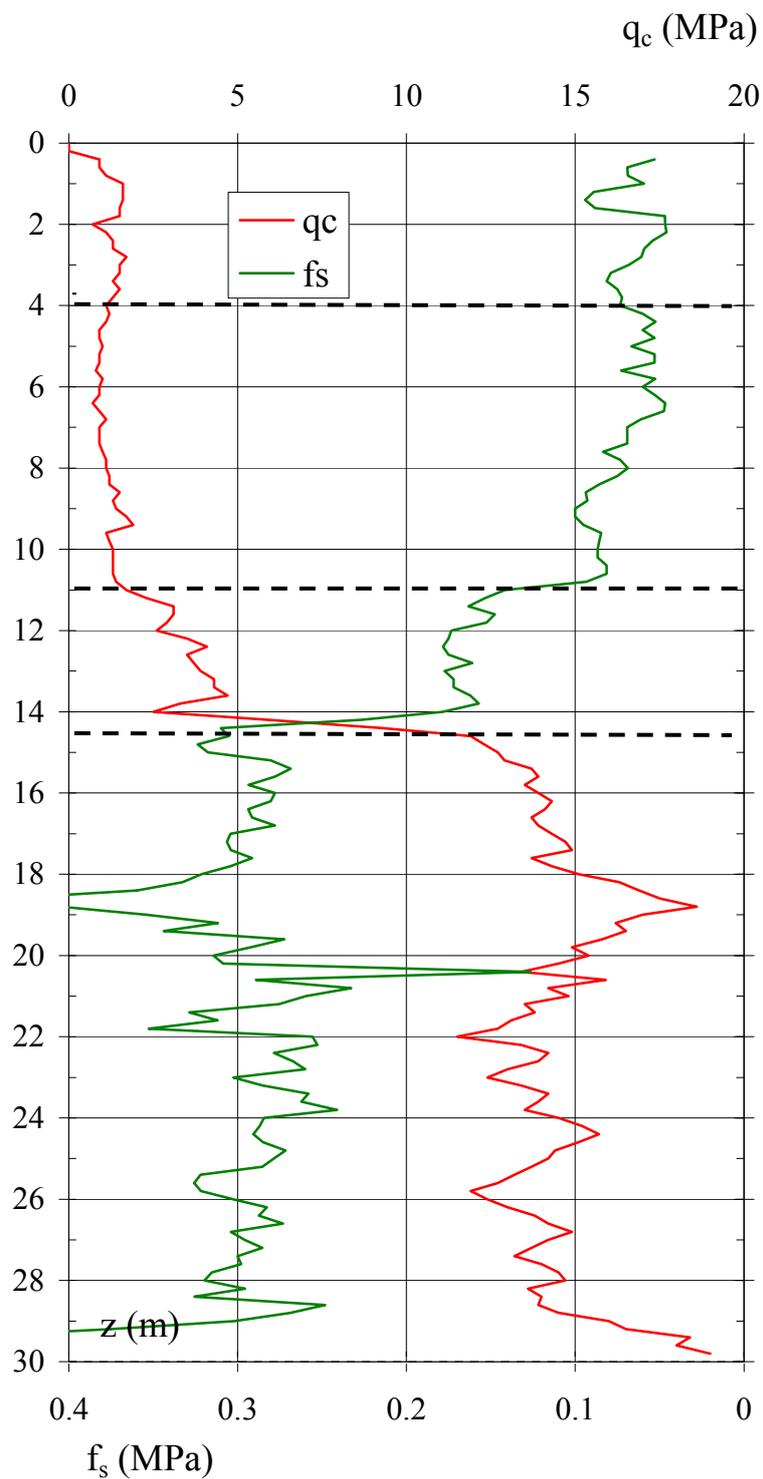


Figura 2. Prova penetrometrica CPT55 242002/08_CPT3

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
	0.0	4.0	LAS
	4.0	11.0	A-AL
	11.0	14.5	SL-LS
	14.5	30.0	S-SL
<p>Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profilo di q_c misurato e medio</p>	<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, da piano campagna fino a 11 m di profondità, prevalentemente a grana fine, costituiti da limi argillosi con moderato contenuto di sabbia, argille e argille limose. Dopo uno strato intermedio di sabbie in matrice limosa, seguono, fino alla massima profondità indagata, sabbie e sabbie limose.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, conferma le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica</p>		
Valori medi della resistenza alla punta q_c	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]
	0.0	4.0	1.5
	4.0	8.5	1
	8.5	11.0	1.5
	11.0	12.0	3
	12.0	14.5	4
	14.5	18.0	14
	18.0	19.5	17
	19.5	30.0	14
Vedi Figura 3			



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
0.0 – 4.0				75
4.0 – 8.5				45
8.5 – 11.0				65
11.0 – 12.0	<30		29	
12.0 – 14.5	35		30	
14.5 – 18.0	70	40	32	
18.0 – 19.5	75	40	32	
19.5 – 30.0	65	37	31	

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL ≥ 0 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

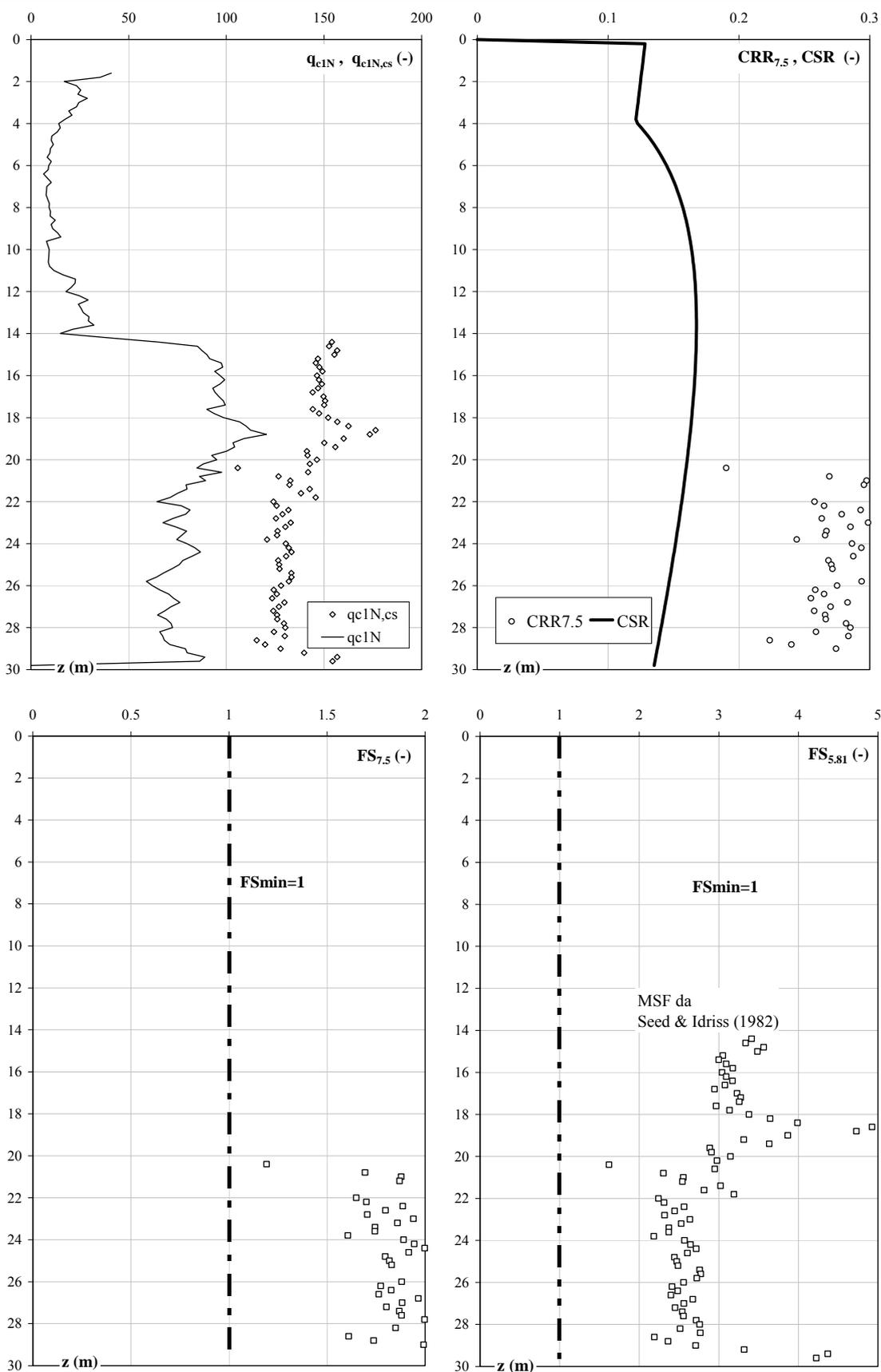


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 56

Località	Via San Contrado d'Este
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità di un paleoalveo non dossivo e a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

 Prove Penetrometriche
 CPT56 55211/09_CPT1

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (CPT56 55211/09_CPT1, eseguita in data 21/04/2009, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 30.0 m
Profondità della falda (alla data 21/04/2009, da certificato prova)	$z_F = 2$ m da piano campagna locale (p.c.)

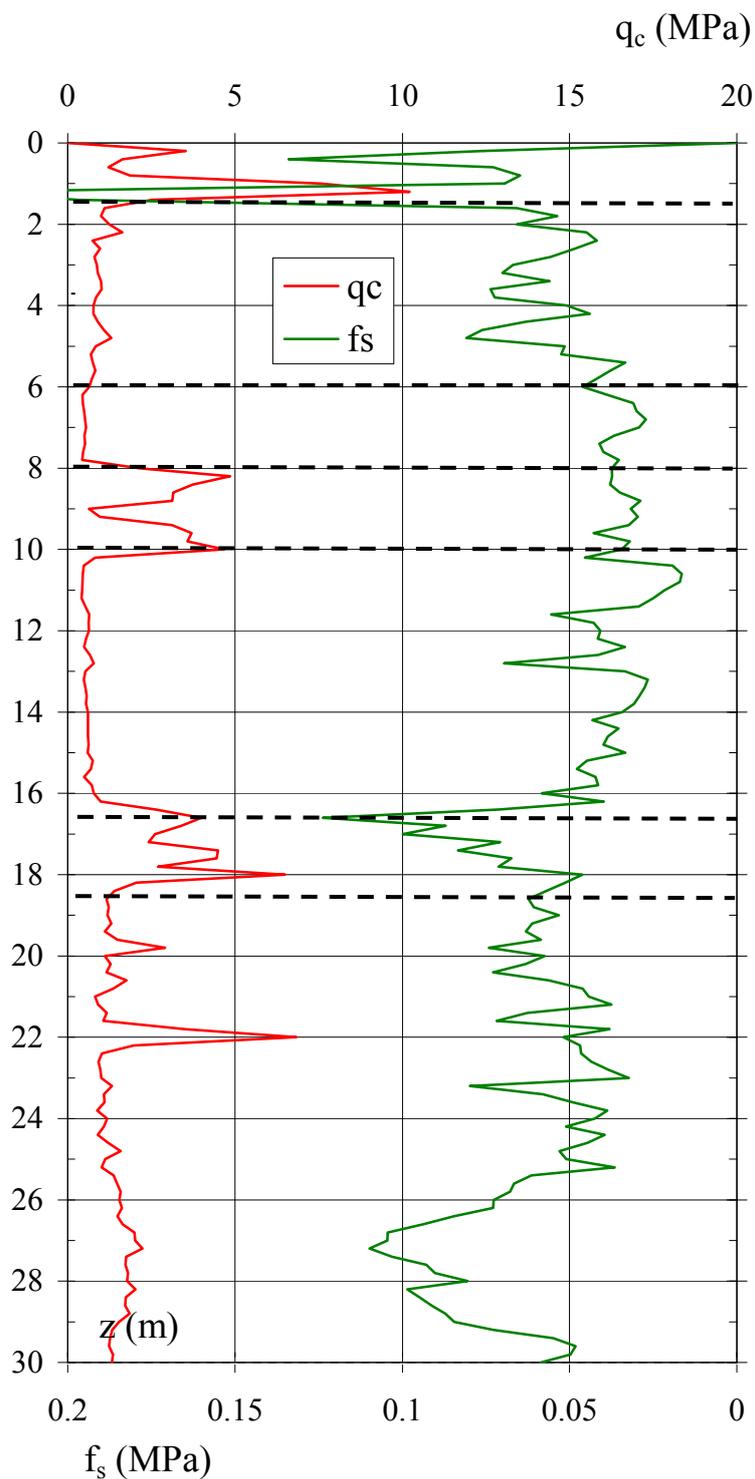


Figura 2. Prova penetrometrica CPT56 55211/09_CPT1

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
	0.0 1.5 6.0 8.0 10.0 16.5 18.5 30.0	1.5 6.0 8.0 10.0 16.5 18.5 30.0	LAS A-AL A-O SL-LS A-O SL-LS A-AL
<p>Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profilo di q_c misurato e medio</p>	<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono prevalentemente a grana fine. In superficie prevalgono argille limose e limi argillosi, seguono fino a 19 m di profondità, argille inorganiche e argille organiche, localmente intercalate da sabbie limose e limi sabbiosi. Seguono, da 19 m fino alla massima profondità indagata, argille e argille limose.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre concorda con quelle fornite dalla carta litologica</p>		
Valori medi della resistenza alla punta q_c	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]
	0.0	1.5	2
	1.5	6.0	1
	6.0	8.0	0.5
	8.0	10.0	3
	10.0	16.5	0.5
	16.5	18.5	4
	18.5	25.5	1.2
	25.5	30.0	1.7
	Vedi Figura 3		



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità z [m]	Stato D _R [%]	Resistenza al taglio		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c _u [kPa]
0.0 – 1.5				100
1.5 – 6.0				45
6.0 – 8.0				20
8.0 – 10.0	35		29	
10.0 – 16.5				12
16.5 – 18.5	35		29	
18.5 – 25.5				40
25.5 – 30.0				60

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D da c _u , N _{SPT} e V _S valutati da q _c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c _u , N _{SPT} e V _S valutati da q _c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 2.3 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

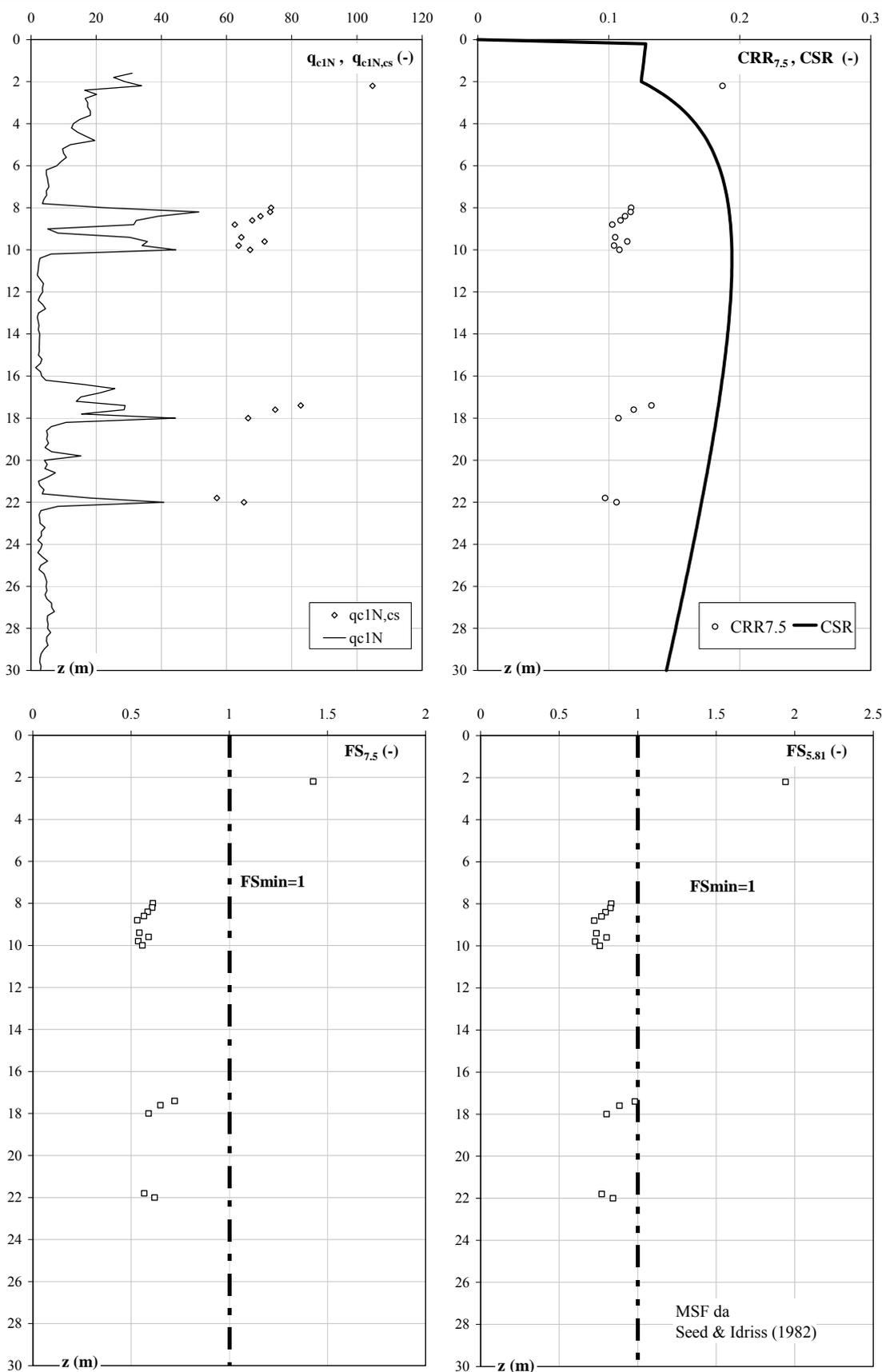
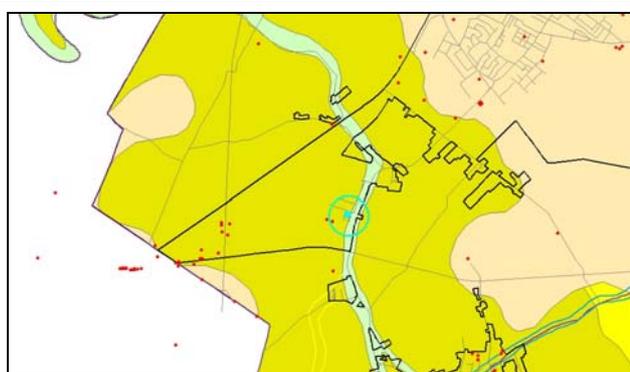


