





**ASET**  
Azienda Servizi sul Territorio

Via Enrico Mattei, 17  
61032 Fano (PU)

# VASCA DI ACCUMULO A SERVIZIO DELLO SCOLMATORE DI ACQUE REFLUE URBANE SITO ALLA FOCE DELL'ARZILLA - COMUNE DI FANO

## PROGETTO DEFINITIVO

INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>					
IL GEOLOGO:  Dott. Geol. Stefano Giuliani			SCALA:  -		
			DISEGNO:  FVA 2.06		
 MAJONE&PARTNERS ENGINEERING			 C&P engineering s.r.l. GEO/Tec STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA		Marzo 2018



**Giuliani Dr. Geol. Stefano**

Viale Papa Giovanni XXIII n. 14/b

60035 JESI (AN) - ☎ Uff. - fax. (0731) 201555

Email : geotecstudiogeologico@gmail.com  
geotec@alice.it

ab. (0731) 200909

Cellulare (335) 5258710

**OGGETTO : REALIZZAZIONE VASCA SCOLMATORE PER IMPIANTO  
FOGNARIO E NUOVE RETI IN FANO (PU) – VIALE ROMAGNA  
– LOC. FOCE TORRENTE ARZILLA****ASET S.p.a.**

COMMITTENTE :

**1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO - PREMESSA****Relazione Geologica****Decreto Ministeriale 14.01.2008**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

**Eurocodice 8 (1998)****Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

**Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

**Eurocodice 7.2 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

**Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

**Leggi regionali** in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico**Ordinanze** Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale.**Relazione Geotecnica****Decreto Ministeriale 14.01.2008**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

**Eurocodice 8 (1998)****Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

**Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

**Eurocodice 7.2 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).  
UNI

**Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

**D.M. 11.03.1988**

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. (Se si opera in Zona sismica 4, Classi I e II).

**D.M. 11 Marzo 1988.**

"Fattibilità geotecnica di opere su grandi aree, quali reti idriche e fognarie urbane e reti di sottoservizi di qualsiasi tipo" sezione H, punto C

La presente Indagine Geognostica - Geotecnica e Geofisica – sismica ha lo scopo di verificare la natura dei terreni e le loro caratteristiche e peculiarità di comportamento geomeccanico ai sensi delle leggi riguardanti la materia in oggetto di costruzioni in zona sismica, terreni interessati dalla realizzazione della nuova vasca scolmatore e reti adiacenti nella Loc. Foce Torrente Arzilla in Fano (Pu) e conseguentemente per meglio definire le problematiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e di pericolosità per le scelte connesse ed il dimensionamento delle opere in progetto.

La previsione progettuale prevede di realizzazione di una struttura scatolare interrata in c.a. a base di circa 22 x 63 mt. ed altezza di circa 4,50 mt. posizionata a lato del Torrente Arzilla presso il suo sbocco della foce a mare. (vedi foto seguente)



Il tracciato fognario delle condotte comprende due rami è posizionato sulla direttrice più breve tra i punti sopra indicati di Via del Moletto e Via Annibal Caro, (vedi planimetrie allegate); le condizioni geologiche, geomorfologiche, la particolare morfologia pianeggiante, le condizioni orografiche, le infrastrutture viarie sul territorio, fanno ritenere il posizionamento della vasca e del tracciato prescelto fattibile sia pur in presenza di alcune criticità idrologiche in quanto :

- La vasca di espansione e parte del tracciato delle condotte risultano ubicati in terreni prevalentemente pianeggianti che non sono quindi interessati da fenomeni gravitativi, ma sono interessati almeno parzialmente da interferenze con l'area a rischio idraulico (esondabile) del Torrente Arzilla che possono comunque inficiare in particolari situazioni la sicurezza della vasca e della condotta;
- Il tracciato in pianura è posizionato su una fascia di terreno facile scavabilità e da asservire con un conseguente risparmio per quanto concerne l'investimento economico relativo alle servitù di attraversamento;
- Il tracciato scelto è sufficientemente servito da strade ed è accessibile, anche durante la stagione invernale;

## **2. INDAGINI SVOLTE**

Sono stati eseguiti dei sopralluoghi sul territorio utilizzando anche le cartografia ufficiali esistenti; durante le operazioni condotte in campagna si è provveduto ad accertare qualitativamente:

- le condizioni di stabilità e geomorfologiche delle aree attraversate in relazione alle condizioni di potenziale instabilità indotte dalla realizzazione della vasca scolmatore e delle condotte, nonché degli eventuali interventi di sostentamento degli scavi;
- le condizioni di esondabilità dei fiumi in relazione ai problemi di flottazione indotti sulle opere ove poste in aree esondabili;
- le condizioni, il tipo di litologia e la scavabilità dei terreni da prevedere durante lo scavo della trincea di posa della condotta fognaria e della vasca scolmatore;
- dall'analisi dei documenti esistenti inoltre sono stati considerate le caratteristiche sismiche dell'area attraversata.

