

PROVINCIA DI MODENA
Comune di Fiorano Modenese

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA AMBITO "APS.i-UBERSETTO- SETTORE A



ANALISI GEOLOGICA – GEOTECNICA E SISMICA INTEGRATIVA PER VARIANTE

Proprietà:
Ceramiche ATLAS CONCORDE
Via Canaletto 141
Fiorano Modenese
Modena



Dott. Geol.
GEMELLI FRANCO
Via Milano 21
Sassuolo
Modena

Sassuolo 17/03/2017

Sommario

PREMESSA.....	3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	3
QUADRO SISMICO	9
• Magnitudo attesa	9
• $a(g)_{\text{rigido}}$	9
• V_{s30}	10
• Risposta sismica locale “RSL”	10
• Rischio liquefazione e cedimenti post-sismici	16
QUADRO GEOTECNICO.....	19
ASPETTI IDRICI	21
CONCLUSIONI	22

PREMESSA

La ceramica ATLAS CONCORDE sta realizzando una serie di nuove strutture in via Viazza. Per tale intervento, lo scrivente, a partire dal 2010 sino al 2015¹, ha effettuato una serie di sondaggi che hanno consentito di tracciare un profilo piuttosto preciso dell'intero comparto.

I risultati parziali di queste indagini sono stati via via allegati alle varie documentazioni. Nell'ultima documentazione del 2015 è stato prodotto un elaborato che racchiude tutti i sondaggi eseguiti e le varie stratigrafie (riportate di seguito)

Ora si introduce una nuova variante al progetto che si estende nell'area Ex.Colli , ma poiché si tratta di una proiezione d'intenti, per la quale sicuramente si dovranno apportare modifiche, al fine di evitare di fare sondaggi, magari posizionati non correttamente rispetto alla stesura finale del progetto, la documentazione che accompagna questa "probabile" variante viene redatta utilizzando i dati a disposizione.

Fra l'altro, vicino alle zone d'intervento, vi sono diversi sondaggi (DPSH 1, 2,3,4,5 e CPT 4 del 2015) che possono fare da riferimento per gli orientamenti operativi.

Di tutti i sondaggi fatti, di seguito , si riportano solo i grafici sopra menzionati perché di immediato uso per l'ampliamento.

Vengono però allegate anche le sezioni ricavate con ogni sondaggio (dal 2010 al 2015), al fine di rendere visibile la variabilità stratigrafica del sito .

Sempre in prossimità dell'ampliamento, nel 2015, è stata fatto un stendimento sismico microtremori ReMi per determinare la Vs30, che, viene riconsiderato per il caso in oggetto.

Rimane tassativa un'integrazione di indagine quando, definito il progetto, si passerà alla fase esecutiva.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Da un punto di vista geologico l'area è caratterizzata da depositi quaternari formati da alternanze fra strati e/o lenti ghiaiose e strati argillosi e/o argillo-limosi.

Il PTCP della Provincia di Modena mette in evidenza che lo spessore complessivo del quaternario è compreso fra i 90 e i 100 m.

Alcune stratigrafie di pozzi per acqua ubicati al contorno confermano questa proiezione.

Con riferimento ai primi metri di sottosuolo, quelli interessati dall'azione delle fondazioni, i sondaggi DPSH o CPT, spinti ai 14-15 m di profondità, mettono in risalto che le ghiaie (fra l'altro si tratta di ghiaie molto ricche in matrice coerente e/o semicoerente con clasti poco grossolani e spigolosi) sono molto irregolari

¹ Inserimento della zona nel POC del Comune di Fiorano(2010 : n.4 sondaggi DPSH e n.2 stendimenti sismici ReMi) ; nuovi capannoni (2012: n.8 DPSH e n.3 CPT) ; variante sostanziale al progetto 2015 (n. 5 DPSH , n.4 CPT e n.1 stendimento ReMi)

sia negli spessori che nella posizione sui piani orizzontali e verticali. Questa alternanza, a partire dai 10.00 m, ricopre un strato argillo-limoso compatto.



Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano

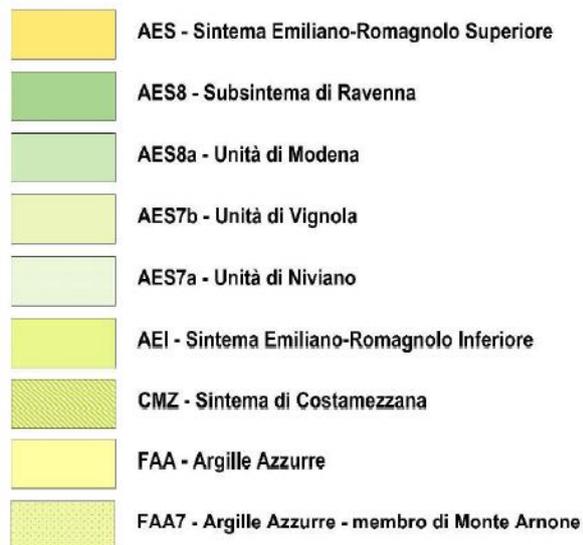


Figura 1- quadro geologico del sito (da RER)

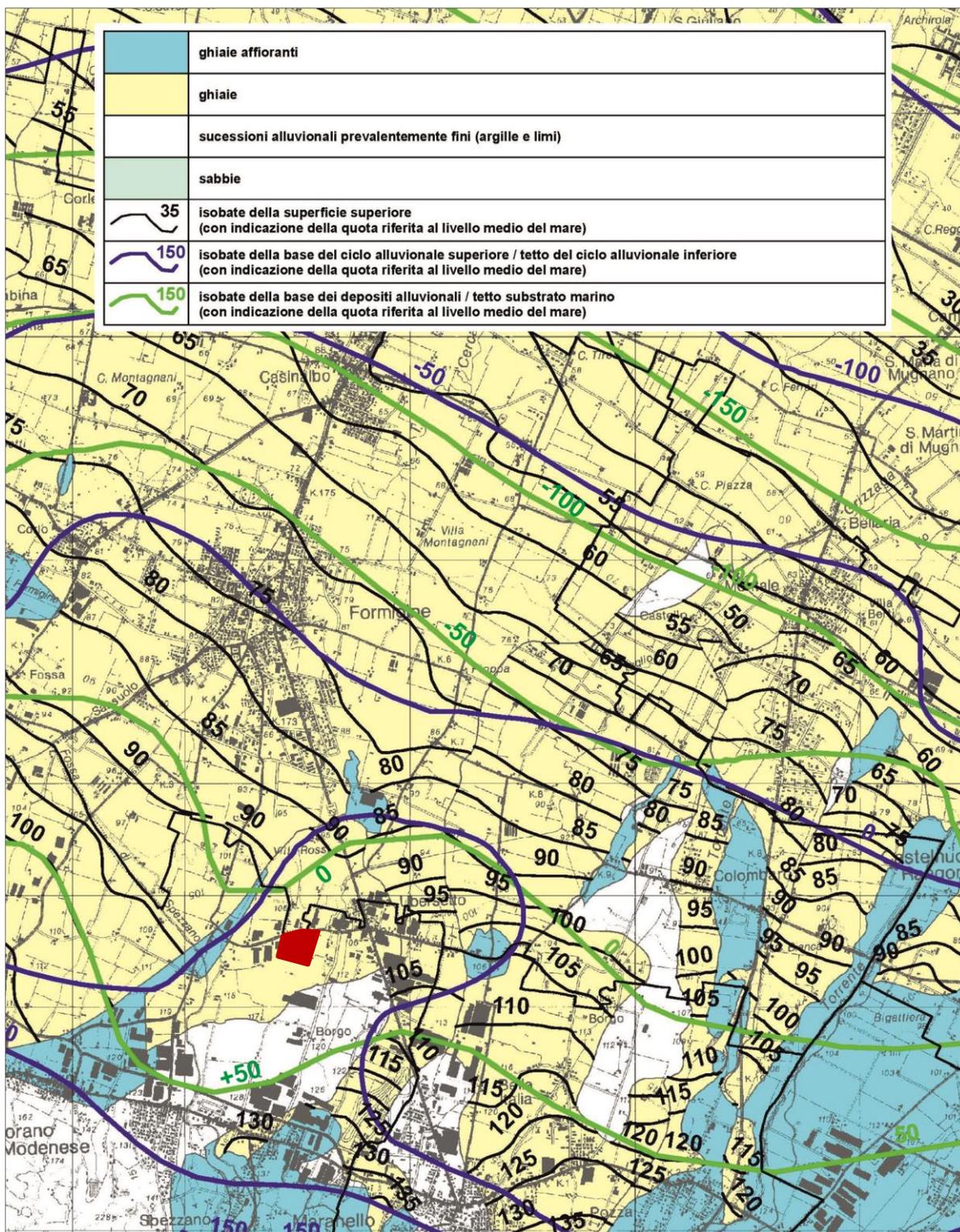
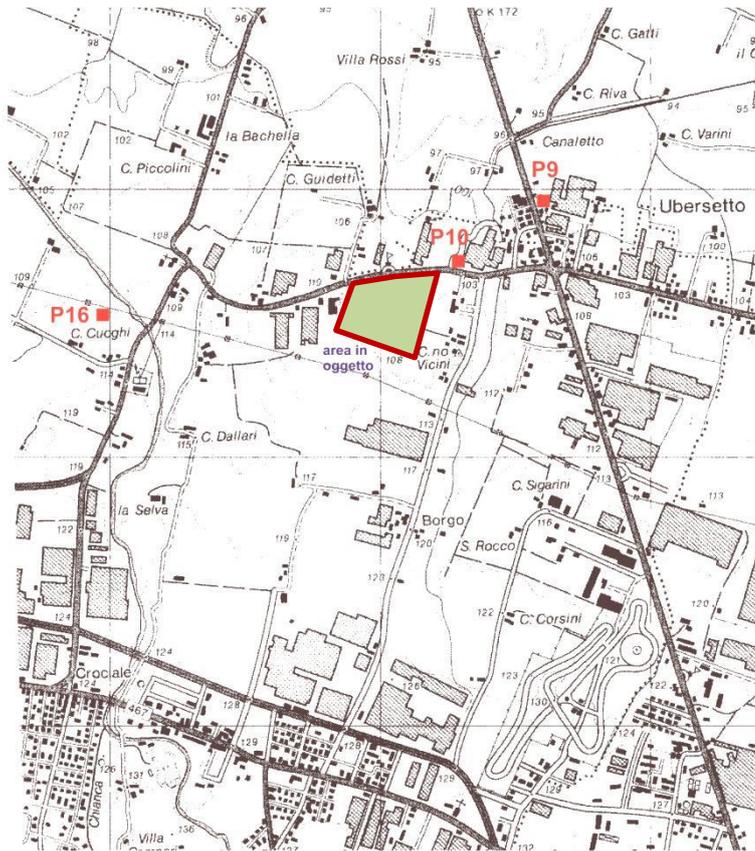


Figura 2- spessore della copertura quaternaria (da RER)



da RER
catasto dei pozzi

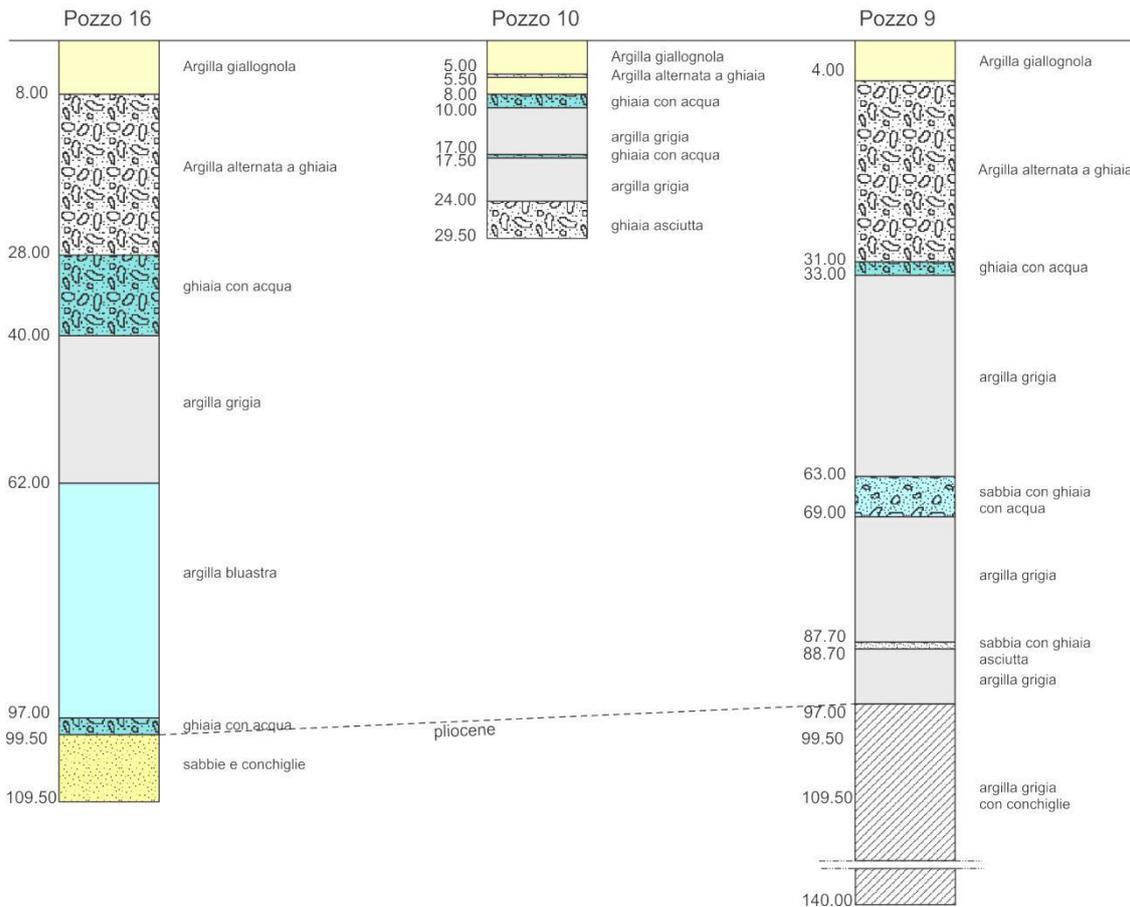


Figura 3 - stratigrafia profonda (da RER)

Relativamente alle frazioni coerenti, in genere, si tratta di materiale di consistenza medio alta anche se, in qualche verticale, sono stati intercettati livelli leggermente più teneri.

Sono state fatte tre sezioni con direzione E-W e una S-N che collega le tre CPT_2015. Da esse risulta ben chiara l'irregolarità delle ghiaie e come, al di sotto degli 8-10 m, il sottosuolo sia formato da argille compatte.