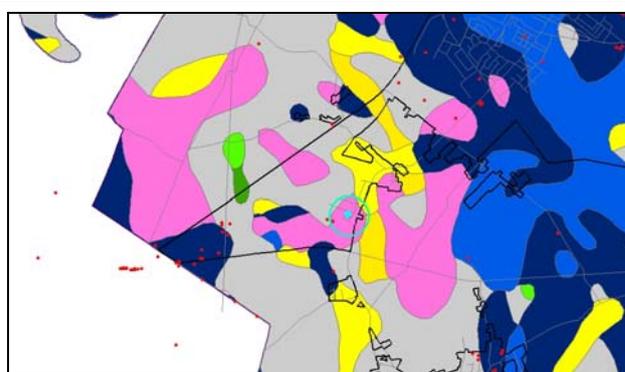
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 57

Località	Chiesuol del Fosso, via Trasvolatori Atlantici
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità del paleoalveo del Reno (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie medie e fini tipiche di depositi di canale e argine prossimale (carta geologica). In superficie emergono argille sabbiose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 CPT57 58168/09_CPT1

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (CPT57 58168/09_CPT1, eseguita in data 04/07/2006, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 04/07/2006, da certificato prova)	Max profondità indagata H = 20.0 m z _F = 2.6 m da piano campagna locale (p.c.)

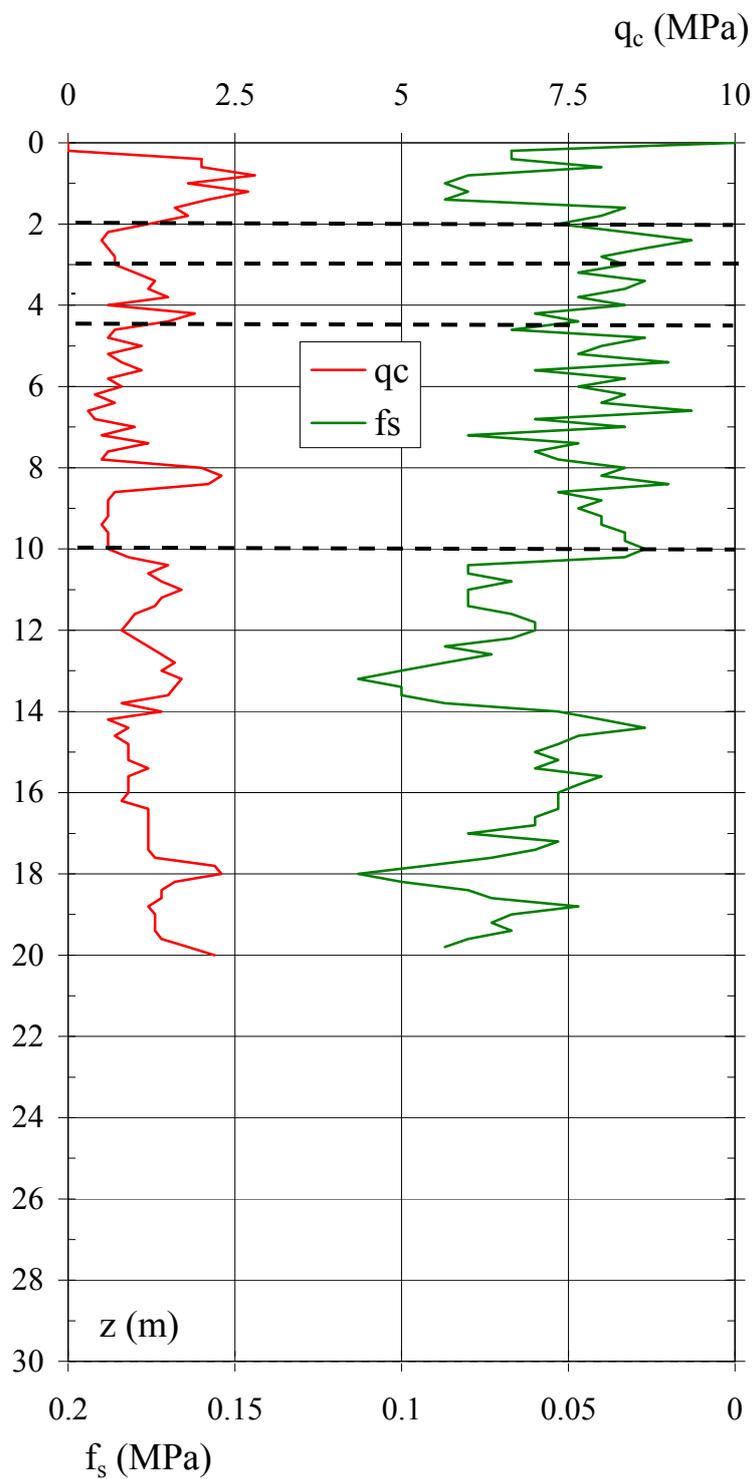
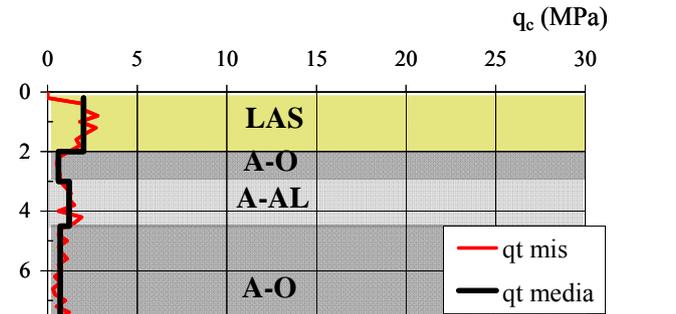


Figura 2. Prova penetrometrica CPT57 58168/09_CPT1

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
	0.0 2.0 3.0 4.5 10.0	2.0 3.0 4.5 10.0 20.0	LAS A-O A-AL A-O A-AL
<p>Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profilo di q_c misurato e medio</p>	<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono prevalentemente a grana fine.</p> <p>Dopo circa 2 m di limi argillosi con sabbia in superficie, seguono fino a 10 m di profondità argille inorganiche e argille organiche, localmente intercalate da limi argillosi con sabbia.</p> <p>Da 10 m, fino alla massima profondità indagata, sono presenti argille e argille limose.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica e conferma parzialmente le indicazioni della carta litologica</p>		
Valori medi della resistenza alla punta q_c	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]
	0.0	2.0	2
	2.0	3.0	0.6
	3.0	4.5	1.2
	4.5	8.5	0.7
	8.5	10.0	0.6
	10.0	14.0	1.3
	14.0	17.5	1
	17.5	20.0	1.3
Vedi Figura 3			



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		φ'_p [°]	φ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
z [m]	D_R [%]			
0.0 – 2.0				100
2.0 – 3.0				30
3.0 – 4.5				55
4.5 – 8.5				30
8.5 – 10.0				20
10.0 – 14.0				55
14.0 – 17.5				35
17.5 – 20.0				50

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.46 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

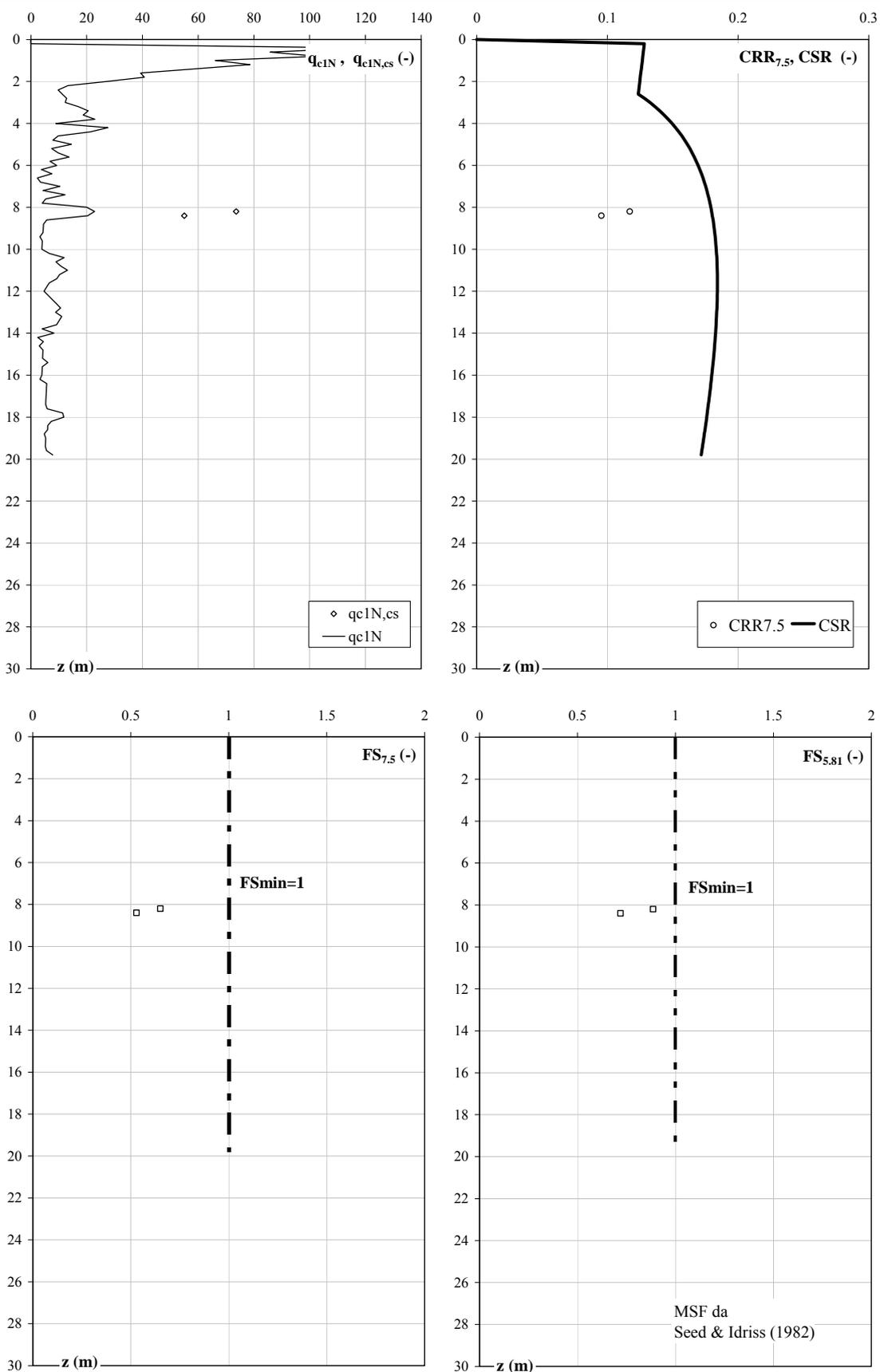
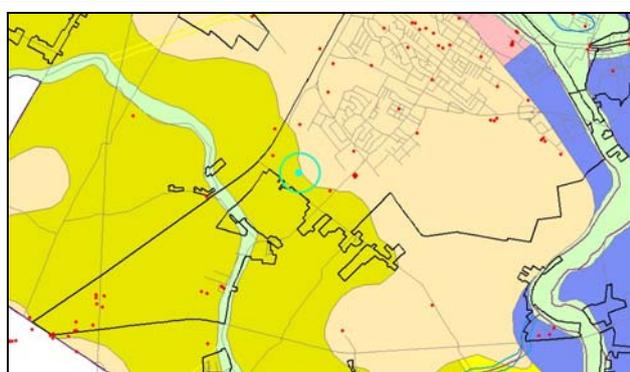


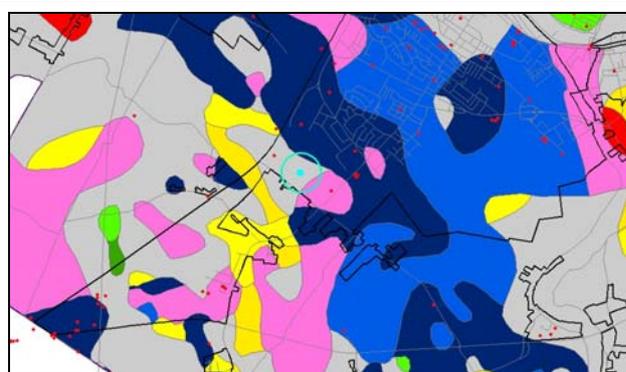
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 58

Località	Via Bologna, area ex CEI
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Reno (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie medie e fini tipiche di depositi di canale e argine prossimale (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 CPT58 70295/09_CPT8

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (CPT58 70295/09_CPT8, eseguita in data 18/10/2006, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 18/10/2006, da certificato prova)	Max profondità indagata H = 30.0 m z _F = 3.3 m da piano campagna locale (p.c.)