**Per la definizione di tali informazioni si è pertanto provveduto anche all'esecuzione di una campagna di sondaggi e rilievi specifici (n. 1 sondaggio a carotaggio continuo con**

**rivestimento con prelievo di campioni indisturbati), n. 9 Sondaggi Penetrometrici Dinamici Dpsh (prove in sito con elaborazione geotecnica), prelievo di campioni ad uso prove geotecniche di laboratorio, analisi chimiche per una definizione preliminare delle terre e rocce da scavo, prove geofisiche Masw e Hvsr.**

### **3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE**

Il tracciato della condotta attraversa il territorio comunale di Fano ed è compreso nei seguenti fogli di inquadramento cartografico generale :

- Foglio n. 269 Sez. III della Carta Topografica d'Italia (Fano) Serie 25 Edizione 1 I.G.M.  
Il riferimento cartografico regionale a scala 1:10.000 è il seguente:
- Sez. 269090 Foglio Fano

### **4. GEOLOGIA - GEOMORFOLOGIA ED INQUADRAMENTO GENERALE AREA – STABILITA' GENERALE DEL SITO – INQUADRAMENTO P.A.I.**

L'area oggetto d'indagine fa parte dei terreni della pianura alluvionale comprendente sia il Torrente Arzilla ed il Fiume Metauro, alla Foce del Torrente Arzilla in prossimità di Viale Romagna.

Tale zona di margine di sinistra orografica e prossima all'asta fluviale, dove risultano maggiormente rappresentati i depositi Olocenici recenti ascrivibili al IV° ordine dei terrazzi alluvionali.

Il terrazzo alluvionale in oggetto è caratterizzato in questo tratto del bacino fluviale, da una notevole estensione, ed uniformità morfologica che si interrompe in prossimità della sponda dell'alveo per la presenza di alcuni gradoni e scarpate laterali parzialmente antropiche (vedi foto seguente).



Il bacino del fiume Metauro è il più esteso delle Marche settentrionali con una superficie complessiva di 1405 km<sup>2</sup> ed un'asta fluviale lunga 83 km circa; il percorso dell'alveo fluviale si snoda con un andamento vario e complesso, condizionato principalmente dalle strutture tettoniche ma anche dalla pendenza regionale e localmente dagli apporti laterali degli affluenti e dalle deformazioni gravitative sui versanti.

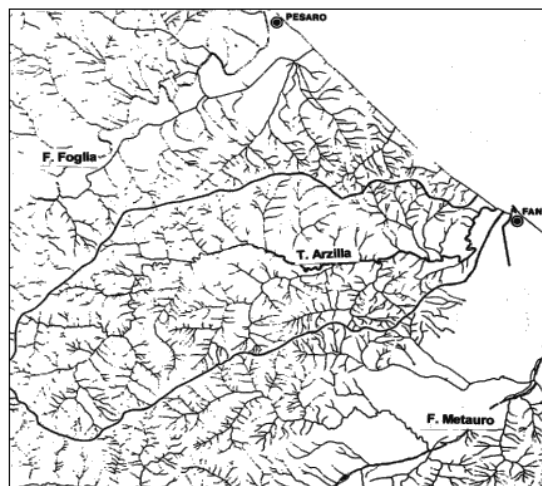
Il territorio oggetto dello studio è il tratto terminale di foce della piana valliva, presso il Torrente Arzilla, verso la costa, esso si estende in direzione trasversale agli assi delle

pieghe del substrato e la piana alluvionale si allarga progressivamente fino a raggiungere l'ampiezza di circa sei chilometri poco a monte di Fano.

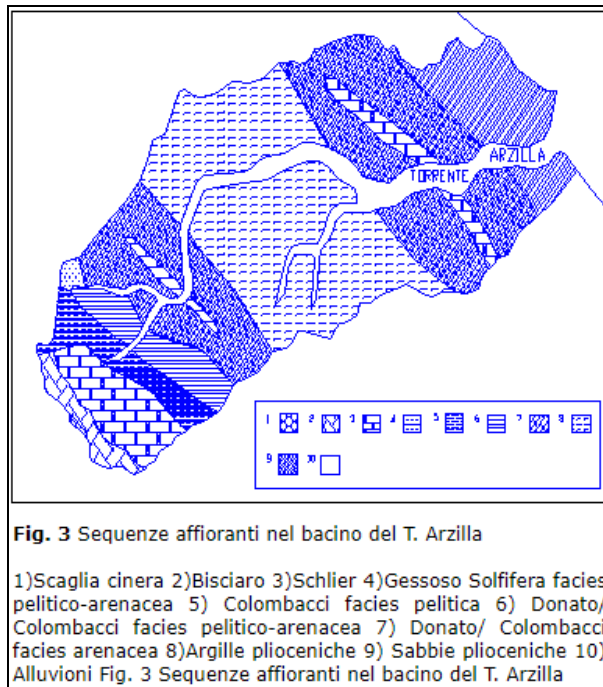


Il T. Arzilla nasce dalla confluenza dei Fossi Molinaccio e Calcinari sulle pendici orientali di M. Gaudio (m. 443 s.l.m.), M. Abullo (m. 513 s.l.m.), M. della Croce (m. 552 s.l.m.) e M. S. Giovanni (m. 430 s.l.m.). Il bacino idrografico ha un'estensione di 105 kmq e la foce è situata a nord ovest della città di Fano.