Le stratigrafie profonde mostrano che la possibilità di trovare ghiaie, di fatto, termina verso i 30-40 m in quanto al di sotto si hanno argille compatte sino al Pliocene.

Da un punto di vista idrogeologico i sondaggi hanno rilevato la freatica ad una profondità di 4-5.00 m ma, a seconda della posizione delle ghiaie, alcune verticali l'hanno intercettata verso i 3.00 m e/o 8.00 m.

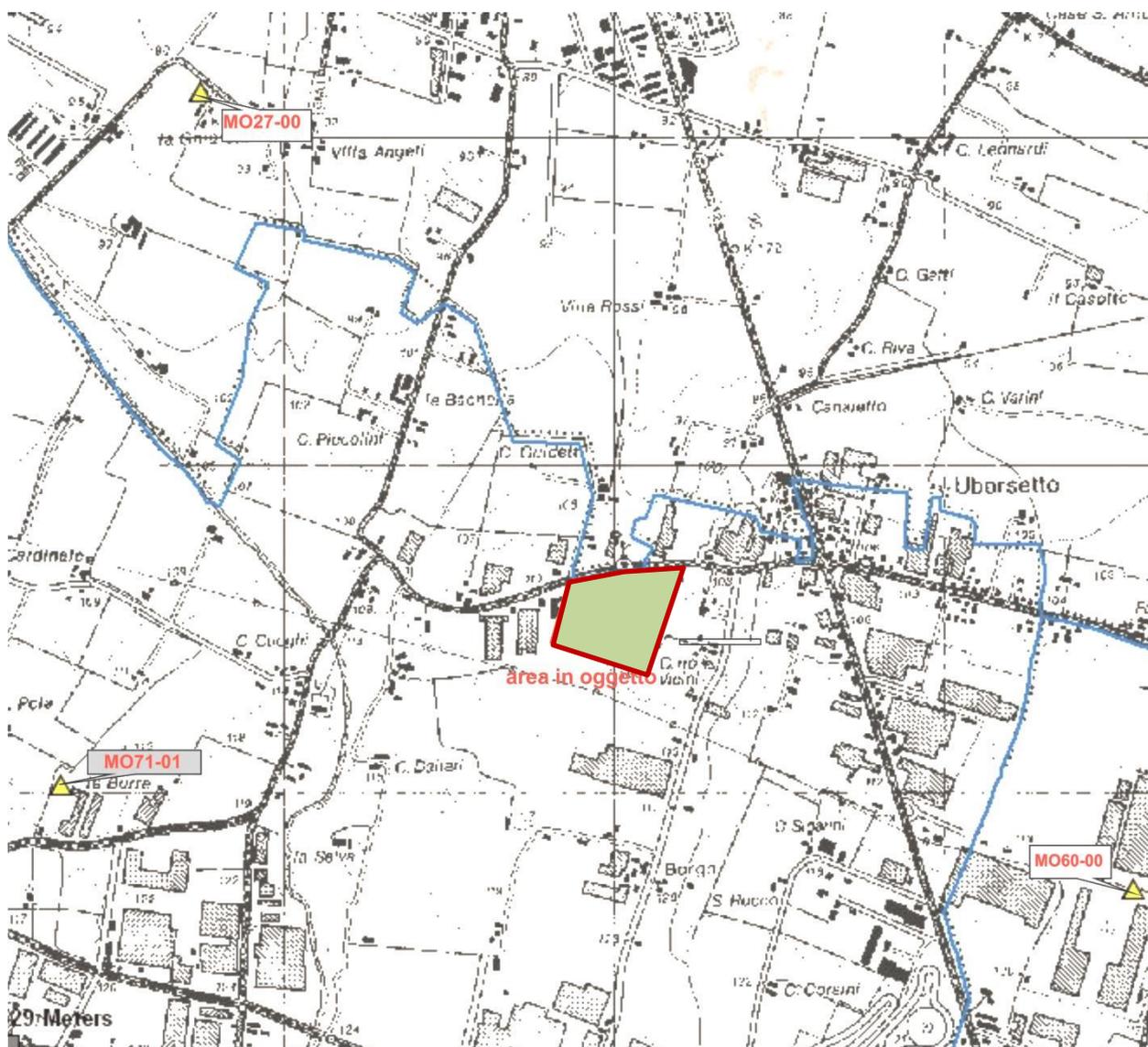
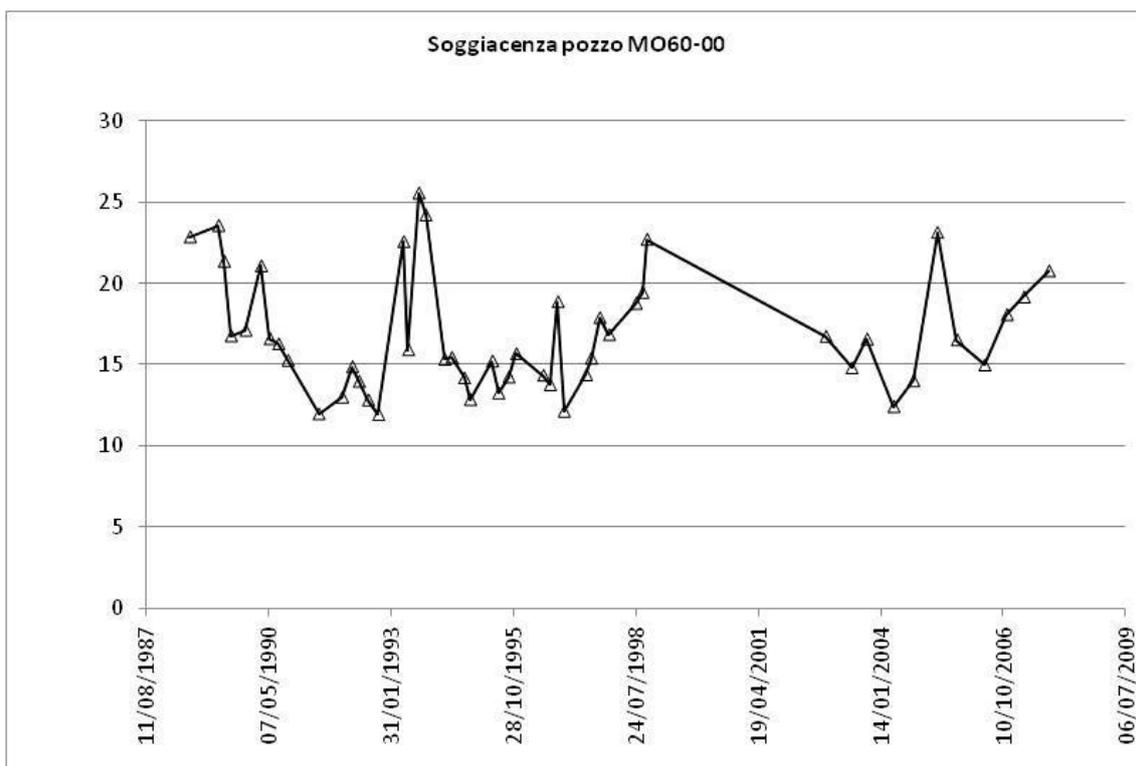
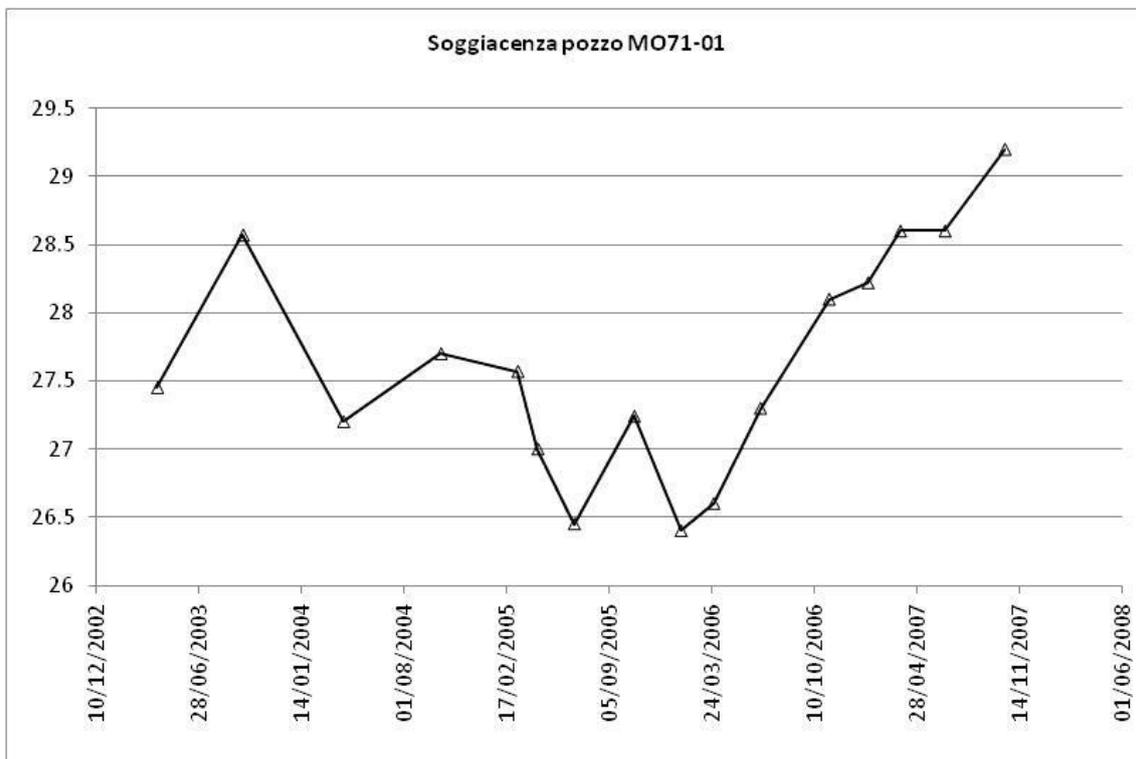


Figura 4 - pozzi di riferimento per soggiacenza falda profonda (da ARPA)



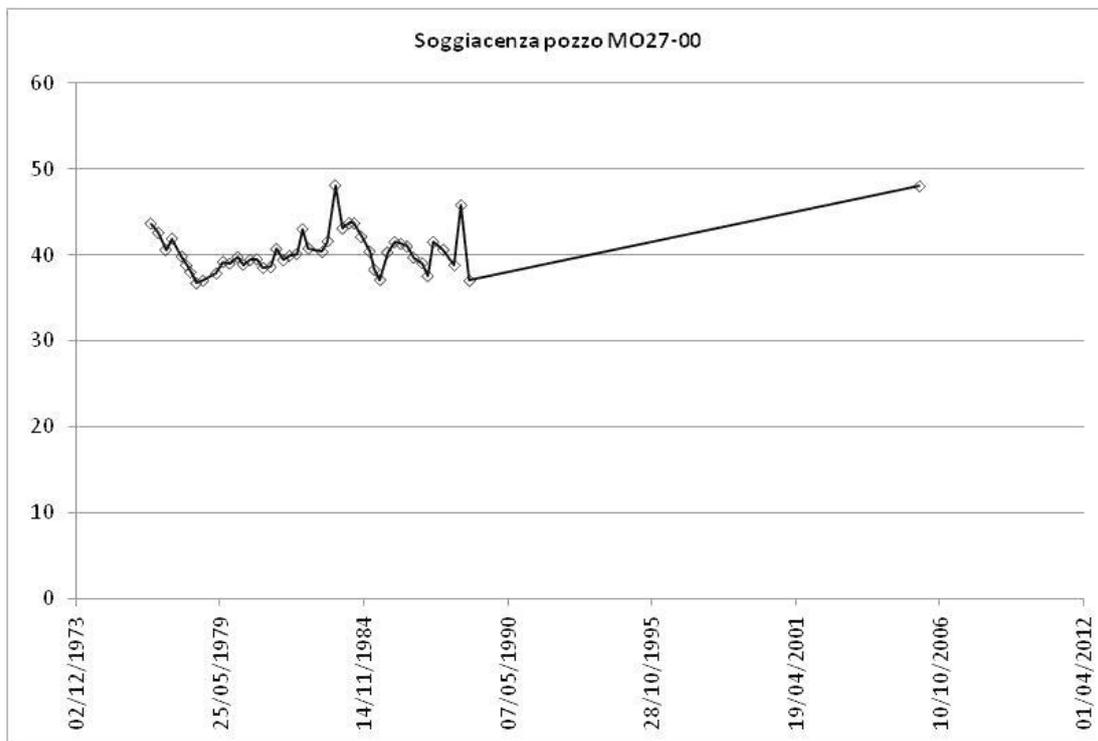


Figura 5 - soggiacenza falda nei tre pozzi di riferimento (da ARPA)

Per quanto riguarda la posizione della falda profonda, i monitoraggi fatti dall'ARPA su tre pozzi ubicati al contorno mettono in evidenza che la soggiacenza varia da 27.00 m per il MO71, a 17.00 m per il MO60 e a 40 m per il MO27 .

QUADRO SISMICO

- **Magnitudo attesa**

Dalla carta sismogenetica nazionale, l'area in oggetto è interna alla ZS9 , sub 913 , per la quale $M_w = 5.91$.