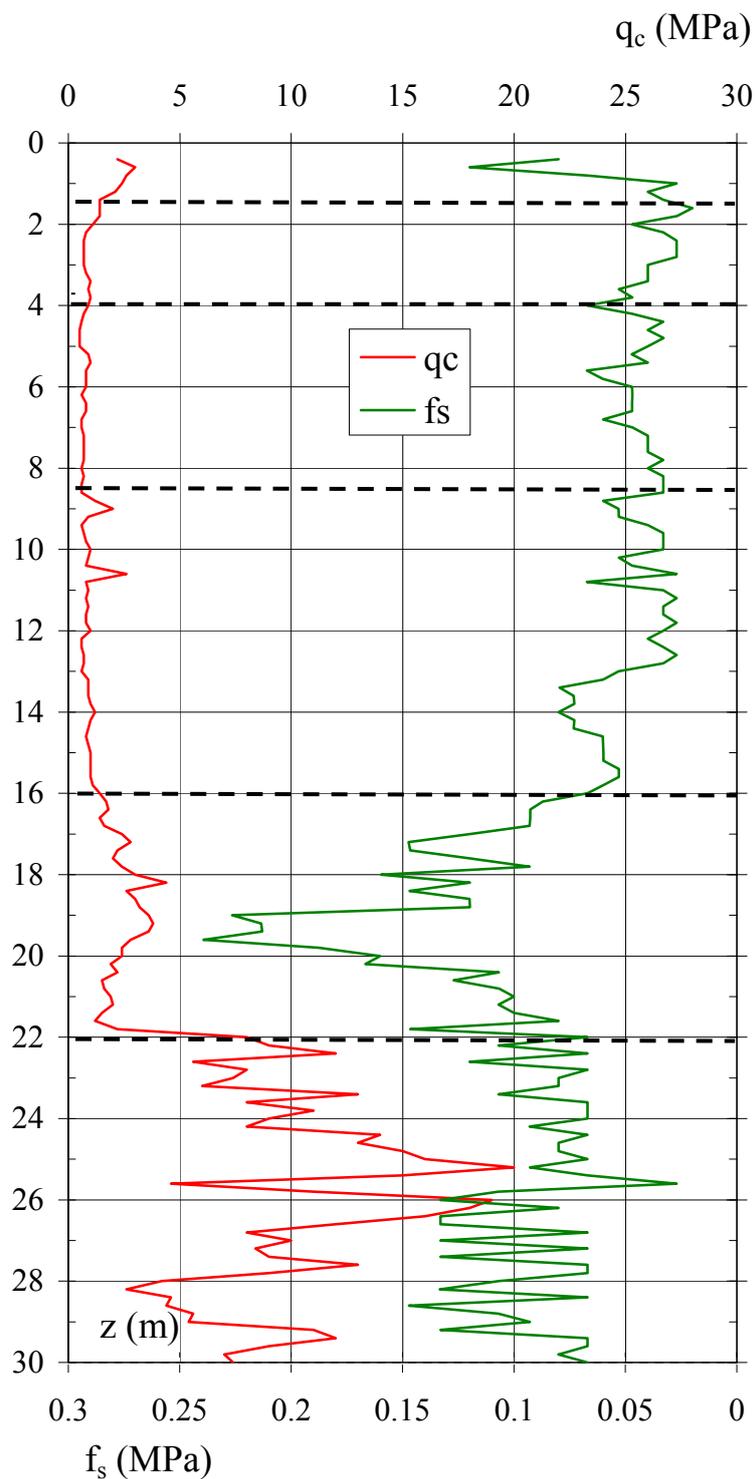


Figura 2. Prova penetrometrica CPT58 70295/09_CPT8

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
	0.0	1.5	LAS
	1.5	4.0	A-AL
	4.0	8.5	A-O
	8.5	16.0	A-AL
	16.0	22.0	LAS
	22.0	30.0	S-SL
<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono prevalentemente a grana fine fino a 22 m di profondità, costituiti da alternanze di limi argillosi con un moderato contenuto di sabbia, argille con contenuto di materiale organico e argille limose. Da 22 m, fino alla massima profondità indagata, sono presenti sabbie e sabbie limose.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica e conferma le indicazioni della carta litologica</p>			
Valori medi della resistenza alla punta q_c	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]
	0.0	1.5	2
	1.5	4.0	1
	4.0	8.5	0.7
	8.5	16.0	0.9
	16.0	17.0	2
	17.0	20.0	3
	20.0	22.0	2
	22.0	24.5	9
	24.5	26.5	14
	26.5	28.0	9
	28.0	29.0	4
	29.0	30.0	9
Vedi Figura 3			



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
z [m]	D_R [%]			
0.0 – 1.5				100
1.5 – 4.0				50
4.0 – 8.5				30
8.5 – 16.0				35
16.0 – 17.0	<30		27	85
17.0 – 20.0	<30		27	135
20.0 – 22.0	<30		27	80
22.0 – 24.5	55	35	30	
24.5 – 26.5	65	38	31	
26.5 – 28.0	50	35	29	
28.0 – 29.0	<30		27	
29.0 – 30.0	50	34	29	

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.22 (basso) Vedi Figura 4
Potenziali rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

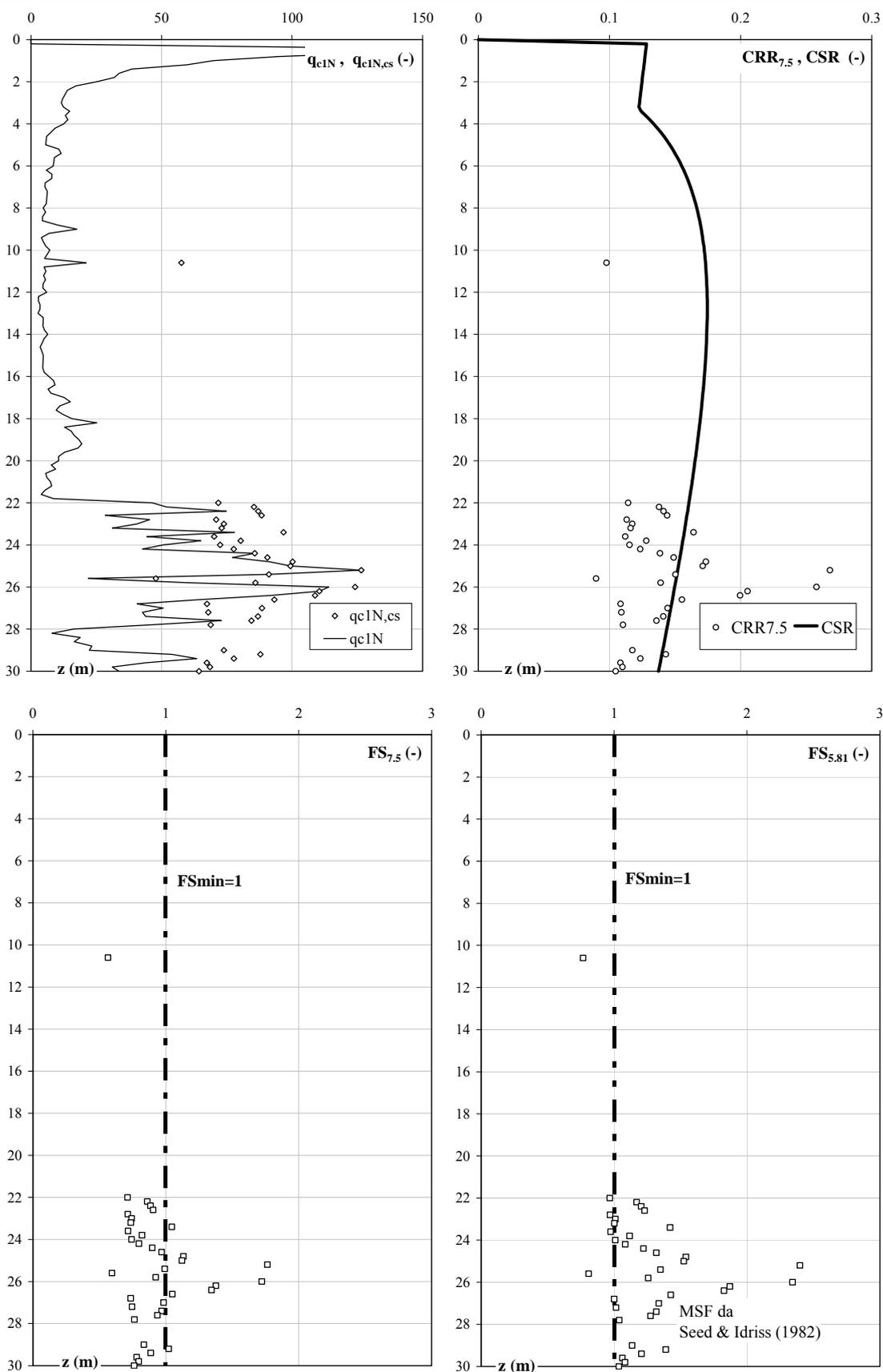
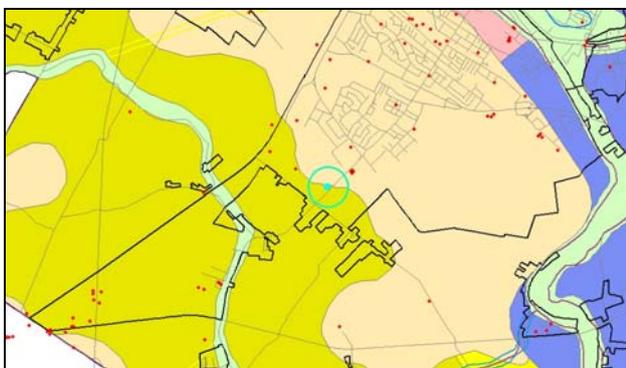


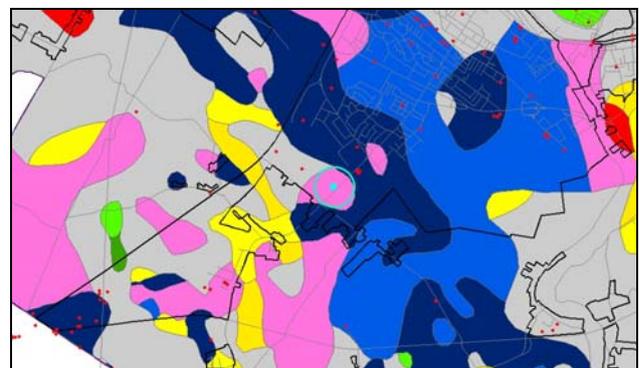
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 59

Località	Via Bologna, area ex CEI
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Reno (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie medie e fini tipiche di depositi di canale e argine prossimale (carta geologica). In superficie emergono argille sabbiose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 CPT59 70295/09_CPT1

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (CPT59 70295/09_CPT1, eseguita in data 18/10/2006, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 18/10/2006, da certificato prova)	Max profondità indagata H = 30.0 m z _F = 2.0 m da piano campagna locale (p.c.)

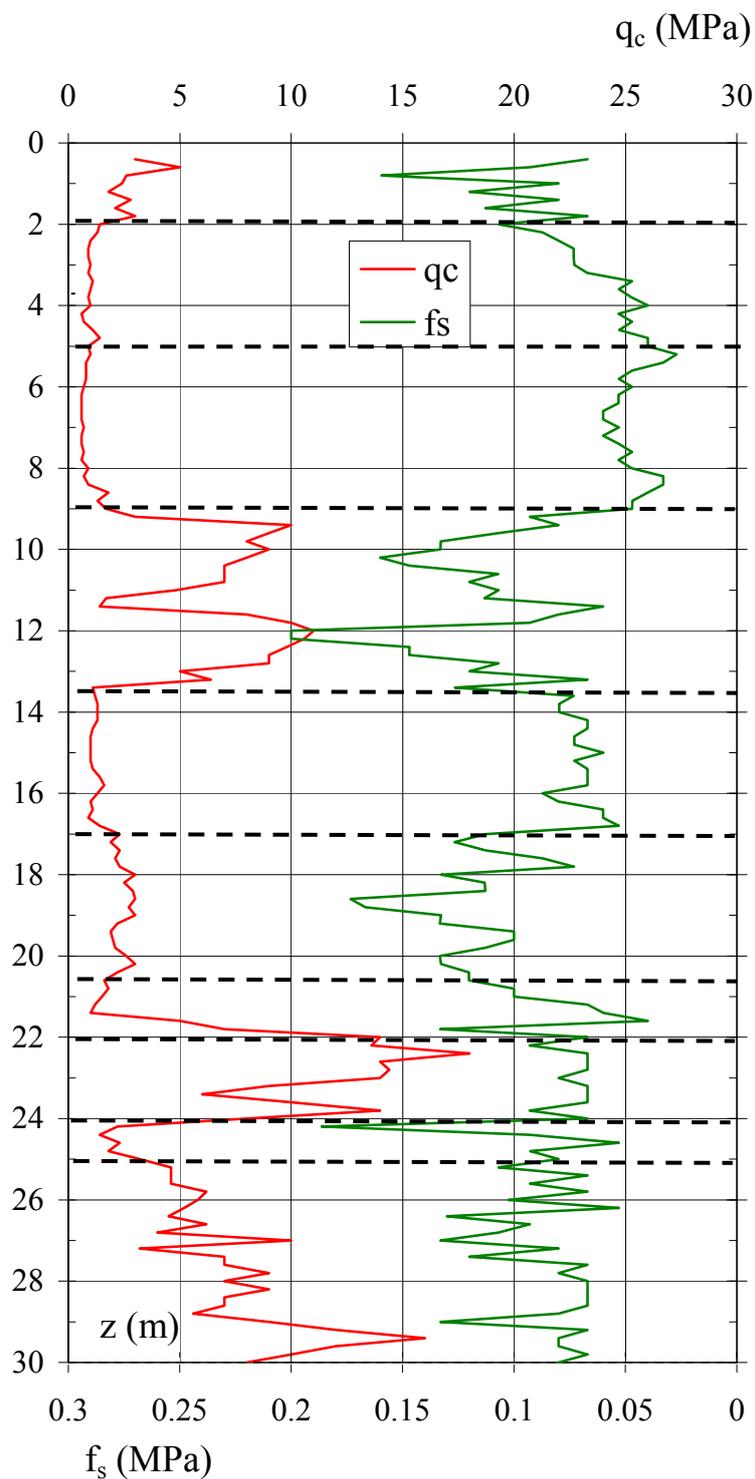


Figura 2. Prova penetrometrica CPT59 70295/09_CPT1

Sequenza litostratigrafica		da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
	0	0.0	2.0	LAS
	2	2.0	5.0	A-AL
	5	5.0	9.0	A-O
	9	9.0	13.5	S-SL
	13.5	13.5	17.0	A-AL
	17	17.0	20.5	LAS
	20.5	20.5	22.0	A-AL
	22	22.0	24.0	S-SL
	24	24.0	25.0	A-AL
	26	25.0	30.0	S-SL
	29			
	30			
	<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono costituiti da alternanze di materiali prevalentemente a grana fine e materiali più grossolani. Dopo 2 m di limo argilloso con sabbia, sono presenti 7 m di argille inorganiche e argille organiche. Da 9 m fino alla massima profondità indagata sono presenti strati di sabbia e sabbia limosa, di spessore da 2 a 5 m, intercalati da strati di argilla, argilla limosa e limo argilloso.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce parzialmente dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica e conferma parzialmente le indicazioni della carta litologica</p>			
Valori medi della resistenza alla punta q_c		da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]
		0.0	2.0	3
		2.0	5.0	1
		5.0	9.0	0.7
		9.0	13.5	8
		13.5	17.0	1.2
		17.0	20.5	2.5
		20.5	22.0	1.5
		22.0	24.0	13
		24.0	25.0	1.8
		25.0	27.5	5
		27.5	29.0	8
		29.0	30.0	12
Vedi Figura 3				



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
z [m]	D_R [%]			
0.0 – 2.0				150
2.0 – 5.0				45
5.0 – 9.0				30
9.0 – 13.5	60	39	32	
13.5 – 17.0				45
17.0 – 20.5	<30		27	110
20.5 – 22.0				55
22.0 – 24.0	65	38	31	
24.0 – 25.0				70
25.0 – 27.5	35		28	
27.5 – 29.0	50	34	29	
29.0 – 30.0	60	36	30	

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.05 (basso) Vedi Figura 4
Potenziali rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