Il percorso dell'alveo principale è caratterizzato da un canale incassato nella piana alluvionale.







Litologicamente le alluvioni poste nel sito sono formate da ciottoli prevalentemente calcarei ed secondariamente arenacei provenienti dall'erosione delle formazioni Giurassico - Mioceniche della dorsale Appenninica Umbro-marchigiana affioranti più a monte del bacino; tali alluvioni risultano più ghiaiose alla base (con intercalazioni limose e sabbiose frequenti) e presentano verso l'alto frequenti livelli sabbiosi e argillosi-limosi a spessore comunque non eccessivamente elevato.

Nella foce la piana del Torrente Arzilla forma un'unica superficie estesa con quella più meridionale del Metauro, in effetti in destra idrografica, le alluvioni sabbioso-argillose dell'Arzilla si uniscono ai depositi prevalentemente ghiaiosi del Fiume Metauro.

Gli spessori delle alluvioni in tale tratto prossimo al litorale ed alla foce del Fiume può raggiungere la profondità massima raggiunta di 40 mt. (da dati di area).

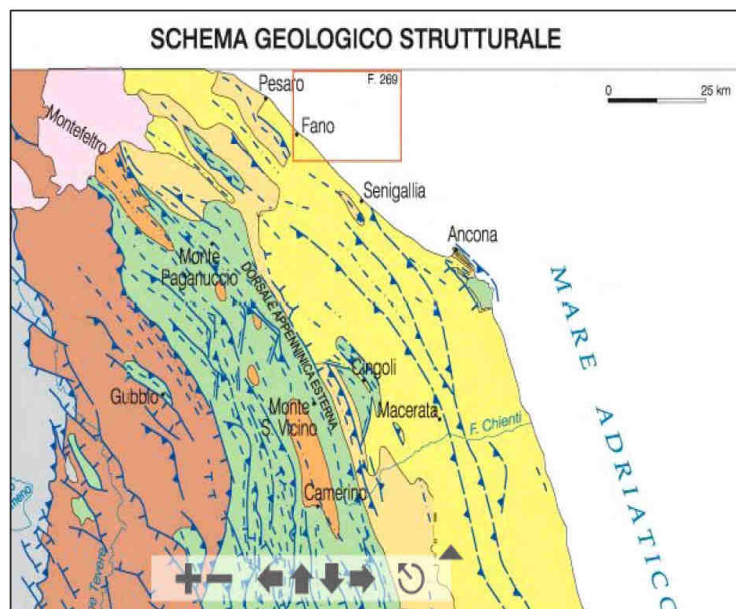
L'area ha subito una complessa storia tettonica che ha portato e diverse e spesso contrastanti ipotesi di evoluzione strutturale dell'area di studio, soprattutto per quanto riguarda la neotettonica, recentemente per merito di numerose e dettagliate ricerche

strutturali, sismologiche e geomorfologiche (Boraccini et al., 2002; Savelli et al., 2002; Di Bucci et al., 2003) si è riusciti a caratterizzare faglie recenti sia nel substrato pre-Quaternario, sia nei depositi alluvionali del Pleistocene superiore – Olocene; tali strutture sembrano ricollegarsi a movimenti tettonici del substrato che hanno esercitato un controllo molto importante sull'evoluzione quaternaria dell'area.

Ciò è stato confermato dalle ricerche sulla successione plio-pleistocenica condotte sul bacino quaternario marchigiano (Nanni ed altri, 1986), hanno evidenziato come anche l'evoluzione della valle alluvionale del Fiume Metauro e del Torrente Arzilla, insieme alle altre valli marchigiane, sia in relazione con la tettonica plio-pleistocenica.

La tettonica quaternaria è infatti responsabile dell'assetto morfostrutturale di tale successione, sulla quale insistono i depositi alluvionali terrazzati, tale assetto si è sviluppato nelle seguenti fasi tettoniche (Nanni ed altri, 1968).

L'attività tettonica deformativa di tipo compressivo dovrebbe essersi conclusa dal Pleistocene medio ed è stata sostituita con un'attività di sollevamento verticale con qualche locale basculamento.



Le caratteristiche morfologica della bassa valle è la distribuzione asimmetrica dei terrazzi,

che per lunghi tratti vallivi sono vistosamente più sviluppati sul versante settentrionale e praticamente assenti sul versante opposto.