- **$a(g)_{\text{rigido}}$**

Dall'allegato 4 delle NTC 2008 l' $a(g)_{\text{rigido}} = 0.162$

MO	Finale Emilia	0.149
MO	Fiorano Modenese	0.162
MO	Fiumalbo	0.198

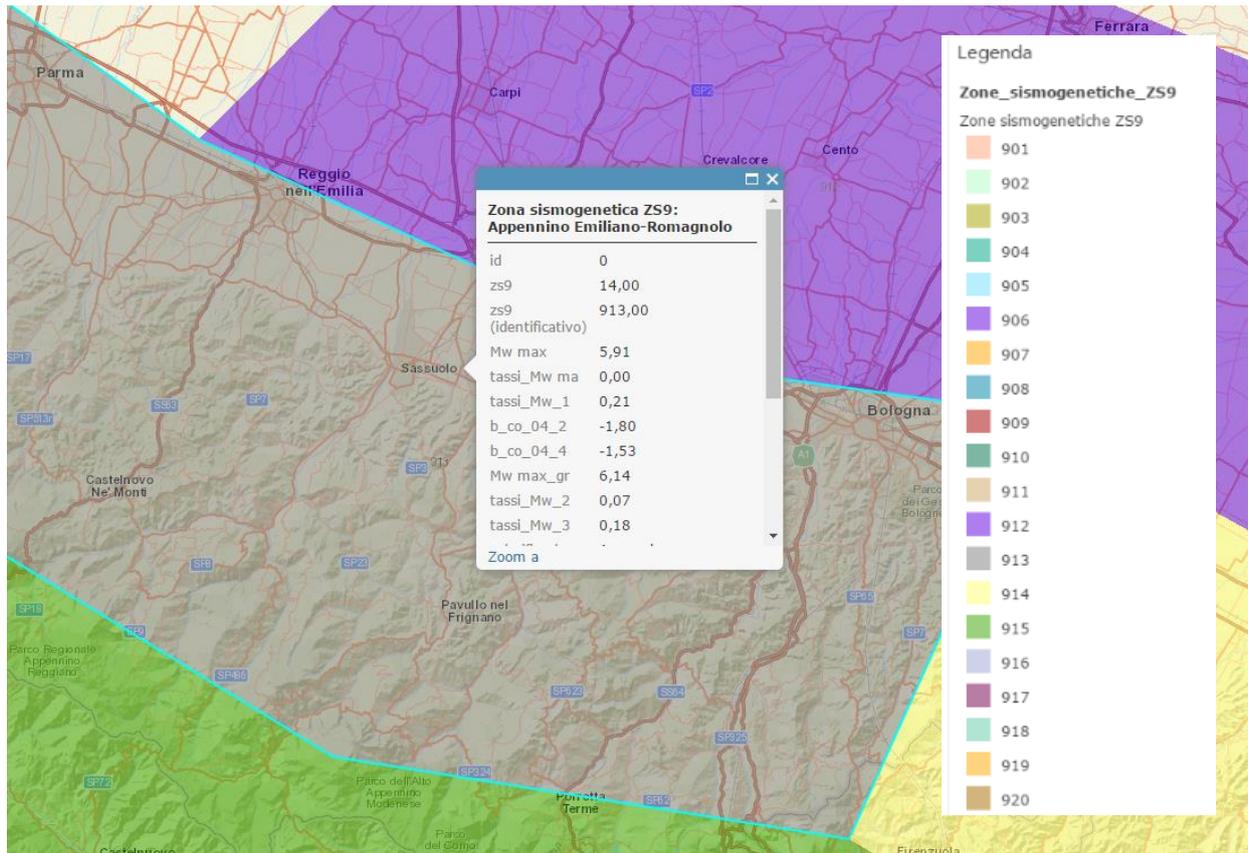


Figura 6 - carta sismogenetica d'Italia (da Martellotta M.)

- V_{s30}

Dal grafico che segue risulta che $V_{s30} = 372$ m/s pertanto la categoria sismica è "B".

- Risposta sismica locale "RSL"

Il quadro sismico viene completato con la risposta sismica locale.

Il codice di calcolo utilizzato è EERA (*J. P. Bardet, K. Ichii, and C. H. Lin*).

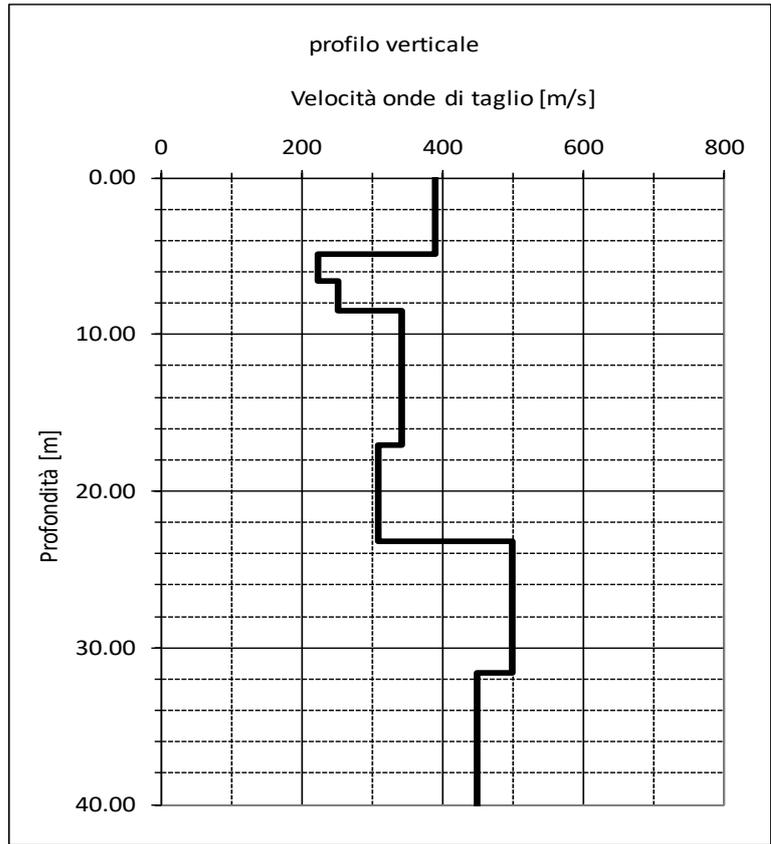
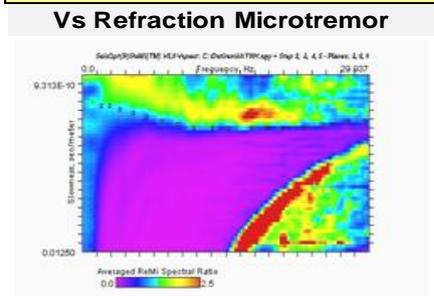
Si determinerà:

- $a(g)_{\text{SUOLO}}$
- F_0 – amplificazione spettrale
- FA.PGA
- TB;TC;TD periodi in cui lo spettro rimane costante
- Coefficienti di Housner

Gli accelerogrammi utilizzati sono quelli messi a disposizione dalla RER per ogni comune.

strati	Prof.	H	Vs	tempi
1	4.88	3.38	390	0.00867
2	6.58	1.70	223	0.00764
3	8.45	1.87	252	0.00741
4	17.11	8.66	342	0.02533
5	23.17	6.06	311	0.01951
6	31.59	8.42	501	0.01681
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ULTIMO	41.50	9.91	450	0.02202
Somma tempi				0.10739
Vs30				372
CLASSE				B



località **Ubersetto-ATLAS**

Prof. Posa Fond.

1.5

Sond. N° **N.1_2015**

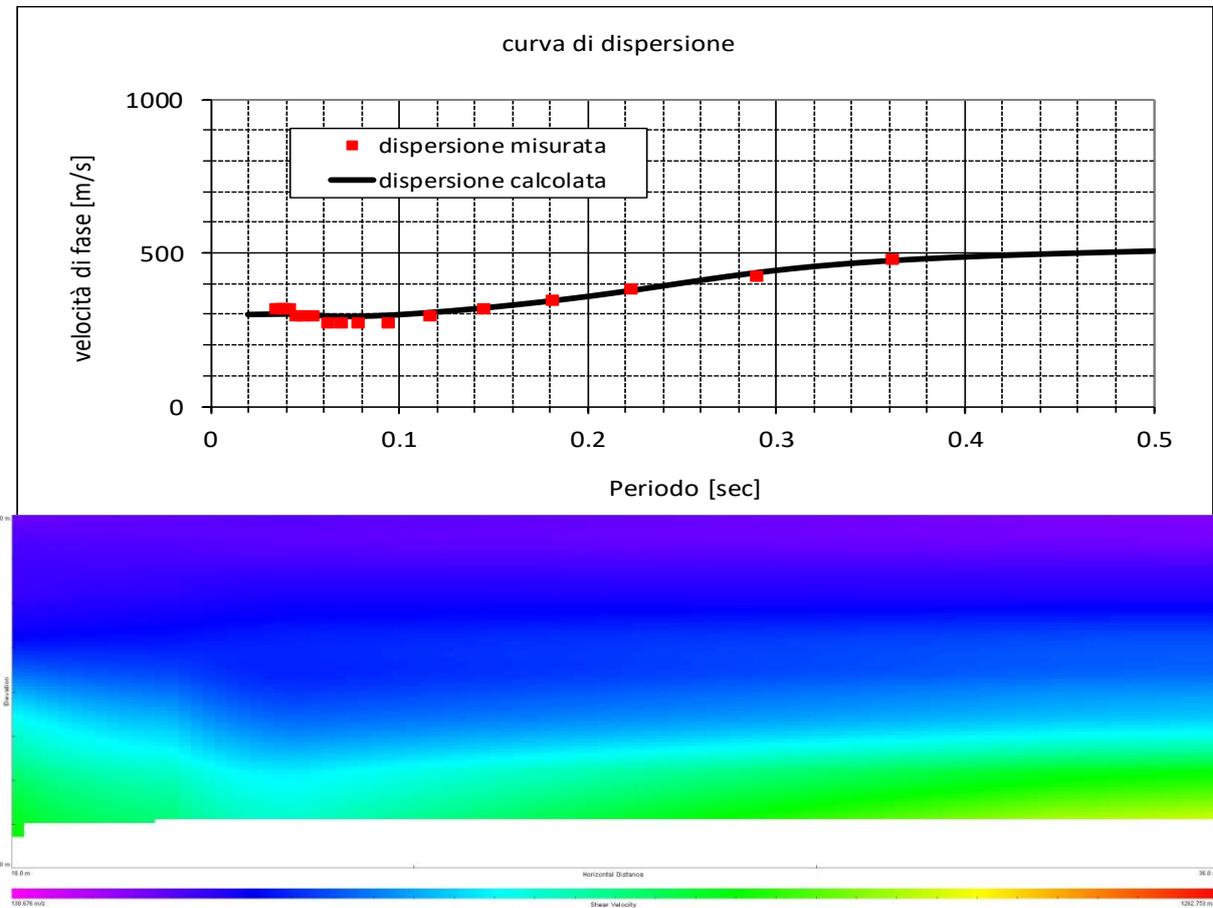
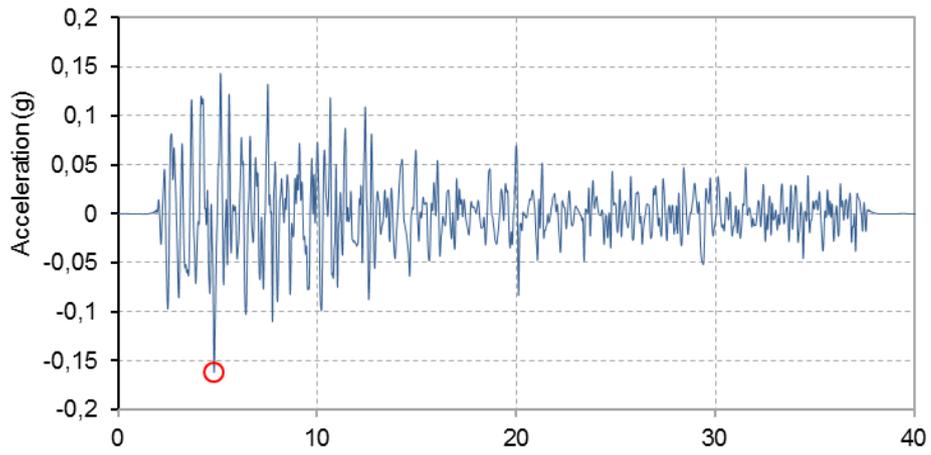
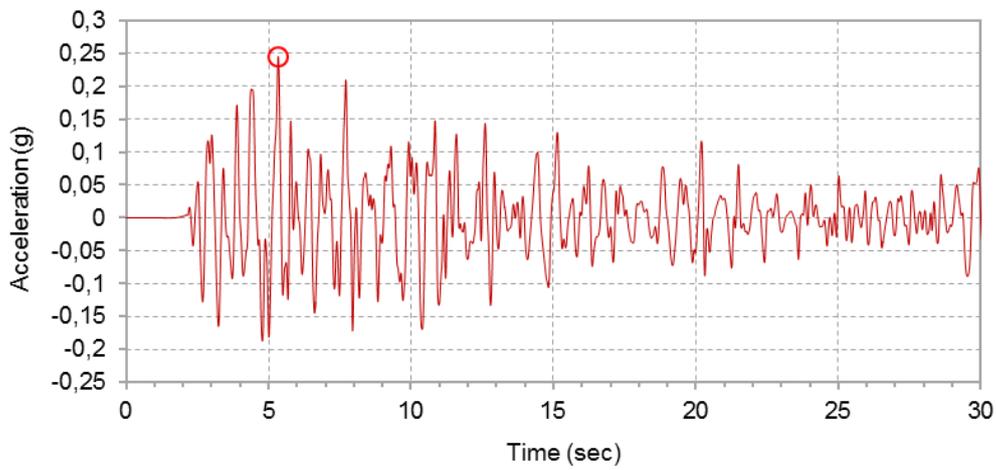


