

COMUNE DI FERRARA

PROGRAMMA SPECIALE D'AREA

L.R. n. 30 Agosto 1996

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA

"OFFICINE METALLURGICHE LUX"

Viale Volano n. 69- FERRARA

NUOVE RESIDENZE

PROPRIETA'

IMMOBILIARE ADELE s.r.l.

69,Viale Volano
44121 FERRARA

PROGETTAZIONE URBANISTICA
E PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA

GAE AULENTI ARCHITETTI ASSOCIATI

ARCH. GAE AULENTI
ARCH. MARCO BUFFONI
ARCH. FRANCESCA FENAROLI
ARCH. VITTORIA MASSA
4, PIAZZA SAN MARCO
20121 MILANO

PROGETTAZIONE URBANISTICA
E PROJECT MANAGEMENT

ING. FRANCESCO MASCELLANI

6, P.TTA COMBATTENTI
44121 FERRARA

RICERCA STORICA E CONSULENZA

ARCH. BARBARA PAZI

75, Via Palestro
44121 FERRARA

INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

DOTT. GEOL. THOMAS VERONESE

10,Via Roma
44021 CODIGORO (FE)

IL PROGETTISTA

IL DIRETTORE DEI LAVORI

LA PROPRIETA'

OGGETTO

MODELLAZIONE GEOLOGICA-SISMICA ed IDROGEOLOGICA INTEGRATIVA

scala :

-

cod. file :

PP-J01

data emissione :

09.11.2012

aggiornamento :

-

				rif.	progetto	eseguito da:	
						VERONESE	
				disegno:	J05		agg.
							-



Studio Servizi Tecnici
Settore geologia e ambiente

DOTT. GEOL. THOMAS VERONESE

Via Roma, 10

44021 CODIGORO (Ferrara)

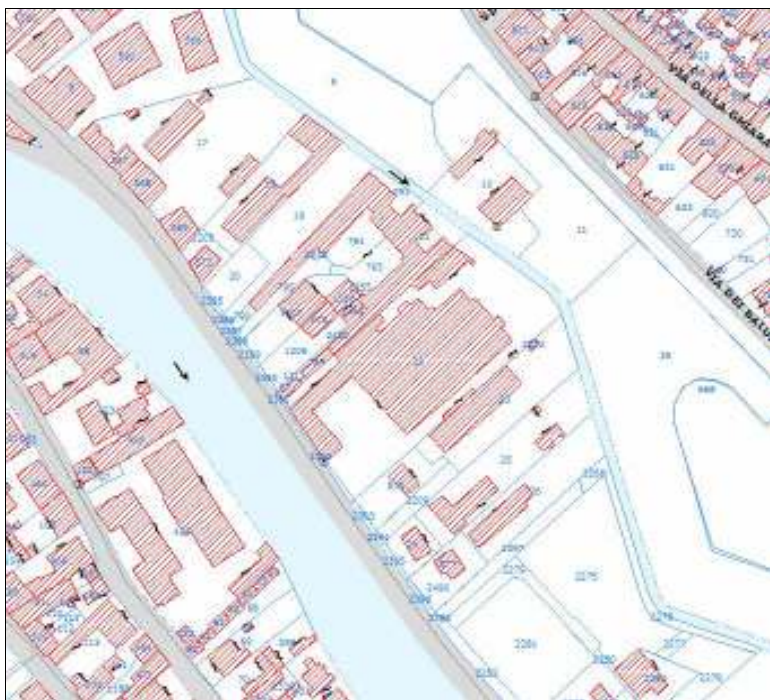
Tel e fax. 0533 / 713798 cell. 335-5240380

E-mail: thomas.veronese@tin.it

**MODELLAZIONE GEOLOGICA-SISMICA ed IDROGEOLOGICA
INTEGRATIVA
(ELABORATO J05)**

Comune Ferrara

**Piano Urbanistico Attuativo di iniziativa privata "Officine Metallurgiche LUX" in viale
Volano n. 69 a Ferrara.**



COMMITTENTE: Immobiliare Adele s.r.l.
SEDE: viale Volano n. 69
44121 Ferrara

09 novembre 2012

S.S.T. SETTORE GEOLOGIA E AMBIENTE

Geotecnica; Studio terreni di fondazione; Stabilità dei versanti; Rilevamento geologico; Rilievi topografici; Geofisica - Contributi allo Studio di Impatto Ambientale; Assistenza alle pubbliche amministrazioni negli studi di fattibilità e di realizzazione dei P.R.G., cimiteri, discariche, piani attività estrattive, studi di acquiferi per la tutela e per l'utilizzo di risorse idriche sotterranee; subirrigazioni.

Timbro

INDICE:

1. PREMESSA.....	2
2. MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA.....	4
2.1. RETE DI MONITORAGGIO PRECEDENTE.....	4
2.2. NUOVA RETE DI MONITORAGGIO.....	8
2.3. MONITORAGGIO FIUME PO DI VOLANO.....	15
2.4. RAPPORTO TRA SCAVO DI PROGETTO E FALDA FREATICA	16
2.5. ASPETTI GEOCHIMICI.....	18
3. APPROFONDIMENTI SUGLI EFFETTI DI SITO SISMICI	19
Prova penetrometrica statica con punta elettrica.....	19
3.1. RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO.....	22
Prova sismica SCPTU (Sismotono).....	22
3.2. VERIFICA DELLA RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE	25
3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI NEI TERRENI GRANULARI	29
4. CONCLUSIONI.....	30

ALLEGATO: atto di giunta per approvazione Analisi di rischio del sito – procedura ambientale

1. PREMESSA

Su incarico della soc. Immobiliare Adele s.r.l., con sede in viale Volano n. 69 a Ferrara (FE), si redige una relazione integrativa di modellazione geologica-sismica ed idrogeologica per il progetto di "Piano Urbanistico Attuativo di iniziativa privata Officine Metallurgiche LUX" in via Volano n. 69 a Ferrara.

Tale relazione di modellazione geologica-sismica ed idrogeologica denominata J05 va ad integrare le altre precedenti relazioni attraverso la nuova rete di monitoraggio ed i nuovi dati acquisiti in sito fino ad ottobre 2012 per il piano di caratterizzazione definitivo e un'indagine sismica SCPTU1 per le analisi di resistenza alla liquefazione delle sabbie.

In **FIGURA 1.1** si riporta l'ubicazione dell'area di intervento su una planimetria catastale.



FIGURA 1.1 – Planimetria catastale area di intervento a Ferrara

In data 25/10/2011 è stato realizzato e fornito il nuovo rilievo topografico del sito di intervento in via Volano 60, di proprietà della Soc. Immobiliare Adele s.r.l. e di un suo intorno significativo. Tale rilievo è ancorato a capisaldi di quota ufficialmente riconosciuti ed è stato realizzato anche questa volta dal Geom. Paolo Minghini di Ferrara.

La differenza di quota tra il rilievo precedentemente utilizzato dallo scrivente e quest'ultimo è di 0,83 m, ovvero la quota del binario del cancello passa da +9,98 m s.l.m. alla quota definitiva di +9,15 m s.l.m. (ovvero +19,15 m sullo zero di bonifica utilizzato dai consorzi di bonifica, per i quali lo zero corrisponde a -10,00 m sotto il livello medio del mare).

In **FIGURA 1.2** si riporta il rilievo eseguito sul lotto in esame.

dott. Geologo Thomas Veronese - tel. 335/5240380
via Roma 10 - 44021 Codigoro FE

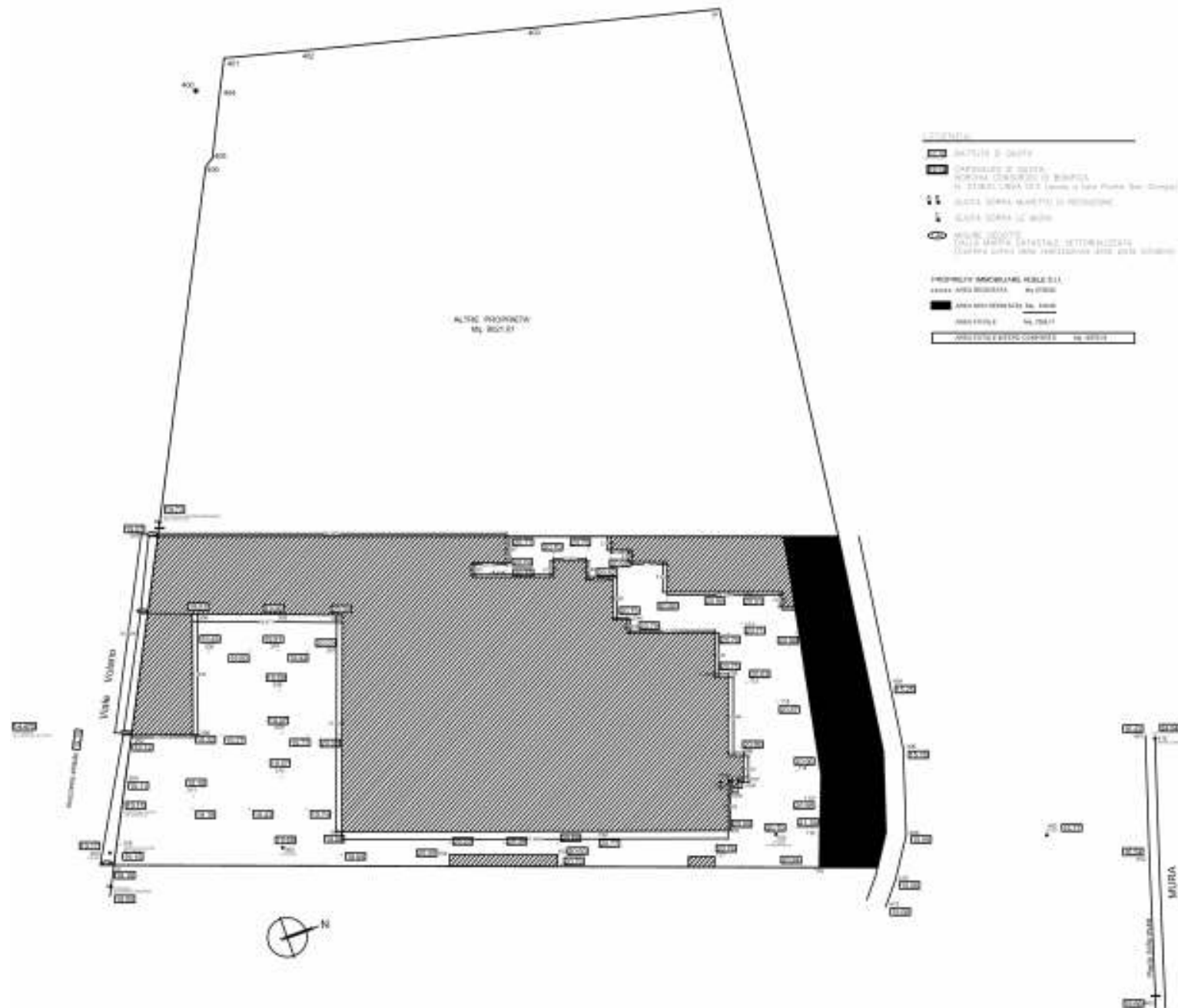


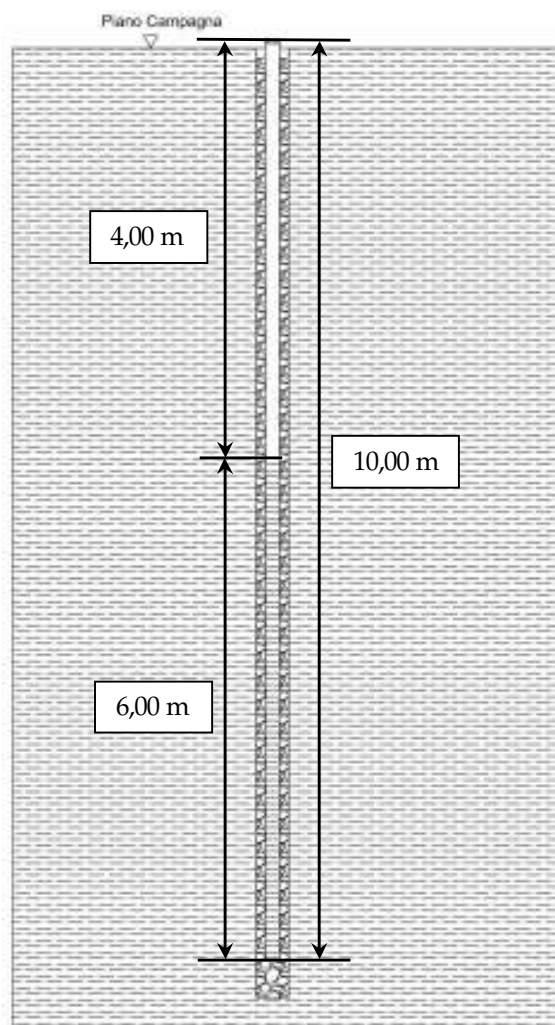
FIGURA 1.2– Rilievo topografico

2. MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA

Per la validazione del modello idrogeologico si fa riferimento alla rete dei piezometri posizionati secondo il Piano di Caratterizzazione approvato dalla Conferenza dei Servizi svoltasi in data 13/07/2011 e approvata con atto PG 62561/2011 del 02/08/2011.

2.1. Rete di monitoraggio precedente

Nella precedente relazione si sono utilizzati i 4 piezometri montati in precedenza spinti fino alla profondità di -10,00 m da p.c. con tratto fessurato da -4,00 m da p.c. fino a -10,00 m da p.c..



SCHEMA PIEZOMETRO

Le bocche pozzo dei piezometri sono state rilevate allacciandosi alla quota del ferro della guida del cancello (+19.15m) come riportato nel nuovo rilievo di progetto di **FIGURA 2.1**.

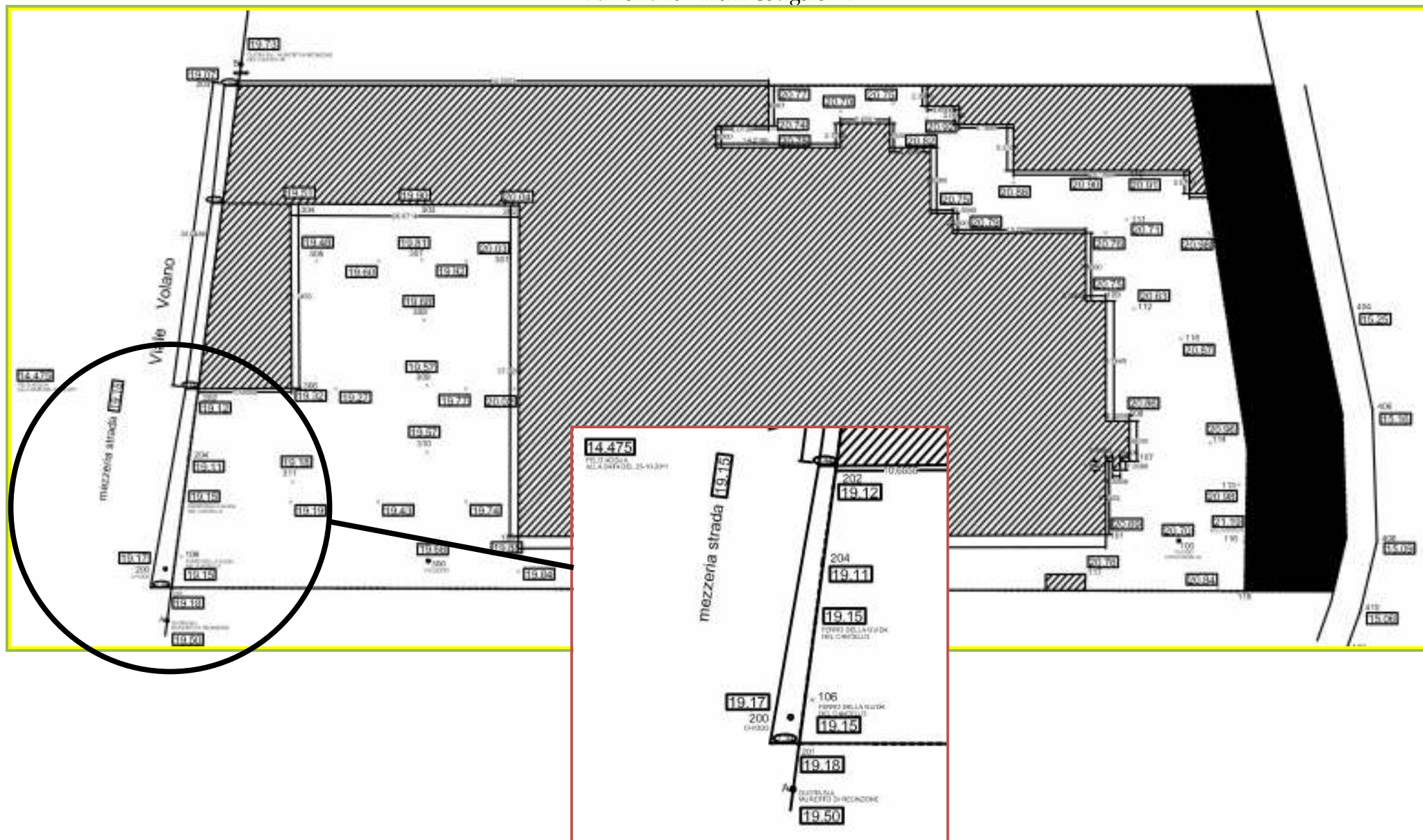


FIGURA 2.1- Nuovo rilievo di progetto a cui si è ancorati per quotare le boche pozzo piezometri

I dati rilevati sono riportati in **Tabella 2.1**.

Punto di lettura superficie d'acqua	Piano di campagna da zero bonifica)	Quota bocca pozzo (m da zero bonifica)	Acqua da bocca pozzo (m) 19/05/2011	Quota assoluta acqua 19/05/2011 (m da zero bonifica)
P1	19,266	19,370	5,210	14,160
P2	20,938	21,021	6,930	14,091
P3	21,003	21,098	7,040	14,058
P4	19,329	19,190	5,060	14,130
Po di Volano				14,600

Tabella 2.1- Letture rilevamento topografico – 19/05/2011

Dalla lettura delle quote d'acqua nei piezometri, effettuate in data 19 maggio 2011, si risale allo schema della circolazione dei flussi di falda.

Si presenta in **FIGURA 2.2** una carta delle isofreatiche dell'area con ubicati i 4 piezometri P1, P2, P3 e P4 rilevati in data 19/05/2011, con isolinee distanziate di 0,05 m, le quote sono riferite al caposaldo consortile ufficiale utilizzato dal topografo Geom. Paolo Minghini.