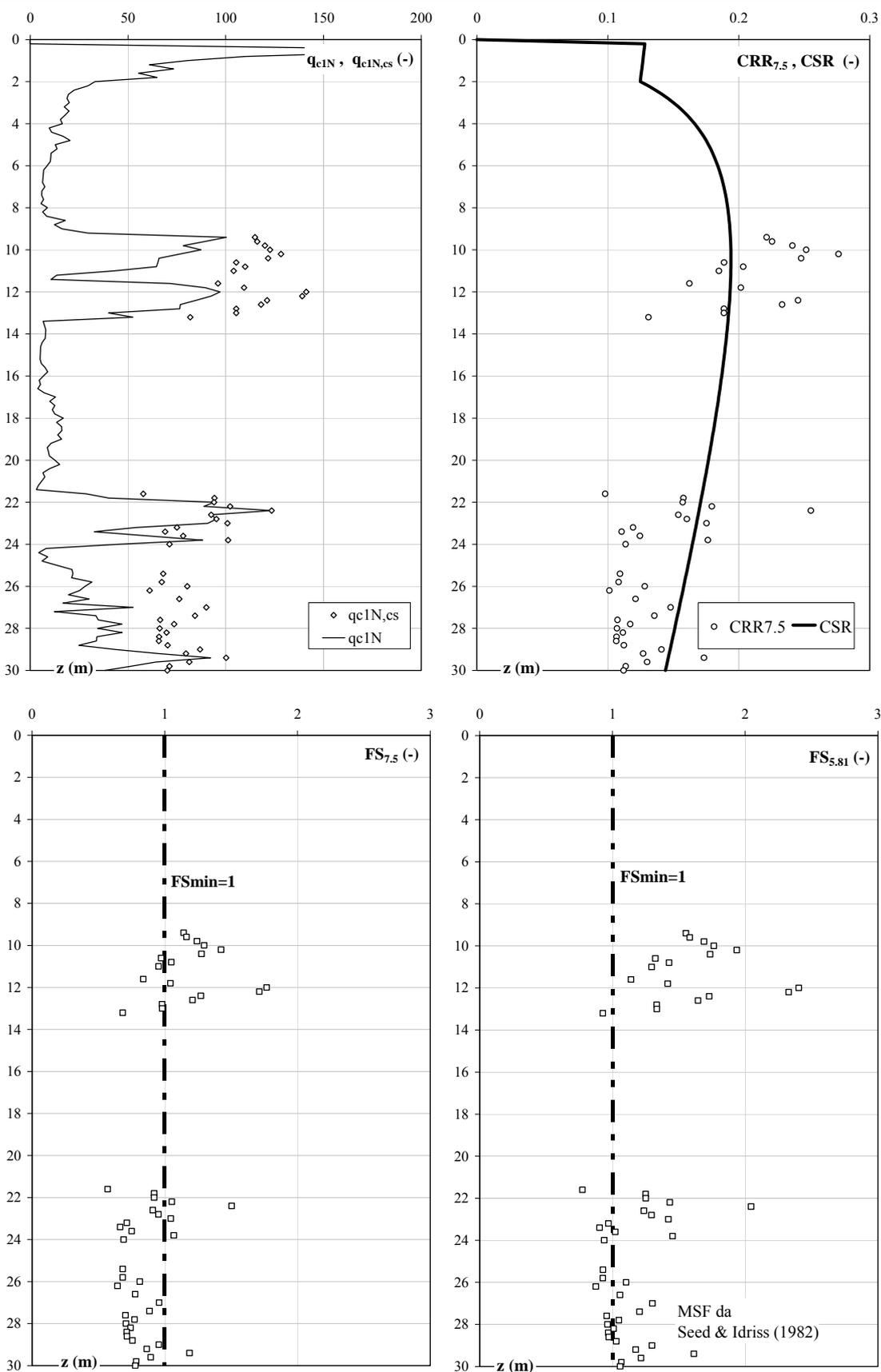
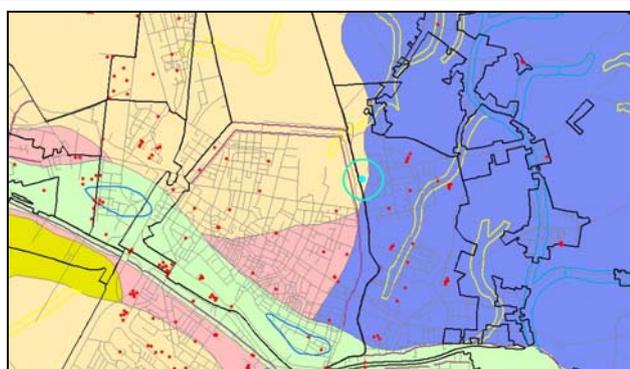


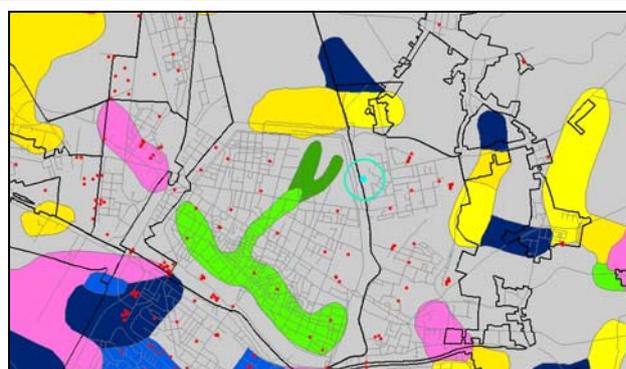
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 60

Località	Via Gramicia
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po		Prove Penetrometriche
	Confine comunale		
	Paleoalvei dossivi alti		
	Paleoalvei dossivi bassi		
	Paleoalvei non dossivi		
	Forme di esondazione		
	Point bar		
	Paleoargini		
	Paleoisole		
	Zone di infrigidimento		

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (CPT60 86878/09_CPT1, eseguita in data 10/07/2009, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 30.0 m
Profondità della falda (alla data 10/07/2009, da certificato prova)	$z_F = 2.0$ m da piano campagna locale (p.c.)

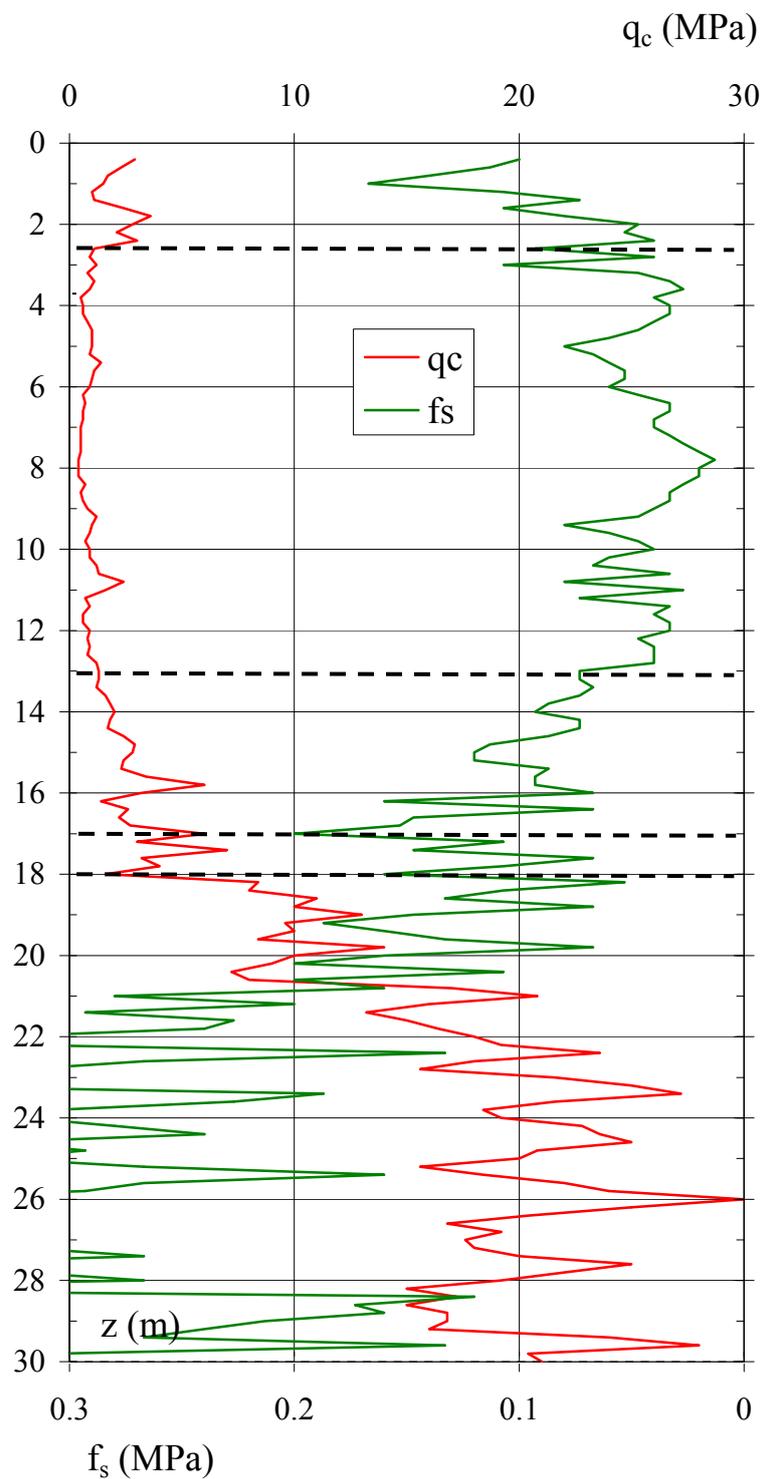


Figura 2. Prova penetrometrica CPT60 86878/09_CPT1

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
	0.4	2.5	LAS
	2.5	13.0	A-AL
	13.0	17.0	LAS
	17.0	18.0	SL-LS
	18.0	30.0	S-SL
<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono prevalentemente a grana fine fino a 17 m di profondità, costituiti da argille e argille limose localmente alternate a limi argillosi con un moderato contenuto di sabbia. Seguono sabbie e sabbie limose, fino alla massima profondità indagata.</p> <p>Possibile presenza di argilla organica tra 6 e 13 m di profondità.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, concorda con le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica</p>			
Valori medi della resistenza alla punta q_c	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]
	0.4	1.5	2
	1.5	2.5	3
	2.5	6.0	1
	6.0	9.0	0.6
	9.0	11.0	1
	11.0	13.0	0.8
	13.0	14.5	1.5
	14.5	17.0	2.5
	17.0	18.0	4
	18.0	21.0	10
	21.0	30.0	20
Vedi Figura 3			



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
z [m]	D_R [%]			
0.4 – 1.5				100
1.5 – 2.5				150
2.5 – 6.0				45
6.0 – 9.0				25
9.0 – 11.0				40
11.0 – 13.0				30
13.0 – 14.5	<30		27	60
14.5 – 17.0	<30		27	110
17.0 – 18.0	35		29	
18.0 – 21.0	60	37	31	
21.0 – 30.0	75	40	31	

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	$IL \geq 0$ (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

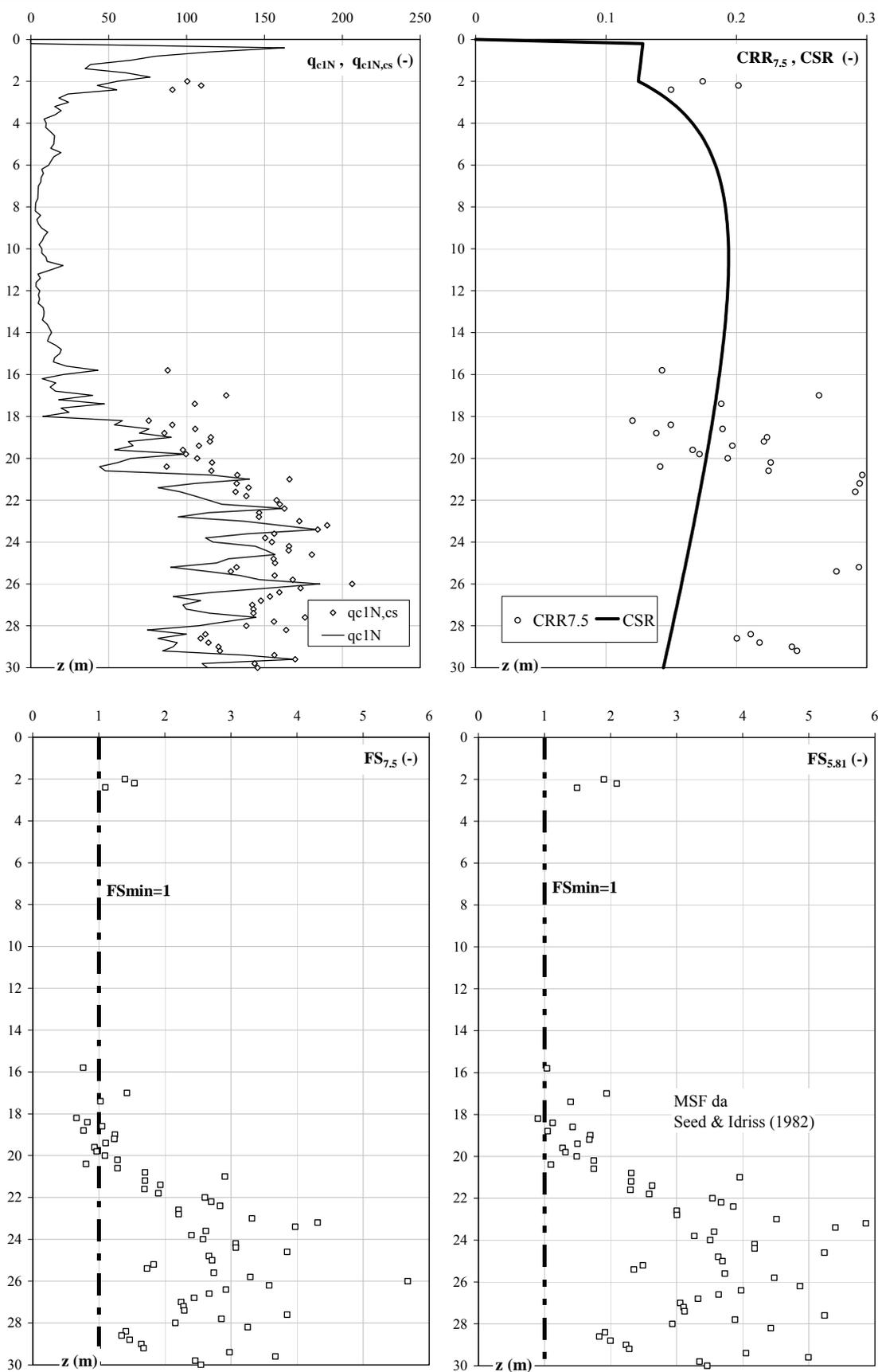


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 61

Località	San Martino, via Bisi/Polina/Don Milani
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità di un paleoalveo dossivo basso (carta geomorfologica), in una'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie medie e fini associate a depositi di canale e argine prossimale (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

 Prove Penetrometriche
 CPT61 104882/09_CPT3

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (CPT61 104882/09_CPT3, eseguita in data 07/12/2005, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 07/12/2005, da certificato prova)	Max profondità indagata H = 20.0 m z _F = 0.2 m da piano campagna locale (p.c.)

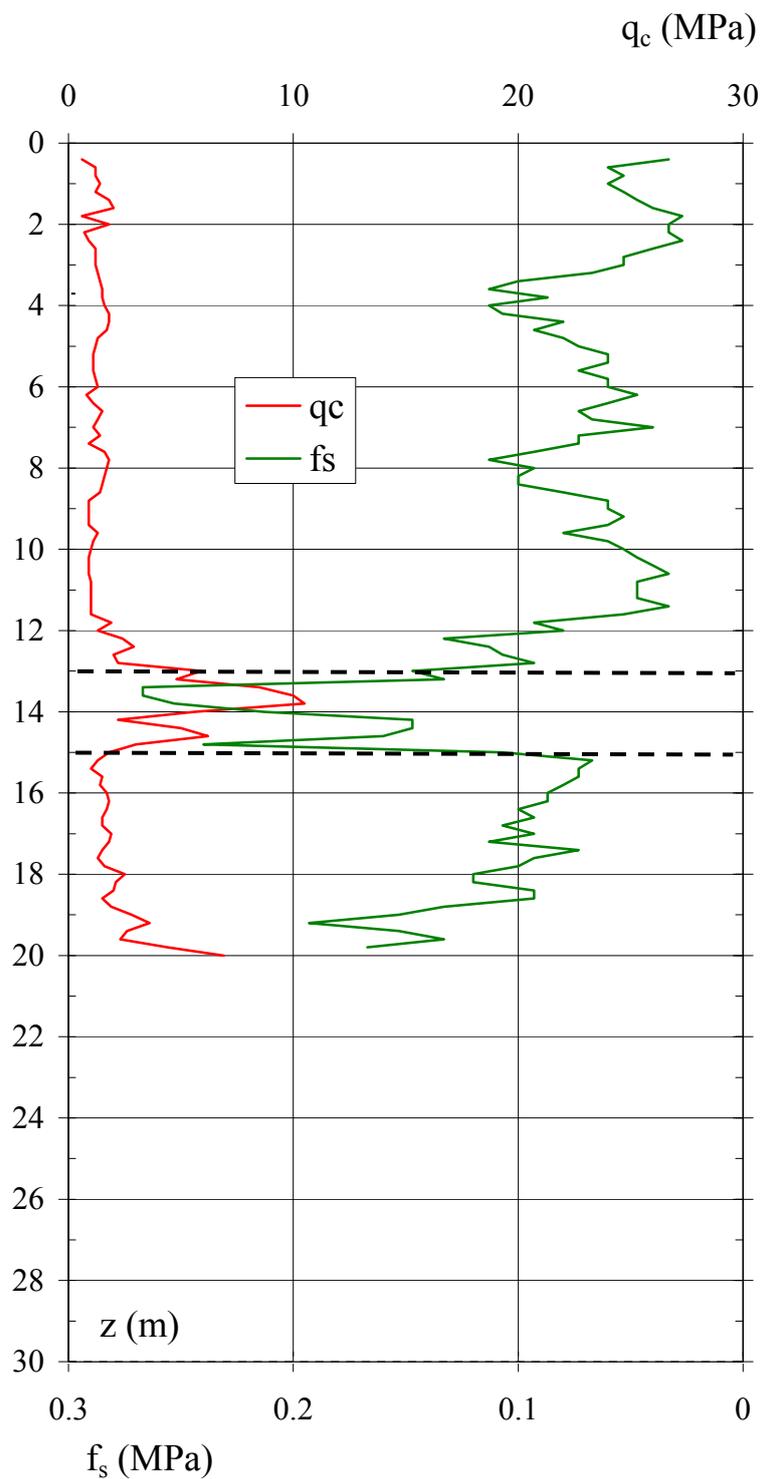
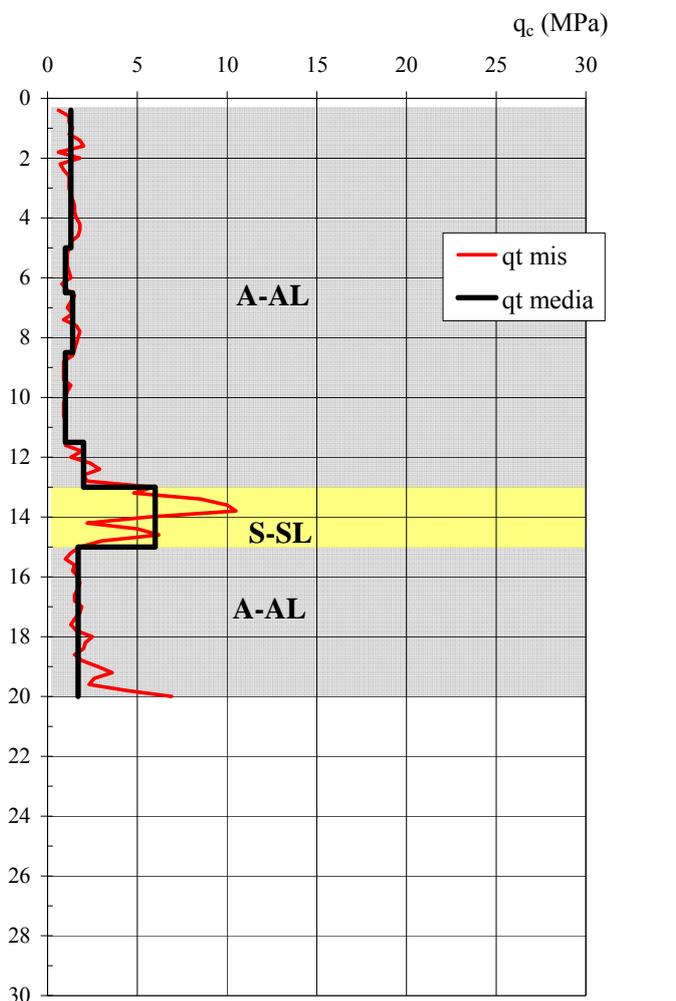