Il tracciato interessa un'area con andamento quasi completamente pianeggiante, nello sviluppo di circa 2600 mt. in linea si hanno quote topografiche medie variabili da + 2.50 a + 4.0 mt. s.l.m.; tale andamento dell'area non permette l'evoluzione di fenomenologie gravitative, pertanto *l'area risulta ampiamente stabile dal punto di vista del D.M. 21/01/1981 - 11/03/1988 e 14/01/2008.*

**Il sito come può essere visualizzato dalla cartografia del P.A.I. della Regione Marche Tav. RI 7 allegata in stralcio in appendice risulta incluso da perimetrazioni di pericolosità geologiche a rischio molto elevato R4, presente alla Foce del Torrente Arzilla (rischio esondazione fluviale catalogazione E-04-0001).**

La relazione di sistemazione idraulica del T. Arzilla dal ponte alla foce (Ing. Zoccoli) commissionata dal Genio civile di Pesaro fornisce indicazioni circa i due grossi eventi alluvionali del 1979.

Durante l'esondazione dell'11.11.1979 si verificarono danni di particolare gravità negli ultimi 4 Km. del Torrente; tale evento fu preceduto da una serie di cospicue precipitazioni, su una vastissima area, comprendente anche il bacino del T. Arzilla. Il suo stato fisico durante l'evento alluvionale dell'11.11.1979 fu probabilmente il seguente: scarso o nullo potere di assorbimento da parte dei terreni, vegetazione spoglia, notevole deflusso superficiale, diffuso stato di abbandono e di dissesto erosivo delle sponde, ecc. Un secondo evento alluvionale, analogo al precedente, anche se leggermente meno gravoso, si presentò il giorno 18.11.79 dando luogo a nuove esondazioni.

Questo evento si verificò a una sola settimana di distanza dal precedente, trovando quindi i terreni ancora parzialmente saturi d'acqua e perciò inadatti all'assorbimento e alla ritenzione di rilevanti percentuali di precipitazione.

**Gli effetti delle alluvioni furono particolarmente intensi nell'asta terminale del torrente Arzilla, compresa fra il ponte Autostradale (Zona Fenile) e il mare.**

Oltre ad esondazione di terreni ed edifici posti in vicinanza del corso d'acqua, al sormonto e alla distruzione di ponticelli in legno e in cemento armato, si ebbero fenomeni alluvionali significativi entro l'abitato stesso della città di Fano.

Presso Orto Muratori (paleomeandro), le acque uscirono dall'alveo in sponda destra, sormontando un argine (probabilmente superando di circa 0,8 metri la quota arginale), ivi esistente e riversandosi copiosissime in un intero quartiere dell'abitato di Fano, per poi rientrare più a valle loro letto.

Infine, vi furono esondazioni contenute peraltro nei terreni coltivati, lievemente concavi.

In tale occasione fu sommersa di oltre 2 metri un'abitazione con pianterreno a quota 12,74 mslm.

Inoltre si svilupparono imponenti fenomeni d'erosione regressiva sulla sponda (esterna) sinistra del corso, che provocarono il crollo di una soglia in gabbioni e muratura del rilevato; anche l'alveo, subito a valle, presentava segni di profonda erosione, dovuta al formarsi del risalto idraulico.

L'erosione distrusse una soglia di fondo, creata a poche centinaia di metri dalla costa nell'intento di contenere la risalita delle maree nel letto del torrente Arzilla.

Nel 1979 si riscontrò una notevole riduzione delle sezioni di deflusso per la presenza di tronchi, detriti, sterpaglie.

Inoltre tronchi trasportati dall'onda di piena alla velocità di 3-4 m/s avrebbero potuto sfondare argini ed altre opere di difesa spondale.

Dopo il 1979 nel tronco terminale del T. Arzilla, compreso fra il ponte Autostradale e il mare, si sono concentrati gli interventi di regimazione per in relazione ad una situazione caratterizzata da grande pericolosità.

Si allega in appendice la planimetria generale dei luoghi alla scala 1:5000 ed 1:2000 con planimetria ed l'indicazione dei sondaggi eseguiti in sito e delle opere in progetto.