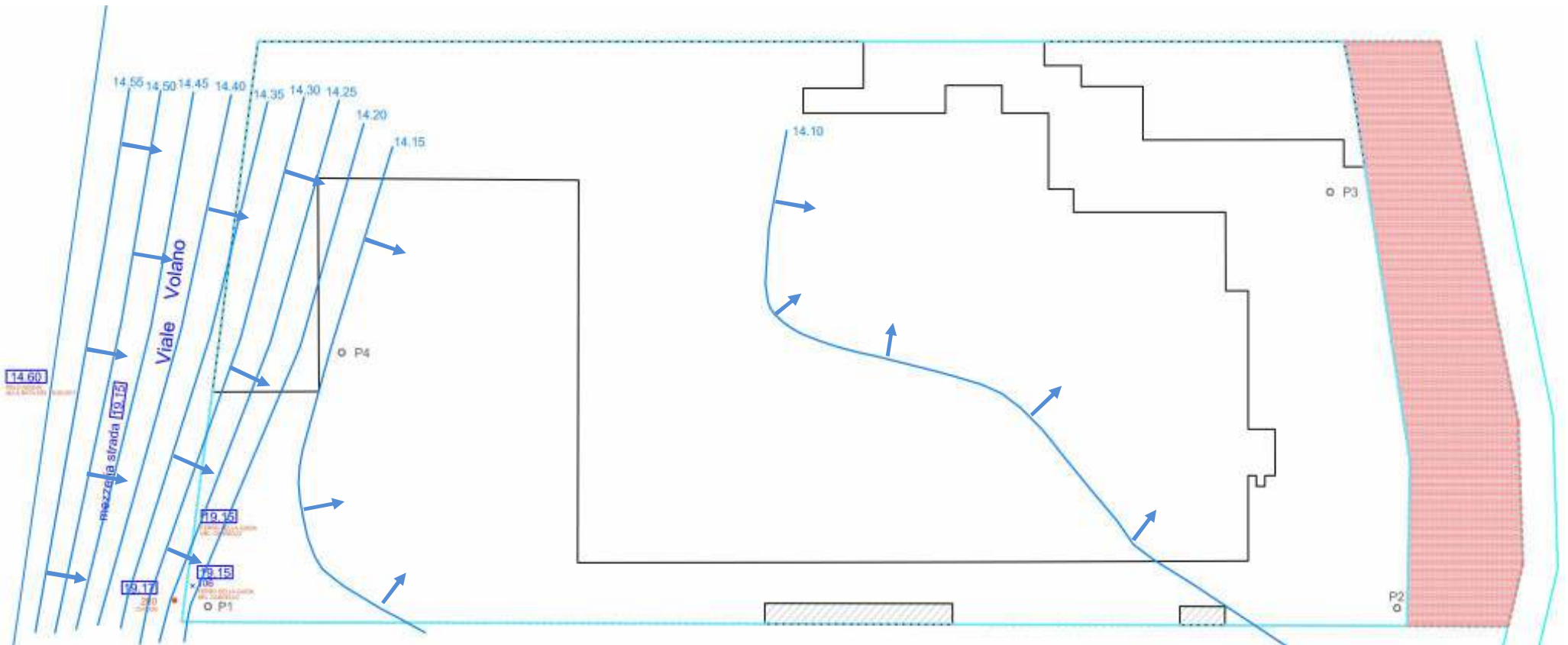


FIGURA 2.2 – Carta delle isofreatiche – 19/05/2011

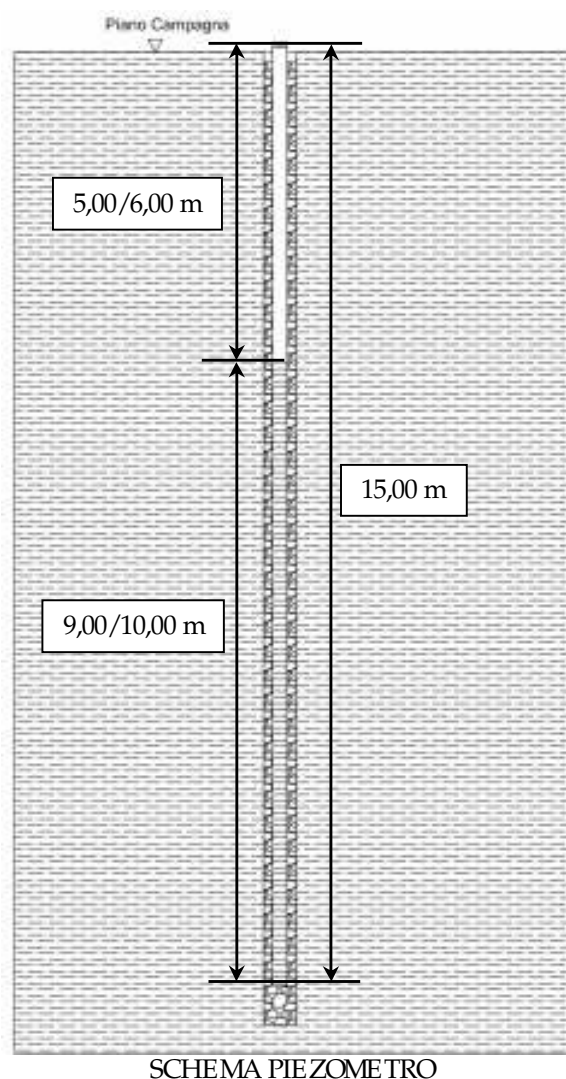
Come possiamo osservare dalla carta delle isofreatiche, con le quote rilevate il 19 maggio 2011, l'andamento dei flussi di falda è orientato dal Po di Volano verso lo stabilimento.

Dunque i flussi di falda al di sotto del sito in esame hanno direzione sud-ovest nord-est attribuendo quindi al fiume Po di Volano un carattere alimentante nei confronti della falda freatica.

2.2. Nuova rete di monitoraggio

La rete di monitoraggio precedentemente menzionata è stata ampliata con 11 nuovi piezometri GW1, GW3, GW4, GW5, GW6, GW7, GW8, GW9, GW10, GW11 e GW12 posizionati nell'intorno e dentro lo stabilimento spinti tutti fino a -15,00 m di profondità da p.c..

La nuova rete piezometrica montata nel sito in esame è caratterizzata da piezometri con tratto fessurato che va in alcuni da -5,00 m da p.c. in altri da -6,00 m da p.c. fino a -15,00 m da p.c..



Anche per questi nuovi piezometri si è provveduto ad eseguire una campagna topografica di quotatura delle bocche pozzo sempre riferite alla quota del ferro della guida del cancello come riportato nel rilievo di progetto di **FIGURA 2.1**.

In **Tabella 2.2** si riportano i dati con le quote di falda rilevate in data 03/11/2011.

Piano di riferimento			quota (m sullo zero di bonifica)		Quota da b.p. (m)	Quota assoluta 03/11/2011	Quota falda da p.c. (m)
19,15	piano St1	2,13	21,280				
		1,847	19,433	GW3	5,72	13,713	5,587
		1,98	19,300	p.c. GW3			
		2,13	19,150				
		1,64	19,640	GW1	6,01	13,630	6,220
		1,43	19,850	p.c. GW1			
		1,345	19,935	GW10	6,25	13,685	6,380
		1,215	20,065	p.c. GW10			
		0,73	20,550	GW8	6,9	13,650	7,095
		0,535	20,745	p.c. GW8			
	piano St2	1,42	22,165				
		1,647	20,518	GW9	6,87	13,648	7,157
		1,36	20,805	p.c. GW9			
		1,6	20,565	GW11	6,95	13,615	7,175
		1,375	20,790	p.c. GW11			
		1,672	20,493	GW6	6,9	13,593	7,229
		1,343	20,822	p.c. GW6			
	piano St3	1,575	22,397				
		1,92	20,477	GW5	6,9	13,577	7,157
		1,663	20,734	p.c. GW5			
	piano St4	1,461	22,195				
		1,667	20,528	GW12	6,95	13,578	7,137
		1,48	20,715	p.c. GW12			
	piano St5	1,862	22,339				
		1,68	20,659	GW7	7,06	13,599	7,188
		1,552	20,787	p.c. GW7			
	piano St6	1,534	22,321				
		1,642	20,679	GW4	7,07	13,609	7,173
		1,539	20,782	p.c. GW4			
Caposaldo 19,140	Ponte S. Giorgio						
		1,727	20,867				
		1,04	19,827	cordolo ponte	5,36	14,467	5,360

Tabella 2.2 - Letture rilevamento topografico – 03/11/2011

In **FIGURA 2.3** è riportata la carta delle isofreatiche dell'area con ubicati i nuovi piezometri, situati nell'intorno e dentro lo stabilimento, rilevati in data 03/11/2011, con isolinee distanziate di 0,05 m; le quote sono riferite al caposaldo consortile ufficiale utilizzato dal topografo Geom. Paolo Minghini.

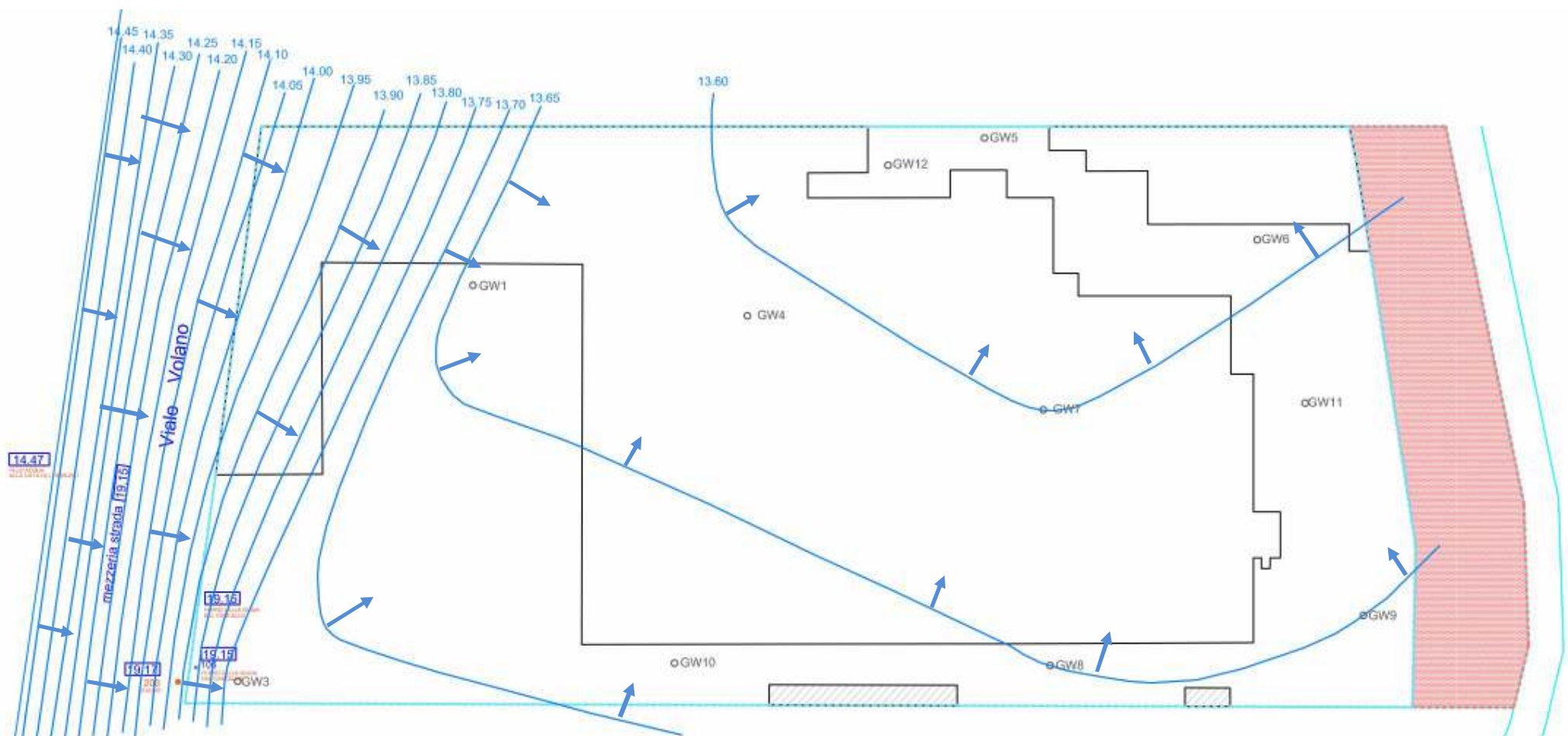


FIGURA 2.3 – Carta delle isofratte – 03/11/2011

In **Tabella 2.3** si riportano i dati con le quote di falda rilevate in data 17/01/2012.

Piano di riferimento		quota (m sullo zero di bonifica)		Quota da b.p. (m)	Quota assoluta 11/3/2011	Quota falda da p.c. (m)
19.15	piano St1	2.13	21.280			
		1.847	19.433	GW3	5.78	13.653
		1.98	19.300	p.c. GW3		5.647
		2.13	19.150			
		1.64	19.640	GW1	6.07	13.570
		1.43	19.850	p.c. GW1		6.280
		1.345	19.935	GW10	6.33	13.605
		1.215	20.065	p.c. GW10		6.460
		0.73	20.550	GW8	6.97	13.580
		0.535	20.745	p.c. GW8		7.165
	piano St2	1.42	22.165			
		1.647	20.518	GW9	6.93	13.588
		1.36	20.805	p.c. GW9		7.217
		1.6	20.565	GW11	7	13.565
		1.375	20.790	p.c. GW11		7.225
		1.672	20.493	GW6	6.96	13.533
		1.343	20.822	p.c. GW6		7.289
	piano St3	1.575	22.397			
		1.92	20.477	GW5	6.96	13.517
		1.663	20.734	p.c. GW5		7.217
	piano St4	1.461	22.195			
		1.667	20.528	GW12	7.01	13.518
		1.48	20.715	p.c. GW12		7.197
	piano St5	1.862	22.339			
		1.68	20.659	GW7	7.01	13.649
		1.552	20.787	p.c. GW7		7.138
	piano St6	1.534	22.321			
		1.642	20.679	GW4	7.14	13.539
		1.539	20.782	p.c. GW4		7.243
Caposaldo 19.140	Ponte S. Giorgio					
		1.727	20.867			
		1.04	19.827	cordolo ponte	5.49	14.337
						5.490

Tabella 2.3 - Letture rilevamento topografico – 17/01/2012

In **FIGURA 2.4** è riportata la carta delle isofreatiche con i dati rilevati in data 17/01/2012, con isolinee distanziate di 0,05 m; le quote sono riferite al caposaldo consortile ufficiale utilizzato dal topografo Geom. Paolo Minghini.

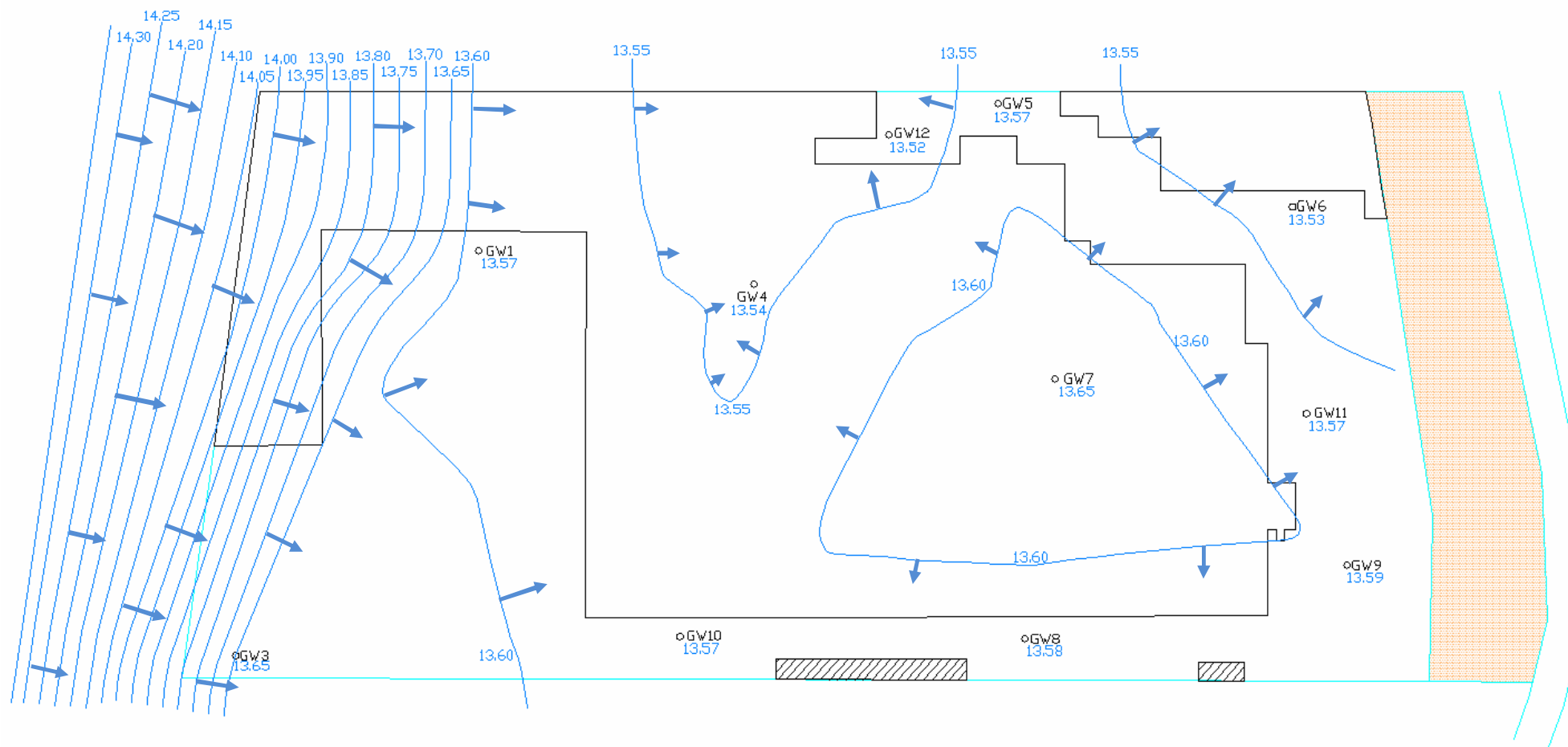


FIGURA 2.4 – Carta delle isofreatiche – 17/01/2012

In **Tabella 2.4** si riportano i dati con le quote di falda rilevate in data 29/03/2012.

Piano di riferimento		quota (m sullo zero di bonifica)		Quota da b.p. (m)	Quota assoluta 03/11/2011	Quota falda da p.c. (m)
19,15	piano St1	2,13	21,280			
		1,847	19,433	GW3	5,83	13,603
		1,98	19,300	p.c. GW3		5,697
		2,13	19,150			
		1,64	19,640	GW1	6,12	13,520
		1,43	19,850	p.c. GW1		6,330
		1,345	19,935	GW10	6,39	13,545
		1,215	20,065	p.c. GW10		6,520
		0,73	20,550	GW8	7,02	13,530
		0,535	20,745	p.c. GW8		7,215
	piano St2	1,42	22,165			
		1,647	20,518	GW9	7	13,518
		1,36	20,805	p.c. GW9		7,287
		1,6	20,565	GW11	7,06	13,505
		1,375	20,790	p.c. GW11		7,285
		1,672	20,493	GW6	7,015	13,478
		1,343	20,822	p.c. GW6		7,344
	piano St3	1,575	22,397			
		1,92	20,477	GW5	7,01	13,467
		1,663	20,734	p.c. GW5		7,267
	piano St4	1,461	22,195			
		1,667	20,528	GW12	7,06	13,468
		1,48	20,715	p.c. GW12		7,247
	piano St5	1,862	22,339			
		1,68	20,659	GW7	7,17	13,489
		1,552	20,787	p.c. GW7		7,298
	piano St6	1,534	22,321			
		1,642	20,679	GW4	7,19	13,489
		1,539	20,782	p.c. GW4		7,293
Caposaldo 19,140	Ponte S. Giorgio					
		1,727	20,867			
		1,04	19,827	cordolo ponte	5,38	14,447
						5,380

Tabella 2.4 - Letture rilevamento topografico – 29/03/2012

In **FIGURA 2.5** è riportata la carta delle isofreatiche con i dati rilevati in data 29/03/2012, con isolinee distanziate di 0,05 m; le quote sono riferite al caposaldo consortile ufficiale utilizzato dal topografo Geom. Paolo Minghini.

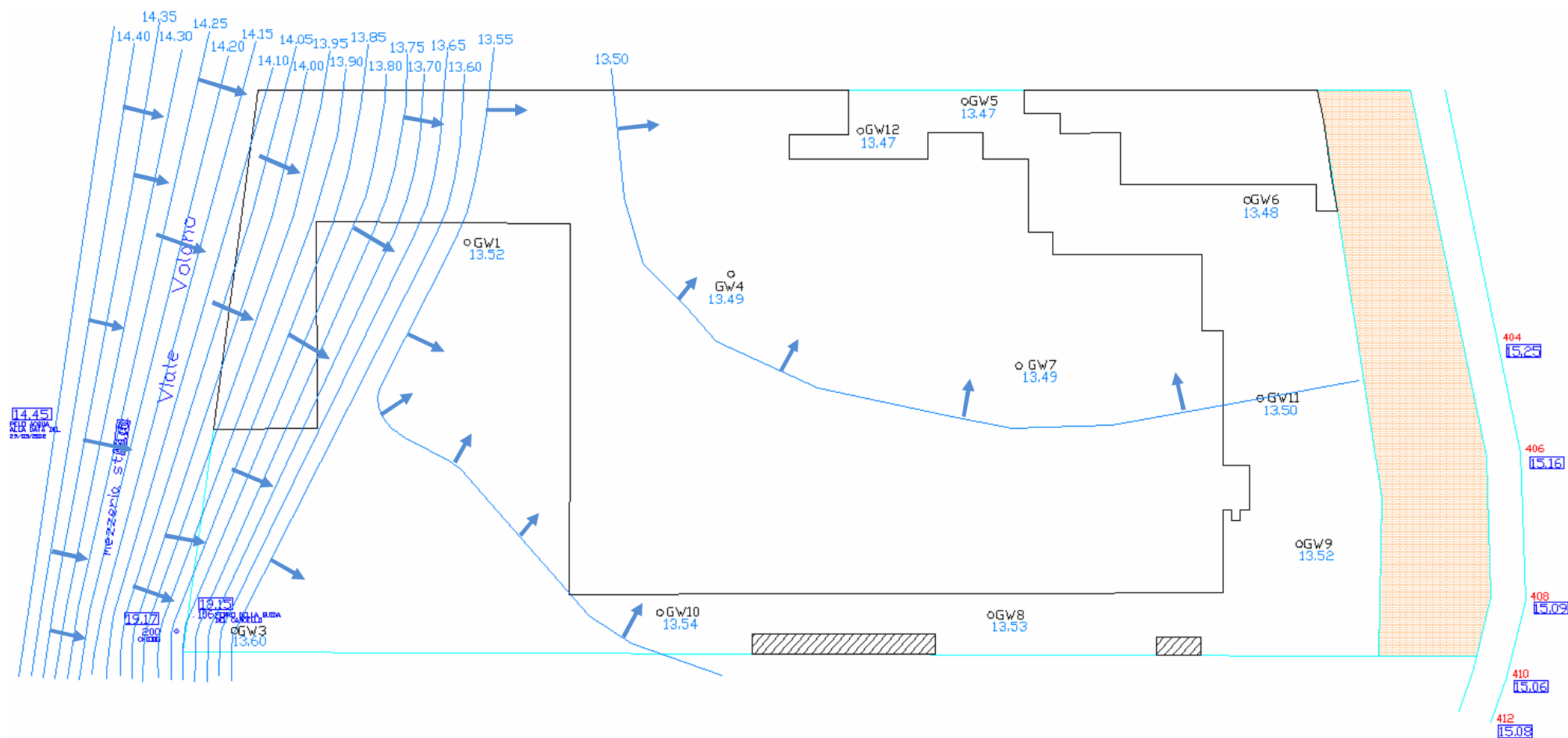


FIGURA 2.5– Carta delle isofreatiche– 29/03/2012

Le campagne di lettura nei piezometri sono avvenute in un particolare periodo caratterizzato da precipitazioni meteoriche eccezionalmente scarse; il monitoraggio dei livelli di falda verrà continuato con cadenza bimestrale, per verificare che le assunzioni fatte in queste relazioni non subiscano variazioni significative ai fini della realizzazione futura delle opere di progetto. Anche con l'ausilio di una rete di monitoraggio più densa di quella precedente si osserva come l'andamento freatico sia molto simile, con flussi di falda orientati sud-ovest nord-est; l'andamento freatico descrive il carattere alimentante del Po di Volano che dunque presenta quote superiori rispetto a quelle di falda rilevate all'interno dei piezometri verificando quanto affermato in precedenza con la precedente rete di monitoraggio.