Figura 2. Prova penetrometrica CPT61 104882/09_CPT3

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
	0.4	13.0	A-AL
	13.0	15.0	S-SL
	15.0	20.0	A-AL
<p>Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profilo di q_c misurato e medio</p>	<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, fino alla massima profondità raggiunta, prevalentemente a grana fine e costituiti da argille e argille limose. Tra 13 e 15 m di profondità da piano campagna locale è presente uno strato costituito da sabbia e sabbia limosa.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre concorda parzialmente con quelle fornite dalla carta litologica</p>		
<p>Valori medi della resistenza alla punta q_c</p>	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]
	0.4	5.0	1.3
	5.0	6.5	1
	6.5	8.5	1.4
	8.5	11.5	1
	11.5	13.0	2
	13.0	15.0	6
	15.0	20.0	1.7
	Vedi Figura 3		



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
0.4 – 5.0				65
5.0 – 6.5				45
6.5 – 8.5				65
8.5 – 11.5				40
11.5 – 13.0				90
13.0 – 15.0	50	37	31	
15.0 – 20.0				70

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0 (assente) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

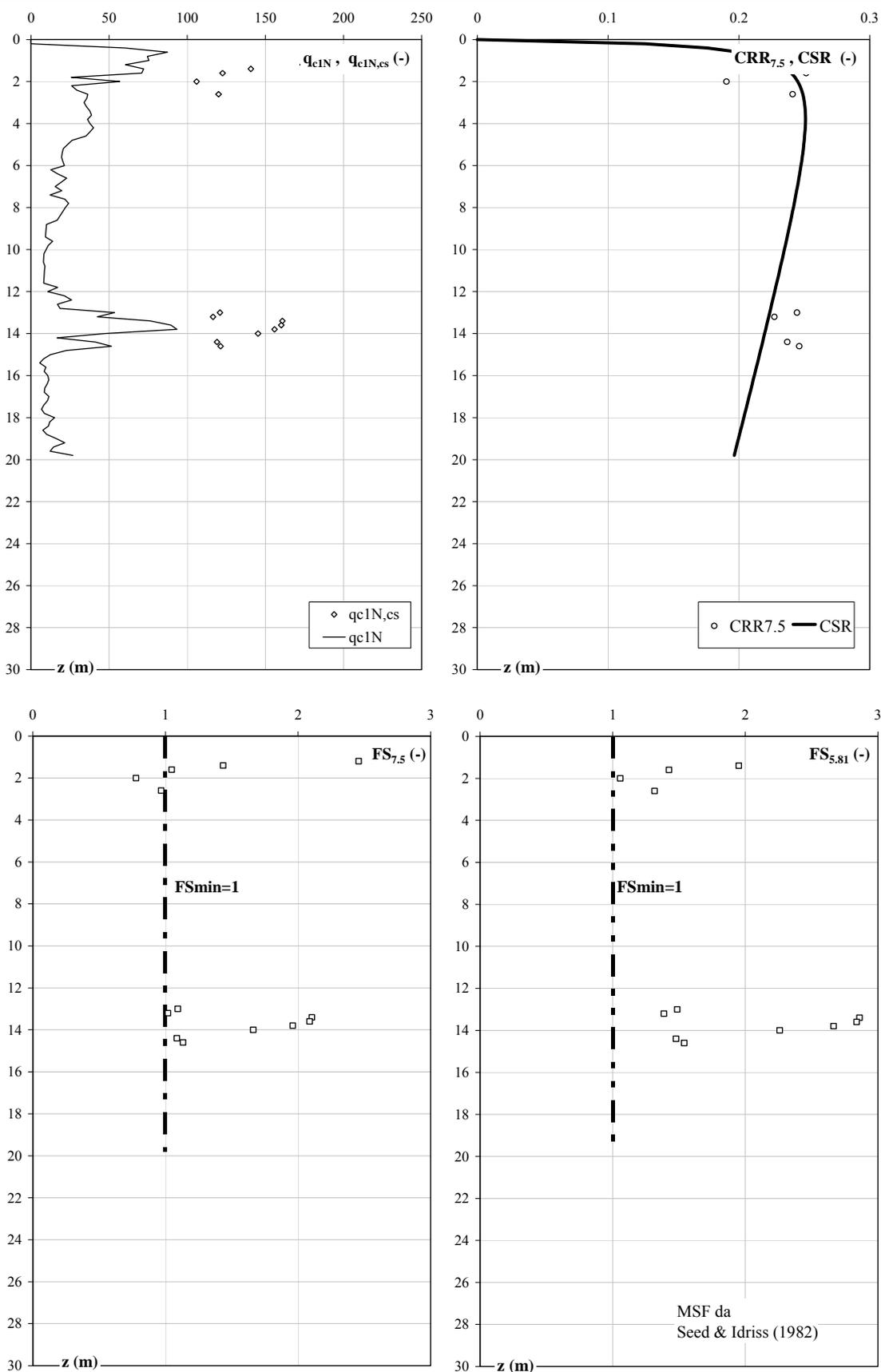
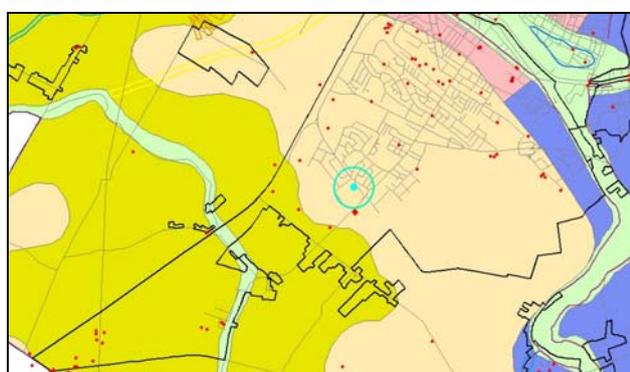


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 62

Località	Via Bologna, Boccherini
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova tra il paleoalveo del Po di Ferrara ed il paleoalveo del Reno (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati tipici di aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono argille limose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 CPT62 36608/09_CPT1

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (CPT62 36608/09_CPT1, eseguita in data 12/05/2008, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 12/05/2008, da certificato prova)	Max profondità indagata H = 30.0 m z _F = 1.5 m da piano campagna locale (p.c.)

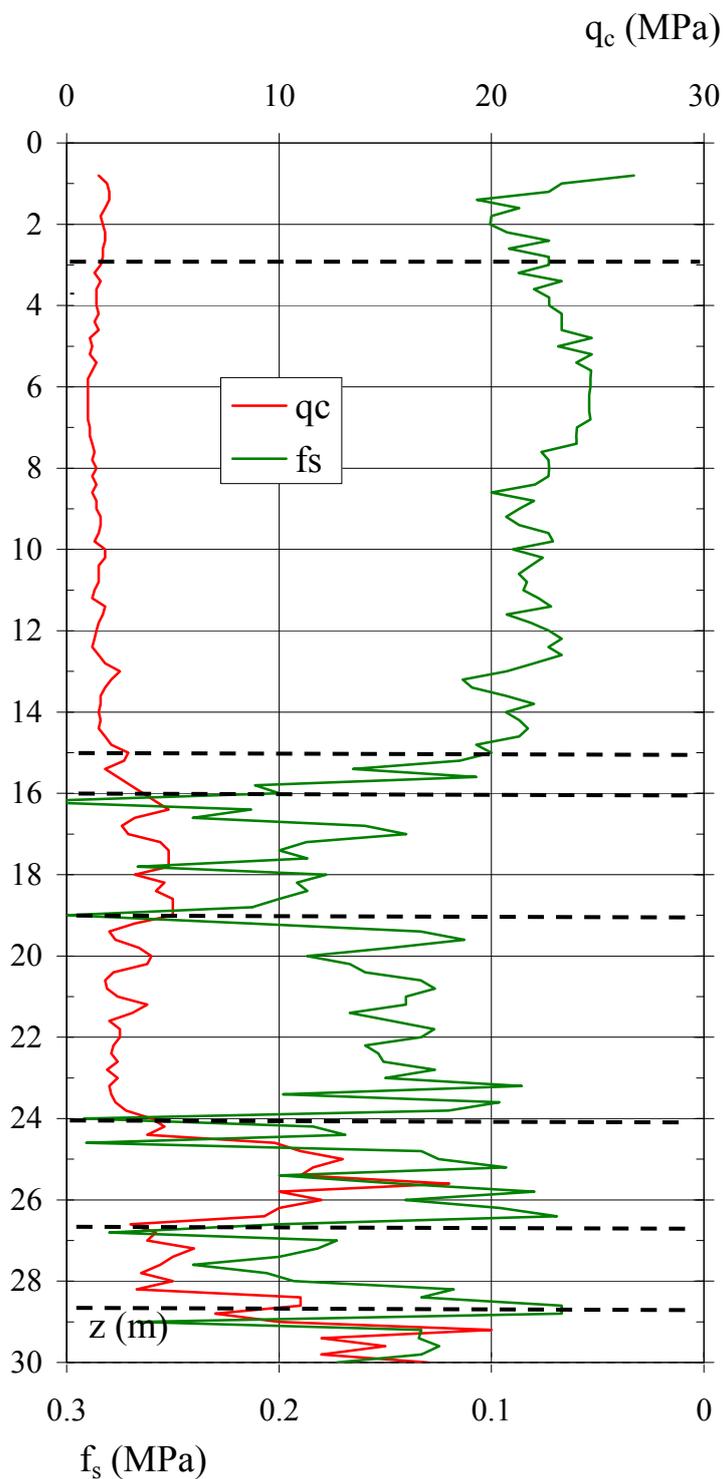


Figura 2. Prova penetrometrica CPT62 36608/09_CPT1

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia	
<p>Figure 3 shows a litostratigraphic sequence and a profile of tip resistance q_c (MPa) versus depth z (m). The sequence consists of layers of LAS (yellow), A-AL (grey), and S-SL (orange). The q_c profile shows a general increase with depth, with a notable step increase at approximately 24 meters depth.</p>	0.8	3.0	LAS	
	3.0	15.0	A-AL	
	15.0	16.0	LAS	
	16.0	19.0	SL-LS	
	19.0	24.0	LAS	
	24.0	26.5	S-SL	
	26.5	28.5	SL-LS	
	28.5	30.0	S-SL	
	<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono costituiti da due strati prevalenti: da piano campagna locale fino a 24 m prevalgono terreni fini, argille e argille limose; da 24 m fino alla massima profondità indagata, prevalgono i terreni sabbiosi e sabbiosi limosi.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, concorda con le indicazioni areali fornite dalla carta geologica e conferma parzialmente quelle fornite dalla carta litologica</p>			
	Valori medi della resistenza alla punta q_c	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]
		0.8	3.0	1.7
		3.0	6.0	1.3
	6.0	7.0	1	
	7.0	9.0	1.3	
	9.0	15.0	1.5	
	15.0	16.0	3	
	16.0	19.0	4.2	
	19.0	21.5	3	
	21.5	24.0	2	
	24.0	26.5	11	
	26.5	28.5	4.5	
	28.5	30.0	15	

Vedi Figura 3



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
z [m]	D_R [%]			
0.8 – 3.0				85
3.0 – 6.0				61
6.0 – 7.0				45
7.0 – 9.0				58
9.0 – 15.0				65
15.0 – 16.0	<30		27	140
16.0 – 19.0	35		29	
19.0 – 21.5	<30		27	130
21.5 – 24.0	<30		27	80
24.0 – 26.5	60	37	30	
26.5 – 28.5	30		28	
28.5 – 30.0	65	38	31	

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	$IL \geq 0$ (basso) Vedi Figura 4
Potenziali rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

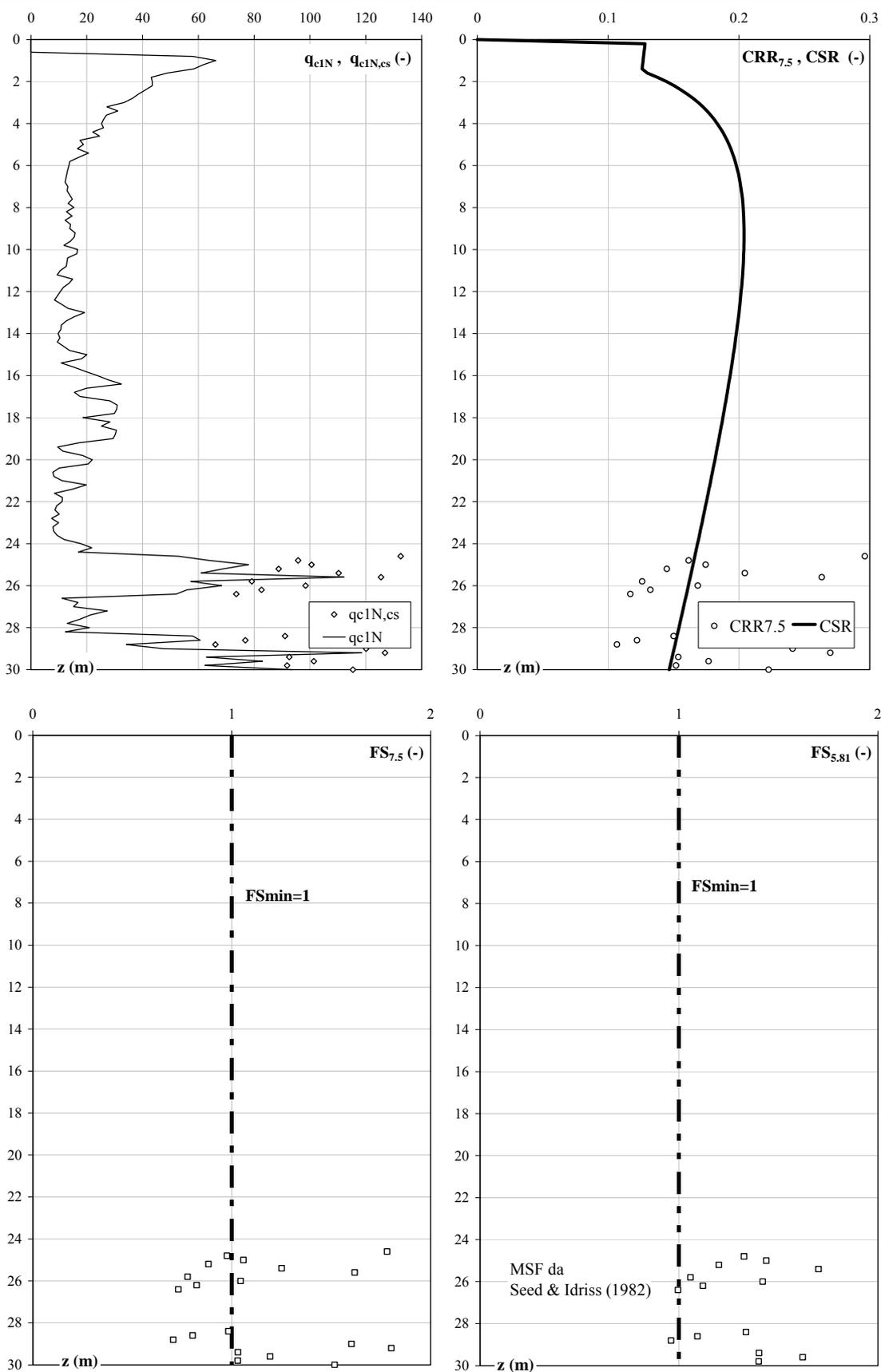
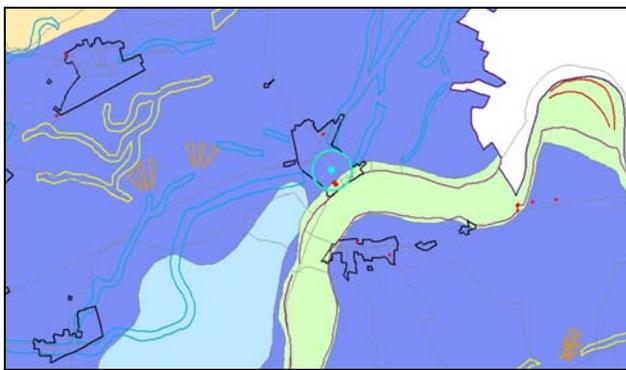