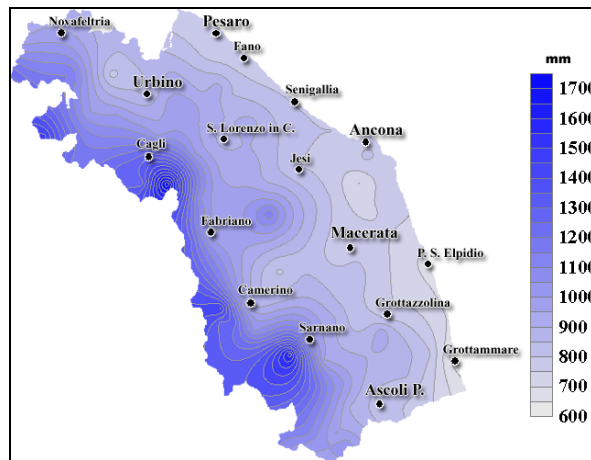
## **5. ASPETTI CLIMATICI DELL'AREA DEL TRACCIATO**

Per quanto riguarda i caratteri climatici, la temperatura media annua del sito si aggira intorno ai 14° con clima temperato tipico delle aree dell'entroterra marchigiano-peninsulare centrale-sottoregione del versante adriatico (ENEA-OGS 1987), con tendenza a processi erosivi incrementati da intense precipitazioni saltuarie e legati quindi all'evoluzione climatica.

Tale clima, pur non producendo forme di tipo puramente climatico, influenza purtuttavia la morfogenesi agevolando alcuni processi ed inibendone altri.

Riguardo le precipitazioni il regime della fascia costiera è caratterizzato da un massimo ed un minimo assoluti e da un massimo ed un minimo relativi, il massimo assoluto cade nei mesi di settembre ed ottobre e presenta valori variabili da 70 a 100 ml circa.

Il minimo assoluto si ha sempre in luglio con valori variabili tra 25 e 40 ml circa, nella stagione primaverile si ha un minimo relativo in aprile ed un massimo relativo a maggio.



*Carta delle piovosità medie annue regionali*

Il regime pluviometrico dell'area in esame si desume dagli annali editi dalla Regione Marche e dall'Istituto Idrografico Nazionale per il periodo 1921-1950 e 1951-2004.

Alla stazione pluviometrica di Fano si definiscono i seguenti dati :

Stazione : FANO (14.0 m s.l.m.)	ANNO Piogge (mm)
MEDIA 1921-1950	737,0
MEDIA 1951-1960	840,4
MEDIA 1961-1970	761,0

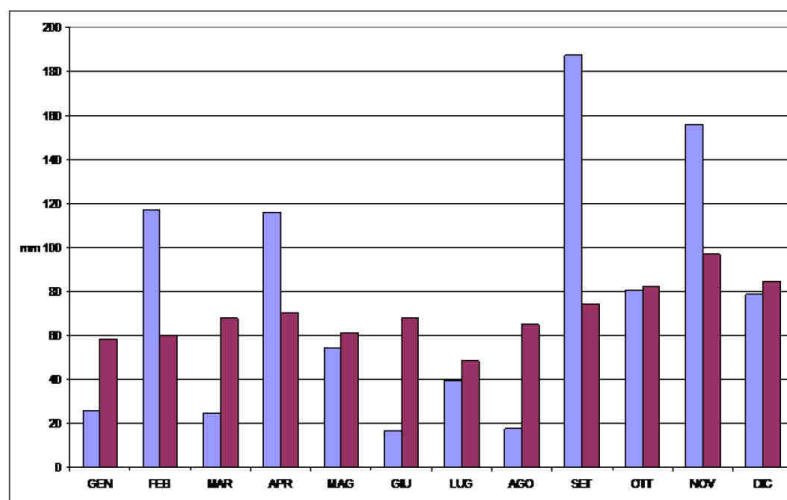
MEDIA 1971-1980	671,1
MEDIA 1981-1990	624,9
MEDIA 1951-1980	760,5
MEDIA 1951-1990	725,7
MEDIA 1951-1990	731,3