2.3. Monitoraggio Fiume Po di Volano

Con i dati acquisiti sin ora si ricava che la quota del fiume Po di Volano risulta oscillare tra +14,34 a +14,47 m rispetto allo zero di bonifica in un intervallo di tempo compreso tra il 03 novembre 2011 e il 29 marzo 2012.

Dalle informazioni ottenute dal Servizio Tecnico di Bacino Po di Volano e della Costa si ricava che la quota media di navigazione del fiume è di +14,60 m rispetto allo zero di bonifica. Essa può subire oscillazioni tra valori minimi di +14,30 m e massimi di +15,00 m rispetto allo zero di bonifica.

In **Tabella 2.5** si riportano le quote relative al Po di Volano, rispetto lo zero quotato da ARPA nel 2005:

Fiume Po di Volano	Quota (m)
Quota di Navigazione	+14,60
Quota minima invernale	+14,30
Quota di scolo massima	+15,00
Quota massima piena storica	+15,65
Quota Po di Volano in data 03/ 11/ 2011	+14,47
Quota Po di Volano in data 17/ 01/ 2012	+14,34
Quota Po di Volano in data 29/ 03/ 2012	+14,45

(N.B. il punto di riferimento è lo zero di Arpa del 2005)

Tabella 2.5 - Quote Po di Volano e quote di falda

Da sottolineare un evento storico eccezionale piuttosto recente: nel maggio 1996 il Po di Volano ha raggiunto quota +15,65 m sullo zero di bonifica.

In **FIGURA 2.6** è riportato uno schema sintetico delle oscillazioni che caratterizzano il Po di Volano.

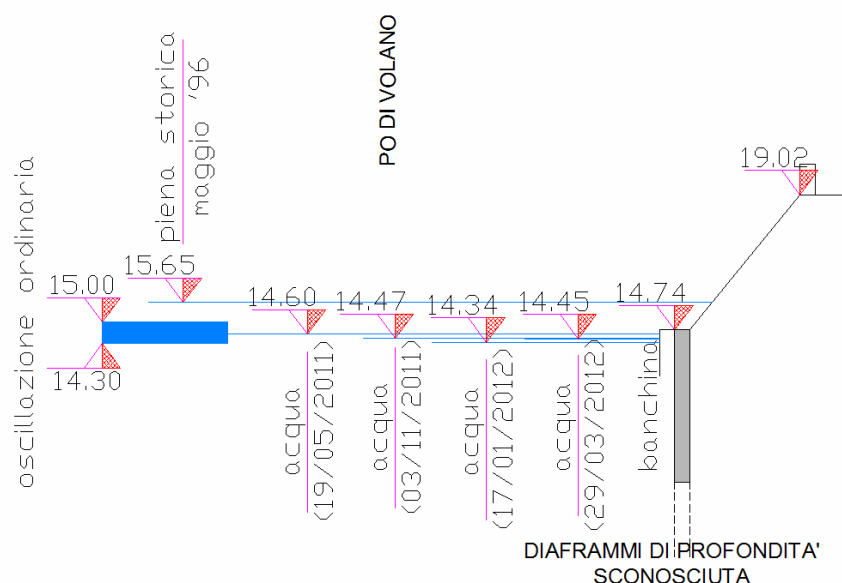


FIGURA 2.6 – Oscillazioni significative del fiume Po di Volano

2.4. Rapporto tra scavo di progetto e falda freatica

I rapporti tra lo stato di fatto, lo stato di progetto e gli scavi di cantiere sono riportati in **Tabella 2.6** dove vengono menzionate le quote di scavo del piano interrato per il progetto in esame, le escursioni massime tra le quote dei livelli freatici rilevati nel corso del monitoraggio tra il 2011 e il 2012 e le quote del fiume Po di Volano.

	Quota (m) 03/11/2011	Quota (m) 17/01/2012	Quota (m) 29/03/2012
Variazioni delle quote di falda rilevate in sito	+13,577/+13,713	+13,517/+13,653	+13,467/+13,603
Quota Po di Volano	+14,47	+14,47	+14,45
Massima quota di scavo	+15,07		

(N.B. il punto di riferimento è lo zero di Arpa del 2005)

Tabella 2.6 – Quote utili per caratterizzare il progetto in esame

In **FIGURA 2.7** si riporta uno stralcio della TAVOLA J05_A “SEZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA” allegata a questa relazione che mostra in dettaglio tutte le quote assolute significative di tale progetto, le oscillazioni dei livelli freatici nei diversi periodi di monitoraggio, la stratigrafia al di sotto del sito e la sezione di progetto.

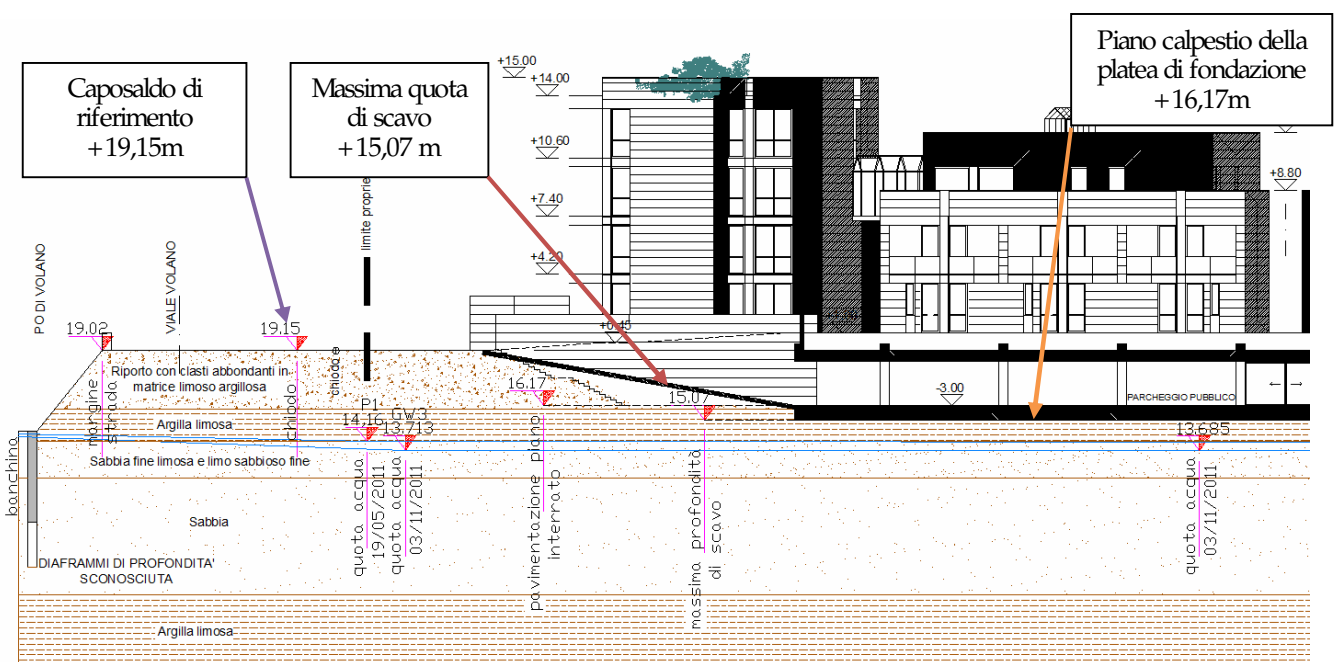


FIGURA 2.7 – Stralcio della sezione idraulica ed idrogeologica sovrapposta alla sezione di progetto

Come si può osservare tutte le quote assolute di questo progetto assumono una diminuzione di 0,83 m rispetto alla precedente relazione, mentre le quote relative rispetto lo zero assunto di cantiere, rimangono ovviamente le stesse, sono cambiate le quote assolute. E' cambiato il caposaldo a cui il topografo lo ha ancorato.

Lo zero di cantiere sarà assunto sul chiodo di quota +19,15 m rispetto allo zero di bonifica, quindi tutte le quote del nuovo progetto saranno riferite a tale punto.

Il piano di calpestio della platea di fondazione è a -3,00 m dallo zero di cantiere e a -16,17 m rispetto allo zero di bonifica.

Come possiamo osservare dalla Tav. J05_A “sezione idraulica ed idrogeologica” realizzata, i livelli monitorati tra il 2011 e il 2012, all'interno dei diversi piezometri presenti in sito e del fiume Po di Volano, sono tutti più bassi rispetto alla quota di scavo massima del piano interrato di progetto. Quindi non si presenta interazione tra il livello freatico e la quota di scavo massima.

Le campagne di lettura nei piezometri sono avvenute in un particolare periodo caratterizzato da precipitazioni meteoriche eccezionalmente scarse; il monitoraggio dei livelli di falda verrà continuato con cadenza bimestrale, per verificare che le assunzioni fatte in queste relazioni non subiscano variazioni significative ai fini della realizzazione futura delle opere di progetto.

Con i dati ora in possesso si può affermare che il fiume Po di Volano è alimentante la falda freatica che subisce un flusso da sud-ovest verso nord-est, con gradiente idraulico i pari a:

$$i = DH/L$$

Dove:

DH è la differenza di quota tra i due punti considerati

L è la distanza tra i due punti.

$$i_{P1-P2} = (14,160 - 14,091) / 105 = 6,57 \cdot 10^{-4}$$

Questo è il gradiente idraulico riferito al tratto di terreno tra il piezometro P1 e P2 rilevati in data 19 maggio 2011.

Di seguito si riporta il gradiente idraulico i del tratto compreso tra il fiume Po di Volano e il piezometro GW3 e di quello tra il piezometro GW3 e il GW9 con i valori rilevati il 03/11/2011.

$$i_{Po-GW3} = (14,467 - 13,713) / 21 = 3,6 \cdot 10^{-2}$$

$$i_{GW3-GW9} = (13,713 - 13,648) / 114 = 5,7 \cdot 10^{-4}$$

Il gradiente idraulico del tratto compreso tra il fiume Po di Volano e il piezometro GW3 è sfalsato dalla presenza del diaframma presente al di sotto della banchina del fiume; quindi è calcolato come se non ci fosse, ma la lunghezza del percorso di filtrazione abbassa di molto il gradiente reale.

Di seguito è stato di nuovo calcolato il gradiente idraulico i con i valori rilevati il 29/03/2012.

$$i_{Po-GW3} = (14,447 - 13,603) / 21 = 4,0 \cdot 10^{-2}$$

$$i_{GW3-GW9} = (13,603 - 13,518) / 114 = 7,4 \cdot 10^{-4}$$

I valori calcolati per i diversi periodi di monitoraggio presentano lo stesso ordine di grandezza e quindi si possono prendere come rappresentativi del sito allo studio.

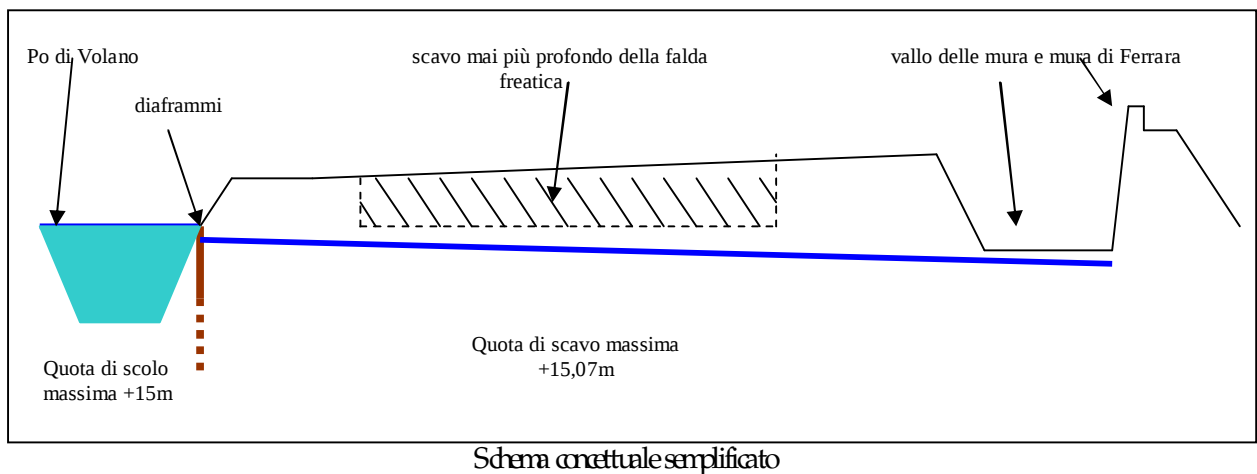
Il massimo funzionale del sistema idraulico va da +14,30 m a +15,00 m rispetto allo zero di bonifica.

Le incognite nell'analisi di questa verifica sono:

- non è disponibile il dato sulla profondità delle palancole di sostegno della banchina del fiume Po di Volano, che tra l'altro ha le sponde rivestite in c.a. per cui è difficile che per il tempo di una piena del canale si possano avere significative infiltrazioni di acqua nei terreni circostanti. La stratigrafia ricavata dalla CPT1, e dai sondaggi eseguiti evidenzia che da -3,00 m dal p.c. fino a -5,00 m dal p.c., ovvero fino a quota +14,17 m rispetto allo zero di bonifica sono presenti terreni poco permeabili con molta matrice argillosa. Anche le sottostanti sabbie sono molto fini e addensate, ed hanno quindi coefficienti di

permeabilità relativamente bassi. Lo stato di conservazione delle sponde in c.a. del fiume Po di Volano è buono. Non è noto lo stato di conservazione dei diaframmi che sostengono tali sponde. Non ci sono evidenze che possano dare indizi a favore o a sfavore.

- Lo schema concettuale semplificato è riportato di seguito:



In condizioni ordinarie non vi è interazione tra lo scavo e la falda freatica alimentata dal fiume Po di Volano, per cui lo scavo avviene in sicurezza rispetto al rischio di infiltrazione di acque e rispetto al rischio di sifonamento.

In ogni caso, valutate le circostanze al contorno, i modesti dislivelli che si verrebbero a creare in caso di piena del fiume Po di Volano, considerate le palancole che sostengono le sponde in c.a. impermeabili del fiume, si può constatare la sicurezza idraulica dell'intervento di progetto, anche nelle condizioni eccezionali di quota del canale a +15,65 m rispetto allo zero di bonifica; negli scavi non sarà comunque prevista la presenza di acqua di infiltrazione.

La quota della falda freatica sino ad ora monitorata è inferiore alla massima quota di scavo in corrispondenza delle travi rovesce che costituiscono la nervature della platea al di sotto dei muri di sostegno. Gli scavi si manterranno a circa 90 cm al di sopra della massima quota di falda registrata.

2.5. Aspetti geochimici

Per gli aspetti geochimici del sito allo studio si demanda al "Rapporto finale piano di caratterizzazione e modello concettuale" approvato dalla conferenza dei servizi relativo all'analisi di rischio, riportato in allegato di suddetta relazione.

3. APPROFONDIMENTI SUGLI EFFETTI DI SITO SISMICI

Prova penetrometrica statica con punta elettrica

Lo scrivente ha effettuato una prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1 spinta alla profondità di 30,96 m da p.c., con rif.U 04-12.

L'esecuzione della prova penetrometrica statica, è avvenuta con un Penetrometro Statico Olandese tipo Gouda (tipo meccanico), con dispositivo idraulico di spinta da 12 t fornito di punta elettrica con piezocono e sismocono. Si allegano i diagrammi delle resistenze dal cui confronto si possono evincere le differenze di comportamento dei terreni nei vari strati incontrati; le interpretazioni litologiche in base alle valutazioni stratigrafiche fornite da Douglas-Olsen (1981), Robertson-Campanella (1983) e Olsen-Farr (1986). Le caratteristiche geotecniche dei terreni ricavate dai risultati della penetrometria statica sono riportate in tabella parametri geotecnici. Nelle tabelle viene fatta distinzione fra i terreni di natura coesiva e quelli di natura granulare. Per i terreni di natura coesiva vengono riportati, i valori di resistenza all'infissione della punta del penetrometro q_c (MPa), la resistenza laterale F_s (MPa), il peso di volume γ' (kN/m³), la coesione non drenata C_u (kPa), il grado di sovraconsolidazione OCR, dei moduli di deformazione non drenati E_{u50} (MPa) corrispondenti rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50 e 25 %, del modulo di deformazione edometrico M_o (MPa). Per i terreni di natura granulare vengono riportati, i valori di resistenza all'infissione della punta del penetrometro q_c (MPa), la resistenza laterale F_s (MPa), la densità relativa D_r (%), dell'angolo di attrito interno efficace ϕ' (°), i moduli di deformazione drenati E'_{25} (MPa) e del modulo di deformazione edometrico M_o (MPa).