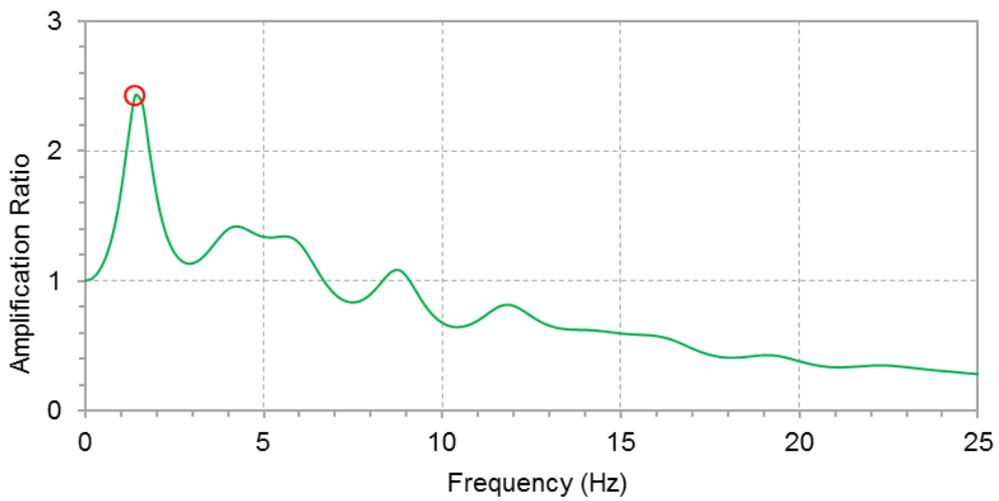
Figura 7 - ReMi- Vs30



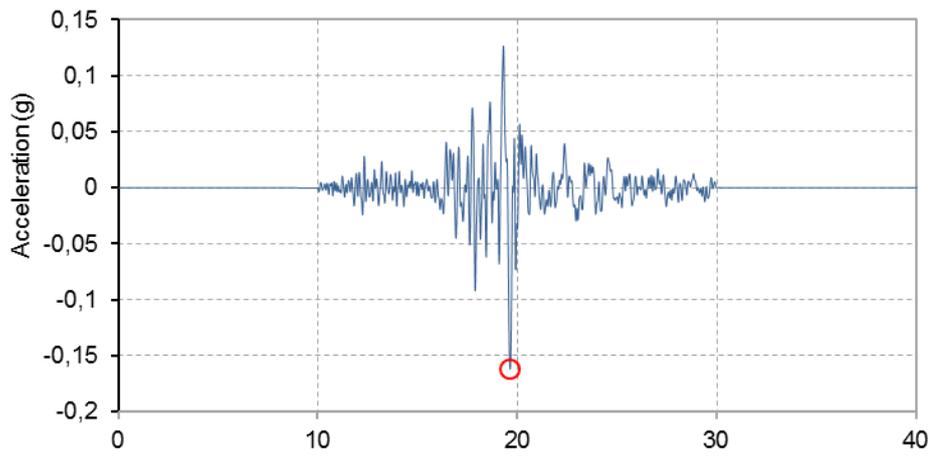
000046xa Accelerogramma



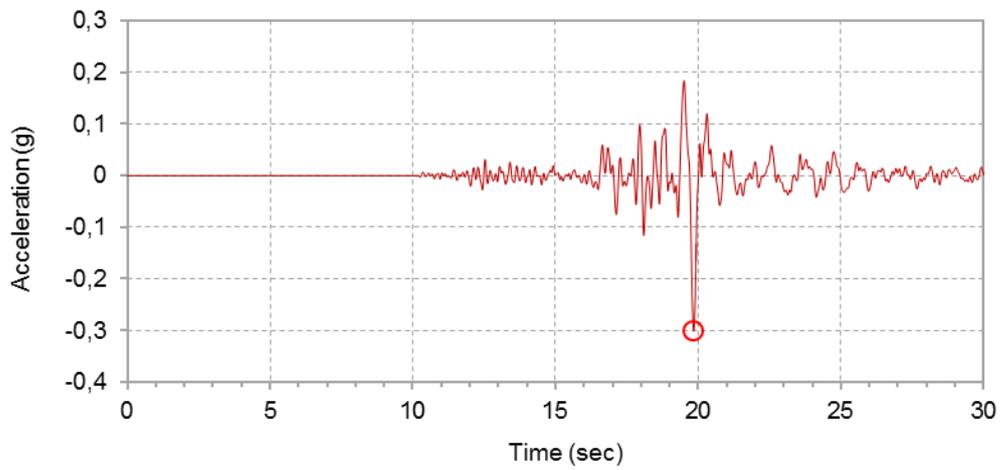
Accelerazione al suolo 0,246



Accelerazione spettrale Max. 2,42

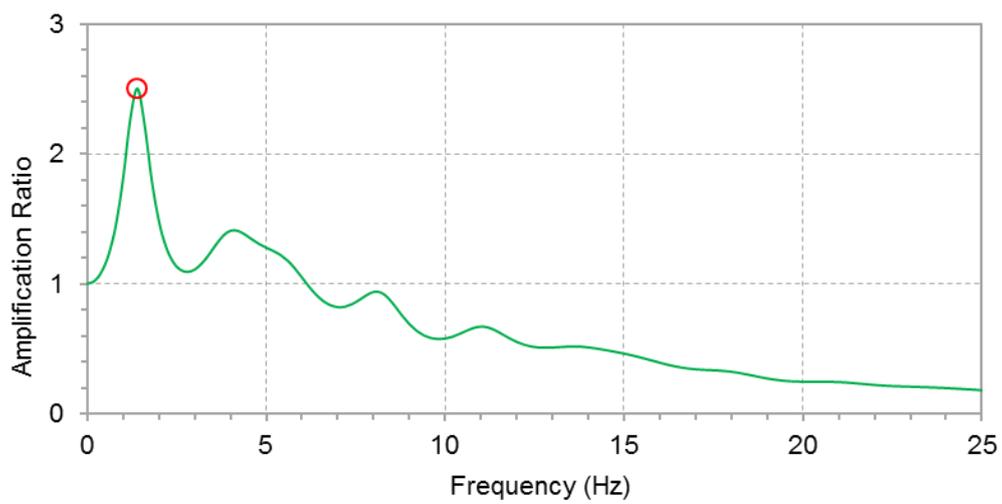


000126Xa Accelerogram



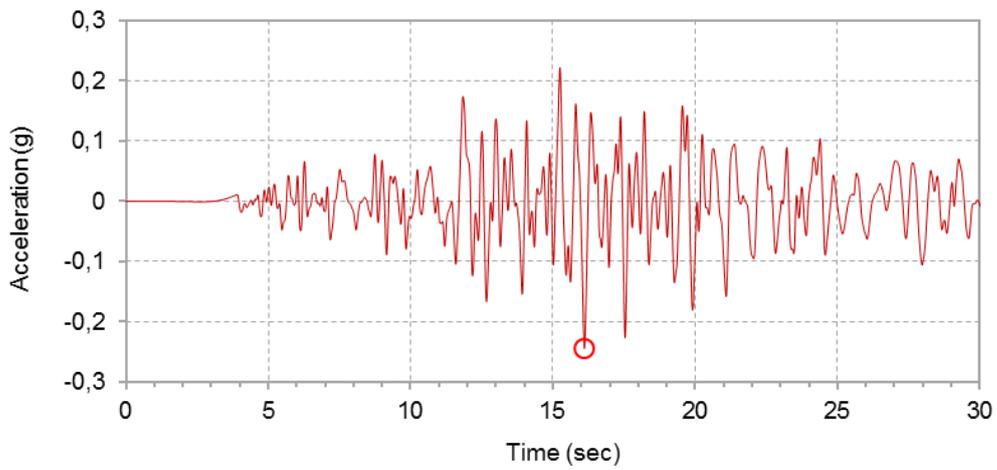
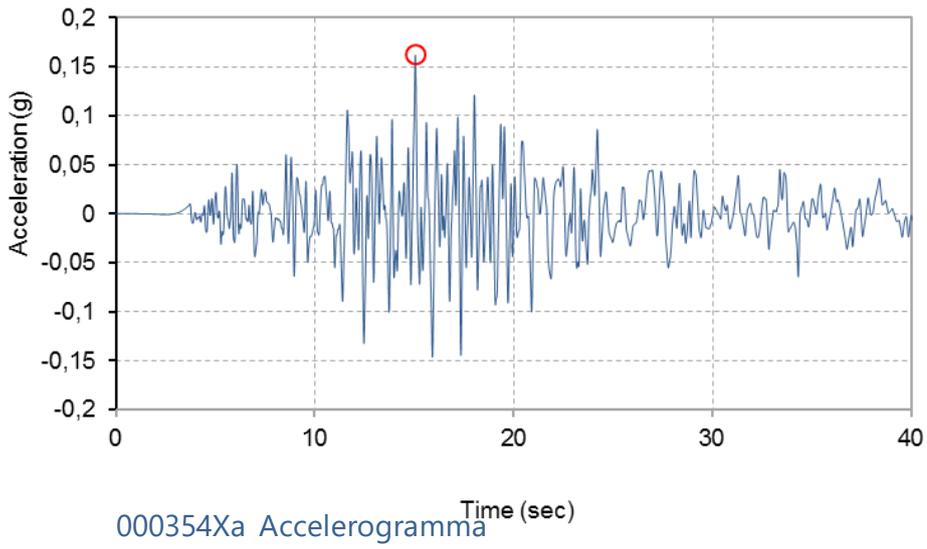
Accelerazione al suolo

Max.= 0,301

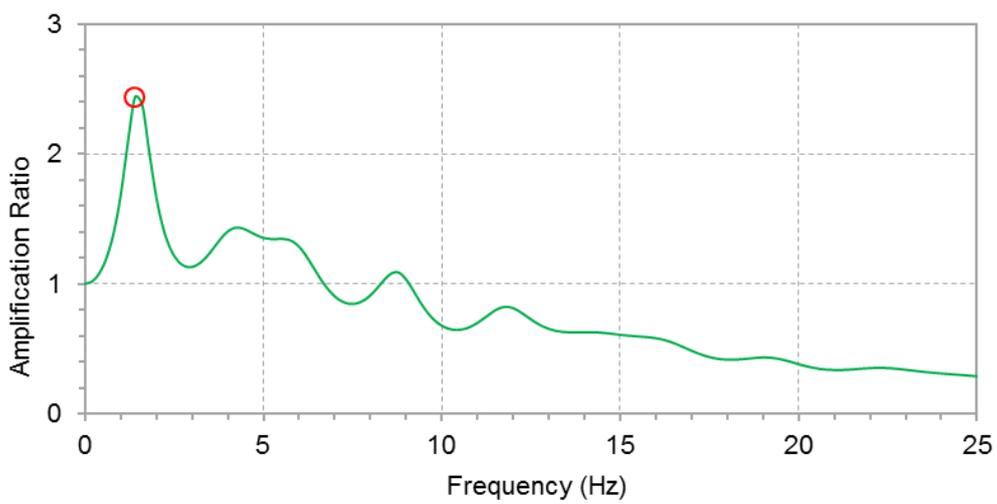


Accelerazione Spettrale

Max. 2,50



Accelerazione al suolo Max.= 0,244



Accelerazione Spettrale Max. 2,44

Figura 8 - grafici relativi alla RSL

TB 0,43 TC 0,72 TD 2,66

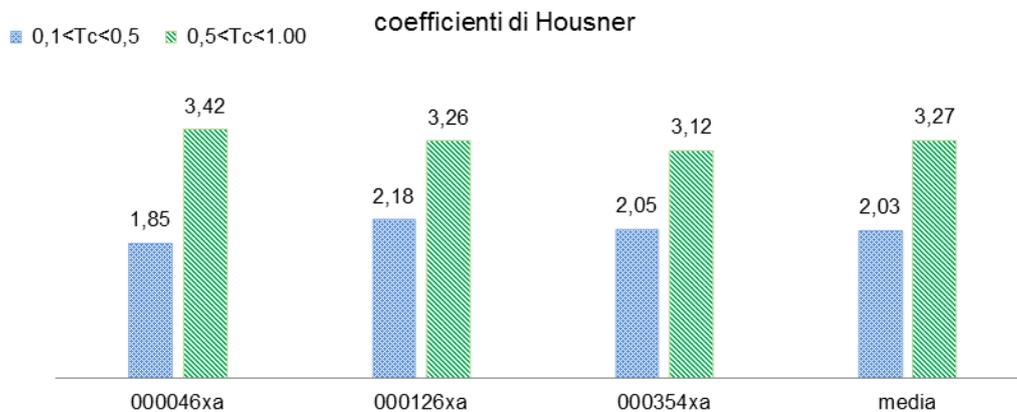
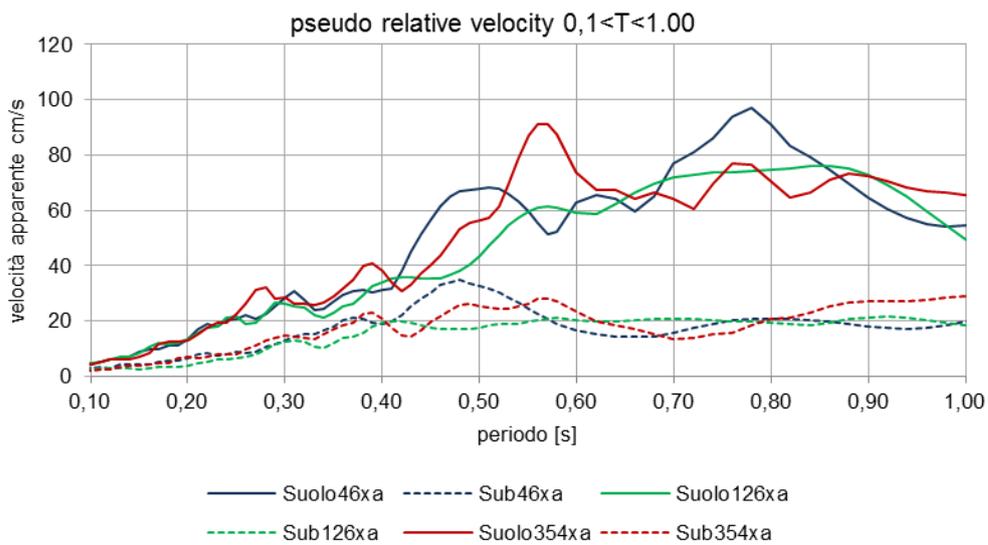
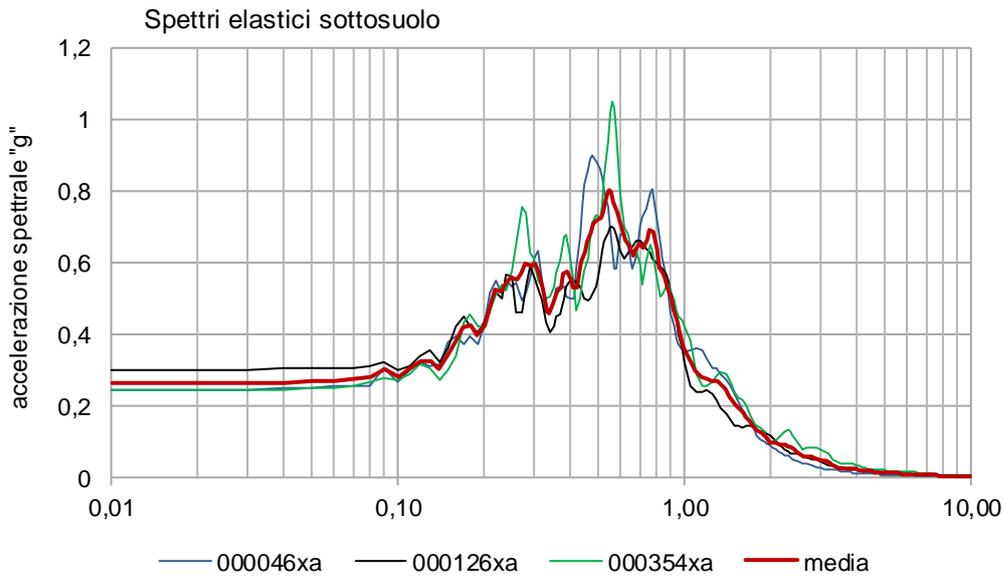


Figura 9- spettro elastico terreno e coefficienti di Housner

Parametri	accelerogrammi			
	0,00046	0,00126	0,00354	Media
a(g)suolo	0,246	0,301	0,244	0,264
Fo	2,42	2,50	2,44	2,45
TB				0,30
TC				0,50
TD				2,44
FA PGA	1,52	1,86	1,51	1,63
FA-H 0,1-0,5	1,85	2,18	2,05	2,03
FA-H0,5-1,00	3,42	3,26	3,12	3,27

Figura 10 - tabella di sintesi della RSL

- Rischio liquefazione e cedimenti post-sismici

La stratigrafia rilevata dai sondaggi esclude la presenza di sabbie sciolte in falda pertanto questo rischio è praticamente inesistente, tuttavia, disponendo di una CPT, si effettua ugualmente la verifica, che, fra l'altro, serve per la stima dei cedimenti post-sismici.