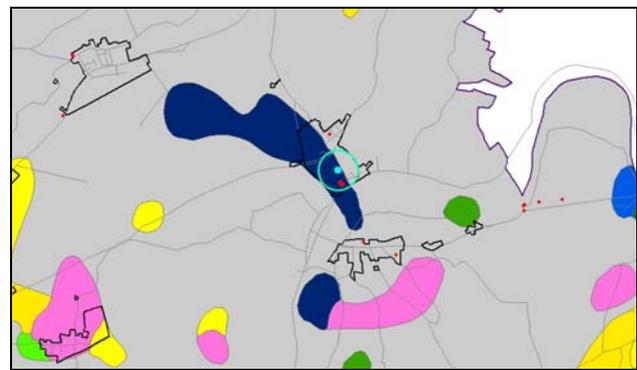
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEDA DI SINTESI N. 63

Località	Scuola Elementare Baura
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in prossimità del paleoalveo del Po di Volano ed in prossimità di vari paleoalvei dossivi bassi (carta geomorfologica), in un’area di caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da sabbie da medie a fini tipiche di depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono argille limose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

	Prove Penetrometriche
	Scuola Elementare Baura_CPT1

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova (Scuola Elementare Baura_CPT1, eseguita in data 08/08/2002, vedi Figura 2)
	Max profondità indagata H = 20.0 m
Profondità della falda (alla data 08/08/2002, da certificato prova)	$z_F = 1.4$ m da piano campagna locale (p.c.)

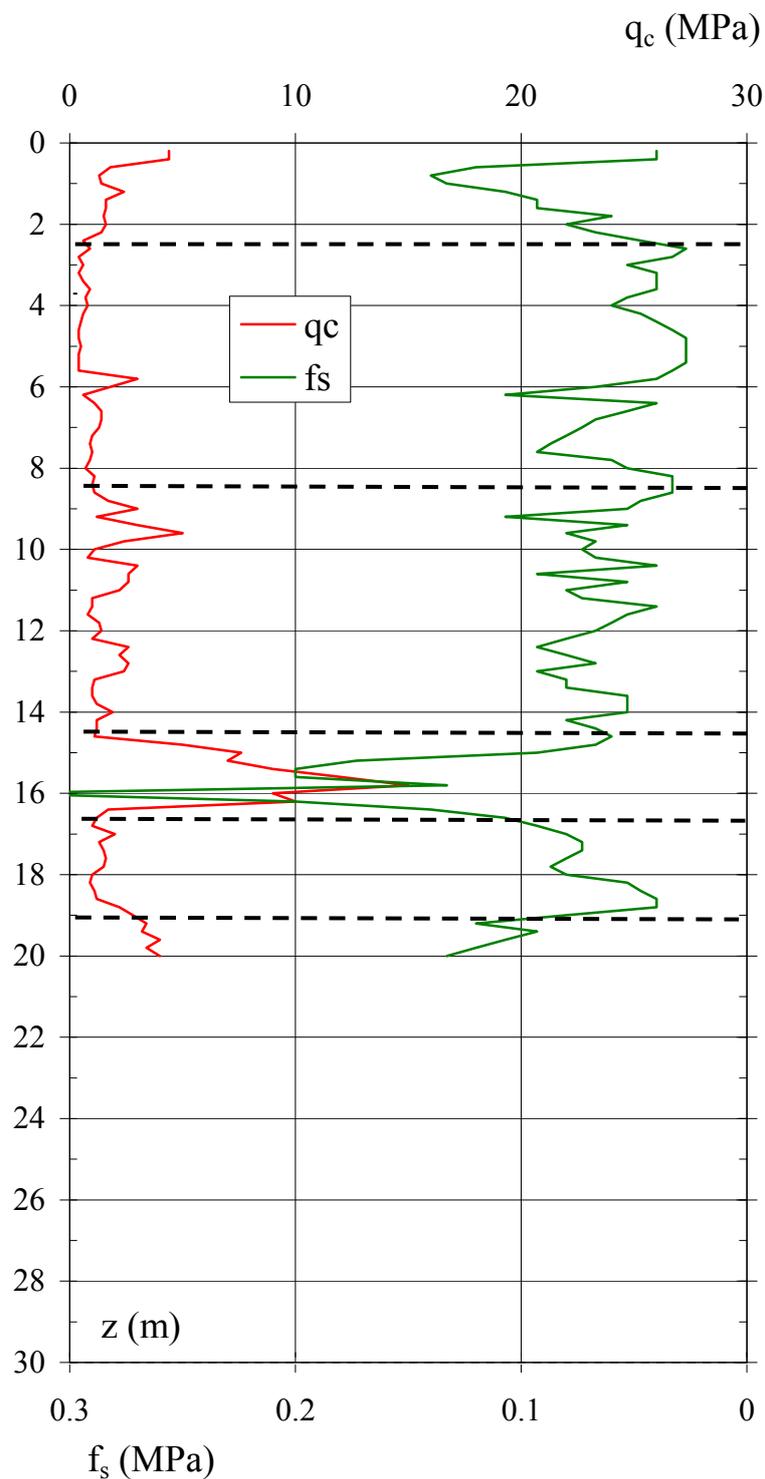


Figura 2. Prova penetrometrica Scuola Elementare Baura_CPTI

Sequenza litostratigrafica		da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
	0.2	2.5	LAS	
	2.5	8.5	A-AL	
	8.5	14.5	LAS	
	14.5	16.5	S-SL	
	16.5	19.0	A-AL	
	19.0	20.0	LAS	
<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono prevalentemente a grana fine fino alla massima profondità indagata e costituiti da limi argillosi con un moderato contenuto di sabbia, argille e argille limose. Tra 14.5 e 16.5 m di profondità da piano campagna è presente uno strato di sabbia e sabbia limosa. Possibile presenza di argilla organica tra 2.5 e 5.5 m di profondità.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre conferma parzialmente quelle fornite dalla carta litologica</p>				
Valori medi della resistenza alla punta q_c	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]	
	0.2	2.5	1.5	
	2.5	5.5	0.5	
	5.5	8.5	1	
	8.5	11.0	2	
	11.0	12.0	1	
	12.0	13.0	2.5	
	13.0	14.5	1.2	
	14.5	15.5	7	
	15.5	16.5	10	
	16.5	19.0	1.3	
	19.0	20.0	3	
Vedi Figura 3				



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		φ'_p [°]	φ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
0.2 – 2.5				75
2.5 – 5.5				20
5.5 – 8.5				45
8.5 – 11.0	<30		27	90
11.0 – 12.0				40
12.0 – 13.0	<30		27	115
13.0 – 14.5				45
14.5 – 15.5	50	37	31	
15.5 – 16.5	60	39	32	
16.5 – 19.0				50
19.0 – 20.0				130

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	D da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	IL = 0.8 (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

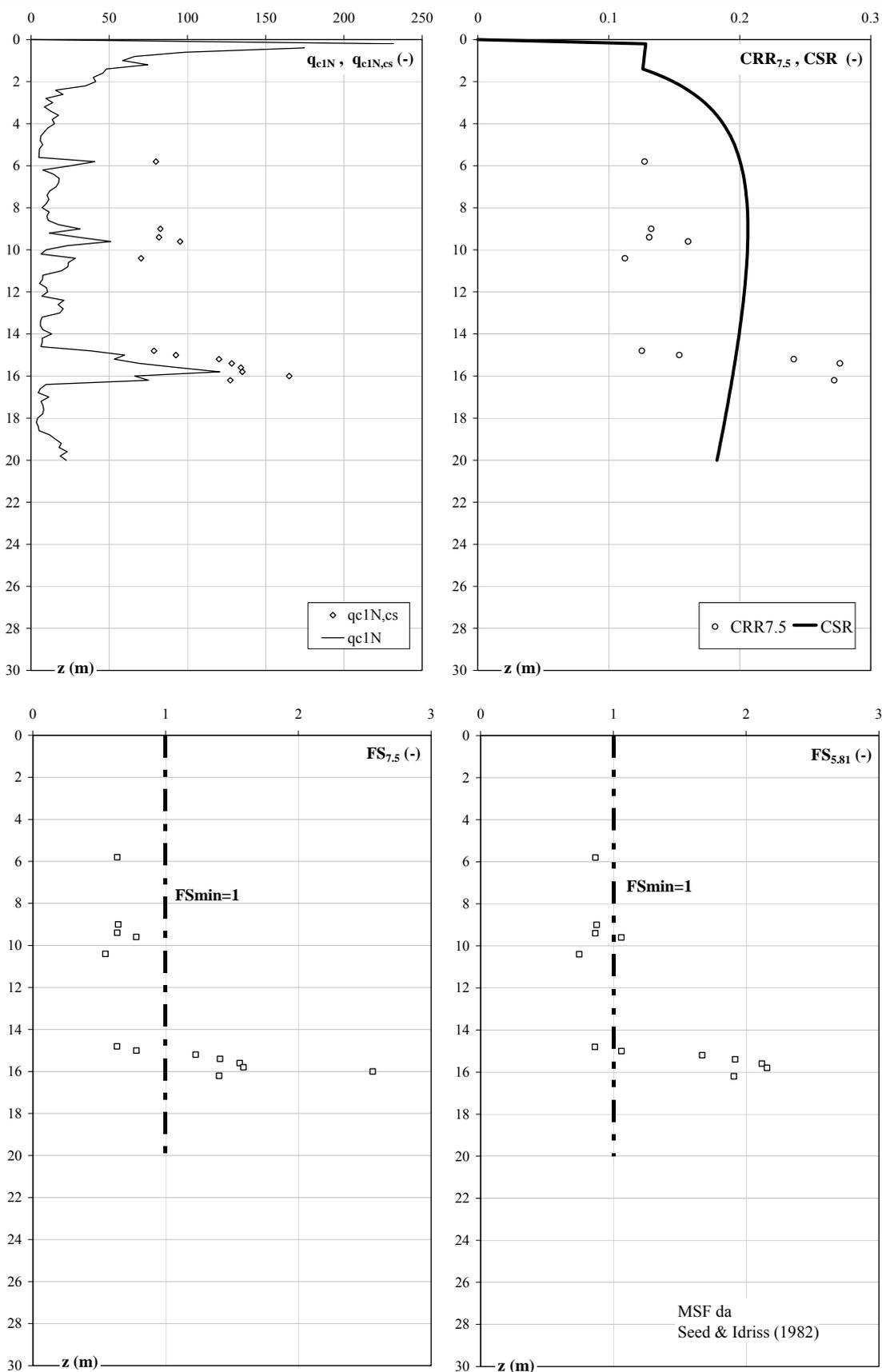


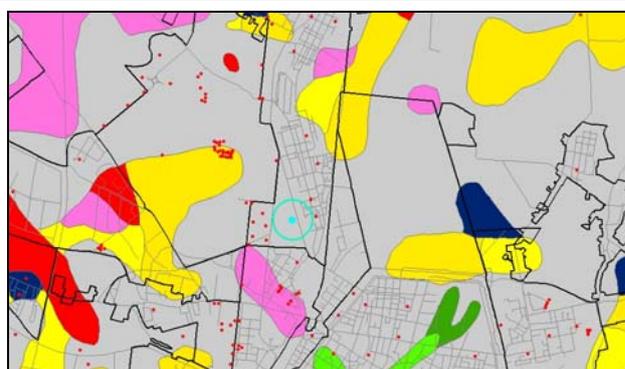
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 64

Località	Pontelagoscuro, Via Padova
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità da piano campagna, da argille limose, argille e limi argillosi laminati, associati ad aree interfluviali e depositi di palude (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di argilla, limo e sabbia (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

 Prove Penetrometriche
 CPT64 78843_CPT1

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (CPT64 78843_CPT1, eseguita in data 16/12/2009, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 20.0 m
Profondità della falda (alla data 16/12/2009, da certificato prova)	$z_F = 1.75$ m da piano campagna locale (p.c.)

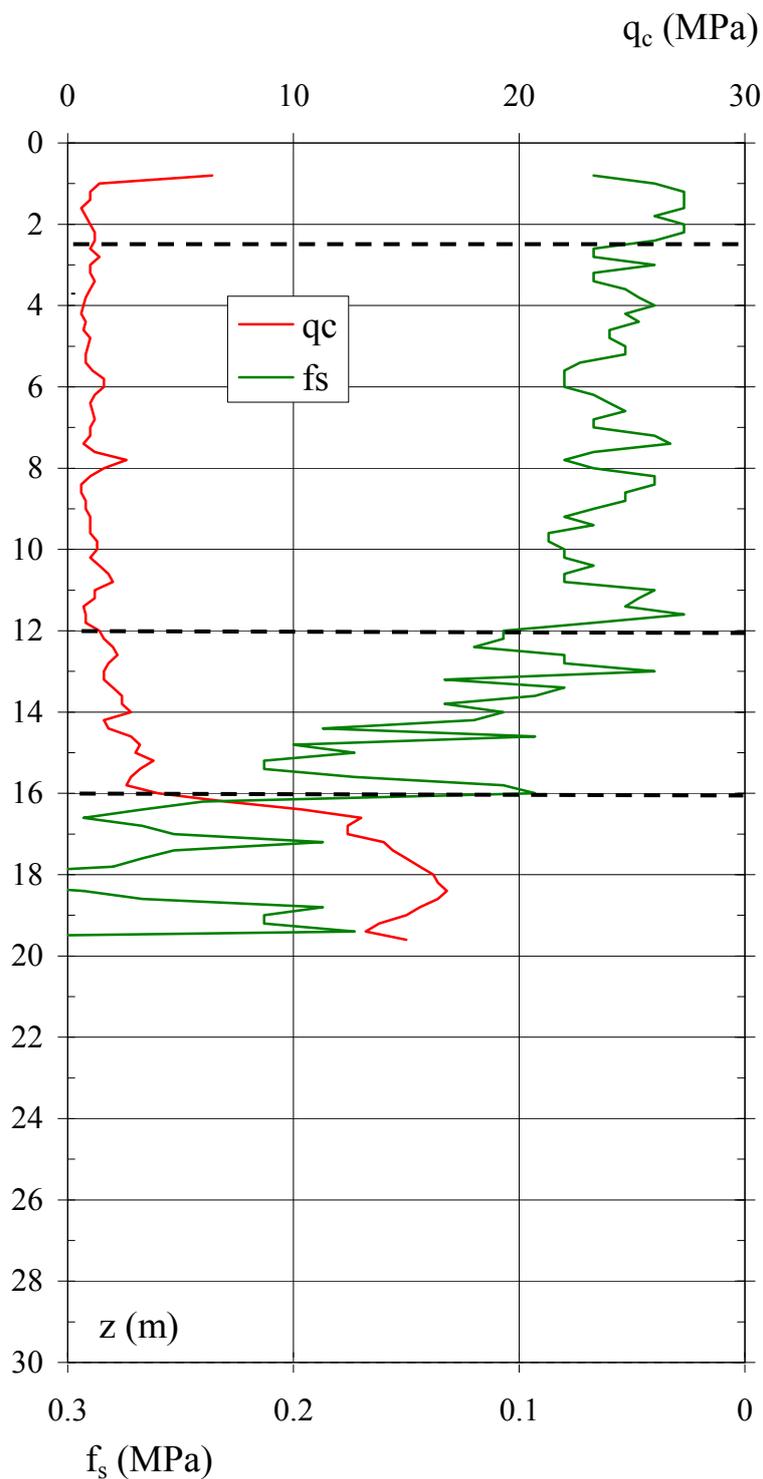
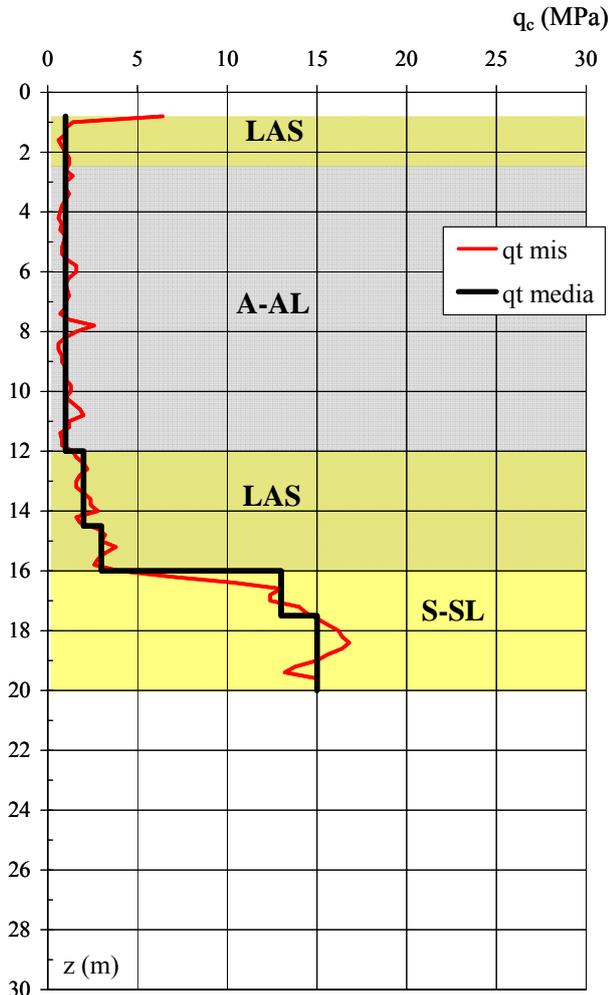