Pagina		1 di 2		PARAMETRI GEOTECNICI																	
-Committente		Imm. ADELE												-Prova n°		SCPTU1					
-Cantiere		Ferrara												-Data prova		13/09/2012					
-Quota p.c.		9,50 m s.l.m.												-Prof. preforo		3,00 m					
-Livello di falda		5,00 m da p.c.												-Prof. finale		30,98 m					
DA	A	MATERIALI COESIVI										MATERIALI GRANULARI									
		qcm	fcm	deltaU	Int.	Peso Vol.	Cu (qc)	Cu (U)	OCR (qc)	OCR (U)	M _u	E _{u50}	CR	Dr	F ₅₀	ITS _{sch}	E ₂₅	M _u			
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	MPa/m ³	KPa	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(%)	(°)	MPa	MPa			
0,0	3,5	0,61	0,01	0,00	SPORT	18,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
3,5	4,9	1,20	0,05	0,00	LAS	18,15	68	-	5	-	4,39	22,28	0,14	<20	29	29	32	35	5,17	8,28	
4,9	7,1	4,88	0,03	0,03	SL	19,00	-	-	-	-	-	-	-	35	32	33	36	38	41	12,18	19,45
7,1	13,4	8,90	0,04	0,00	S	20,00	-	-	-	-	-	-	-	53	34	35	38	40	42	22,31	35,07
13,4	17,0	1,30	0,05	0,28	AL	20,00	64	30	2	5	4,53	36,36	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-
17,0	19,8	0,68	0,05	-0,07	SL	19,00	-	-	-	-	-	-	-	33	30	32	35	38	40	17,20	27,43
19,8	22,7	2,15	0,08	0,26	L	20,00	95	31	2	6	6,19	49,75	0,28	<20	25	26	30	33	37	6,40	10,24
22,7	23,9	5,33	0,05	-0,08	SL	19,00	-	-	-	-	-	-	-	25	28	30	33	36	39	13,47	21,55
23,9	24,3	10,68	0,00	-0,05	S	20,00	-	-	-	-	-	-	-	48	32	34	37	39	41	28,09	39,35
24,3	26,5	1,31	0,03	0,63	A	17,50	95	64	1	2	4,58	33,01	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-
26,5	27,5	3,74	0,09	-0,09	SL	19,00	-	-	-	-	-	-	-	<20	25	28	32	35	38	9,58	15,29
27,5	29,5	10,48	0,05	-0,11	S	20,00	-	-	-	-	-	-	-	43	31	34	36	39	41	26,62	39,79
29,5	31,8	1,68	0,07	0,55	A	17,50	80	96	1	3	5,60	40,38	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-

Stratigrafia geotecnica semplificata

La prova penetrometrica eseguita all'interno dell'area in esame mostra quindi:

- da p.c. fino a -3,50 m da p.c. terreni di riporto con valori di resistenza alla punta medi R_p di 6,1 kg/cm²;
- da -3,50 m da p.c. fino a -4,90 m da p.c. terreni prevalentemente coesivi consistenti con valori di resistenza alla punta medi R_p di 12,0 kg/cm²;
- da -4,90 m da p.c. fino a -7,10 m da p.c. terreni prevalentemente granulari moderatamente addensati con valori di resistenza alla punta medi R_p di 48,6 kg/cm²;
- da -7,10 m da p.c. fino a -13,60 m da p.c. terreni prevalentemente granulari moderatamente addensati con valori di resistenza alla punta medi R_p di 89,0 kg/cm²;
- da -13,60 m da p.c. fino a -17,00 m da p.c. terreni prevalentemente coesivi consistenti con valori di resistenza alla punta medi R_p di 13,0 kg/cm²;
- da -17,00 m da p.c. fino a -19,00 m da p.c. terreni prevalentemente granulari moderatamente addensati con valori di resistenza alla punta medi R_p di 68,8 kg/cm²;
- da -19,00 m da p.c. fino a -22,70 m da p.c. terreni prevalentemente coesivi consistenti con livelli decimetrici di terreni granulari poco addensati con valori di resistenza alla punta medi, R_p , di 21,5 kg/cm²;
- da -22,70 m da p.c. fino a -23,90 m da p.c. terreni prevalentemente granulari moderatamente addensati con valori di resistenza alla punta medi R_p di 53,3 kg/cm²;
- da -23,90 m da p.c. fino a -24,90 m da p.c. terreni prevalentemente granulari moderatamente addensati con valori di resistenza alla punta medi R_p di 108,9 kg/cm²;
- da -24,90 m da p.c. fino a -26,50 m da p.c. terreni prevalentemente coesivi consistenti con valori di resistenza alla punta medi R_p di 13,1 kg/cm²;
- da -26,50 m da p.c. fino a -27,50 m da p.c. terreni prevalentemente granulari poco addensati con valori di resistenza alla punta medi R_p di 37,4 kg/cm²;
- da -27,50 m da p.c. fino a -29,50 m da p.c. terreni prevalentemente granulari moderatamente addensati con valori di resistenza alla punta medi R_p di 104,8 kg/cm²;
- da -29,50 m da p.c. fino a -30,96 m da p.c. (massima profondità d'investigazione) terreni prevalentemente coesivi consistenti con valori di resistenza alla punta medi R_p di 16,8 kg/cm².

In **FIGURA 3.1**, e **3.2** sono riportate rispettivamente l'ubicazione della prova svolta e il diagramma di resistenza della prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1.

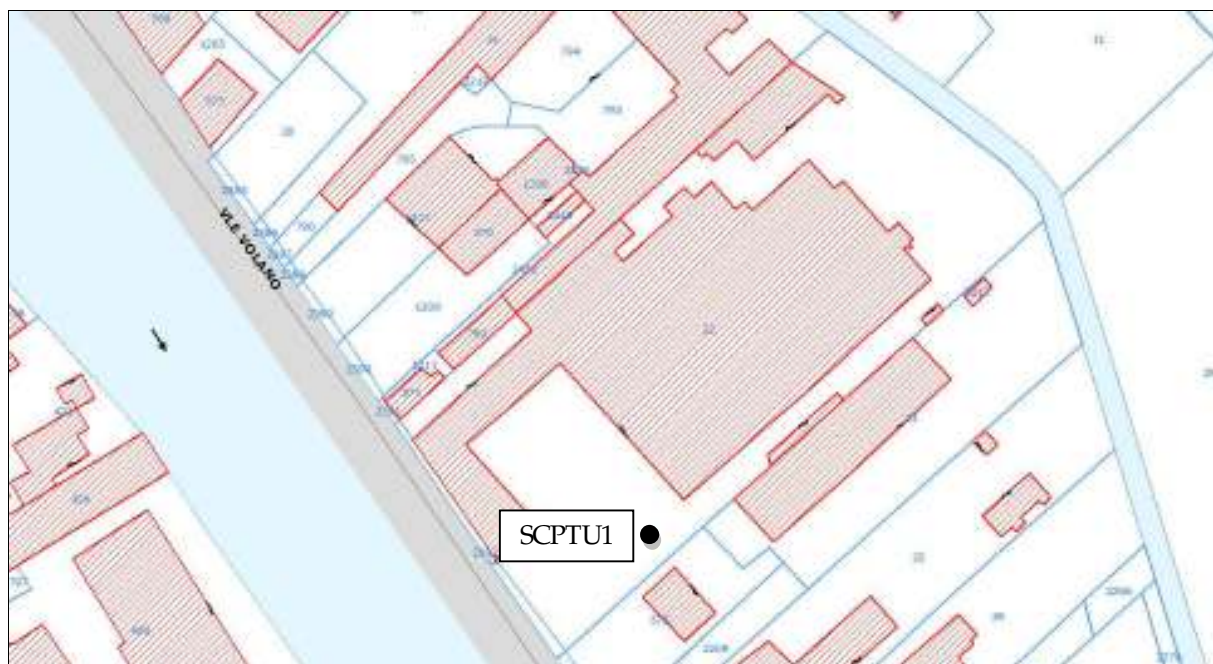


FIGURA 3.1– Ubicazione della prova SCPTU1

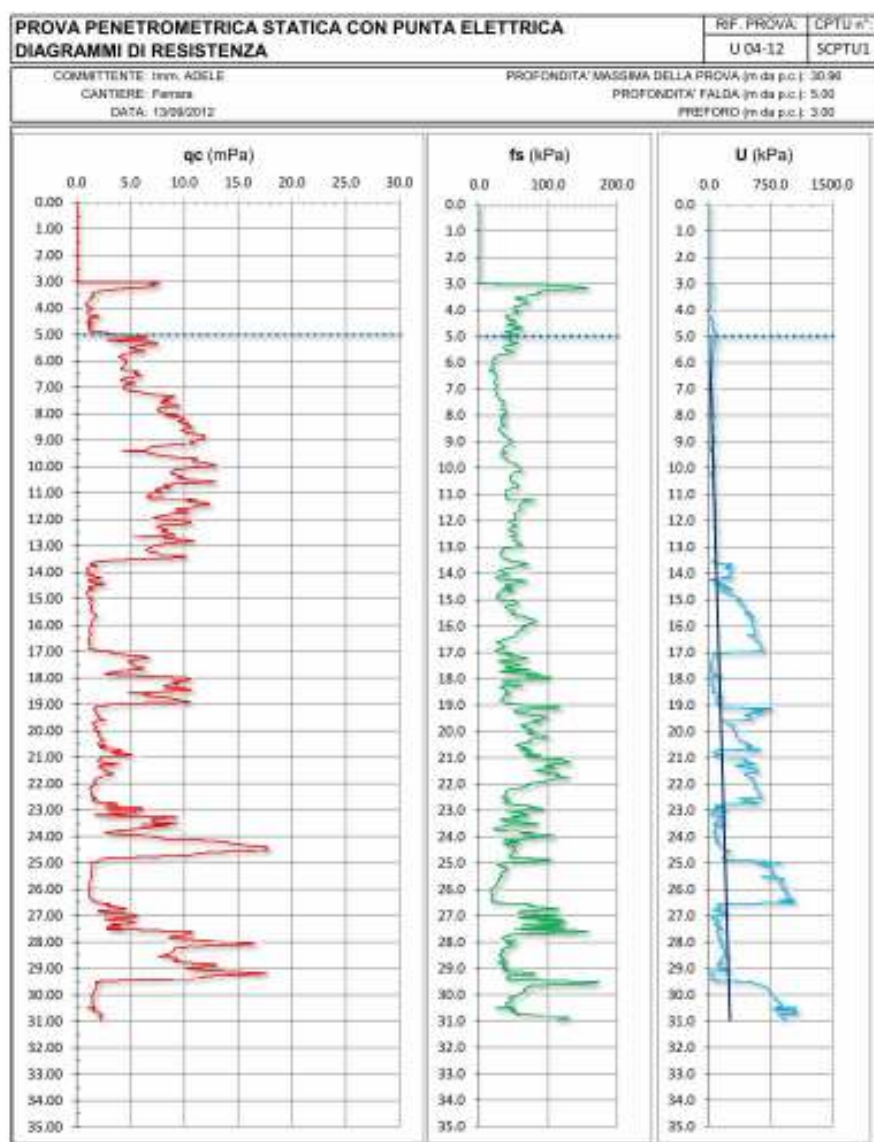


FIGURA 3.2– Diagramma di resistenza della prova penetrometrica statica con punta elettrica

3.1. RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Prova sismica SCPTU (Sismotono)

La prova consiste nell'inserire sulla punta elettrica della prova penetrometrica elettrica dei ricevitori (geofoni) che con opportuna strumentazione e una sorgente di onde in superficie possono essere misurati, a profondità diverse, in questo caso ogni metro, i tempi di arrivo delle onde sismiche fra la superficie (sorgente) ed i ricevitori (in profondità), analogamente a quanto avviene con il metodo geofisico cosiddetto "downhole".

La punta utilizzata prende il nome di Piezocono G1-CPL2IN.

Le onde sismiche di taglio vengono generate attraverso un apposita trave (FIGURA 3.3) appoggiata in aderenza al terreno che viene colpita con una massa battente da 5Kg, trasmettendo le onde al terreno che si propagano fino a raggiungere il geofono collocato vicino alla punta ad una distanza di 20cm.



FIGURA 3.3 – Trave e mazzetta

La punta è connessa, mediante un cavo passante in tutte le aste, ad una centralina sismica (FIGURA 3.4) di acquisizione dati che restituisce attraverso pc e apposito software i relativi diagrammi dell'arrivo delle onde sismiche.

Una volta elaborati tali diagrammi si ottengono i tempi di arrivo, degli strati attraversati, delle onde sismiche di taglio che si propagano nel terreno.



FIGURA 3.4 – Centralina sismica

In FIGURA 3.5 è rappresentato uno schema semplificato di come avviene la prova SCPTU.

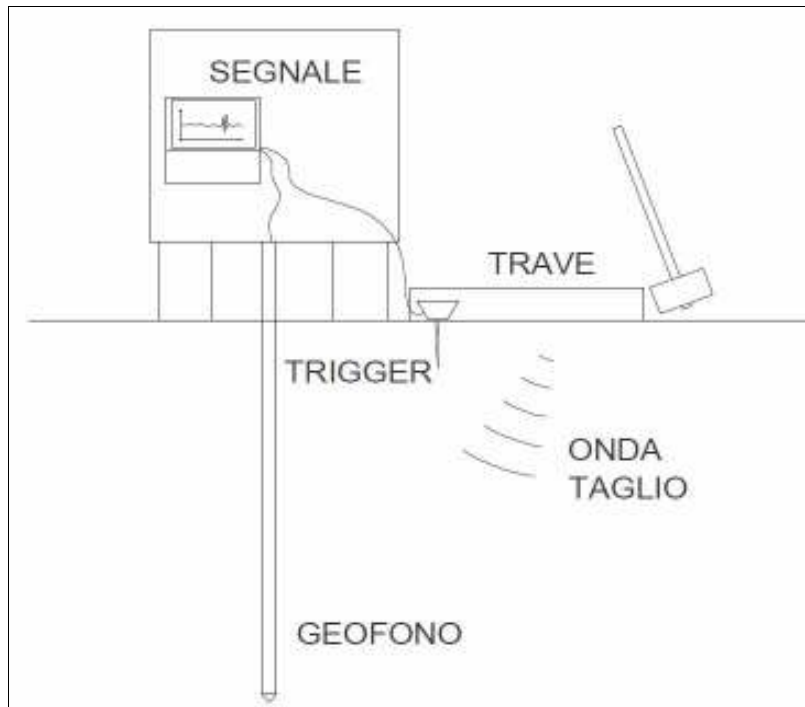


FIGURA 3.5 – Rappresentazione grafica della prova penetrometrica con piezometro sismico

In base ai tempi di arrivo conoscendo la distanza tra la sorgente ed il ricevitore si può calcolare la velocità delle onde sismiche ed in particolare delle onde di taglio (V_s).

La categoria di suolo dipende dal valore di V_{s30} . Il parametro V_{s30} rappresenta la media ponderata dei valori delle velocità dell'onda di taglio "S" nei primi 30 m di sottosuolo indagato, matematicamente espressa da (eq. 1):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

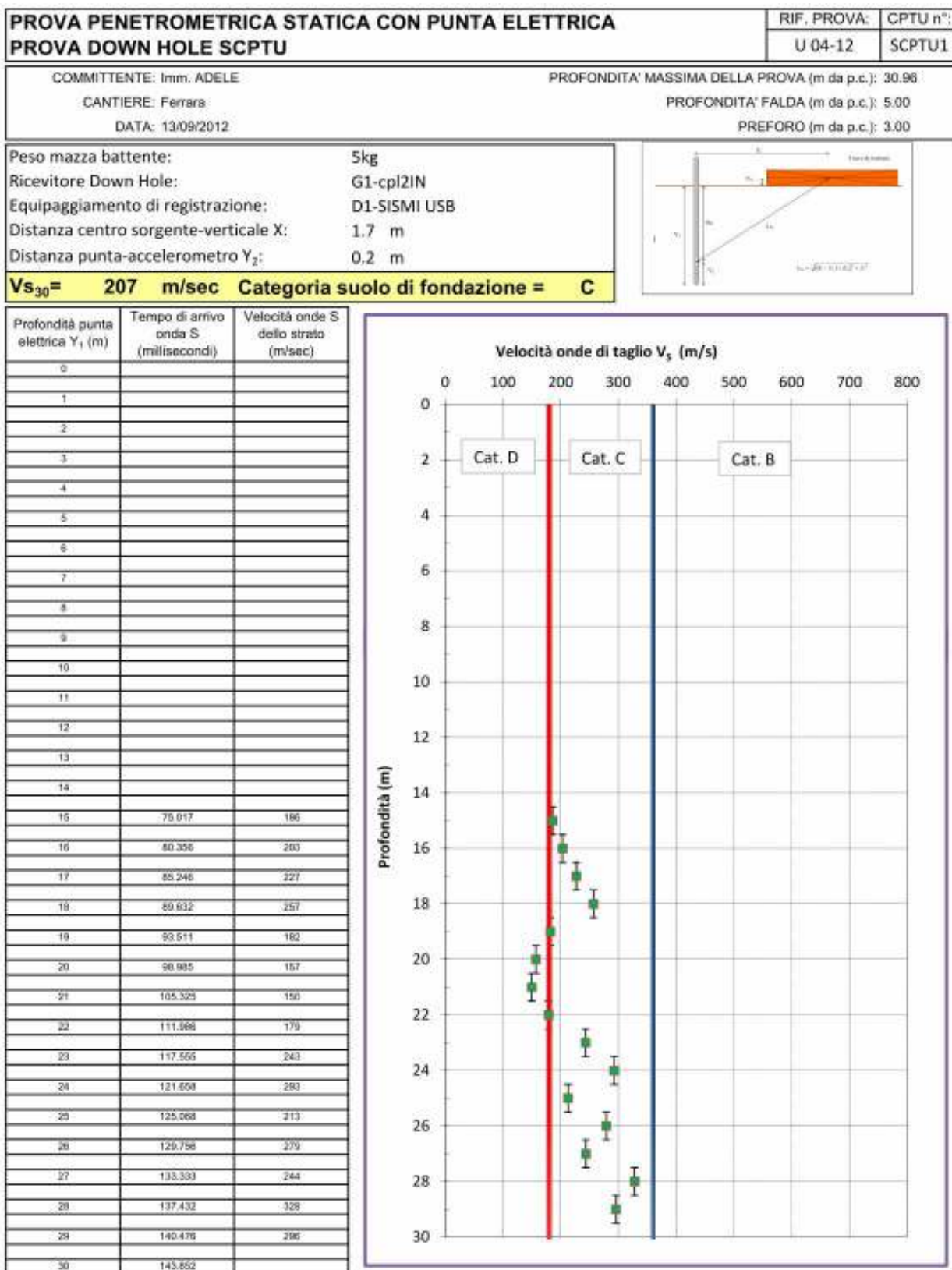
Dove:

- V_{s30} : velocità media ponderata delle onde di taglio "S",
- h_i : spessore dello strato i -esimo,
- v_i : velocità delle onde di taglio "S" nello strato i -esimo.

Il valore di V_{s30} viene di seguito calcolato attraverso la prova penetrometrica elettrica con sismocono SCPTU1 con rif. U04-12, che raggiunge la profondità di -30,96 m da p.c..

Si ricorda che la V_{s30} va calcolata dal piano di posa della fondazione.

Di seguito si riporta l'elaborazione della prova SCPTU1 realizzata in sito con riportato il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio alle diverse profondità rilevate ogni metro.

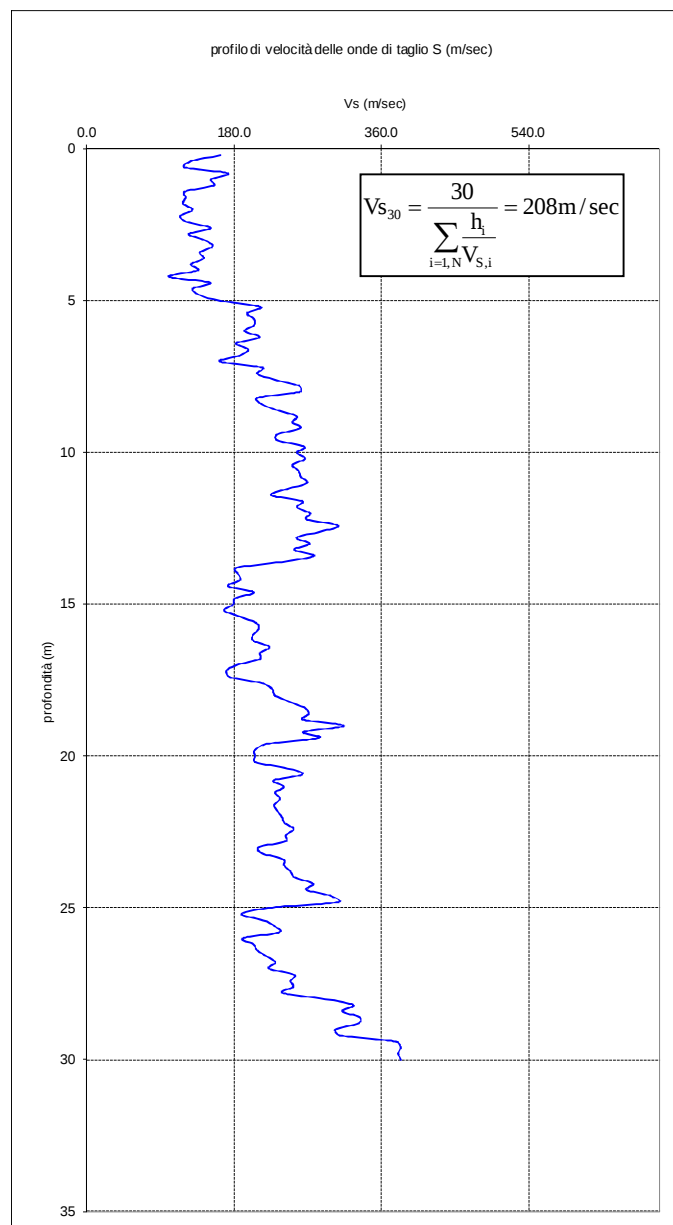


Il valore di Vs₃₀ calcolato risulta: Vs₃₀ = 207 m/s e quindi conferma la Categoria di suolo della precedente relazione cioè C.

Vs30 = 207 m/ s Categoria di suolo C

Questo è un valore puntuale misurato attraverso la prova SCPTU1 (che è una prova downhole) ed è quindi di elevata qualità ed affidabilità; comparando tale dato, ottenuto in sito, con le correlazioni fatte nella precedente relazione di modellazione geologica e geotecnica è possibile osservare che portano al medesimo risultato.

- V_{S30} ottenuta mediante la realizzazione della prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono CPT3 $\longrightarrow$ 207 m/s.
- V_{S30} ottenuta mediante correlazione di Andrus attraverso la prova penetrometrica statica a punta meccanica CPT3 $\longrightarrow$ 208 m/s.