Il metodo adottato è quello di *Boulanger – Idriss*.

$$LPI = \int_0^{15} F(z) * W(z) dz$$

Dove :

$W(z)$ = è una funzione di pesi, linearmente decrescente con la profondità, che tiene conto della profondità dello strato liquefacibile, attribuendo peso maggiore agli strati superficiali ed è data da :

$$W(z) = 10 - 0,5z$$

$F(z)$ = esprime il potenziale di liquefazione per ciascun strato in funzione del fattore di sicurezza .

La scala del rischio (da *Sonmez, 2003*)

LPI	rischio
0	Nulla
0,2 < IL <= 2	Basso
2 < IL <= 5	modesto
5 < IL <= 15	alto
IL > 15	Molto alto

Per quanto riguarda i cedimenti post-sismici , si segue il metodo

di *Tokimatsu & Seed e Ishihara* per le sabbie sature, il software *Liquefy Pro* per quelle non sature e *Robertson* per le argille .

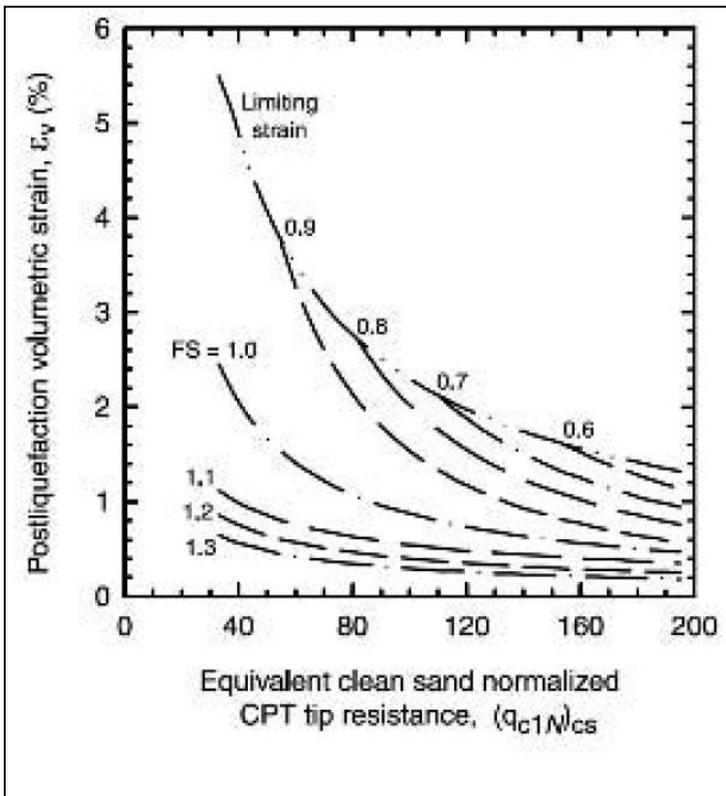
Il cedimento si trova:

$$W = \varepsilon_v * \Delta H$$

Dove:

- ε_v = deformazione post-sismica indotta (p%)
- ΔH = spessore dello strato sabbioso (20 cm).

Per le sabbie “ ε_v ” viene calcolata in funzione della resistenza penetrometrica normalizzata e del fattore di sicurezza a liquefazione calcolato alla quota corrispondente dello strato utilizzando secondo quanto riportato nel grafico che segue (da Zhang e Altri, 2002):



Per le argille il parametro “ ε_v ” viene determinato (Robertson)

$$\varepsilon_v = \frac{0.8 - 2.66 \text{Log}(FS)}{\frac{OCR}{(10 - 9 \text{Log}(OCR)) * Q_t^2 * \sigma_v'}} * \sigma_v'$$

Dove:

- $FS = CRR/CSR$ (CRR = resistenza al taglio del terreno; CSR = sollecitazione sismica)
- OCR = rapporto di sovraconsolidazione
- Q_t = resistenza alla punta normalizzata
- σ_v' = pressione litostatica efficace

Il grafico che segue illustra l'esito della verifica: $LPI = 0.45$ (rischio liquefazione BASSO) ; $W_{ps} = 1.49$ cm (valore modesto).

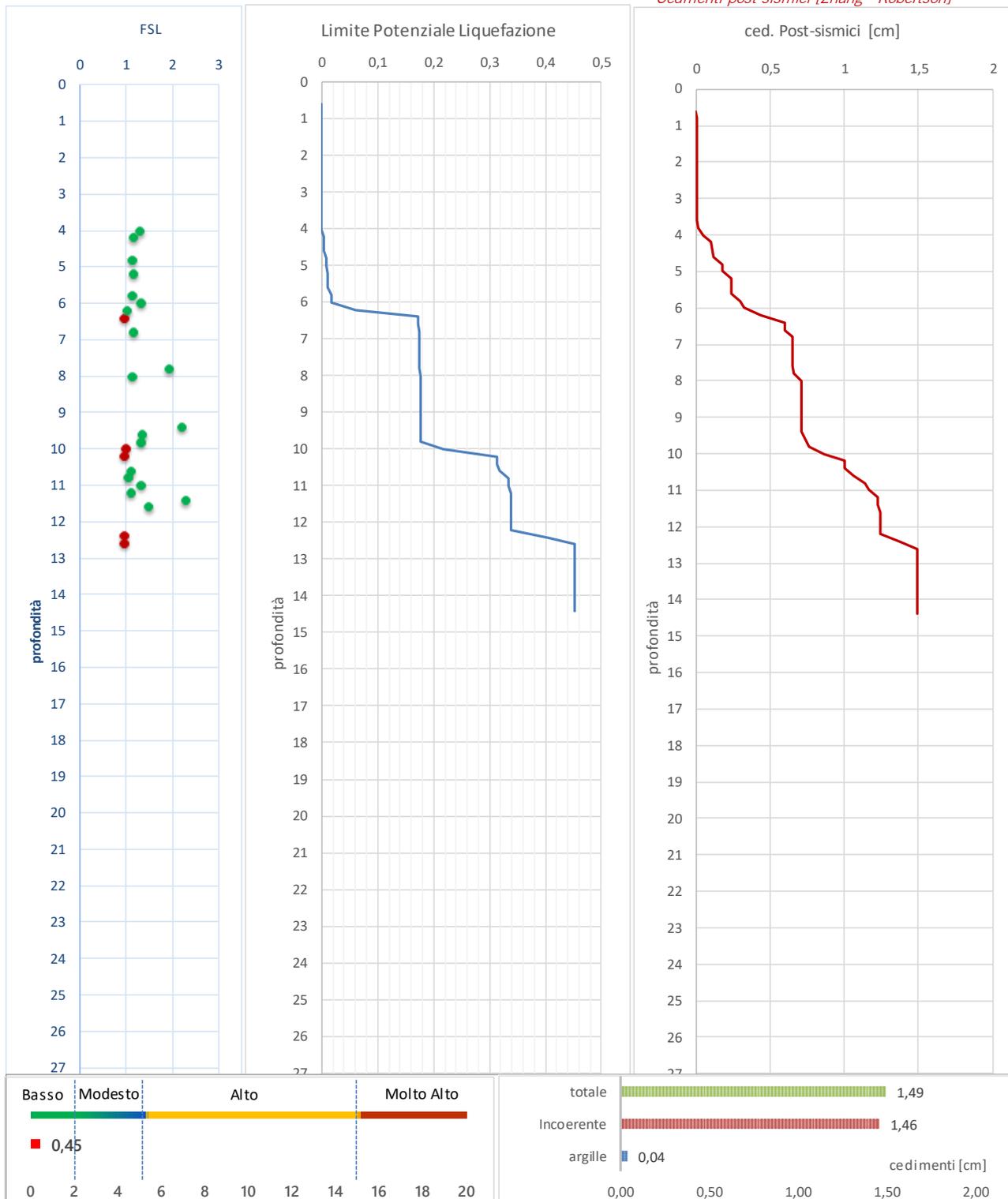


Figura 11 - verifica alla liquefazione e ai cedimenti post-sismici

QUADRO GEOTECNICO

Trattandosi di un progetto non definitivo, quindi non esecutivo, risulta impossibile effettuare stime di portata e/o di assestamenti in quanto non si hanno dati sul tipo di fondazioni e sui loro piani di posa, pertanto, l'aspetto geotecnico, viene espletato attraverso la sola caratterizzazione geotecnica del suolo nell'ambito della zona ampliamento con i dati dei sondaggi citati all'inizio, rimandando alla fase successiva i calcoli più specifici.

Da un punto di vista stratigrafico va rilevato quanto segue:

- 1) le ghiaie argillose presentano il loro tetto alla quota di circa 3-4.00 m dal p.c. ma il loro spessore aumenta progressivamente (da 1.00 a 7.00 m) da Sud verso Nord.
- 2) La posizione della falda segue quella delle ghiaie: in genere varia da 4.00 ai 6.00 m dal p.c.
- 3) Le facies che stanno sopra e subito sotto alle ghiaie sono limo-argillose la cui consistenza è medio bassa
- 4) L'orizzonte basale risulta decisamente argilloso e molto compatto

Di seguito la stratigrafia del sito del probabile intervento e i parametri geotecnici per strati a partire dal primo (n.1) all'ultimo (n.6).

CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA

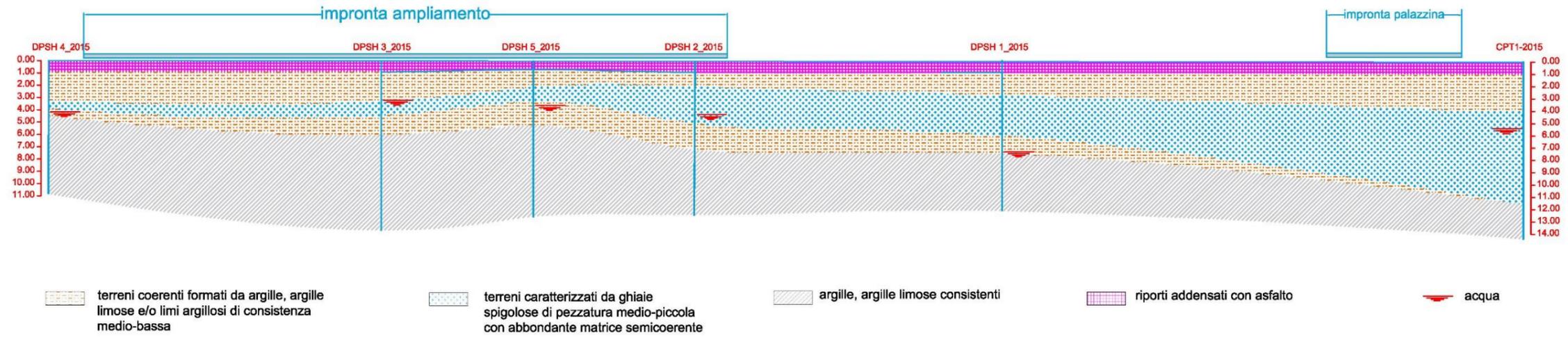


Tabella di sintesi

strati	ps t/m ³	Cu Kg/cm ²	C' Kg/cm ²	Dr %	φ	Eed Kg/cm ²	Ko Kg/cm ³	Vs m/s	v	Ey Kg/cm ²	
1	2,05	0,00	0,00	72	35	334	11,90	258	0,30	248	riporti ghiaiosi
2	1,77	0,72	0,14	0	18	62	5,04	178	0,36	30	limi argillosi
3	1,72	0,00	0,00	35	30	78	7,33	162	0,30	58	Ghiaie argillose
4	1,82	0,75	0,15	0	17	61	2,09	181	0,36	30	limi argillosi
5	1,96	1,19	0,24	0	22	77	4,03	221	0,31	51	argille compatte
6	2,12	1,79	0,36	0	24	102	4,02	263	0,26	80	Argille M.compatte

Figura 12- caratterizzazione geotecnica del sito

ASPETTI IDRICI

Con riferimento alla sola parte interessata dall'ex. Colli nell'ambito della quale avviene la variante si ha:

	Come da progetto	Dopo ampliamento	
Coperture	3810	7881	+4071
Verde	5542	6358	+8.16
Piazzali/parcheggi	34083	29196	-4887

	progetto	dopo
	in essere	ampliamento
coperture [m ²]	3810	7881
Pavim.[m ²]	34083	29196
Masselli [m ²]	0	0
prati/orti [m ²]	5542	6358
lunghezza rete[m]	150	150
tempo di accesso [min]	5	5
totale [m ²]	43435	43435
Coeff. affl.	0,76	0,74
tempo di rete [ore]	0,043	0,042
tempo di corrivazione [ore]	0,126	0,126
altezza precip. [mm]	26,51	26,48
portata di piena rel.[m ³ /s]	1,918	1,878
portata uscita [m ³ /s]	0,0869	0,0869
portata uscita [l/s]	86,87	86,87
	metodo delle sole piogg	
durata critica[h]	2,65	
	1757,47	
	1,39	
	829,17	
volume laminazione [m ³]	1620,46	
	metodo dell'invaso	
Contributi		
portate [m ³ /s]	1,946	1,878
m	22,40	21,62
C1	1,02	0,99
C2	-0,002	-0,002
C	1,5	1,5
durata critica[h]	1,7	1,7
volume laminazione [m ³]	1589,7	1535,0
	metodo cinematico	
durata critica[h]	2,652	2,6
	1711,4	1656,9
media volume laminazione	1640,51	1595,98
differenza	-44,52	

La verifica idraulica viene fatta tenendo presente quanto segue:

TR = 50 anni per cui
 $n_1 = 0.339$ e $a_1 = 53.5$ mm

"Cr" coperture : 0.8

"Cr" piazzali : 0.85

"Cr" verde : 0.15

"Cr" masselli : 0.5

"Q.usc." = 20 l/s/Ha

La tabella a lato mette in evidenza che il quadro finale, ossia le acque in uscita verso il sistema fognario principale, rimane praticamente inalterato, anzi si riscontra una leggera riduzione dei volumi da laminare.

Ne consegue che da questo punto di vista, non ci sono variazioni da apportare al sistema defluente previsto per il progetto in essere.

Per quanto concerne le acque di prima pioggia (i primi 5.00 mm/m² dei piazzali) : circa 150 m³.

Figura 13- calcolo idraulico

CONCLUSIONI

La presente documentazione viene redatta per verificare le condizioni geologiche, sismiche, geotecniche ed idrauliche nel settore in cui, probabilmente, in futuro, sono previsti degli ampliamenti delle strutture e/o comunque modifiche di assesto generale nell'ambito del comparto.