Tabella della piovosità registrata a Fano negli ultimi 20 anni

Totale precipitazioni mensili ed annuali [mm]														
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Totale annuale	
1990	1,2	7,4	52,0	47,6	23,8	18,0	69,2	56,4	61,2	70,8	89,8	86,6	584,0	
1991	21,8	92,4	29,8	77,0	159,0	67,2	10,0	36,4	61,0	104,2	191,2	25,2	875,2	
1992	29,8	21,4	46,6	33,8	48,6	48,2	39,6	34,6	34,4	146,4	32,4	84,6	600,4	
1993	28,8	1,2	73,4	59,4	14,0	20,2	57,4	46,4	86,8	103,4	147,4	42,4	680,8	
1994	111,2	60,2	6,6	116,6	14,4	135,8	20,4	14,2	85,0	40,8	14,0	59,6	678,8	
1995	38,2	62,2	82,0	43,0	85,6	121,8	16,6	140,4	103,4	11,0	42,0	102,0	848,2	
1996	45,6	60,0	55,8	42,6	87,2	47,4	47,0	67,0	278,2	108,8	90,6	106,4	1036,6	
1997	51,6	53,0	27,4	86,4	23,6	95,6	17,6	96,6	61,4	97,2	95,0	83,0	788,4	
1998	33,2	36,2	31,4	48,8	74,8	57,0	31,2	26,8	94,2	130,0	147,0	114,6	825,2	
1999	19,2	83,2	20,4	65,4	17,4	59,6	15,2	53,4	133,0	140,2	167,2	123,0	897,2	
2000	29,4	11,4	48,6	56,0	24,0	9,0	100,2	2,2	40,6	85,4	87,8	68,8	563,4	
2001	121,4	34,0	56,8	68,2	31,8	27,6	2,6	36,4	127,8	15,2	94,8	60,6	677,2	
2002	6,8	40,0	1,6	67,4	53,2	32,2	101,8	89,0	95,6	44,8	32,0	162,0	726,4	
2003	60,2	14,4	27,0	35,4	22,6	1,6	8,0	2,2	60,0	133,2	66,0	29,6	460,2	
2004	60,8	66,4	46,6	79,2	36,6	51,4	13,0	17,8	61,2	66,2	42,8	89,2	631,2	
2005	112,8	46,0	16,4	60,6	47,0	18,2	83,8	151,0	153,2	106,8	144,4	88,6	1028,8	
2006	66,4	26,0	52,6	79,6	28,6	36,6	60,0	72,6	140,8	20,2	18,0	40,8	642,2	
2007	22,0	23,6	113,4	24,2	57,6	17,4	7,4	97,2	56,6	82,8	45,6	37,0	584,8	
2008	22,0	20,4	157,0	45,0	80,2	47,6	53,2	35,0	63,0	25,2	83,2	104,4	736,2	
2009	47,8	34,8	40,6	56,0	23,8	79,2	23,0	23,0	43,8	71,2	45,8	120,4	609,4	
SOMMA ULTIMI 20 ANNI	930,2	794,2	986,0	1192,2	953,8	991,6	777,2	1098,6	1841,2	1603,8	1677,0	1628,8	14474,6	
MEDIA ULTIMI 20 ANNI	46,51	39,71	49,3	59,61	47,69	49,58	38,86	54,93	92,06	80,19	83,85	81,44	723,73	
SOMMA ULTIMI 10 ANNI	549,6	317,0	560,6	571,6	405,4	320,8	453,0	526,4	842,6	651,0	660,4	801,4	6659,8	
MEDIA ULTIMI 10 ANNI	54,96	31,7	56,06	57,16	40,54	32,08	45,3	52,64	84,26	65,1	66,04	80,14	665,98	

Si riporta di seguito l'andamento climatico dell'anno 2012 e 2013 da Servizio Agrometeo Regionale "Assam".

Precipitazioni 2012



Il 2012 è stato caratterizzato quindi da una precipitazione al di sopra della norma, la pioggia media caduta è stata di 915 mm con un incremento del 9% rispetto ai 837 mm che rappresentano la norma del periodo di riferimento 1961-2000.

Per quanto riguarda le piogge critiche si può far riferimento agli Annali idrologici relativi alla Stazione di Fano, che forniscono, in forma tabulata, le massime precipitazioni orarie registrate anno per anno, per le durate di riferimento  $t$  di 1, 3, 6, 12 e 24 ore utili per il calcolo delle portate di massima piena relativamente ai tempi di ritorno; le precipitazioni  $h$  di massima intensità compaiono in altezze pluviometriche espresse in mm.

Anno	$t = 1$ ora	$t = 3$ ore	$t = 6$ ore	$t = 12$ ore	$t = 24$ ore
	$h$ (mm)	$h$ (mm)	$h$ (mm)	$h$ (mm)	$h$ (mm)
1970	48,00	60,00	62,20	76,20	80,60
1971	15,20	18,60	25,60	36,00	58,20
1972	17,20	27,60	28,00	31,60	33,60
1974	17,20	22,40	26,80	37,40	40,80
1975	32,40	36,40	45,00	67,00	81,60
1976	32,00	36,40	44,60	57,80	104,80
1977	25,80	29,00	29,00	36,20	45,00
1978	27,00	52,80	57,60	61,00	61,20
1979	15,20	18,60	25,60	36,00	58,20
1983	40,70	60,20	68,20	68,20	70,60
1984	17,40	19,20	30,60	43,80	47,40
1958	16,60	28,00	30,60	40,60	53,40
1959	25,60	33,60	38,80	54,60	54,80
1960	29,60	31,40	31,40	32,60	40,80
1961	39,00	56,20	61,80	65,40	65,40
1962	26,20	40,00	44,60	53,80	55,80
1963	20,00	40,00	42,60	47,80	49,20
1964	38,20	41,80	45,20	67,80	68,00
1965	34,80	34,80	34,80	46,40	53,00
1966	21,20	39,00	60,00	98,20	113,40
1990	28,00	38,60	38,60	40,20	40,20
1991	23,80	34,80	46,20	57,20	69,00
1992	10,20	17,40	24,80	26,80	31,60
1993	21,80	33,60	36,00	36,60	36,60
1994	13,00	27,00	42,20	58,20	66,40
1995	23,80	39,80	49,80	51,80	59,20