Profilo di V_{S30} ottenuto mediante correlazione tra V_s e R_p nella prova penetrometrica statica a punta meccanica CPT1

3.2. VERIFICA DELLA RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE

L'obiettivo della riduzione del rischio sismico passa anche per l'analisi delle componenti territoriali che possono innescare fenomeni negativamente impattanti con le strutture antropiche e la loro sicurezza. Vale

comunque la pena evidenziare che laddove sono presenti i caratteri predisponenti, non è detto che si possano realizzare le condizioni di cause scatenanti; ovvero un terreno sabbioso può avere tutti i requisiti granulometrici e di addensamento per liquefarsi, ma nell'area non si verificherà un sisma con energia sufficiente ad indurre liquefazione.

In particolare vengono ritenuti motivi di esclusione dalla verifica a liquefazione, la verifica di almeno una di queste circostanze:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo di momento M_w inferiore a 6 e durata inferiore a 15 sec. ("La Liquefazione del terreno in condizioni sismiche" – Crespallani, Nardi, Simoncini – Zanichelli 1988).

2. Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni free-field minori di 0,1g;

3. Accelerazioni massime al piano campagna in condizioni free-field minori di 0,15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:

- -frazione di fine, FC, superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
- $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
- $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

Dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella **FIGURA 3.6** da distinguere i materiali in funzione del coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ o $U_c > 3,5$.

5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15m dal piano campagna.

6. Copertura di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3m, oppure con spessore maggiore di 5m per magnitudo maggiori di $M > 7$.

7. Un ulteriore motivo di esclusione dalla verifica di liquefazione è dato dal valore della **densità relativa** D_r del deposito. Gibbs ha eseguito diversi studi su risultati di vari autori stabilendo che una densità relativa pari a 70% è valore limite tra terreni liquefacibili e non liquefacibili (Manuale di geotecnica per l'ingegneria civile' di Nunziante Marino, Maggioli Editore, 2006), di conseguenza tutti i terreni con $D_r > 70\%$ vengono automaticamente esclusi dalla verifica alla liquefazione.

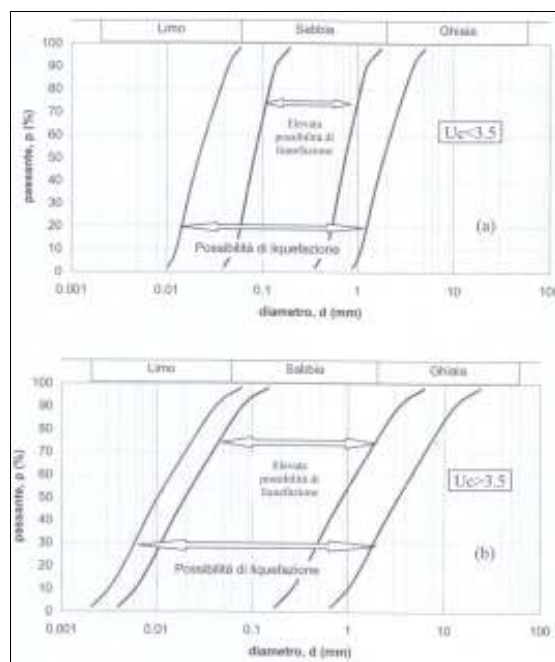


FIGURA 3.6 - Fasi granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno

Per la verifica della liquefazione delle sabbie si è fatto riferimento alla prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1, spinta fino alla profondità di -30,96 m da p.c., con rif.U04-12.

È stato utilizzato un software di calcolo che analizzando ogni strato da 2 cm individuato dalla prova CPTU, ne verifica la potenzialità di liquefazione.

I dati di input che caratterizzano le energie sismiche adottate sono (come da relazione J01 di modellazione geologica-sismica, idrogeologica ed analisi geotecnica del terreno:

- $A_g = 0,136 \text{ g} \times 1,49 = 0,20\text{g}$
- $M_w=5,9$

Utilizzando i dati di input (secondo il D.M. 14 gennaio 2008) visualizzati in FIGURA 3.7, se ne deduce che nell'area di studio il fenomeno della liquefazione è un effetto di sito atteso.

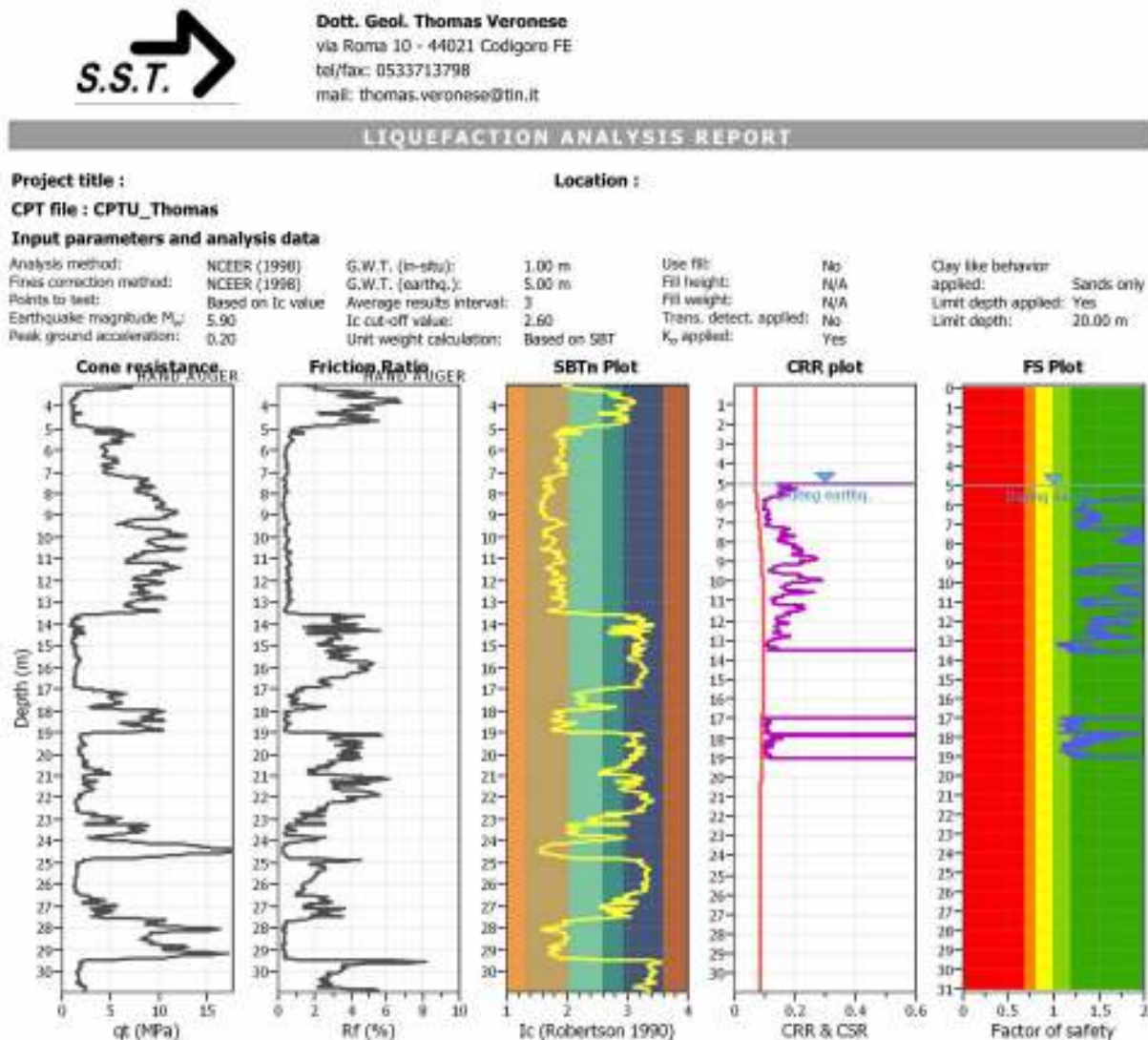


FIGURA 3.7– Dati input e metodi di calcolo adottati – CPTU

In FIGURA 3.8, si riporta un diagramma CSR, qc_1N_{cs} , in cui si schematizzano i comportamenti di liquefazione e non liquefazione degli strati esaminati.

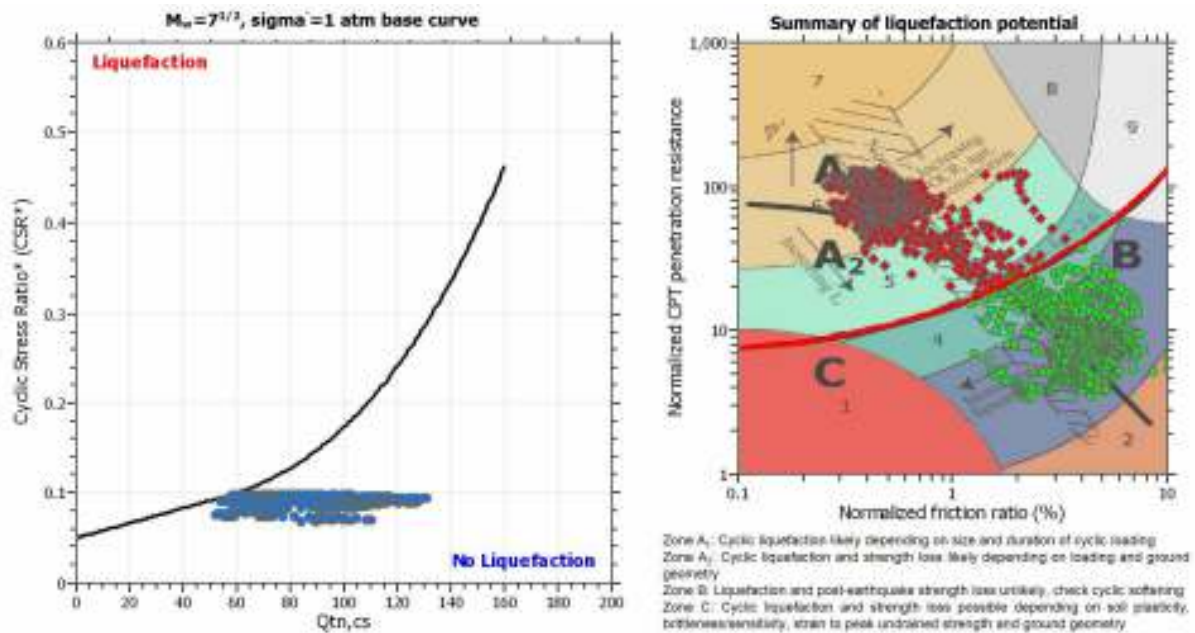


FIGURA 3.8 – Diagramma di liquefazione da software CLiq vers. 1.4.1.22

Dei calcoli effettuati si riporta solo la sintesi dei risultati finali.

Inoltre è stato verificato l'indice del potenziale di liquefazione, I_L , definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz,$$

in cui z è la profondità dal piano di campagna in metri e $w(z)=10-0.5z$

Ad una quota z il fattore $F(z)=F$ vale:

$$F = 1 - F_L \text{ se } F_L \leq 1.0$$

$$F = 0 \text{ se } F_L > 1.0$$

dove F_L è il fattore di sicurezza alla liquefazione alla quota considerata.

Con il software si calcola nei primi 20,00 m da p.c. per la SCPTU il valore del potenziale di liquefazione per tutti gli strati incoerenti (Metodo Iwasaki).

In base alle **Tabelle 3.1 e 3.2** l'indice del potenziale di liquefazione risulta nullo, quindi non liquefacibile.

Potenziale Liquefazione I_{PL}	Classificazione
$I_{PL} = 0$	Non liquefacibile
$0 < I_{PL} \leq 2$	Basso
$2 < I_{PL} \leq 5$	Moderato
$5 < I_{PL} \leq 15$	Alto
$I_{PL} \geq 15$	Molto Alto

Tabella 3.1 – Classificazione indice potenziale liquefazione

	Potenziale Liquefazione I_{PL}
SCPTU1	0,00

Tabella 3.2 – Indice potenziale liquefazione calcolato per la SCPTU

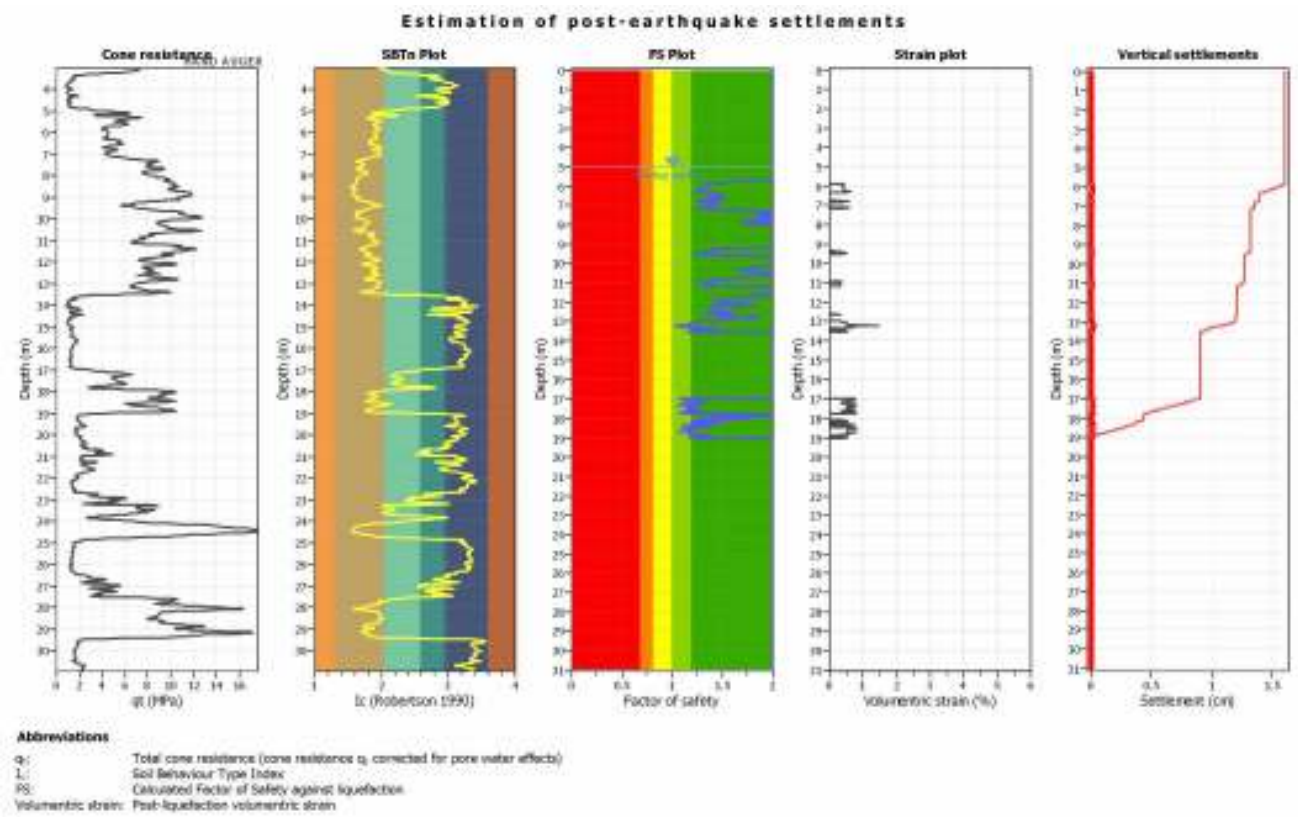
3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI NEI TERRENI GRANULARI

Dell'elaborazione completa dei cedimenti post sismici si riporta solo il risultato finale. Sono stati stimati i cedimenti postsismici nei banchi sabbiosi rilevati con la prova SCPTU1 di riferimento. E' stato dunque utilizzato lo stesso software di analisi con cui si sono valutati i terreni per strati da 20 cm individuati dalla prova SCPTU1.

Dalle elaborazioni, si ricava che con una Magnitudo di 5.90, non sono presenti livelli con un fattore di resistenza alla liquefazione inferiore a 1,00 (EC-8), non determinando dunque cedimenti post sismici (Tabella 3.3).

	Cedimenti (cm) PGA = 0,20
SCPTU1	0,00

Tabella 3.3 – Cedimenti post-sismici



4. CONCLUSIONI

- Questa relazione di modellazione geologica-sismica ed idrogeologica denominata J05 va ad integrare la relazione J01 di "MODELLAZIONE GEOLOGICA-SISMICA, IDROGEOLOGICA ed ANALISI GEOTECNICA DEL TERRENO" attraverso la nuova rete di monitoraggio ed i nuovi dati acquisiti in sito fino ad ottobre 2012 per il piano di caratterizzazione definitivo e un'indagine sismica SCPTU1 per le analisi di resistenza alla liquefazione delle sabbie.

- In data 25/10/2011 è stato realizzato e fornito il nuovo rilievo topografico del sito di intervento realizzato dal Geom. Paolo Minghini di Ferrara. Tale rilievo ha mostrato una differenza di quota di 0,83 m rispetto al precedente rilievo utilizzato per redigere la precedente relazione. La quota del binario del cancello passa da +9,98 m s.l.m. alla quota definitiva di +9,15 m s.l.m..

- La vecchia rete di monitoraggio costituita da 4 piezometri con i dati raccolti il 19 maggio 2011 e la nuova implementata da altri 11 piezometri con i dati raccolti tra il 2011 e il 2012 mostrano un andamento del livello freatico orientato sud-ovest nord-est attribuendo dunque al fiume Po di Volano un carattere alimentante la falda freatica.

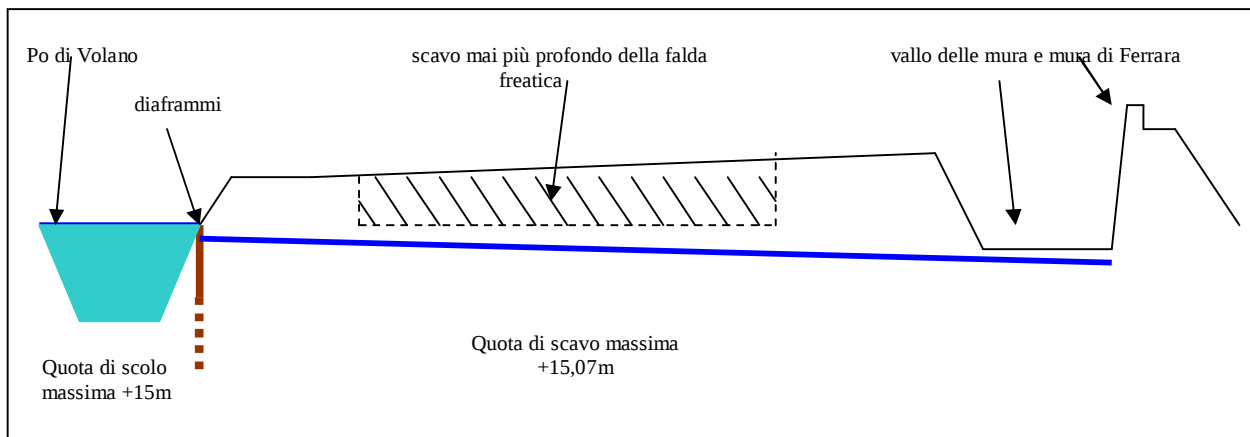
I dati acquisiti per questa modellazione idrogeologica sono puntuali e si riferiscono ai soli giorni di monitoraggio; la regimazione artificiale delle quote nel fiume Po di Volano induce a ritenere la situazione riscontrata non suscettibile di variazioni significative.

- La quota media di navigazione del fiume Po di Volano è di +14,60 m rispetto allo zero di bonifica; essa può subire oscillazioni tra valori minimi di +14,30 m e massimi di +15,00 m rispetto allo zero di bonifica. Da sottolineare un evento storico eccezionale piuttosto recente: nel maggio 1996 il Po di Volano ha raggiunto quota +15,65.

- La Tav. J05_A denominata "sezione idraulica ed idrogeologica" mostra che i livelli misurati in data 19/05/2011, 03/11/2011 e 29/03/2012 all'interno dei diversi piezometri montati in sito e del fiume Po di Volano, sono più bassi rispetto alla quota di scavo massima del piano interrato di progetto. Quindi non si presenta interazione tra il livello freatico e la quota di scavo massima. La quota di scavo è infatti di +15,07m mentre la quota più alta rilevata in tutte le campagne di misura dei livelli di falda è stata di +14,16m.

- Con i dati ora in possesso si può affermare che il fiume Po di Volano è alimentante la falda freatica che subisce un flusso da sud-ovest verso nord-est, con gradiente idraulico pari a $6,57 \cdot 10^{-4}$ per il tratto compreso tra il piezometro P1 e P2 in data 19/05/2011, e $5,7 \cdot 10^{-4}$ per il tratto compreso tra il piezometro GW3 e GW9 in data 03/11/2012; con l'ultima campagna di monitoraggio è stato calcolato il gradiente nei medesimi tratti con valori simili aventi lo stesso ordine di grandezza. Il gradiente idraulico del tratto compreso tra il fiume Po di Volano e il piezometro GW3 non è calcolabile, non essendo nota la lunghezza delle palancole infisse al di sotto dell'argine rivestito in c.a. del Po di Volano.