Non ci sono progetti finali pertanto la relazione si sviluppa non affrontando tematiche particolari come può essere la portata limite di esercizio e/o cedimenti delle fondazioni, ma fornendo indicazioni ed orientamenti ai fini progettuali rimandando alla fase successiva un'integrazione d'indagine.

Allo scopo sono stati utilizzati i dati dei numerosi sondaggi effettuati nel comparto di cui diversi dislocati proprio al contorno della zona dell'ampliamento.

- 1) Stratigraficamente: l'area è caratterizzata da alternanze fra strati argillosi e strati ghiaio-argillosi. Il loro spessore complessivo raggiunge i 90-100 m.

Con riferimento alla parte più superficiale, quella indagata dai sondaggi, si ha una copertura di circa 0.60-0.90 m formata da ghiaie addensate (piazzale) seguita da uno strato limo-argilloso di consistenza medio-bassa, sino alla quota di 3-4.00 m dove si incontrano le ghiaie.

Quest'ultime hanno uno spessore variabile da Sud (circa 1.00 m) verso Nord (circa 7.00 m)

Subito sotto alle ghiaie si ritrova per un paio di metri la stessa facies limo-argillosa rilevata sopra, poi, il sottosuolo si fa argilloso ed aumenta la propria consistenza.

- 2) La falda segue le ghiaie pertanto si trova dai 4.00 ai 6.00 m di profondità
- 3) Sismicamente:

Vs30	372 m/s –categoria “B”
a(g) rigido	0.162
FA PGA	1.63
a(g)suolo	0.264
Fo	2.45
TB	0.30
TC	0.50
TD	2.44
0.1 < FAH < 0.5	2.03
0.5 < FAH < 1.00	3.27
Rischio liquefazione	Da NULLO a BASSO
Cedimenti post sismici	Poco più di 1.00 cm
Mw	5.91

- 4) Geotecnica. E' stata fatta la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo fornendo stratigrafia e parametri geotecnici (PAG.20). A livello generale, si può affermare che il probabile piano di posa delle fondazioni dovrà raggiungere, almeno per i capannoni, 2,50-2,70 m dal p.c. attuale. Per il magazzino automatizzato, dove non sono ammessi i cedimenti relativi, non si può escludere il

ricorso a pali in quanto anche le ghiaie non offrono adeguate garanzie di spessore e di omogeneità di facies. Comunque, questo, sarà un aspetto da approfondire quanto i termini progettuali saranno ben definiti.

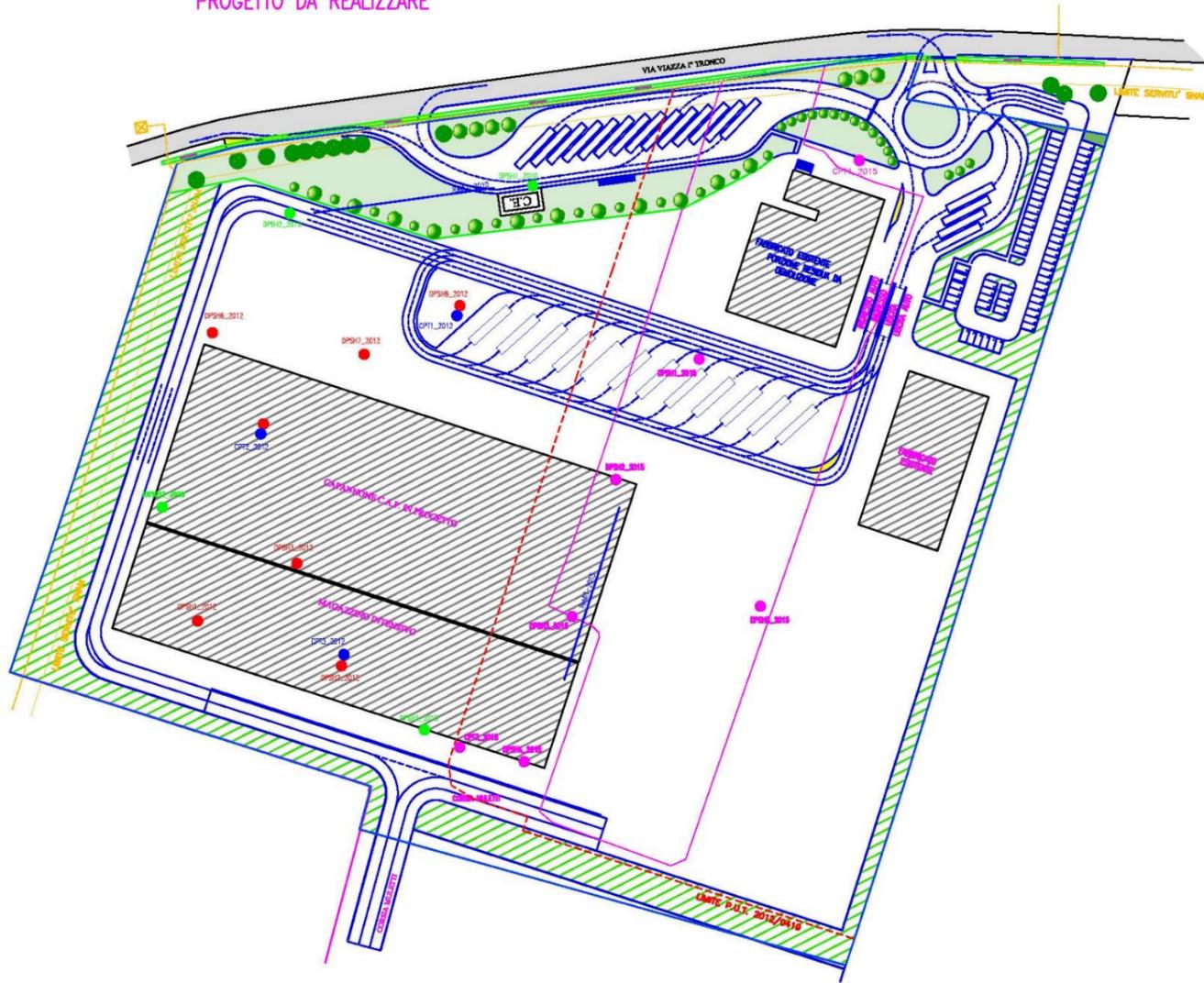
- 5) Idraulicamente. Le varianti introdotte a livello di uso del suolo, alla fine , non portano a sostanziali differenze rispetto al progetto previsto a suo tempo.



Dott. Geol. Gemelli Franco
Iscr. Albo Reg. Em. Rom. n° 142

ALLEGATI

PROGETTO DA REALIZZARE



AMPLIAMENTO IN VARIANTE

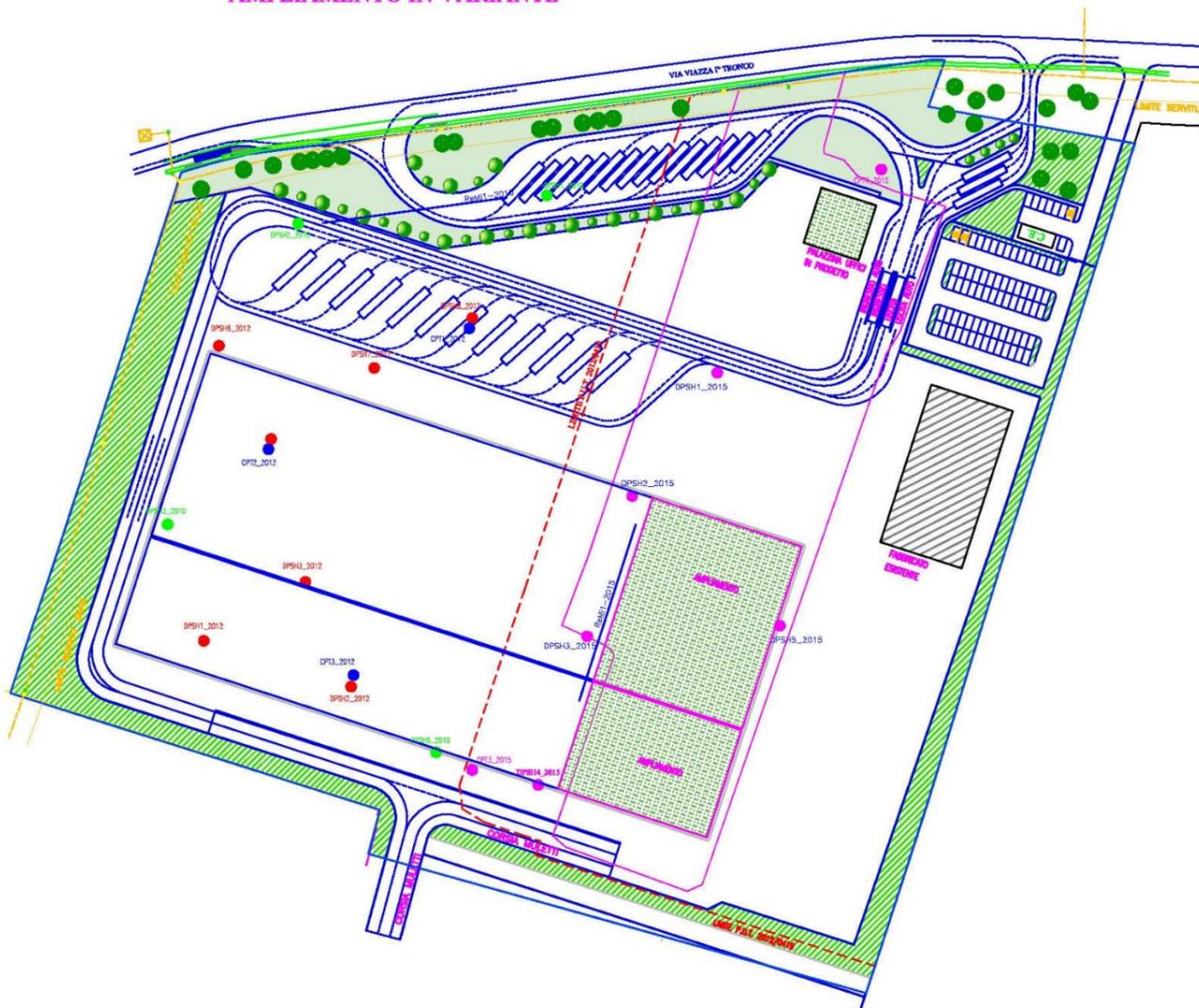
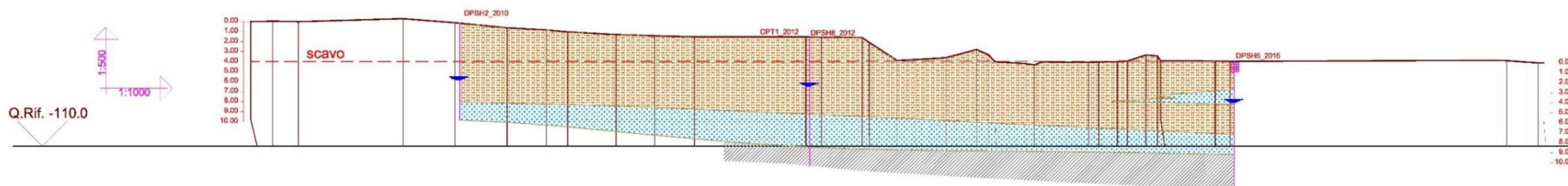
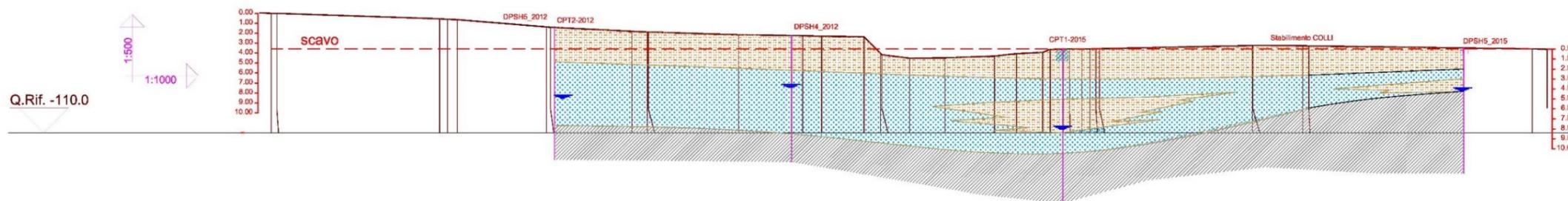


Figura 14 confronto fra il progetto in essere e il futuro ampliamento

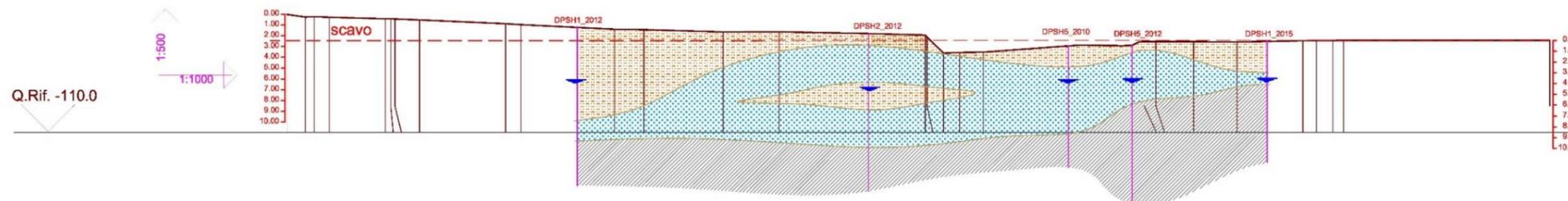
Sez. ATLAS_001



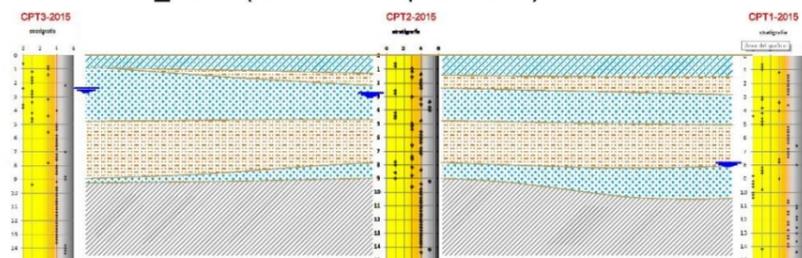
Sez. ATLAS_002



Sez. ATLAS_003



Sez. ATLAS_004 - (allineamento prove CPT)