1996	40,60	56,20	74,60	87,40	98,80
1997	21,00	32,80	40,80	53,00	54,60
1998	20,20	38,60	55,00	66,80	84,00
1999	24,60	45,40	47,40	48,60	75,80
2000	27,20	40,60	46,20	85,00	85,60
2001	29,80	31,00	39,80	48,20	49,00
2002	21,60	35,60	37,00	37,00	37,00
2003	22,60	23,00	23,20	32,80	33,40
2004	22,40	25,20	29,20	37,20	39,80
2005	46,40	80,80	117,60	138,40	141,80
2006	37,40	43,80	59,20	87,20	110,00
2007	23,40	24,00	24,40	40,00	40,00

Per quanto riguarda il regime termometrico la temperatura minima si raggiunge sempre nel mese di gennaio con valori variabili che oscillano tra 1,5°C e 3,5°C, mentre i massimi cadono sempre in luglio-agosto con valori variabili che vanno da 23,7°C a 27,5°C; l'escursione annuale media è di circa 19°C.

## **6. IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA - ACQUE SUPERFICIALI ED ACQUE SOTTERRANEE**

Il sito è posto su di un terrazzo alluvionale di basso ordine sulla sinistra idraulica del Torrente Arzilla in prossimità della Foce.

Il regime idrologico è marcatamente torrentizio di tipo appenninico,

Partendo dai dati pluviometrici reperibili sugli Annali Idrologici forniti dalla stazione pluviografica di misura di Fano, sono state eseguite le elaborazioni necessarie per ottenere le Curve segnalatrici di possibilità climatica o pluviometrica indicative dell'altezza delle precipitazioni in funzione della loro durata.

Gli Annali Idrologici relativi alla Stazione, in forma tabellare, le massime precipitazioni orarie registrate anno per anno, per le durate di riferimento  $t$  di 1, 3, 6, 12 e 24 ore; le precipitazioni  $h$  di massima intensità compaiono in altezze pluviometriche espresse in mm. Precipitazioni con durata inferiore ad 1 ora rappresentano piogge di notevole intensità e breve durata.

Dagli Annali Idrologici per la Stazione di Candelara la massima precipitazione del 1979 con  $t=6$  ore è  $h=47,4$  del 3 Nov.; mentre per la Stazione di Fano la massima precipitazione



del 1979 con  $t=6$  ore è  $h=104,2$  del 11 Nov. giorno in cui si verificò l'evento alluvionale di piena straordinaria del 1979.

Quindi dai dati della Stazione di Candelara non risultano eventi pluviometrici particolarmente intensi nel 1979, come invece si sono verificati con la nota alluvione nel bacino del T. Arzilla.

Per la limitata estensione del bacino si presuppone una certa uniformità degli eventi pluviometrici.

DATI PLUVIOGRAFICI (Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)					
Stazione di: FANO (PU)		Numero di osservazioni: N = 50			
Quota (m s.l.m.) 4					
Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1951	29.00	40.00	33.40	40.00	47.40
1952	20.80	20.80	40.00	67.40	86.60
1953	40.00	55.00	37.40	45.00	50.00
1954	15.60	18.80	30.60	43.60	47.40
1955	39.00	53.60	68.20	68.20	70.80
1956	31.20	44.80	32.00	51.20	85.20
1957	23.00	25.40	104.20	123.20	154.80
1958	18.60	28.00	57.60	61.00	61.20
1960	29.60	31.40	29.00	36.20	45.00
1961	39.00	56.20	44.60	57.80	104.80
1962	26.20	40.00	45.00	67.00	81.60
1963	20.00	40.00	26.80	37.40	40.80
1964	60.00	62.40	74.20	100.60	132.80
1965	34.80	34.80	28.00	31.80	33.60
1966	21.20	39.00	25.60	36.00	58.20
1967	22.80	31.80	62.20	76.20	80.60
1968	12.60	16.40	63.60	63.60	63.60
1969	47.00	62.20	26.20	36.80	51.20
1970	48.00	60.00	32.00	32.00	32.00
1971	19.20	18.60	60.00	93.20	113.40
1972	17.20	27.60	34.80	46.40	53.00
1973	24.00	51.60	62.60	81.40	81.40
1974	17.20	22.40	42.60	47.80	49.20
1975	32.40	36.40	44.60	53.80	55.80
1976	32.00	36.40	61.80	65.40	65.40
1977	25.80	29.00	31.40	32.60	40.80
1978	27.00	52.80	30.60	40.60	53.40
1979	24.20	65.40	32.20	34.60	42.60
1981	23.60	25.60	46.80	46.80	47.20
1983	40.40	60.20	64.20	64.20	74.40
1984	17.40	19.20	25.20	36.20	42.60
1985	32.00	36.00	67.00	79.20	84.40
1986	31.40	33.00	23.60	31.40	40.40
1987	25.00	30.60	44.40	63.60	79.40
1990	28.00	38.60	38.60	40.20	40.20
1991	23.80	34.80	46.20	57.20	69.00
1992	10.20	17.40	24.80	26.80	31.60
1993	21.80	33.60	36.00	36.60	36.60
1994	13.00	27.00	42.20	58.20	66.40
1995	23.80	39.80	49.80	51.80	59.20
1996	40.60	56.20	74.60	87.40	98.60
1997	21.00	32.80	40.80	53.00	54.60
1998	20.20	38.60	56.00	66.80	84.00
1999	24.60	45.40	47.40	48.60	75.80
2000	27.20	40.60	46.20	65.00	85.60
2001	29.80	31.00	39.80	48.20	49.00
2002	21.60	35.60	37.00	37.00	37.00
2003	22.60	23.00	23.20	32.80	33.40
2004	22.40	25.20	29.20	37.20	39.80
2005	7.40	15.40	25.00	30.40	37.40