- La quota della falda freatica sino ad ora monitorata è inferiore alla massima quota di scavo in corrispondenza delle travi rovesce che costituiscono la nervature della platea al di sotto dei muri di sostegno. Gli scavi si manterranno a circa 90 cm al di sopra della massima quota di falda registrata.



Modello concettuale semplificato

- In merito alle tecnologie realizzative degli scavi e delle opere interrato, lo studio di progettazione le adotterà e saranno funzione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni, che verranno meglio determinate nelle successive fasi progettuali. Tutte le opere strutturali ed i conseguenti movimenti di terra rispetteranno rigorosamente le vigenti norme nazionali e regionali in materia, primo fra tutti il DM 14/ 01/ 2008 “nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, che garantiscono il rispetto di tutte le condizioni di sicurezza, comprese quelle relative alle fasi transitorie delle escavazioni”.

- Lo scrivente ha effettuato una prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1 spinta alla profondità di 30,96 m da p.c., con rif.U 04-12. La prova eseguita rileva la medesima condizione stratigrafica e litologica descritta nella relazione J01 di modellazione geologica-sismica, idrogeologica ed analisi geotecnica del terreno. Lo scopo della prova penetrometrica statica a punta elettrica con piezocono e sismocono è stato quello di studiare l'effetto di sito dell'amplificazione sismica e soprattutto della liquefazione delle sabbie con dei dati di input più idonei rispetto a quelli ricavati dalla prova penetrometrica statica a punta meccanica.

L'indagine sismica SCPTU1 consiste nell'inserire sulla punta elettrica della prova penetrometrica elettrica dei ricevitori (geofoni) che con opportuna strumentazione e una sorgente di onde in superficie possono essere misurati, a profondità diverse, in questo caso ogni metro, i tempi di arrivo delle onde sismiche fra la superficie (sorgente) ed i ricevitori (in profondità), analogamente a quanto avviene con il metodo geofisico cosiddetto “downhole”. In base ai tempi di arrivo conoscendo la distanza tra la sorgente ed il ricevitore si può calcolare la velocità delle onde sismiche ed in particolare delle onde di taglio (V_s). Il valore di V_{s30} calcolato risulta: $V_{s30} = 207$ m/s e quindi conferma la Categoria di suolo della precedente relazione cioè C.

- Per la verifica della liquefazione delle sabbie si è fatto riferimento alla medesima prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1, spinta fino alla profondità di -30,96 m da p.c., con rif.U04-12.

I dati di input che caratterizzano le energie sismiche adottate sono $A_g = 0,20g$ e $M_w = 5,9$. Dai calcoli effettuati l'indice del potenziale di liquefazione risulta essere nullo, di conseguenza si ricava che con una Magnitudo di 5.90, non sono presenti livelli con un fattore di resistenza alla liquefazione inferiore a 1,00 (EC-8), non determinando dunque cedimenti post sismici.



Studio Servizi Tecnici
Settore Geologia e Ambiente

DOTT. GEOL. THOMAS VERONESE
via Roma, 10
44021 CODIGORO FE

Tel./Fax. 0533 - 713798
Tel. Mob. 335 - 5240380
e-mail. t.veronese@studio-sst.it

COMUNE DI FERRARA
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA
PRIVATA "OFFICINE METALLURGICHE LUX"
Viale Volano n.69 Ferrara

ALLEGATI

09/11/2012

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:							
LETTURE DI CAMPAGNA															U 04-12		SCPTU1							
COMMITTENTE: Imm. ADELE										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30.96														
CANTIERE: Ferrara										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 5.00														
DATA: 13/09/2012										PREFORO (m da p.c.): 3.00														
Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °
0.02	0.00	0.00	0.00	0.53	1.82	0.00	0.00	0.00	0.53	3.62	1.21	64.70	23.33	0.43	5.42	5.72	35.18	43.68	0.15	7.22	6.37	24.67	30.11	0.18
0.04	0.00	0.00	0.00	0.58	1.84	0.00	0.00	0.00	0.50	3.64	1.25	67.15	21.98	0.43	5.44	5.48	36.18	42.32	0.10	7.24	6.67	25.33	31.47	0.18
0.06	0.00	0.00	0.00	0.63	1.86	0.00	0.00	0.00	0.50	3.66	1.27	69.92	23.33	0.38	5.46	5.23	38.18	40.97	0.10	7.26	7.04	25.88	34.18	0.20
0.08	0.00	0.00	0.00	0.58	1.88	0.00	0.00	0.00	0.50	3.68	1.21	69.92	20.61	0.43	5.48	4.98	39.74	39.61	0.10	7.28	7.66	26.88	36.90	0.18
0.10	0.00	0.00	0.00	0.66	1.90	0.00	0.00	0.00	0.50	3.70	1.11	70.26	17.90	0.43	5.50	4.85	38.85	39.61	0.08	7.30	8.43	27.77	39.61	0.18
0.12	0.00	0.00	0.00	0.53	1.92	0.00	0.00	0.00	0.53	3.72	1.03	69.03	19.26	0.38	5.52	5.23	43.41	45.03	0.10	7.32	8.92	27.55	40.97	0.18
0.14	0.00	0.00	0.00	0.66	1.94	0.00	0.00	0.00	0.50	3.74	1.00	67.81	19.26	0.38	5.54	5.62	49.63	47.74	0.10	7.34	9.03	27.22	40.97	0.13
0.16	0.00	0.00	0.00	0.58	1.96	0.00	0.00	0.00	0.50	3.76	1.01	63.81	19.26	0.38	5.56	5.91	47.40	50.47	0.08	7.36	8.92	27.77	40.97	0.18
0.18	0.00	0.00	0.00	0.60	1.98	0.00	0.00	0.00	0.48	3.78	1.00	61.26	17.90	0.38	5.58	6.14	46.74	53.18	0.10	7.38	8.73	28.66	39.61	0.20
0.20	0.00	0.00	0.00	0.60	2.00	0.00	0.00	0.00	0.50	3.80	0.92	61.26	16.54	0.38	5.60	6.20	45.85	51.82	0.08	7.40	8.41	29.99	38.26	0.18
0.22	0.00	0.00	0.00	0.63	2.02	0.00	0.00	0.00	0.48	3.82	0.85	58.93	15.19	0.38	5.62	6.24	43.73	51.82	0.08	7.42	8.08	30.56	45.36	0.20
0.24	0.00	0.00	0.00	0.60	2.04	0.00	0.00	0.00	0.50	3.84	0.77	51.17	15.19	0.38	5.64	6.15	41.07	51.82	0.08	7.44	7.97	33.96	51.82	0.20
0.26	0.00	0.00	0.00	0.60	2.06	0.00	0.00	0.00	0.48	3.86	0.89	50.84	13.83	0.38	5.66	5.91	38.40	49.11	0.05	7.46	8.11	35.65	39.61	0.20
0.28	0.00	0.00	0.00	0.60	2.08	0.00	0.00	0.00	0.48	3.88	0.87	49.62	12.48	0.38	5.68	5.50	34.73	45.03	0.08	7.48	8.51	35.42	39.61	0.20
0.30	0.00	0.00	0.00	0.63	2.10	0.00	0.00	0.00	0.48	3.90	0.90	49.73	13.83	0.38	5.70	4.95	30.17	39.61	0.08	7.50	8.38	35.42	38.26	0.20
0.32	0.00	0.00	0.00	0.60	2.12	0.00	0.00	0.00	0.48	3.92	0.92	49.62	13.83	0.38	5.72	4.55	26.51	38.26	0.08	7.52	8.08	35.65	38.26	0.18
0.34	0.00	0.00	0.00	0.63	2.14	0.00	0.00	0.00	0.45	3.94	0.97	49.62	15.19	0.43	5.74	4.30	24.73	38.26	0.05	7.54	7.85	36.42	35.54	0.20
0.36	0.00	0.00	0.00	0.60	2.16	0.00	0.00	0.00	0.48	3.96	1.04	51.29	13.83	0.38	5.76	4.18	23.73	39.61	0.05	7.56	7.78	34.54	36.90	0.20
0.38	0.00	0.00	0.00	0.60	2.18	0.00	0.00	0.00	0.45	3.98	1.43	55.64	11.12	0.38	5.78	4.13	22.72	39.61	0.05	7.58	7.88	33.31	38.26	0.13
0.40	0.00	0.00	0.00	0.58	2.20	0.00	0.00	0.00	0.48	4.00	1.39	51.31	1.62	0.38	5.80	4.12	21.50	39.61	0.03	7.60	8.18	33.20	40.97	0.18
0.42	0.00	0.00	0.00	0.58	2.22	0.00	0.00	0.00	0.45	4.02	1.26	52.42	-2.44	0.38	5.82	4.12	20.95	40.97	0.03	7.62	8.57	32.76	43.68	0.18
0.44	0.00	0.00	0.00	0.60	2.24	0.00	0.00	0.00	0.45	4.04	1.19	56.31	-3.80	0.38	5.84	3.89	22.82	51.82	0.03	7.64	8.99	32.65	45.03	0.13
0.46	0.00	0.00	0.00	0.63	2.26	0.00	0.00	0.00	0.48	4.06	1.18	56.53	-6.52	0.38	5.86	4.05	20.60	47.74	0.03	7.66	9.36	32.31	46.39	0.13
0.48	0.00	0.00	0.00	0.60	2.28	0.00	0.00	0.00	0.50	4.08	1.09	55.42	-5.16	0.38	5.88	4.18	19.60	47.74	0.03	7.68	9.53	31.98	46.39	0.18
0.50	0.00	0.00	0.00	0.60	2.30	0.00	0.00	0.00	0.48	4.10	1.03	53.42	-6.52	0.38	5.90	4.32	18.82	49.11	0.03	7.70	9.49	32.31	46.39	0.18
0.52	0.00	0.00	0.00	0.60	2.32	0.00	0.00	0.00	0.48	4.12	0.96	50.19	-7.88	0.38	5.92	4.43	18.48	49.11	0.03	7.72	9.41	32.42	46.39	0.13
0.54	0.00	0.00	0.00	0.60	2.34	0.00	0.00	0.00	0.48	4.14	0.89	47.74	-7.88	0.38	5.94	4.53	18.37	49.11	0.03	7.74	9.14	32.42	45.03	0.13
0.56	0.00	0.00	0.00	0.60	2.36	0.00	0.00	0.00	0.48	4.16	0.95	44.19	-7.88	0.38	5.96	4.53	18.93	49.11	0.03	7.76	8.61	31.86	40.97	0.13
0.58	0.00	0.00	0.00	0.58	2.38	0.00	0.00	0.00	0.50	4.18	1.03	41.19	1.62	0.43	5.98	4.52	19.71	47.74	0.03	7.78	7.92	33.97	36.90	0.13
0.60	0.00	0.00	0.00	0.60	2.40	0.00	0.00	0.00	0.48	4.20	1.07	38.08	2.98	0.38	6.00	4.54	20.93	47.74	0.03	7.80	7.53	36.31	35.54	0.13
0.62	0.00	0.00	0.00	0.60	2.42	0.00	0.00	0.00	0.48	4.22	1.10	36.63	4.33	0.38	6.02	4.53	20.60	51.82	0.03	7.82	7.49	37.19	36.90	0.18
0.64	0.00	0.00	0.00	0.58	2.44	0.00	0.00	0.00	0.48	4.24	1.07	38.63	5.69	0.35	6.04	4.52	19.60	47.74	0.03	7.84	7.56	37.86	39.61	0.13
0.66	0.00	0.00	0.00	0.53	2.46	0.00	0.00	0.00	0.48	4.26	1.10	40.30	9.77	0.35	6.06	4.54	18.82	47.74	0.03	7.86	7.62	37.30	43.68	0.18
0.68	0.00	0.00	0.00	0.58	2.48	0.00	0.00	0.00	0.48	4.28	1.26	41.08	17.90	0.35	6.08	4.53	18.48	49.11	0.03	7.88	7.59	38.52	45.03	0.18
0.70	0.00	0.00	0.00	0.58	2.50	0.00	0.00	0.00	0.48	4.30	1.80	42.19	28.76	0.38	6.10	4.52	18.37	49.11	0.03	7.90	7.58	38.85	47.74	0.18
0.72	0.00	0.00	0.00	0.53	2.52	0.00	0.00	0.00	0.48	4.32	2.07	43.19	28.76	0.38	6.12	4.51	18.93	49.11	0.05	7.92	7.67	38.18	49.11	0.18
0.74	0.00	0.00	0.00	0.58	2.54	0.00	0.00	0.00	0.48	4.34	1.90	39.96	23.33	0.35	6.14	4.49	19.71	49.11	0.05	7.94	7.83	35.74	51.82	0.20
0.76	0.00	0.00	0.00	0.53	2.56	0.00	0.00	0.00	0.45	4.36	1.44	43.52	16.54	0.35	6.16	4.45	20.93	47.74	0.05	7.96	7.99	34.40	53.18	0.20
0.78	0.00	0.00	0.00	0.53	2.58	0.00	0.00	0.00	0.															

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U 04-12		SCPTU1		
COMMITTENTE: Imm. ADELE										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30.96									
CANTIERE: Ferrara										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 5.00									
DATA: 13/09/2012										PREFORO (m da p.c.): 3.00									
Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °
9.02	10.56	47.68	61.31	0.48	10.82	7.82	39.10	47.74	0.73	12.62	8.30	47.79	73.52	0.81	14.42	2.58	37.15	121.01	0.93
9.04	10.47	48.45	62.68	0.50	10.84	7.37	37.88	45.03	0.76	12.64	7.86	50.24	66.74	0.78	14.44	2.42	38.38	116.94	0.91
9.06	10.64	48.23	65.39	0.48	10.86	7.26	37.55	46.39	0.73	12.66	8.08	49.12	69.46	0.81	14.46	1.96	39.38	115.58	0.91
9.08	10.87	46.78	66.74	0.50	10.88	7.38	37.32	49.11	0.76	12.68	8.13	50.12	70.81	0.81	14.48	1.66	43.38	121.01	0.91
9.10	10.93	43.49	32.82	0.50	10.90	7.69	37.21	54.53	0.76	12.70	8.27	50.24	72.17	0.81	14.50	1.40	47.15	169.84	0.93
9.12	10.77	41.82	31.47	0.50	10.92	7.86	37.54	55.89	0.76	12.72	8.39	50.35	74.88	0.81	14.52	1.23	43.49	240.40	0.93
9.14	10.47	40.38	27.40	0.53	10.94	7.70	37.31	54.53	0.78	12.74	8.77	51.24	77.60	0.81	14.54	1.18	38.82	252.61	0.96
9.16	9.76	38.71	23.33	0.53	10.96	7.50	37.76	53.18	0.78	12.76	9.74	51.24	83.02	0.78	14.56	1.08	36.38	260.74	0.96
9.18	8.88	37.38	17.90	0.53	10.98	7.28	38.42	53.18	0.78	12.78	10.59	52.12	83.02	0.81	14.58	1.01	32.71	274.31	0.96
9.20	8.14	36.38	15.19	0.55	11.00	7.07	39.09	51.82	0.78	12.80	10.81	54.35	76.24	0.81	14.60	1.37	44.07	171.21	0.96
9.22	7.59	35.49	12.48	0.55	11.02	6.84	39.08	51.82	0.78	12.82	10.55	56.57	69.46	0.81	14.62	1.50	48.52	112.87	1.01
9.24	7.19	35.93	11.12	0.55	11.04	6.69	38.97	51.82	0.78	12.84	9.94	57.68	65.39	0.81	14.64	1.30	46.86	121.01	1.01
9.26	6.93	35.04	11.12	0.53	11.06	6.60	38.64	53.18	0.78	12.86	9.20	59.23	61.31	0.81	14.66	1.13	42.86	145.43	1.01
9.28	6.76	34.82	11.12	0.55	11.08	6.60	39.19	55.89	0.81	12.88	8.57	60.79	59.96	0.81	14.68	1.01	35.08	169.84	1.01
9.30	6.64	34.37	12.48	0.55	11.10	6.60	41.52	57.24	0.81	12.90	8.22	61.67	59.96	0.81	14.70	1.02	32.63	191.56	1.06
9.32	6.55	33.60	12.48	0.55	11.12	6.84	39.08	51.82	0.81	12.92	7.97	60.45	61.31	0.81	14.72	1.02	28.74	207.83	1.03
9.34	6.51	33.04	13.83	0.55	11.14	6.69	38.97	51.82	0.81	12.94	7.68	57.78	62.68	0.81	14.74	0.98	27.41	217.33	1.03
9.36	6.47	33.15	15.19	0.60	11.16	6.60	38.64	53.18	0.81	12.96	7.47	52.89	62.68	0.81	14.76	0.95	27.63	222.76	1.03
9.38	6.43	33.48	16.54	0.60	11.18	6.60	39.19	55.89	0.83	12.98	7.10	51.44	69.46	0.81	14.78	0.90	30.86	232.26	1.08
9.40	4.18	39.47	38.26	0.60	11.20	11.24	79.93	55.89	0.83	13.00	7.07	45.21	72.17	0.81	14.80	0.94	28.97	248.53	1.08
9.42	6.41	32.25	39.61	0.60	11.22	10.75	75.23	64.03	0.83	13.02	7.01	39.43	68.10	0.81	14.82	0.91	26.97	275.67	1.06
9.44	6.51	31.80	38.26	0.55	11.24	10.80	71.56	61.31	0.83	13.04	6.96	35.66	66.74	0.81	14.84	0.92	25.53	294.67	1.06
9.46	6.62	31.80	38.26	0.60	11.26	10.50	67.67	58.60	0.83	13.06	6.77	34.88	65.39	0.83	14.86	0.95	25.97	309.59	1.08
9.48	6.74	32.25	38.26	0.60	11.28	10.26	64.56	57.24	0.83	13.08	6.62	35.10	62.68	0.83	14.88	1.00	24.97	325.87	1.08
9.50	6.92	32.91	39.61	0.60	11.30	10.27	62.12	58.60	0.88	13.10	6.54	35.10	64.03	0.83	14.90	1.01	24.08	336.72	1.08
9.52	7.16	33.47	40.97	0.60	11.32	10.45	61.45	61.31	0.88	13.12	6.50	35.10	64.03	0.83	14.92	1.08	23.75	344.86	1.08
9.54	7.47	33.47	42.32	0.60	11.34	10.78	60.67	64.03	0.88	13.14	6.46	34.21	64.03	0.83	14.94	1.07	26.53	357.07	1.06
9.56	7.77	33.80	43.68	0.60	11.36	11.36	60.45	69.46	0.88	13.16	6.45	33.21	65.39	0.81	14.96	1.14	26.53	365.21	1.06
9.58	8.20	35.02	45.03	0.60	11.38	12.01	59.01	70.81	0.91	13.18	6.56	32.43	68.10	0.81	14.98	1.18	30.53	388.28	1.06
9.60	8.66	35.69	46.39	0.60	11.40	12.34	58.67	72.17	0.91	13.20	6.78	30.88	70.81	0.81	15.00	1.19	29.09	388.28	1.06
9.62	8.99	37.80	47.74	0.60	11.42	12.28	59.23	69.46	0.91	13.22	7.09	30.54	70.81	0.83	15.02	1.50	45.90	357.07	1.06
9.64	9.69	38.47	49.11	0.60	11.44	11.86	58.34	66.74	0.91	13.24	7.38	31.10	72.17	0.81	15.04	1.44	49.01	346.21	1.03
9.66	10.51	39.46	50.47	0.60	11.46	11.34	59.44	65.39	0.91	13.26	7.44	31.77	72.17	0.81	15.06	1.39	51.45	342.14	1.06
9.68	11.04	39.91	51.82	0.60	11.48	11.17	59.44	66.74	0.91	13.28	7.42	31.43	72.17	0.83	15.08	1.28	54.45	346.21	1.06
9.70	11.18	40.46	51.82	0.60	11.50	11.12	59.55	69.46	0.91	13.30	7.39	31.32	73.52	0.83	15.10	1.26	54.67	353.00	1.06
9.72	11.12	41.91	51.82	0.60	11.52	11.00	60.44	69.46	0.91	13.32	7.68	31.10	76.24	0.83	15.12	1.18	54.45	361.14	1.03
9.74	10.92	44.02	50.47	0.60	11.54	10.81	60.66	72.17	0.93	13.34	8.14	31.21	80.31	0.83	15.14	1.15	54.56	367.92	1.06
9.76	10.71	45.79	50.47	0.60	11.56	10.35	59.99	68.10	0.91	13.36	8.95	31.76	81.67	0.83	15.16	1.14	51.78	377.42	1.08
9.78	10.71	47.35	53.18	0.60	11.58	9.70	59.21	64.03	0.91	13.38	9.94	31.99	81.67	0.83	15.18	1.13	47.67	388.28	1.06
9.80	10.89	49.24	54.53	0.63	11.60	9.21	58.32	62.68	0.91	13.40	10.15	32.99	78.96	0.83	15.20	1.21	43.56	401.84	1.08
9.82	11.08	51.35	55.89	0.63	11.62	9.15	57.43	66.74	0.91	13.42	9.77	35.43	76.24	0.88	15.22	1.26	41.11	418.12	1.06
9.84	11.34	52.23	57.24	0.66	11.64	9.46	55.76	73.52	0.91	13.44	9.19	37.87	70.81	0.88	15.24	1.32	38.89	426.26	1.08
9.86	11.70	52.01	59.96	0.66	11.66	9.92	54.31	76.24	0.91	13.46	8.30	39.42	64.03	0.88	15.26	1.34	36.78	420.83	1.08
9.88	12.09	53.56	61.31	0.66	11.68	10.27	51.87	77.60	0.91	13.48	7.37	41.98	58.60	0.91	15.28	1.33	37.67	412.69	1.08
9.90	12.36	55.56	62.68	0.66	11.70	10.33	50.31	78.96	0.93	13.50	6.18	41.64	51.82	0.91	15.30	1.32	38.67	419.48	1.06
9.92	12.70	57.00	64.03	0.66	11.72	9.91	49.64												