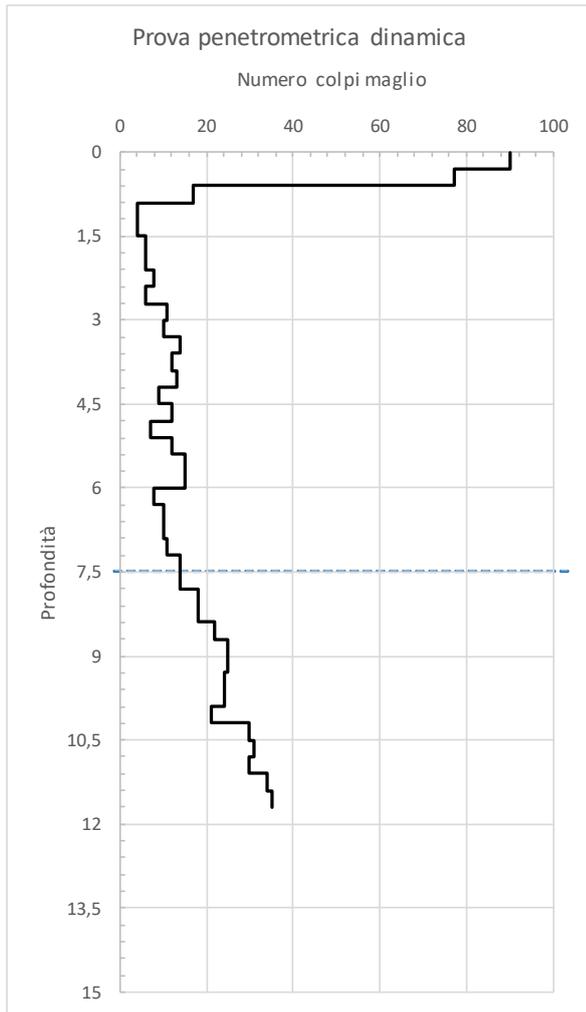
- terreni coerenti formati da argille, argille limose e/o limi argillosi di consistenza medio-bassa
- argille, argille limose consistenti
- terreni trattati con calce con soprastante riporti litoidici
- terreni caratterizzati da ghiaie spigolose di pezzatura medio-piccola con abbondante matrice semicoerente
- acqua
- riporti addensati con asfalto

ATLAS CONCORDE
UBERSETTO
STRATIGRAFIE NELL'AMBITO DEL COMPARTO

Figura 15- stratigrafie del comparto

Dott.Geol. GEMELLI FRANCO

Via Milano 21, Sassuolo (MO). Tel. 0536-870085- Email:gemellifra@libero.it



Committente
ATLAS CONCORDE

Località
UBERSETTO

data sondaggio
12/01/2015

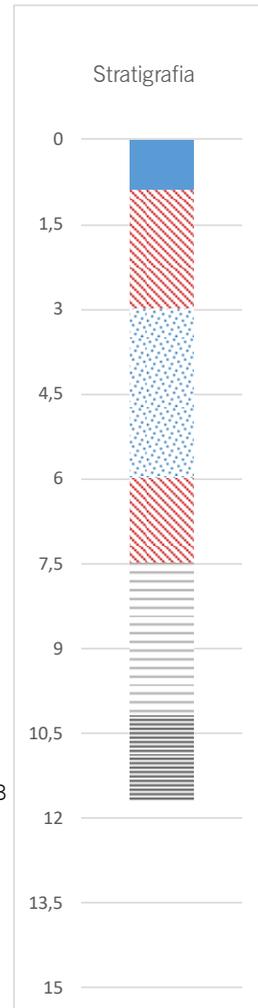
Falda

7,5

N.ro sondaggio
DPSH1_2015

STRUMENTO

M [Kg] 73
H [m] 0,75
L [m] 1,5
P.aste [Kg] 7,13
S punta [cm2] 20,43
Ang.punta. 60
 η [%] 73
Nspt/N30 1,17
DH [m] 0,3
P.sist.bat. [Kg] 0,71

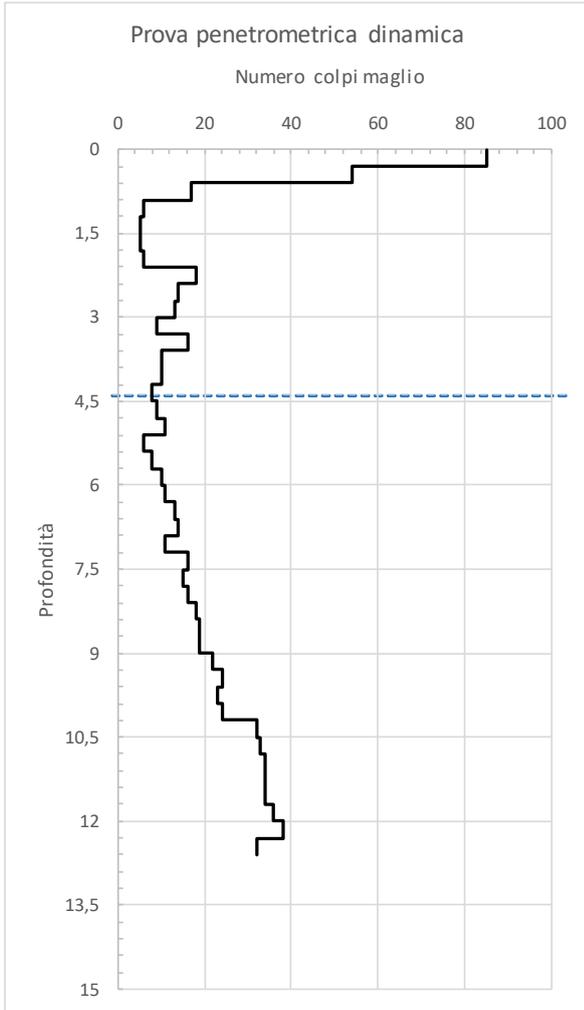


parametri geotecnici

I valori riportati in tabella rappresentano il **5 percentile** del valore originale

da	a	natura	ps t/m3	Cu Kg/cm ²	C' Kg/cm ²	Dr %	ϕ	Eed Kg/cm ²	Ks Kg/cm3	Vs m/s	v	Ey Kg/cm ²
0	0,9	Ghiaie	2,00	-	-	67	34	264	10,98	243	0,30	196
0,9	3	Limi Arg.	1,74	0,65	0,13	-	17	53	4,53	171	0,37	22
3	6	Ghiaie argillose	1,65	-	-	31	30	63	6,93	150	0,30	47
6	7,5	Limi Arg.	1,88	0,85	0,17	-	16	64	1,59	192	0,34	34
7,5	10,2	Argille limose	2,04	1,29	0,26	-	24	77	2,65	229	0,28	55
10,2	11,7	Argille limose	2,19	2,04	0,41	-	25	111	3,93	280	0,26	89

Figura 16 - DPSH 1_2015



Committente
ATLAS CONCORDE

Località
UBERSETTO

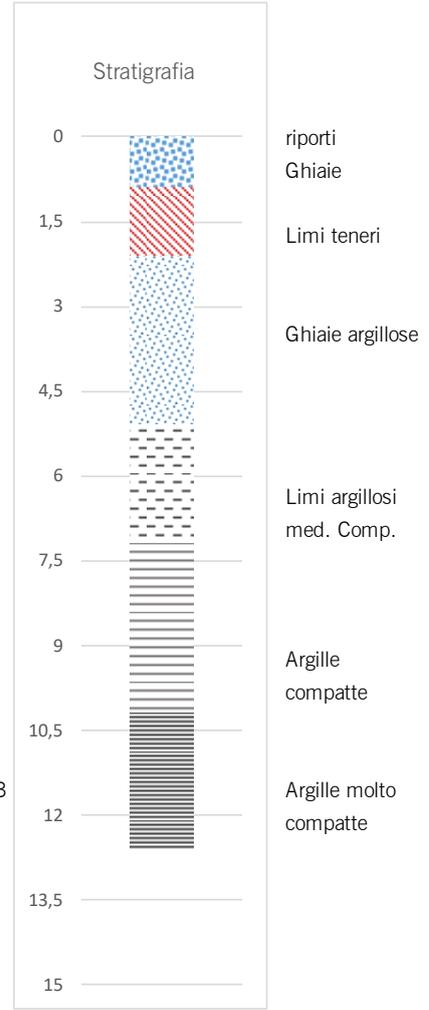
data sondaggio
06/01/2015

Falda
4,4

N.ro sondaggio
dps2_2015

STRUMENTO

M [Kg] 73
H [m] 0,75
L [m] 1,5
P.aste [Kg] 7,13
S punta [cm2] 20,43
Ang.punta. 60
 η [%] 73
Nspt/N30 1,17
DH [m] 0,3
P.sist.bat. [Kg] 0,71

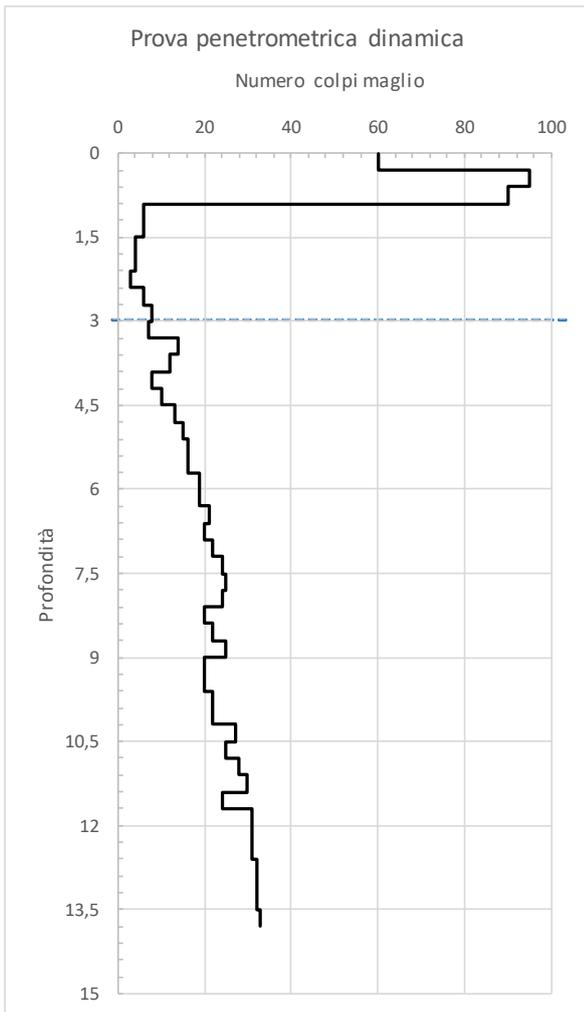


parametri geotecnici

I valori riportati in tabella rappresentano il 5 percentile del valore originale

da	a	natura	ps t/m3	Cu Kg/cm ²	C' Kg/cm ²	Dr %	ϕ	Eed Kg/cm ²	Ks Kg/cm3	Vs m/s	v	Ey Kg/cm ²
0	0,9	Ghiaie riporto	1,98	-	-	67	34	238	10,65	238	0,30	177
0,9	2,1	Limi Arg.	1,77	0,74	0,15	-	17	68	5,96	180	0,38	32
2,1	5,1	Ghiaie argillose	1,67	-	-	32	30	67	7,02	154	0,30	50
5,1	7,2	Limi Arg.	1,83	0,76	0,15	-	18	55	1,83	183	0,34	27
7,2	10,2	Argille limose	2,03	1,41	0,28	-	25	78	4,28	238	0,28	55
10,2	12,6	Argille limose	2,20	2,26	0,45	-	25	122	4,74	293	0,25	100

Figura 17 - DPSH 2_2015



Committente
ATLAS CONCORDE

Località
UBERSETTO

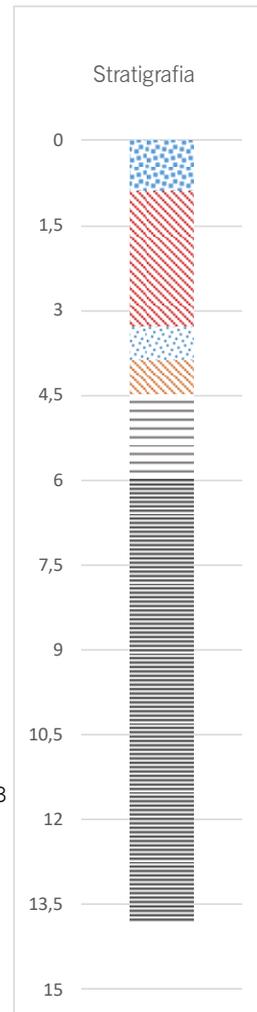
data sondaggio
13/01/2015

Falda
3

N.ro sondaggio
DPSH3_2015

STRUMENTO

M [Kg] 73
H [m] 0,75
L [m] 1,5
P.aste [Kg] 7,13
S punta [cm2] 20,43
Ang.punta. 60
 η [%] 73
Nspt/N30 1,17
DH [m] 0,3
P.sist.bat. [Kg] 0,71



Ghiaie
Limi teneri
Ghiaie argillose
limi arg.teneri
argille med.
compatte
Argille compatte

parametri geotecnici

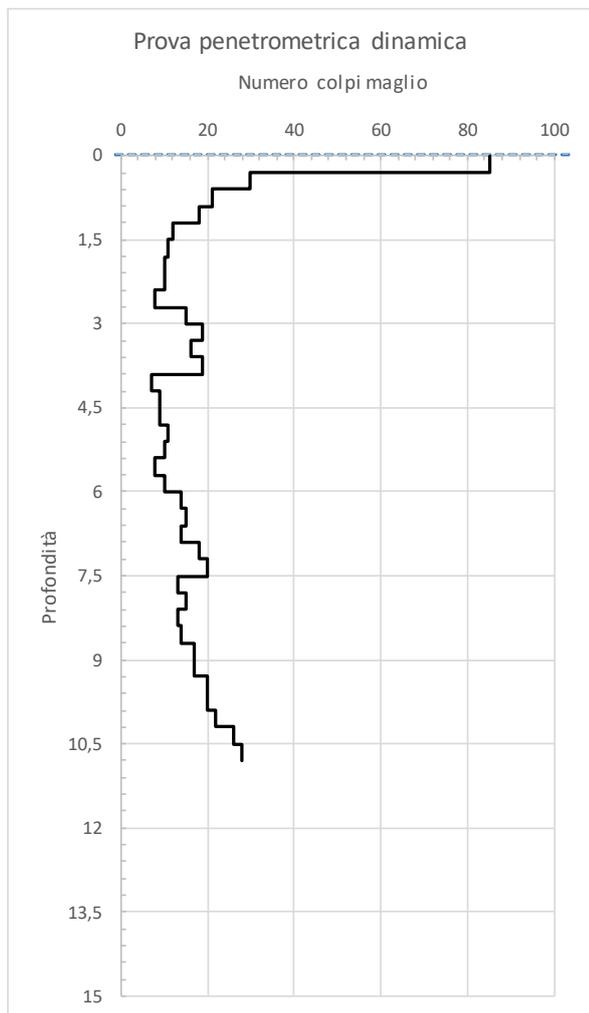
I valori riportati in tabella rappresentano il **5 percentile** del valore originale

da	a	natura	ps t/m3	Cu Kg/cm ²	C' Kg/cm ²	Dr %	ϕ	Eed Kg/cm ²	Ks Kg/cm3	Vs m/s	v	Ey Kg/cm ²
0	0,9	Ghiaie riporto	2,38	-	-	98	40	767	18,74	367	0,30	569
0,9	3,3	Limi Arg.	1,72	0,51	0,10	-	17	41	2,23	154	0,38	16
3,3	3,9	Ghiaie argillose	1,78	-	-	38	30	89	7,70	171	0,30	66
3,9	4,5	Limi Arg.	1,85	0,91	0,18	-	18	81	3,68	198	0,36	44
4,5	6	Argille limose	1,97	1,32	0,26	-	25	86	7,31	232	0,29	59
6	13,8	Argille compatte	2,09	1,70	0,34	-	25	96	4,38	259	0,26	73