Figura 2. Prova penetrometrica CPT64 78843_CPT1

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia
	0.8	2.5	LAS
	2.5	12.0	A-AL
	12.0	16.0	LAS
	16.0	20.0	S-SL
<p>La prova eseguita ha rilevato la presenza di due strati principali costituiti rispettivamente da argille e argille limose dal piano campagna locale fino a 16 m di profondità, con maggiore presenza di limo dopo i 12 m, e da sabbie e limi sabbiosi fino a 20 m.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, concorda con le indicazioni areali fornite dalle carte geologica e litologica</p>			
<p>Valori medi della resistenza alla punta q_c</p>	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]
	0.8	2.5	1
	2.5	12.0	1
	12.0	14.5	2
	14.5	16.0	3
	16.0	17.5	13
	17.5	20.0	15
Vedi Figura 3			



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
z [m]	D_R [%]			
0.8 – 2.5				50
2.5 – 12.0				43
12.0 – 14.5	<30		27	90
14.5 – 16.0	<30		27	135
16.0 – 17.5	70	40	32	
17.5 – 20.0	70	40	32	

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	$IL \geq 0$ (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

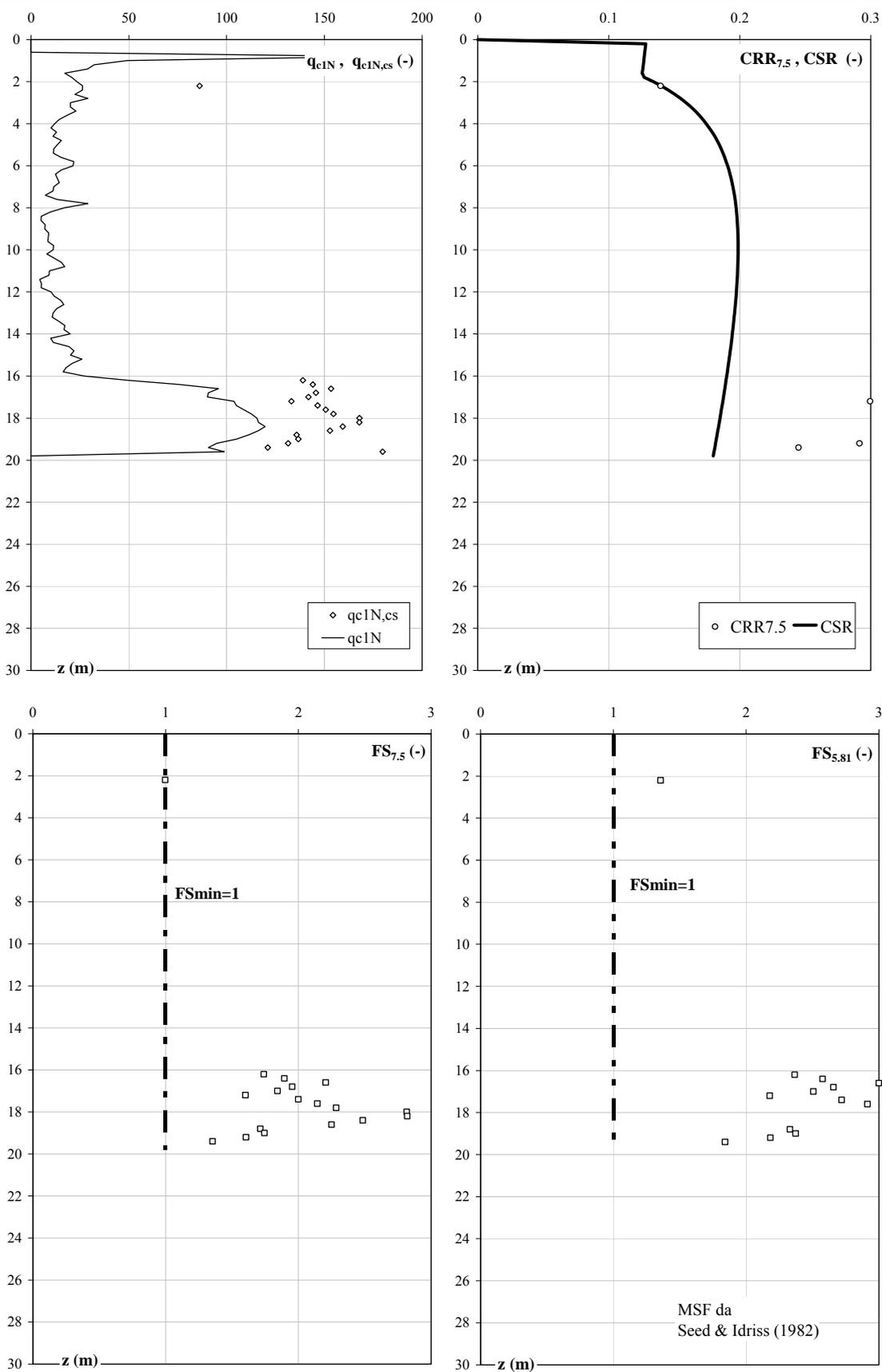
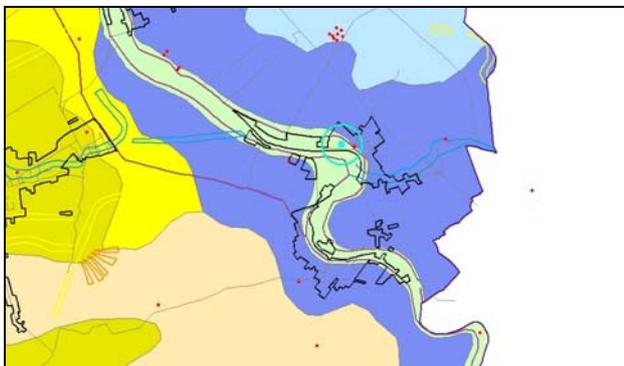


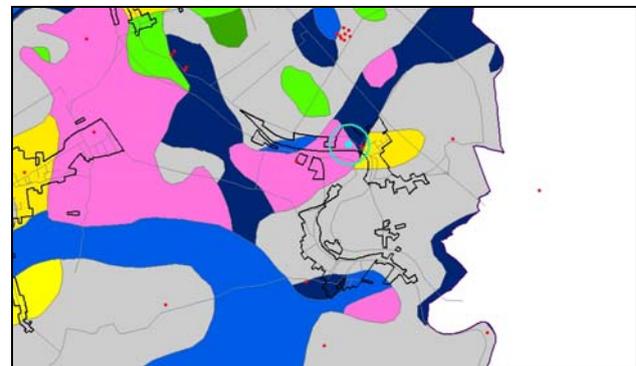
Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 65

Località	Monestirolo, Via Argenta
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza del paleoalveo del Po di Primaro (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono argille sabbiose (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 CPT65 65879_CPT1

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (CPT65 65879_CPT1, eseguita in data 08/09/2009, vedi Figura 2)
Profondità della falda (alla data 08/09/2009, da certificato prova)	Max profondità indagata H = 30.0 m z _F = 3.5 m da piano campagna locale (p.c.)

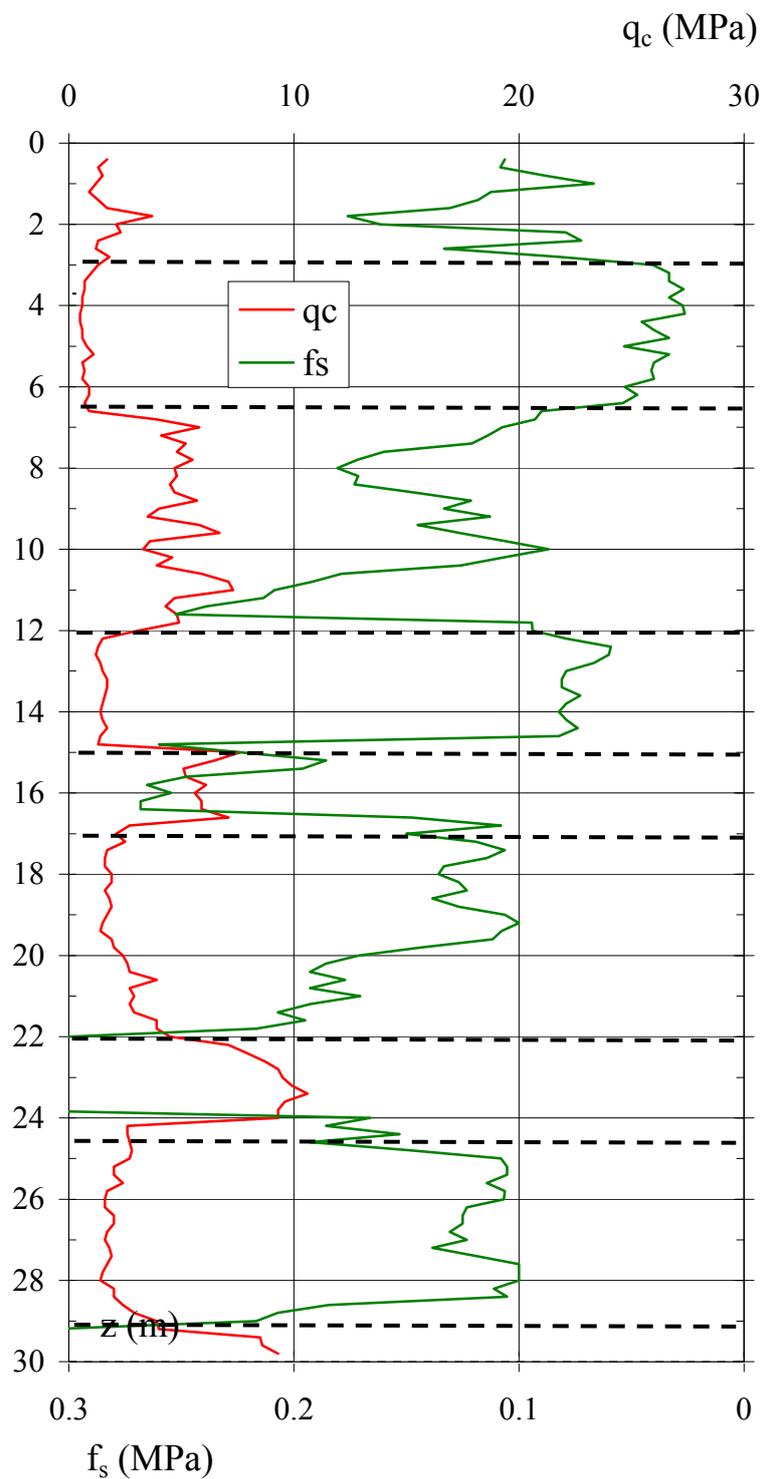


Figura 2. Prova penetrometrica CPT65 65879_CPT1

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia	
	0.4	3.0	LAS	
	3.0	6.5	A-AL	
	6.5	12.0	S-SL	
	12.0	15.0	A-AL	
	15.0	17.0	SL-LS	
	17.0	22.0	A-AL	
	22.0	24.5	S-SL	
	24.5	29.0	A-AL	
	29.0	30.0	S-SL	
	<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono caratterizzati da alternanze di strati di spessore metrico di argille, argille limose e sabbie, sabbie limose. Possibile presenza di argilla organica tra 3 e 6.5 m.</p> <p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, concorda parzialmente con le indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre conferma quelle fornite dalla carta litologica</p>			
	Valori medi della resistenza alla punta q_c	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]
		0.4	1.5	1.3
	1.5	3.0	2	
	3.0	6.5	0.8	
	6.5	12.0	5	
	12.0	15.0	1.5	
	15.0	17.0	6	
	17.0	20.0	1.8	
	20.0	22.0	3	
	22.0	24.5	9	
	24.5	29.0	1.8	
	29.0	30.0	9	
Vedi Figura 3				



Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
z [m]	D_R [%]			
0.4 – 1.5				65
1.5 – 3.0				100
3.0 – 6.5				35
6.5 – 12.0	45	36	31	
12.0 – 15.0				65
15.0 – 17.0	45	35	30	
17.0 – 20.0				75
20.0 – 22.0				130
22.0 – 24.5	53	35	30	
24.5 – 29.0				65
29.0 – 30.0	50	34	29	

Categoria di sottosuolo da NTC 2008	C da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	$IL \geq 0$ (basso) Vedi Figura 4
Potenziali rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