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U 04-12		SCPTU1		
COMMITTENTE: Imm. ADELE										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30.96									
CANTIERE: Ferrara										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 5.00									
DATA: 13/09/2012										PREFORO (m da p.c.): 3.00									
Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc mPa	fs kPa	U kPa	Inc. °
18.02	10.52	69.74	13.83	1.31	19.82	1.66	66.51	289.23	1.61	21.62	3.31	114.09	441.18	1.71	23.42	7.04	49.36	100.66	1.86
18.04	10.46	55.97	23.33	1.31	19.84	1.76	63.96	289.23	1.61	21.64	3.03	110.64	422.19	1.71	23.44	7.15	61.81	93.88	1.84
18.06	10.24	46.52	30.11	1.31	19.86	1.85	64.96	291.94	1.61	21.66	2.89	110.31	437.11	1.71	23.46	7.37	66.36	84.38	1.84
18.08	10.02	35.52	36.90	1.31	19.88	1.83	69.29	290.59	1.61	21.68	2.75	117.75	458.82	1.74	23.48	7.87	75.36	54.53	1.84
18.10	9.66	33.52	38.26	1.34	19.90	1.74	74.07	294.67	1.61	21.70	2.62	119.53	465.60	1.74	23.50	8.58	79.91	54.53	1.86
18.12	9.12	35.07	36.90	1.31	19.92	1.71	73.63	294.67	1.61	21.72	2.36	129.31	481.88	1.71	23.52	9.21	85.80	54.53	1.84
18.14	8.84	37.51	42.32	1.34	19.94	1.65	74.96	293.31	1.61	21.74	2.26	123.97	506.30	1.71	23.54	5.89	39.87	202.41	1.84
18.16	9.02	41.18	49.11	1.34	19.96	1.62	76.29	298.73	1.61	21.76	2.24	114.42	510.38	1.71	23.56	8.42	37.87	84.38	1.86
18.18	9.34	45.84	50.47	1.34	19.98	1.66	78.63	300.09	1.61	21.78	2.13	113.97	511.73	1.71	23.58	7.90	36.43	61.31	1.84
18.20	9.49	47.29	34.18	1.34	20.00	1.71	78.40	306.88	1.61	21.80	2.00	111.86	514.44	1.71	23.60	7.38	35.54	62.68	1.86
18.22	9.57	54.73	15.19	1.34	20.02	1.85	77.18	313.66	1.61	21.82	1.85	106.86	518.51	1.71	23.62	7.01	28.21	64.03	1.84
18.24	9.33	60.95	13.83	1.34	20.04	1.98	73.07	319.08	1.61	21.84	1.73	98.86	513.09	1.74	23.64	6.78	25.76	65.39	1.84
18.26	8.82	57.61	26.04	1.34	20.06	2.11	68.96	319.08	1.61	21.86	1.65	97.96	525.30	1.71	23.66	6.44	22.32	61.31	1.84
18.28	8.43	41.84	31.47	1.34	20.08	2.15	71.74	312.30	1.61	21.88	1.63	97.63	536.14	1.74	23.68	6.01	21.99	62.68	1.86
18.30	8.11	31.06	34.18	1.34	20.10	2.09	78.51	306.88	1.61	21.90	1.58	95.96	536.14	1.71	23.70	5.56	21.65	62.68	1.84
18.32	8.01	28.72	38.26	1.34	20.12	2.06	84.62	305.51	1.61	21.92	1.59	88.29	540.22	1.71	23.72	5.09	21.87	59.96	1.86
18.34	8.11	31.16	43.68	1.36	20.14	1.97	92.62	312.30	1.61	21.94	1.65	85.52	549.71	1.71	23.74	4.60	24.09	59.96	1.84
18.36	8.39	33.27	50.47	1.36	20.16	2.01	94.62	320.44	1.61	21.96	1.74	81.07	561.92	1.74	23.76	4.15	34.87	55.89	1.89
18.38	9.11	36.71	57.24	1.36	20.18	2.05	97.62	324.51	1.64	21.98	1.82	73.74	566.00	1.74	23.78	3.64	50.09	49.11	1.89
18.40	9.94	37.38	61.31	1.36	20.20	2.11	96.84	328.58	1.64	22.00	1.78	69.18	563.28	1.74	23.80	3.14	63.98	47.74	1.89
18.42	10.51	37.38	54.53	1.36	20.22	2.11	94.62	331.29	1.61	22.02	1.76	71.73	560.57	1.74	23.82	2.84	77.42	40.97	1.86
18.44	10.59	38.04	43.68	1.39	20.24	2.08	93.07	339.43	1.61	22.04	1.61	70.07	556.50	1.74	23.84	2.59	73.53	45.03	1.86
18.46	10.29	36.93	40.97	1.36	20.26	2.14	84.06	346.21	1.64	22.06	1.58	67.40	559.21	1.74	23.86	2.63	58.75	69.46	1.86
18.48	9.48	36.82	36.90	1.39	20.28	2.19	78.95	353.00	1.64	22.08	1.49	67.73	560.57	1.76	23.88	2.97	62.97	80.31	1.84
18.50	8.58	37.15	35.54	1.39	20.30	2.29	73.84	358.42	1.64	22.10	1.43	62.51	559.21	1.74	23.90	3.53	79.42	84.38	1.84
18.52	7.84	38.04	35.54	1.39	20.32	2.38	72.51	365.21	1.66	22.12	1.29	63.28	545.64	1.76	23.92	4.13	94.08	77.60	1.84
18.54	7.36	38.59	36.90	1.39	20.34	2.46	72.50	369.28	1.64	22.14	1.24	57.28	553.79	1.76	23.94	4.77	102.97	65.39	1.84
18.56	4.80	45.47	150.86	1.44	20.36	2.49	71.28	373.34	1.64	22.16	1.21	51.28	559.21	1.74	23.96	5.50	103.97	66.74	1.79
18.58	6.63	37.47	130.51	1.46	20.38	2.49	72.28	374.71	1.64	22.18	1.18	46.73	564.64	1.76	23.98	6.21	108.63	68.10	1.79
18.60	6.47	37.92	123.72	1.44	20.40	2.38	74.84	378.78	1.64	22.20	1.17	43.39	570.07	1.76	24.00	6.83	86.96	62.68	1.84
18.62	6.35	37.92	123.72	1.46	20.42	2.25	71.95	427.61	1.64	22.22	1.23	40.73	579.57	1.79	24.02	7.33	80.52	58.60	1.84
18.64	6.36	37.92	127.79	1.46	20.44	2.11	69.84	424.90	1.64	22.24	1.29	39.28	584.99	1.76	24.04	7.56	75.63	57.24	1.79
18.66	6.65	36.92	135.93	1.46	20.46	2.01	64.50	437.11	1.66	22.26	1.30	38.39	589.06	1.76	24.06	7.64	78.96	64.03	1.79
18.68	7.11	35.36	140.00	1.46	20.48	2.00	59.50	476.46	1.64	22.28	1.30	38.83	593.13	1.76	24.08	7.93	59.74	77.60	1.79
18.70	7.69	34.80	110.16	1.46	20.50	2.05	54.73	490.02	1.66	22.30	1.30	38.73	595.84	1.79	24.10	8.65	44.85	89.81	1.79
18.72	8.23	35.92	87.09	1.46	20.52	2.03	52.84	504.94	1.66	22.32	1.31	38.39	595.84	1.76	24.12	9.85	38.73	102.01	1.84
18.74	8.58	34.69	80.31	1.46	20.54	2.01	52.28	510.38	1.66	22.34	1.31	38.17	602.62	1.79	24.14	11.36	35.40	107.44	1.84
18.76	8.81	33.58	68.10	1.46	20.56	2.73	57.20	439.82	1.66	22.36	1.32	38.72	606.70	1.79	24.16	12.49	44.62	85.73	1.84
18.78	9.00	32.58	83.02	1.46	20.58	2.62	59.54	443.90	1.64	22.38	1.32	39.06	605.34	1.84	24.18	13.29	53.84	73.52	1.79
18.80	9.18	30.80	93.88	1.46	20.60	2.32	64.65	500.88	1.64	22.40	1.31	37.50	603.98	1.79	24.20	13.90	57.84	73.52	1.79
18.82	9.42	29.80	97.94	1.49	20.62	2.25	63.31	480.52	1.64	22.42	1.28	38.39	606.70	1.79	24.22	14.03	52.28	87.09	1.79
18.84	9.71	31.36	104.73	1.46	20.64	2.15	69.76	481.88	1.64	22.44	1.28	38.39	614.83	1.79	24.24	14.08	39.39	96.59	1.84
18.86	10.16	34.13	107.44	1.46	20.66	2.55	65.09	610.77	1.64	22.46	1.37	35.39	622.98	1.79	24.26	14.33	35.16	106.09	1.84
18.88	10.46	35.91	111.51	1.46	20.68	3.18	60.20	622.98	1.64	22.48	1.44	35.73	632.48	1.84	24.28	14.68	36.72	114.22	1.84
18.90	10.50	38.35	111.51	1.46	20.70	3.78	61.31	195.62	1.66	22.50	1.48	33.28	637.90	1.84	24.30	15.10	40.05	122.37	1.84
18.92	10.17	38.80	107.44	1.46	20.72	4.03	68.65	77.60	1.64	22.52	1.39	34.50	627.04	1.84	24.32	15.51	44.16	126.43	1.84
18.94	9.15	40.46	92.52																

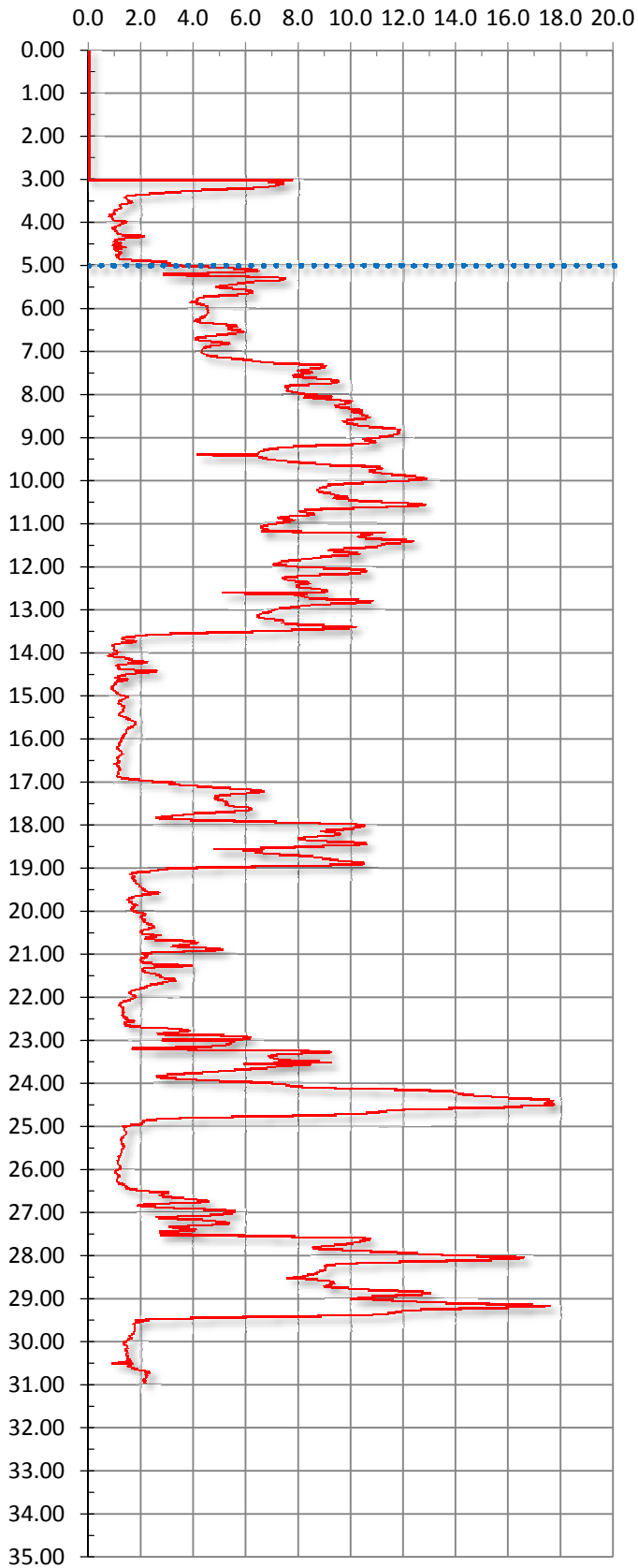
PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RIF. PROVA:	CPTU n°:
U 04-12	SCPTU1

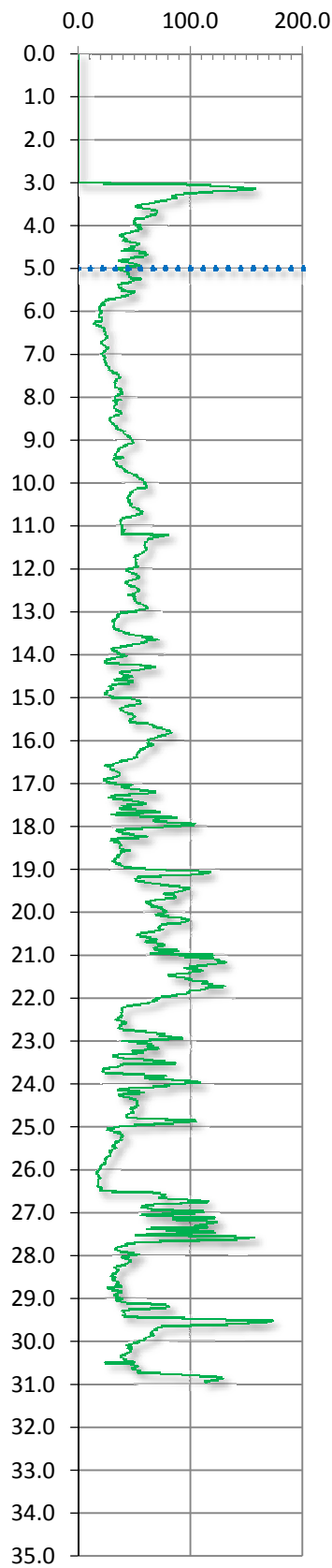
COMMITTENTE: Imm. ADELE
 CANTIERE: Ferrara
 DATA: 13/09/2012

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30.96
 PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 5.00
 PREFORO (m da p.c.): 3.00

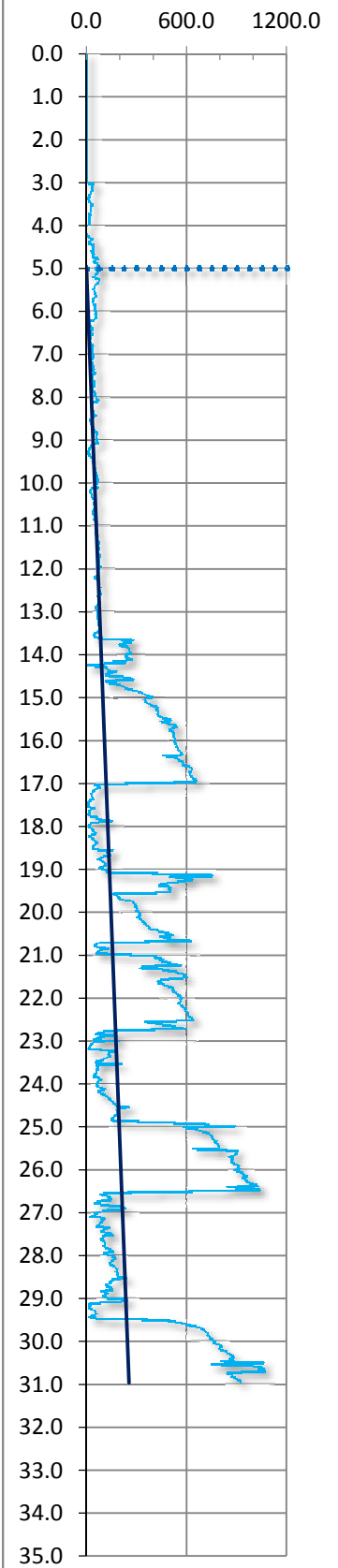
qc (mPa)



fs (kPa)



U (kPa)



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA PROVA DOWN HOLE SCPTU

RIF. PROVA: CPTU n°:
U 04-12 SCPTU1

COMMITTENTE: Imm. ADELE

CANTIERE: Ferrara

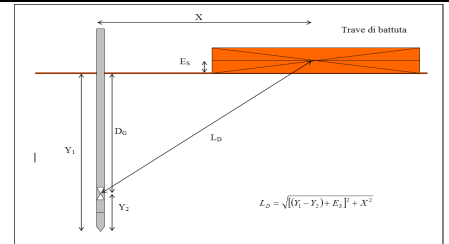
DATA: 13/09/2012

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30.96

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 5.00

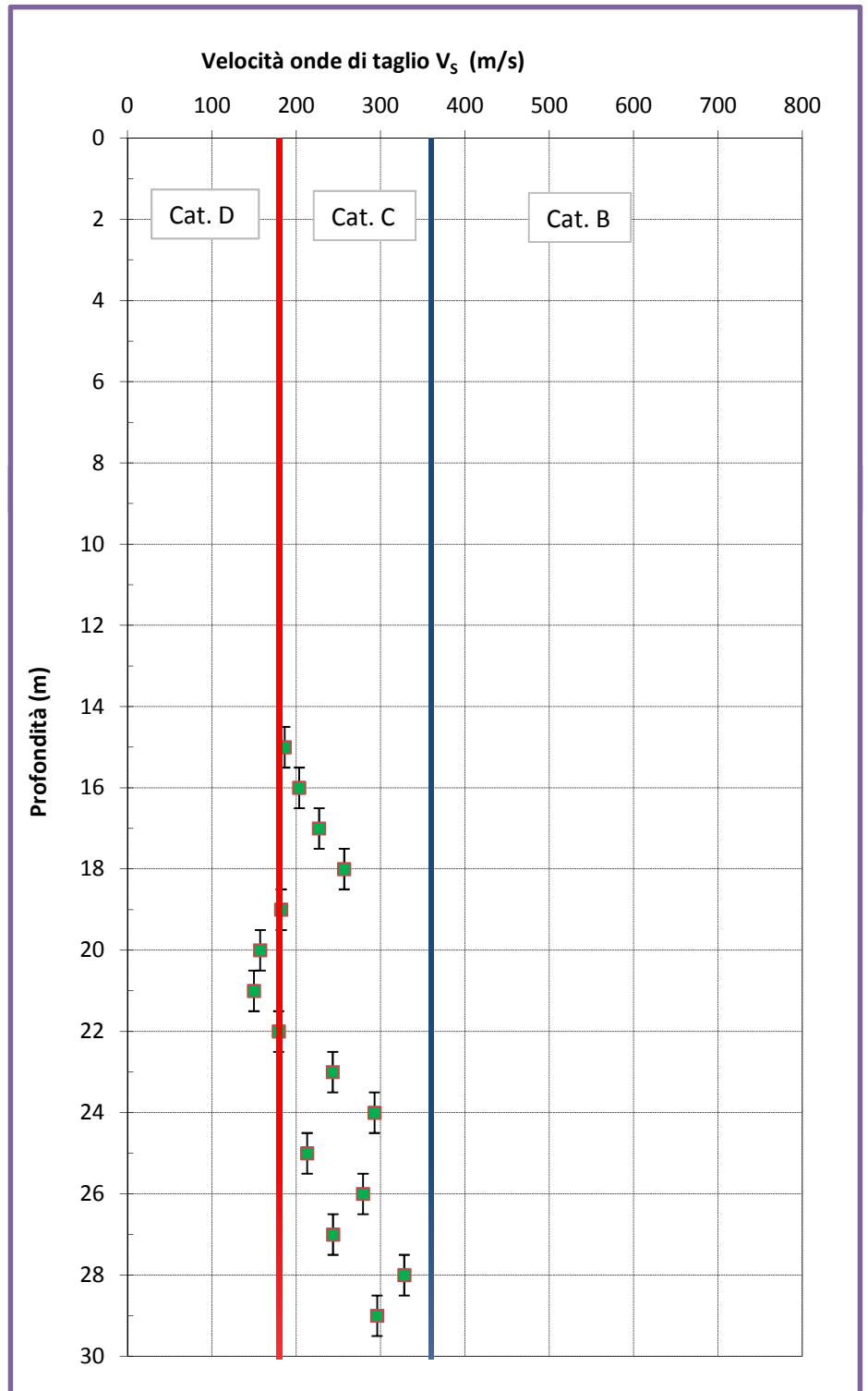
PREFORO (m da p.c.): 3.00

Peso mazza battente: 5kg
Ricevitore Down Hole: G1-cpl2IN
Equipaggiamento di registrazione: D1-SISMI USB
Distanza centro sorgente-verticale X: 1.7 m
Distanza punta-accelerometro Y_2 : 0.2 m