Figura 18 - DPSH3_2015

Dott.Geol. GEMELLI FRANCO

Via Milano 21, Sassuolo (MO). Tel. 0536-870085- Email:gemellifra@libero.it



Committente
ATLAS CONCORDE

Località
UBERSETTO

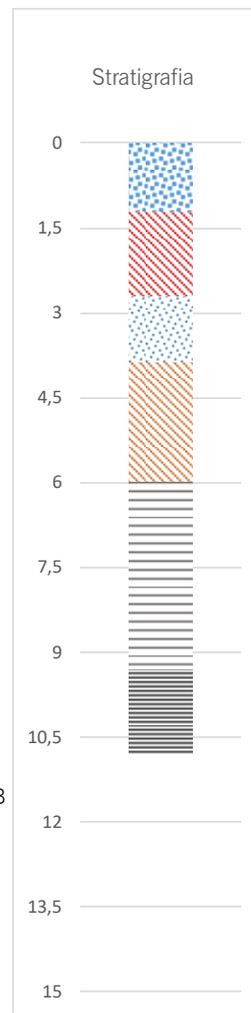
data sondaggio
13/01/2015

Falda
4.2

N.ro sondaggio
DPSH4_2015

STRUMENTO

M [Kg] 73
H [m] 0,75
L [m] 1,5
P.aste [Kg] 7,13
S punta [cm2] 20,43
Ang.punta. 60
 η [%] 73
Nspt/N30 1,17
DH [m] 0,3
P.sist.bat. [Kg] 0,71



parametri geotecnici

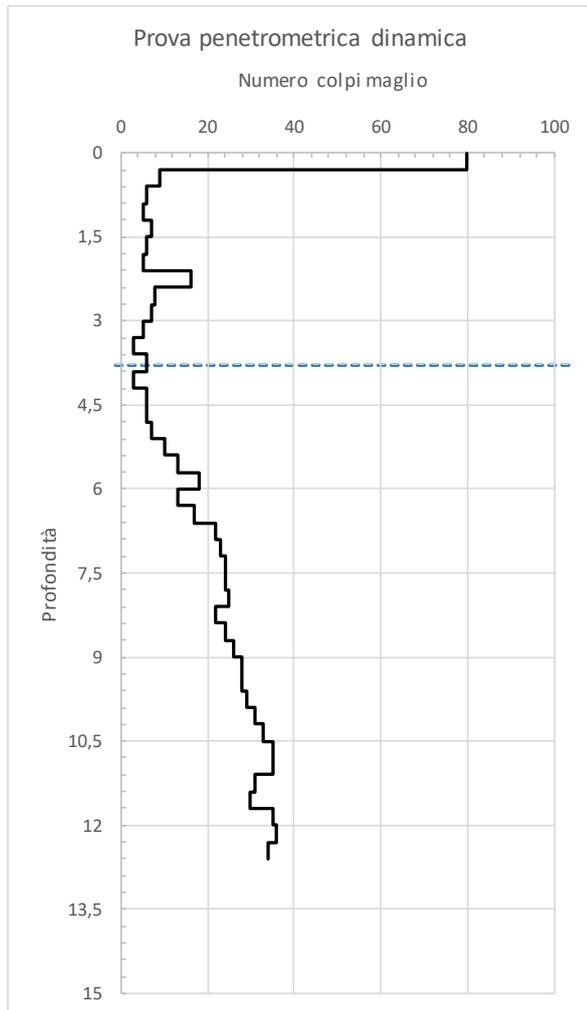
I valori riportati in tabella rappresentano il **5 percentile** del valore originale

da	a	natura	ps t/m3	Cu Kg/cm ²	C' Kg/cm ²	Dr %	ϕ	Eed Kg/cm ²	Ks Kg/cm ³	Vs m/s	v	Ey Kg/cm ²
0	0,9	Ghiaie riporto	1,99	-	-	72	34	250	11,18	247	0,30	186
0,9	3,3	Limi Arg.	1,85	0,99	0,20	-	22	84	7,02	205	0,29	51
3,3	3,9	Ghiaie argillose	1,84	-	-	40	31	104	8,56	181	0,30	77
3,9	4,5	Limi Arg.	1,82	0,79	0,16	-	16	62	2,38	186	0,37	31
4,5	6	Argille limose	1,87	0,85	0,17	-	17	68	1,91	192	0,37	36
6	10,8	Argille compatte	1,99	1,11	0,22	-	20	73	1,79	216	0,29	50

Figura 19- dpsH4_2015

Dott.Geol. GEMELLI FRANCO

Via Milano 21, Sassuolo (MO). Tel. 0536-870085- Email:gemellifra@libero.it



Committente
ATLAS CONCORDE

Località
UBERSETTO

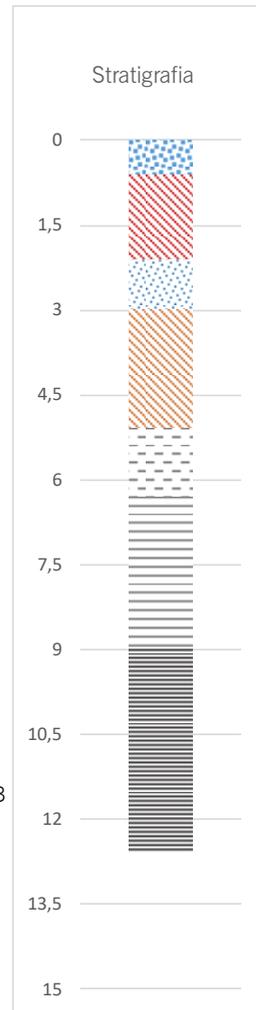
data sondaggio
13/01/2015

Falda
3,8

N.ro sondaggio
N.5-2015

STRUMENTO

M [Kg] 73
H [m] 0,75
L [m] 1,5
P.aste [Kg] 7,13
S punta [cm2] 20,43
Ang.punta. 60
η [%] 73
Nspt/N30 1,17
DH [m] 0,3
P.sist.bat. [Kg] 0,71



parametri geotecnici

I valori riportati in tabella rappresentano il **5 percentile** del valore originale

da	a	natura	ps t/m3	Cu Kg/cm ²	C' Kg/cm ²	Dr %	φ	Eed Kg/cm ²	Ks Kg/cm3	Vs m/s	v	Ey Kg/cm ²
0	0,6	Ghiaie riporto	1,91	-	-	54	32	153	7,95	195	0,30	114
0,6	2,1	Limi Arg.	1,77	0,73	0,15	-	18	63	5,45	180	0,38	29
2,1	3	Ghiaie argillose	1,66	-	-	33	30	66	6,45	154	0,30	49
3	5,1	Limi Arg.	1,71	0,44	0,09	-	16	45	0,96	144	0,39	16
5,1	6,3	Argille limose	1,92	1,09	0,22	-	21	75	4,00	214	0,33	51
6,3	12,6	Argille compatte	2,11	1,84	0,37	-	25	110	5,25	268	0,25	86

Figura 20 - dpsh5_2015

Parametri geotecnici da penetrometro dinamico

bibliografia	Terreni argillosi	Terreni incoerenti
Bowles	Peso volume in t/m³ $P_s = -0.00004N_{SPT}^2 + 0.008N_{SPT} + 1.844$	Ved. Bowles
Lambe	Coesione totale in Kg/cm² $C_u = 0.29 * N_{SPT}^{0.72} * 0.88$	
Jacobsen	Coesione efficace in Kg/cm² $C' = 0.2C_u$	
Yoshida		Densità relativa in % $DR = 0.25 * N_{SPT}^{0.46} * \sigma_v^{-0.12}$
Righi – Piacentini [argille] Bowles [incoerenti]	Angolo di attrito interno $q_c \leq 20 \text{ Kg/cm}^2$ $\varphi = \text{Atan}(0.0081 * (q_c/0.7) + 0.2)$ $q_c > 20 \text{ Kg/cm}^2$ $\varphi = \text{Atan}(0.0081 * (q_c/1.2) + 0.5)$	$\varphi = -0.0011N_{SPT}^2 + 0.3139N_{SPT} + 28.16$
Buismann [argille] Schultze [incoerenti]	Modulo edometrico in Kg/cm² $q_c \leq 10 : E_{ed} = 7q_c$ $10 < q_c \leq 30 : E_{ed} = 3q_c$ $30 < q_c \leq 45 : E_{ed} = 2.5q_c$ $q_c > 45 : E_{ed} = 1.5q_c$	$10 * [0.4 + 1.15N_{SPT}]$
Widijala [argille] R.Ziaie M. [incoerenti]	Coefficiente di sottofondo in Kg/cm³ $K_o = [(q_c - \sigma_{vtot}) / \sigma_{veff.}] * 0.1$	$K_o = 3.143 * N_{60}^{0.489}$
Lee [argille] Otha-Goto [incoerenti]	Velocità onde di taglio in m/s $V_s = 114.43N_{SPT}^{0.31}$	$V_s = 83.35N_{SPT}^{0.348}$
J.A.Hemsley [argille] Widijala [incoerenti]	coefficiente di Poisson $\nu = 0.0328C_u^2 - 0.1918C_u + 0.5224$	$\nu = 0.3$
Teoria elasticità	Modulo elastico di Young in Kg/cm² $E_y = [(1 + \nu) * (1 - 2\nu)] / [(1 - \nu) * E_{ed}]$	$E_y = [(1 + \nu) * (1 - 2\nu)] / [(1 - \nu) * E_{ed}]$
Bruschi [argille e sabbie]	Relazione fra "qc" e prova dinamica $Q_c = R_d * \alpha$ R _d dalla formula degli Olandesi α : con $N_{SPT} \leq 3 : 0.6$ α : con $3 < N_{SPT} \leq 9 : 0.2535 \ln(N_{SPT}) + 0.3299$ $N_{SPT} > 9 : \alpha = 1.00$	Vedi Bruschi

Parametri geotecnici da penetrometro Statico

bibliografia	Terreni argillosi	Terreni incoerenti
Peso volume [t/m ³] Robertson	$Ps = [0.27\text{Log}(Rf) + 0.36\text{Log}(qc) + 1.236] * 1.07$ Dove $Rf = fs/qc$	Ved. Robertson
Coesione totale [Kg/cm ²] DeBeer	$Cu = (qc - \sigma_{vt})/20$	
Coesione efficace [Kg/cm ²] Jacobsen	$C' = 0.2Cu$	
Densità relativa Harmann		$DR = 34.36 * \text{Ln}(qc / (12.3 * \sigma_{vef}^{0.7}))$
Ang.attr.interno Righi – Piacentini [argille]	$\varphi = \text{Log}[(qc - \sigma_{vt}) / \sigma_{vef}^{0.5}] * 11 + 17.6$	$\varphi = \text{Atan}(0.0081 * (qc / \sigma_{vt}) + 0.15)$
Mod. edometrico [Kg/cm ²] Buismann	$qc \leq 10 : Eed = 7qc$ $10 < qc \leq 30 : Eed = 3qc$ $30 < qc \leq 45 : Eed = 2.5qc$ $qc > 45 : Eed = 1.5qc$	$Eed = 2.5 * qc$
Coeff. sottofondo [Kg/cm ³] Kulvaii [argille] R.Ziaie M [incoerenti]	$Ko = 0.1 * (qc - \sigma_{vt}) / \sigma_{vef}$	$Ko = 3.143 N_{60}^{0.489}$ Dove: $N_{60} = qc1Ncs / [8.5 * (1 - lc / 4.6)]$ [Robertson] $lc = (\text{Log}.F + 1.22)^2 + \text{Log}.Qn$ $F = fs / (qc - \sigma_{vtot}) * 100$ $Qn = (qc - \sigma_{vtot}) * (1 / \sigma_{vef})^m$ $qc1Ncs = qc1N + \Delta c1N$ $\Delta c1N = (11.9 + qc1N / 14.6) * \exp(1.63 - 9.7 / (Fc + 2)) - [(15.7 / (Fc + 2))^2]$ $qc1N = Cn * qc$ $Cn = (1 / \sigma_{vef})^m < 1.7$ $m = 1.338 - 0.249 * qc1Ncs^{0.264}$ $Fc = 80 * lc - 137$
Vs [m/s] Robertson	$Vs = A * Q^\alpha$ $A = 53.64$ con sabbie ; 80.64 con argille e 77.78 con limi $Q = qc / \sigma_{vef}^{0.5}$ $\alpha = 0.33$ con sabbie ; 0.28 con argille e 0.24 con limi	Ved. Robertson
Coeff. Poisson J.A.Hemsley [argille] Widijala [incoerenti]	$v = 0.0328Cu^2 - 0.1918Cu + 0.5224$	$v = 0.1 + 0.3[(\varphi - 25) / 20]$
Modulo di Young [Kg/cm ²] Teoria elasticità	$Ey = [(1 + v) * (1 - 2v)] / [(1 - v) * Eed]$	$Ey = 0.47Eed$
OCR Kulway [argille] Mayne [sabbie]	$OCR = 0.2 * (qc - \sigma_{ef.}) / \sigma_{ef.}$	$OCR = [0.192 * qc^{0.22} / (Ko * \sigma_{Tot.})]^\varepsilon$ Dove: $Ko = 1 - \text{Sen}\varphi$ $\varepsilon = 1 / 0.275$ se $\text{Sen}(\varphi) \leq 0.27$ $\varepsilon = 1 / \text{sen}(\varphi) - 0.27$ se $\text{Sen}(\varphi) > 0.27$
Mod.di taglio dinamico [Kg/cm ²] Robertson	$Go = W(qc - \sigma_{vt})$ $W = 0.0188 [10^{(0.55 * lc + 1.68)}]$	Ved. Robertson
Coeff. Permeabilità [cm/s] P.V.Righi- Piacentini	$K = 10^{-(165 / FR + (160 * qc) / FR^2)}$ [qc in t/m ²] $FR = qc / fs$	Ved. Righi