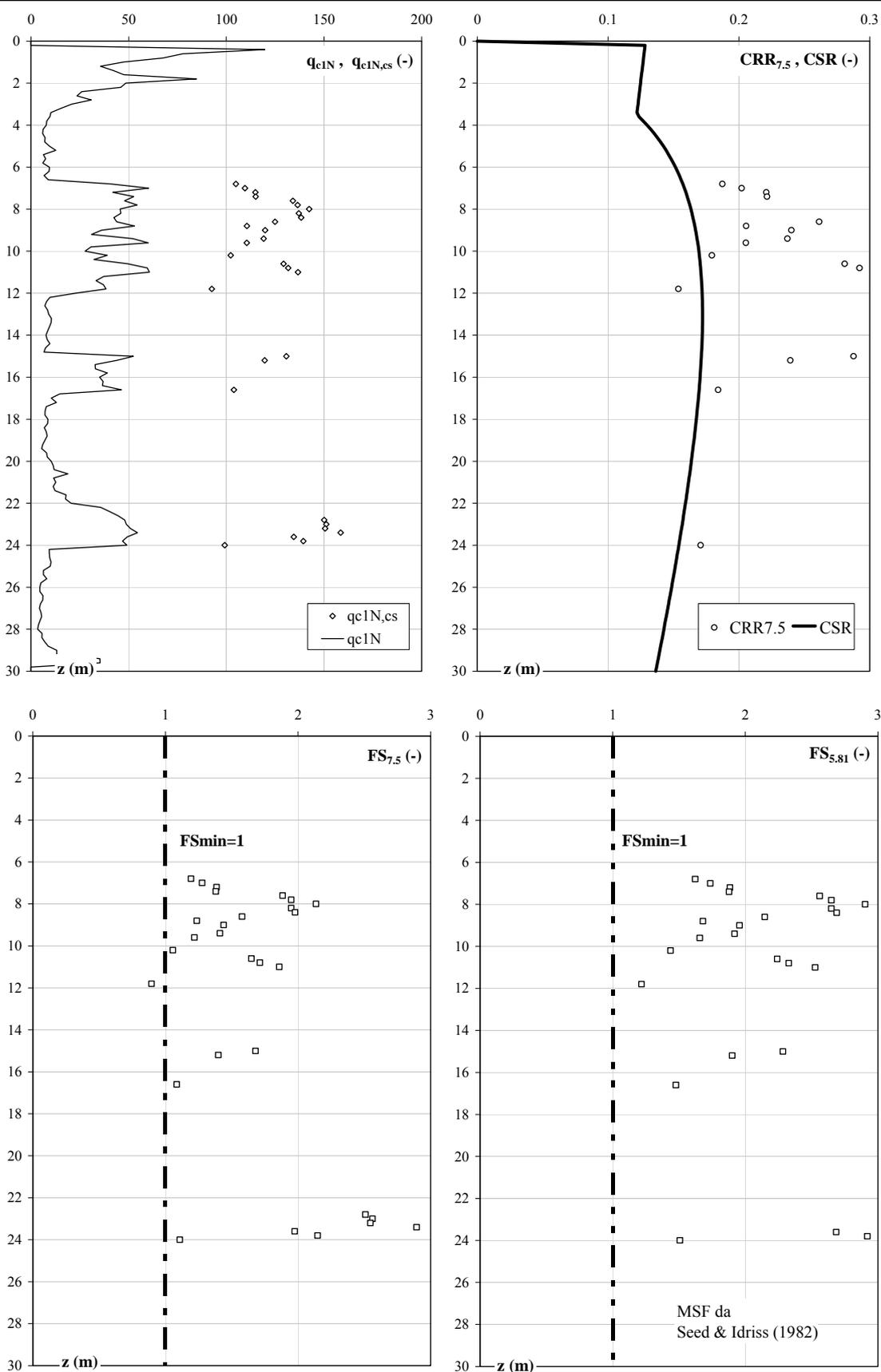
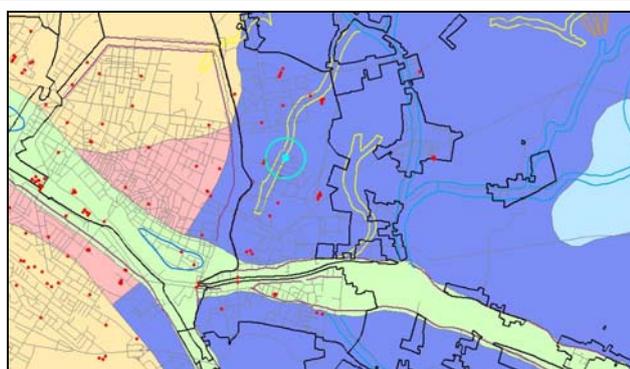


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

SCHEMA DI SINTESI N. 66

Località	Asilo Nido Via del Salice
Inquadramento geologico – deposizionale, geomorfologico e litologico dedotto dalle carte geologica e geomorfologica – Figura 1a – e dalla carta litologica – Figura 1b	La verticale analizzata si trova in corrispondenza di un paleoalveo non dossivo e a nord del paleoalveo del Po di Ferrara (carta geomorfologica), in un'area caratterizzata, nei primi metri di profondità, da sabbie da medie a fini associate a depositi di canale distributore e argine (carta geologica). In superficie emergono miscele equilibrate di sabbia, limo e argilla (carta litologica).



(a)



(b)

Figura 1. Inquadramento (a) geologico – deposizionale e geomorfologico, (b) litologico

Legenda carta geologica-deposizionale

	Sabbie medie e fini – Depositi di canale e argine prossimale
	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose – Depositi di argine distale
	Argille limose, argille e limi argillosi laminati – Area interfluviale e depositi di palude
	Sabbie medie e grossolane – Depositi di piana a meandri
	Sabbie da medie a fini – Depositi di canale distributore e argine
	Limi e limi argillosi - Depositi di palude

Legenda carta litologica

	Sabbia
	Sabbie limose
	Sabbie argillose
	Limo
	Limi sabbiosi
	Limi argillosi
	Argille
	Argille sabbiose
	Argille limose
	Miscela ternaria

Legenda carta geomorfologica

	Argine maestro del Po
	Confine comunale
	Paleoalvei dossivi alti
	Paleoalvei dossivi bassi
	Paleoalvei non dossivi
	Forme di esondazione
	Point bar
	Paleoargini
	Paleoisole
	Zone di infrigidimento

Prove Penetrometriche
 Nido via del Salice_CPT2

Indagini geognostiche analizzate	N. 1 prova CPT (Nido via del Salice_CPT2, eseguita in data 14/11/2005, vedi Figura 2) Max profondità indagata H = 22.0 m
Profondità della falda (alla data 14/11/2005, da certificato prova)	$z_F = 1.8$ m da piano campagna locale (p.c.)

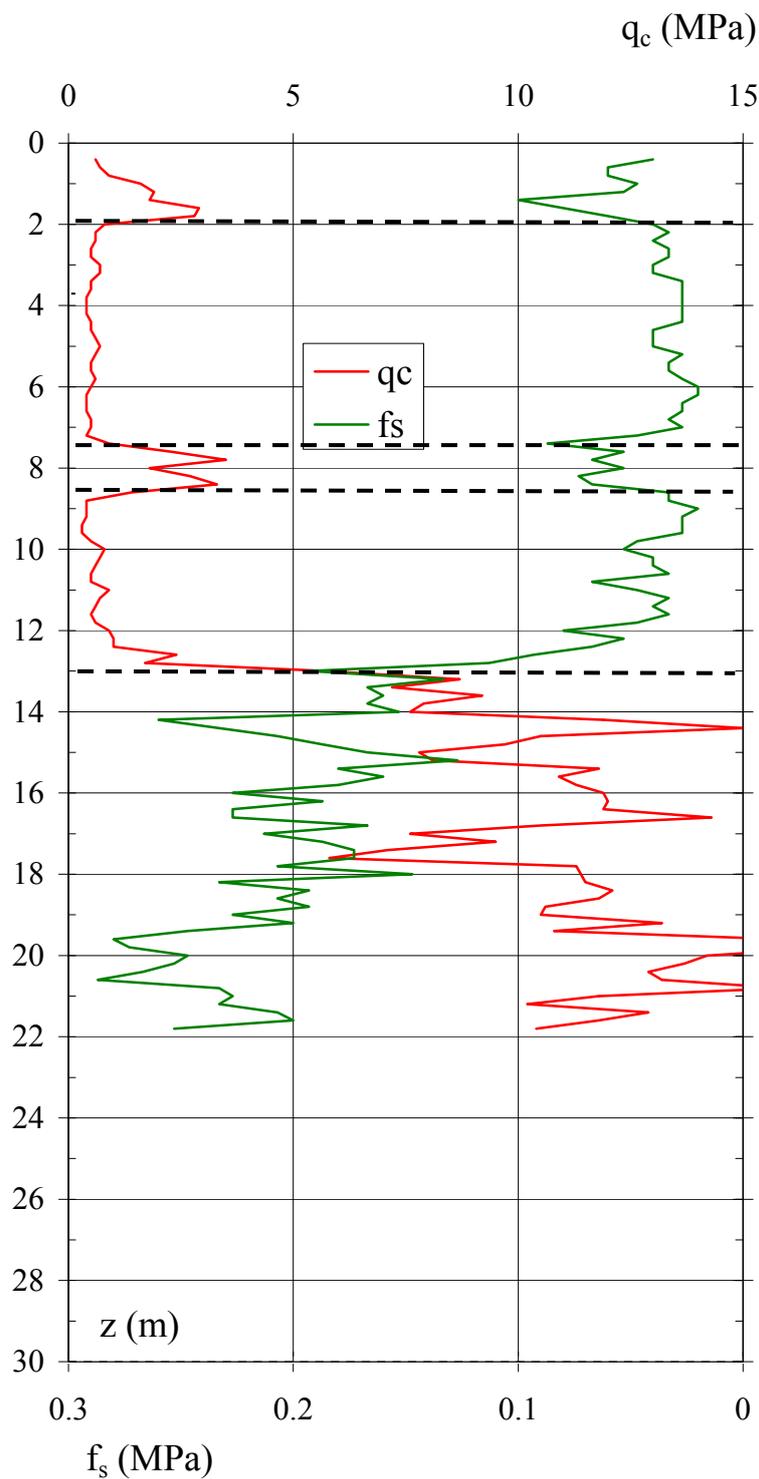


Figura 2. Prova penetrometrica Nido via del Salice_CPT2

Sequenza litostratigrafica	da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	Litologia																											
	0.4	2.0	LAS																											
	2.0	7.5	A-AL																											
	7.5	8.5	SL-LS																											
	8.5	13.0	AO																											
	13.0	22.0	S-SL																											
<p>Figura 3. Sequenza litostratigrafica; profilo di q_c misurato e medio</p>	<p>I terreni presenti in corrispondenza della verticale indagata sono, fino a 13 m di profondità da piano campagna, prevalentemente costituiti da argille, argille limose e argille organiche, localmente intercalate da sabbie limose e limi sabbiosi. Seguono, fino alla massima profondità indagata, sabbie e sabbie limose.</p>																													
<p>Valori medi della resistenza alla punta q_c</p>	<p>NOTA. La litologia dei terreni superficiali dedotta dai risultati della prova penetrometrica analizzata, differisce dalle indicazioni areali fornite dalla carta geologica mentre concorda con quelle fornite dalla carta litologica</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="852 1413 991 1480">da (m da p.c.)</th> <th data-bbox="1035 1413 1174 1480">a (m da p.c.)</th> <th data-bbox="1283 1413 1370 1480">q_c [MPa]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="900 1503 948 1532">0.4</td> <td data-bbox="1083 1503 1131 1532">2.0</td> <td data-bbox="1315 1503 1331 1532">2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="900 1554 948 1583">2.0</td> <td data-bbox="1083 1554 1131 1583">7.5</td> <td data-bbox="1299 1554 1347 1583">0.6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="900 1606 948 1635">7.5</td> <td data-bbox="1083 1606 1131 1635">8.5</td> <td data-bbox="1315 1606 1331 1635">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="900 1657 948 1686">8.5</td> <td data-bbox="1083 1657 1147 1686">13.0</td> <td data-bbox="1299 1657 1347 1686">0.6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="900 1709 963 1738">13.0</td> <td data-bbox="1083 1709 1147 1738">14.0</td> <td data-bbox="1315 1709 1331 1738">8</td> </tr> <tr> <td data-bbox="900 1760 963 1789">14.0</td> <td data-bbox="1083 1760 1147 1792">17.0</td> <td data-bbox="1315 1760 1347 1792">11</td> </tr> <tr> <td data-bbox="900 1812 963 1841">17.0</td> <td data-bbox="1083 1812 1147 1843">18.0</td> <td data-bbox="1315 1812 1331 1843">8</td> </tr> <tr> <td data-bbox="900 1863 963 1892">18.0</td> <td data-bbox="1083 1863 1147 1895">22.0</td> <td data-bbox="1315 1863 1347 1895">12</td> </tr> </tbody> </table>		da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]	0.4	2.0	2	2.0	7.5	0.6	7.5	8.5	3	8.5	13.0	0.6	13.0	14.0	8	14.0	17.0	11	17.0	18.0	8	18.0	22.0	12
da (m da p.c.)	a (m da p.c.)	q_c [MPa]																												
0.4	2.0	2																												
2.0	7.5	0.6																												
7.5	8.5	3																												
8.5	13.0	0.6																												
13.0	14.0	8																												
14.0	17.0	11																												
17.0	18.0	8																												
18.0	22.0	12																												
	Vedi Figura 3																													

Caratteristiche geotecniche stimate

Profondità	Stato	Resistenza al taglio		
		ϕ'_p [°]	ϕ'_{cv} [°]	c_u [kPa]
z [m]	D_R [%]			
0.4 – 2.0				100
2.0 – 7.5				25
7.5 – 8.5	35		30	
8.5 – 13.0				20
13.0 – 14.0	60	38	32	
14.0 – 17.0	65	39	32	
17.0 – 18.0	55	37	31	
18.0 – 22.0	65	38	31	

Categoria di sottosuolo da NTC 2008 (entro la massima profondità indagata)	D da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Fattore di amplificazione da IR N. 112 2 Maggio 2007	F.A. = 1.5 da c_u , N_{SPT} e V_S valutati da q_c mediante correlazioni empiriche
Indice del potenziale di liquefazione, IL	$IL \geq 0$ (basso) Vedi Figura 4
Potenziati rischi di natura geotecnica in caso di sisma	Amplificazione del segnale, cedimenti per riconsolidazione post-sisma

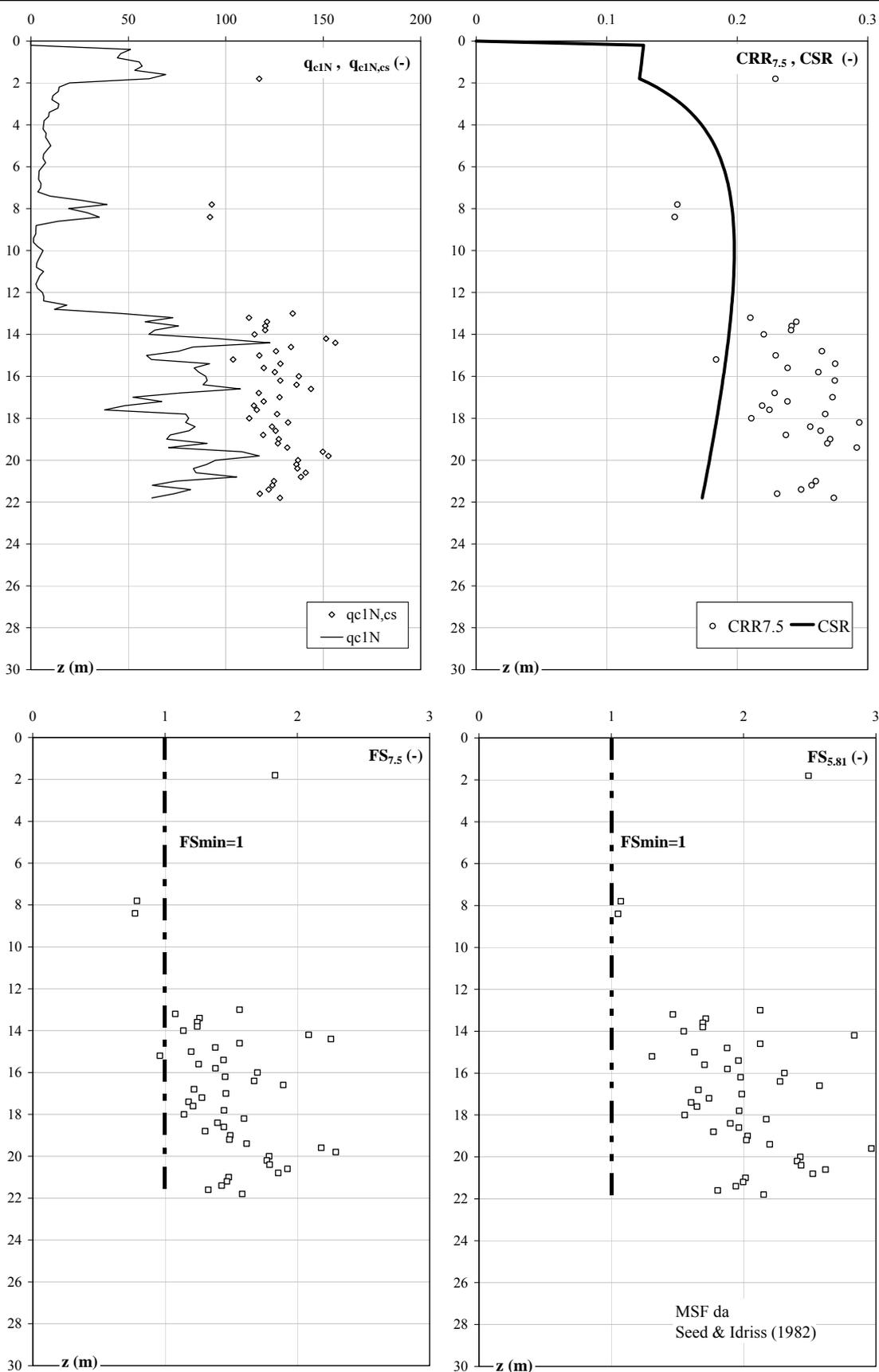


Figura 4. Risultati verifica a liquefazione