Vs30= 207 m/sec Categoria suolo di fondazione = C

Profondità punta elettrica Y_1 (m)	Tempo di arrivo onda S (millisecondi)	Velocità onde S dello strato (m/sec)
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15	75.017	186
16	80.356	203
17	85.246	227
18	89.632	257
19	93.511	182
20	98.985	157
21	105.325	150
22	111.986	179
23	117.555	243
24	121.658	293
25	125.068	213
26	129.756	279
27	133.333	244
28	137.432	328
29	140.476	296
30	143.852	





PROVINCIA DI FERRARA

Protocollo generale: 0083589/2012

Data protocollo: 15/10/2012

Tipo Atto: LEP

Codice Ufficio: 63 - SVILUPPO SOSTENIBILE - DUGONI GABRIELLA

classificazione: 016.003.009 - BONIFICA SITI INQUINATI

Oggetto: TRASMISSIONE ATTO ADR, IMMITIBIALE ADELE

Corrispondente: IMMOBILIARE ADELE SRL

Sede: FERRARA

Data stampa copia: 15/10/2012

Copia cartacea di documento redatto in forma digitale e sottoscritto digitalmente

Rilasciata da: Igor Villani



PROVINCIA DI FERRARA

Settore Ambiente e Agricoltura

PO Sviluppo Sostenibile

UOS Siti Contaminati

Ferrara 12/10/2012

Spett.li

RACC



Immobiliare Adele srl
Viale Volano, 69
44123 Ferrara

Comune di Ferrara
Settore Ambiente
Via Marconi, 39
44122 Ferrara

A.R.P.A.
Sezione Prov. di Ferrara
Via Bologna 534
44124 - FERRARA
c.a. Dott. M.Roverati

A.U.S.L.
Servizio Igiene e Prevenzione
Piazza F. Beretta, 7
44121 - FERRARA
c.a. Dott. G.Fersini

OGGETTO: D.Lgs. 152/06; D.Lgs. 04/08; L.R. 05/06. Procedura "Immobiliare Adele Srl", sito "Stabilimento Officine Metallurgica Stella Lux", via volano 69, Ferrara. **Trasmissione Atto.**

Con la presente si trasmette, in allegato, l'atto PG 82857 del 12/10/2012, relativo all'approvazione dell'Analisi di Rischio per la procedura di cui in oggetto.

Distinti saluti

F.to il Responsabile PO
Dott. Geol. Gabriella Dugoni

Corso Isonzo 105/a - 44121 Ferrara - tel. 0532 299545 - fax 0532 299549 - e-mail: provincia.ferrara@cert.provincia.fe.it
<http://www.provincia.fe.it> - Codice Fiscale e Partita IVA 00334500386



Ferrara città del Rinascimento
e il suo Delta del Po



Ferrara
terra e acqua

Provincia di Ferrara

Oggetto: D.Lgs. 152/06, D.Lgs 04/08, L.R. 05/06. Procedura "Immobiliare Adele Srl", sito "Stabilimento Officine Metallurgica Stella Lux", via volano 69, Ferrara – **Analisi di Rischio**.

IL RESPONSABILE PO SVILUPPO SOSTENIBILE

Visti:

- Il D.Lgs. 152/2006 del 29/04/06 "Norme in materia ambientale" Parte IV Titolo V "Bonifica di Siti Contaminati";
- L.R. 05/06 art.5;
- Il D.Lgs. 04/08 del 16/01/08 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale";

Premesso che:

- con nota del 15/06/2011, assunta agli atti con PG 49842 del 16/06/2011, Immobiliare Adele Srl trasmetteva i seguenti documenti:
 - o Piano di Indagine;
 - o Relazione di modellazione geologica-sismica ed analisi geotecnica del terreno;
 - o Inquadramento cartografico su mappa catastale in scala 1:2000;
 - o Documentazione fotografica;relativi all'area in oggetto;
- con nota PG 52694 del 24/06/2011, la Provincia trasmetteva l'avvio del procedimento di bonifica e ripristino ambientale siti contaminati ex art. 242 del D.Lgs. 152/06, ai sensi della L. 241/90 artt. 7 e ss.;
- con nota PG 54378 del 30/06/2011, la Provincia convocava la Conferenza dei Servizi per il giorno 13/07/2011 per l'esame dei documenti di cui ai punti precedenti;
- Con nota ricevuta in data 20/06/2012, assunta agli atti con PG 49702 del 21/06/2012, Gaia Snc, per conto di Immobiliare Adele Srl, trasmetteva il documento "Analisi di Rischio Sito - Specifica".
- Con nota ricevuta in data 30/08/2012, assunta agli atti con PG 71772 del 30/08/2012, Gaia snc, per conto di Immobiliare Adele Srl, trasmetteva il documento "Integrazione a: Analisi di Rischio Sito - Specifica".

Visto il documento "Integrazione a: Analisi di Rischio Sito – Specifica", ricevuto in data 30/08/2012 ed assunto agli atti con PG 71772 del 30/08/2012.

DISPONE

- Di prendere atto delle valutazioni della Conferenza dei Servizi svoltasi in data 10 Ottobre 2012;
- Di approvare l'Analisi di Rischio presentata e le relative CSR con le seguenti prescrizioni:
 - Dovrà essere effettuata un' ulteriore campagna piezometrica e di analisi, su tutti i piezometri del sito, tre mesi dopo la ricezione del presente verbale. Gli analiti da ricercare dovranno essere i metalli, alifatici cloruratici cancerogeni e non cancerogeni. Il campionamento dovrà essere effettuato a basso flusso campionando a torbidità inferiore a 50 NTU.

- Di autorizzare contestualmente l'esecuzione delle operazioni approvate e prescritte;
- Di allegare al presente atto il verbale della Conferenza dei Servizi tenutasi il 10 Ottobre 2012;
- Di stabilire che l'analisi di rischio approvata ed i conseguenti e connessi atti e valutazioni conservano validità ed efficacia con il permanere del modello concettuale contemplato, eventuali variazioni del modello concettuale comportano un riesame della situazione ambientale vigente;
- Di dare indicazione al Comune di Ferrara di aggiornare il CDU ed i relativi strumenti urbanistici con le opportune informazioni ambientali;
- Di trasmettere, a mezzo raccomandata, il presente atto ad Immobiliare Adele Srl, e, a mezzo PEC (posta certificata), agli Enti facenti parte della Conferenza dei Servizi;
- Di comunicare che, ai sensi dell'art.3 comma 4 della Legge n. 241 del 1990, avverso il provvedimento conclusivo testè indicato potrà essere esperito ricorso in sede giurisdizionale al Tribunale Amministrativo Regionale dell'Emilia Romagna, entro 60 (sessanta) giorni dalla data di ricevimento del provvedimento stesso; ovvero potrà essere proposto ricorso straordinario al Presidente della Repubblica, entro 120 (centoventi) giorni dalla data di ricevimento del provvedimento stesso.

F.to il Responsabile PO
Dott. Geol. Gabriella Dugoni



PROVINCIA DI FERRARA

Settore Ambiente e Agricoltura

PO Sviluppo Sostenibile

UOS Siti Contaminati

Ferrara, 10/10/2012

OGGETTO: Verbale Conferenza dei Servizi del 10/10/2012. Procedura "Immobiliare Adele Srl", sito "Stabilimento Officine Metallurgica Stella Lux", via volano 69, Ferrara. **Esame Analisi di Rischio.**

Il giorno 10 ottobre 2012, alle ore 09.30 presso la Provincia di Ferrara, Corso Isonzo n. 105, è convocata la Conferenza di Servizi per la valutazione del documento "Integrazione a: Analisi di Rischio Sito - Specifica", ricevuto in data 30/08/2012 ed assunto agli atti con PG 71772 del 30/08/2012.

Riassunto Cronologia Atti:

- con nota del 15/06/2011, assunta agli atti con PG 49842 del 16/06/2011, Immobiliare Adele Srl trasmetteva i seguenti documenti:
 - o Piano di Indagine;
 - o Relazione di modellazione geologica-sismica ed analisi geotecnica del terreno;
 - o Inquadramento cartografico su mappa catastale in scala 1:2000;
 - o Documentazione fotografica;relativi all'area in oggetto;
- con nota PG 52694 del 24/06/2011, la Provincia trasmetteva l'avvio del procedimento di bonifica e ripristino ambientale siti contaminati ex art. 242 del D.Lgs. 152/06, ai sensi della L. 241/90 artt. 7 e ss.;
- con nota PG 54378 del 30/06/2011, la Provincia convocava la Conferenza dei Servizi per il giorno 13/07/2011 per l'esame dei documenti di cui ai punti precedenti;
- Con nota ricevuta in data 20/06/2012, assunta agli atti con PG 49702 del 21/06/2012, Gaia Snc, per conto di Immobiliare Adele Srl, trasmetteva il documento "Analisi di Rischio Sito - Specifica".
- Con nota ricevuta in data 30/08/2012, assunta agli atti con PG 71772 del 30/08/2012, Gaia snc, per conto di Immobiliare Adele Srl, trasmetteva il documento "Integrazione a: Analisi di Rischio Sito - Specifica".

Corso Isonzo 105/a - 44121 Ferrara - tel. 0532 299545 - fax 0532 299549 - e-mail: provincia.ferrara@cert.provincia.fe.it
<http://www.provincia.fe.it> - Codice Fiscale e Partita IVA 00334500386

Enti presenti:

per Provincia di Ferrara	Dott.ssa G. Dugoni Dott.ssa G. Boldrini Dott. I. Villani	
per Comune di Ferrara	Dott.ssa L. Dall'Olio	
Per ARPA Ferrara	Dott. M. Roverati Dott. F. Cacciari	
Per USL Ferrara	Dott. G. Fersini	

Per la società Immobiliare Adele Srl sono presenti: Dott. S. Vincenti (consulente).

Funge da segretario il dott. Igor Villani della Provincia di Ferrara.

Visto il documento "Integrazione a: Analisi di Rischio Sito – Specifica", ricevuto in data 30/08/2012 ed assunto agli atti con PG 71772 del 30/08/2012.

Valutate le integrazioni prodotte nel documento di cui al punto precedente.

La Conferenza dei Servizi approva l'Analisi di Rischio e le relative CSR

Dovrà pertanto essere presentato un progetto di bonifica relativo alle matrici per le quali si verifica superamento delle CSR e CSC al POC.

Dovrà essere effettuato un ulteriore campagna piezometrica e di analisi, su tutti i piezometri del sito, tre mesi dopo la ricezione del presente verbale. Gli analiti da ricercare dovranno essere i metalli, alifatici cloruratici cancerogeni e non cancerogeni. Il campionamento dovrà essere effettuato a basso flusso campionando a torpidità inferiore a 50 NTU.

Letto, approvato e sottoscritto,

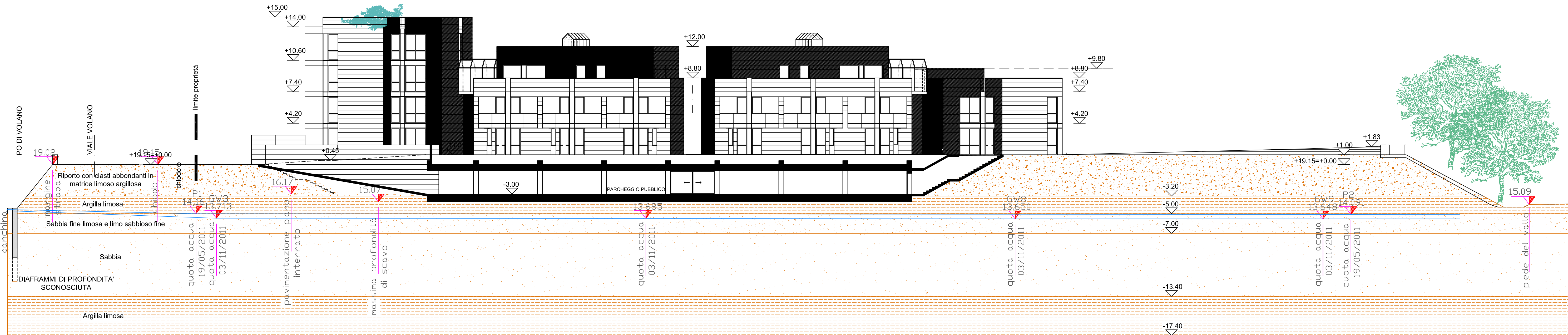
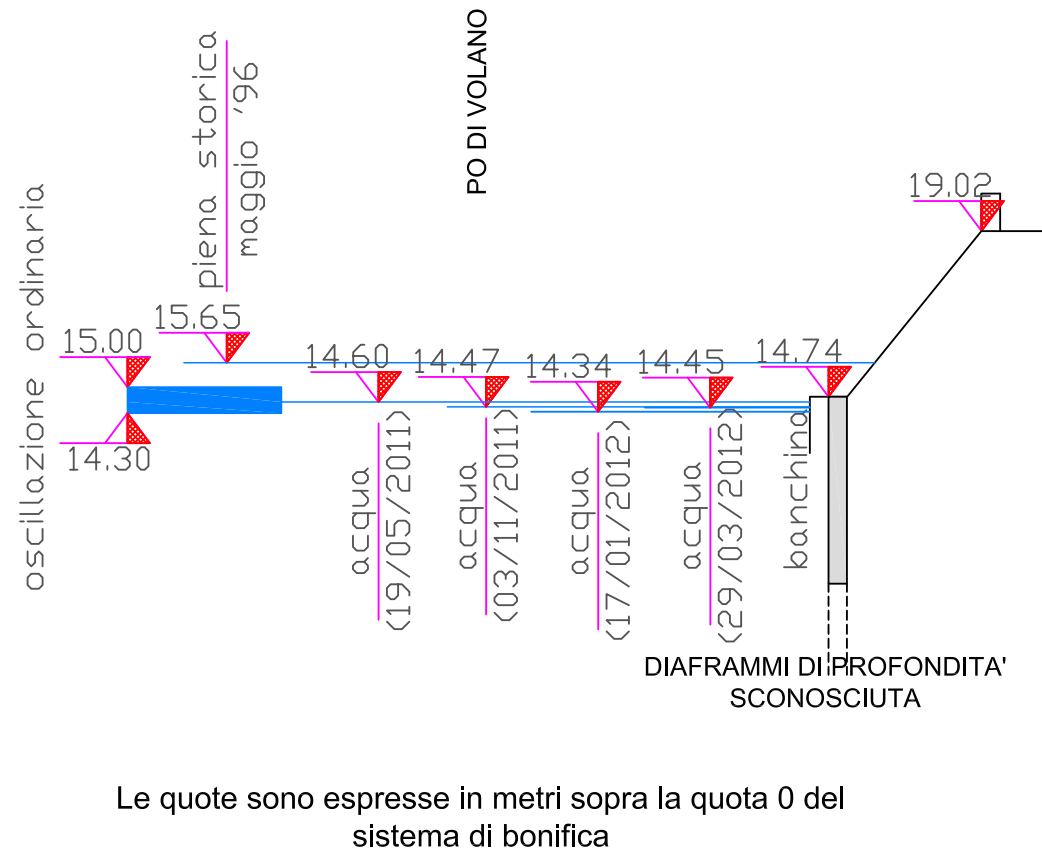
Provincia di Ferrara	Dott.ssa Gabriella Dugoni	
Comune di Ferrara	Dott.ssa Lorella dall'Olio (delegata)	
ARPA Ferrara	Dott. M. Roverati	
USL Ferrara	Dott. G. Fersini	

Il Segretario Igor Villani

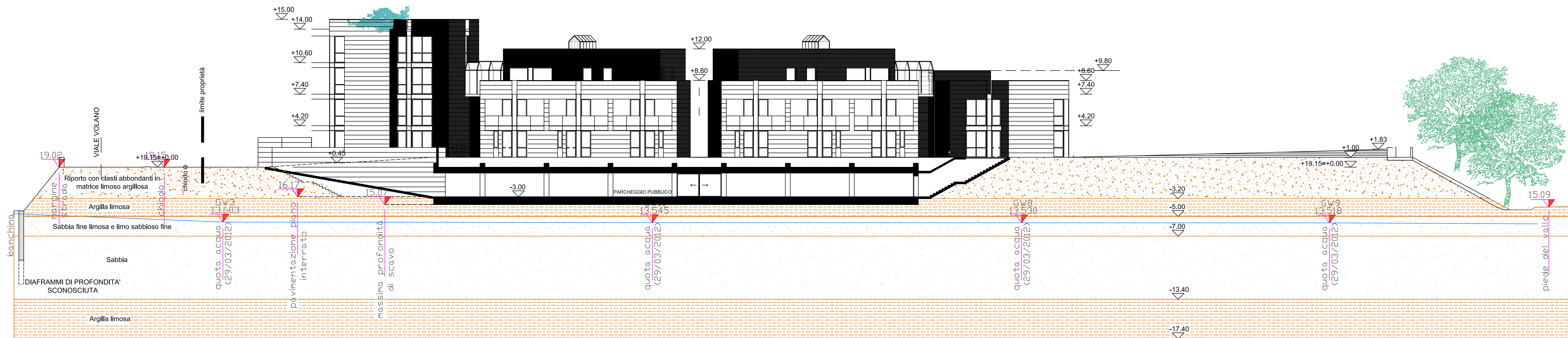
Corso Isonzo 105/a - 44121 Ferrara - tel. 0532 299545 - fax 0532 299549 - e-mail: provincia.ferrara@cert.provincia.fe.it
<http://www.provincia.fe.it> - Codice Fiscale e Partita IVA 00334500386

MONITORAGGIO DEI LIVELLI FREATICI VECCHIA E NUOVA RETE
PIEZOMETRICA

OSCILLAZIONI FIUME PO



ULTIMO MONITORAGGIO DEI LIVELLI FREATICI



COMUNE DI FERRARA

PROGRAMMA SPECIALE D'AREA
L.R. n. 30 Agosto 1996

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA
"OFFICINE METALLURGICHE LUX"
Viale Volano n. 69- FERRARA

NUOVE RESIDENZE

PROPRIETA'	IMMOBILIARE ADELE s.r.l. 69,Viale Volano 44121 FERRARA
PROGETTAZIONE URBANISTICA E PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA	GAE AULENTI ARCHITETTI ASSOCIATI ARCH. GAE AULENTI ARCH. MARCO BUFFONI ARCH. FRANCESCA FENAROLI ARCH. VITTORIA MASSA 4, PIAZZA SAN MARCO 20121 MILANO
PROGETTAZIONE URBANISTICA E PROJECT MANAGEMENT	ING. FRANCESCO MASCELLANI 6 P.TA COMBATTENTI 44121 FERRARA
RICERCA STORICA E CONSULENZA	ARCH. BARBARA PAZI 75, Via Palestro 44121 FERRARA
INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI	DOTT. GEOL. THOMAS VERONESE 10,Via Roma 44021 CODIGORO (FE)

IL PROGETTISTA	IL DIRETTORE DEI LAVORI	LA PROPRIETA'
----------------	-------------------------	---------------

OGGETTO	SEZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA
---------	------------------------------------

scala :	cod. file :	data emissione :	aggiornamento :
- 1:200	PP-J01	22.08.2012	-

		rif.	progetto	eseguito da:
				VERONESE
		disegno:	agg.	
		Tav. J05_A		