**ANALISI STATISTICA DEI DATI PLUVIOGRAFICI**

( Metodo di Gumbel )

**Tabella 1 -** Valori per ciascuna durata  $t$ , della media, dello scarto quadratico medio e dei due parametri della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

N =	50	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\bar{\mu}(t)$		28.26	38.39	45.16	55.81	66.20
$\sigma(h,t)$		8.76	12.05	15.08	18.24	23.12
$\sigma_i = 1,283/\sigma$		0.15	0.11	0.09	0.07	0.06
$u_i = \sigma \sigma_i$		24.32	32.97	38.37	47.60	55.80

**Tabella 2 -** Altezze massime di pioggia regolizzata (mm)

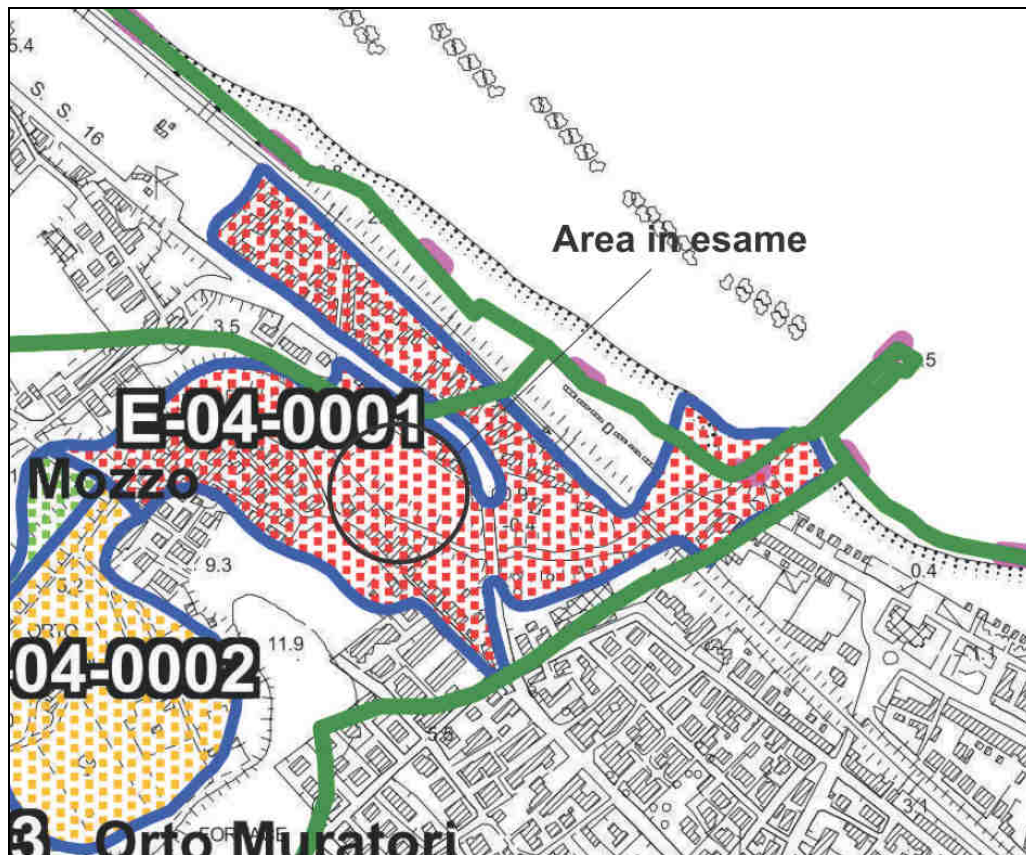
Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{max} =$	39.69	54.11	64.83	79.60	96.35
30 anni	$h_{max} =$	47.43	64.76	78.16	95.72	116.78
50 anni	$h_{max} =$	50.97	69.63	84.25	103.08	126.11
100 anni	$h_{max} =$	55.74	76.19	92.46	113.01	138.69
200 anni	$h_{max} =$	60.49	82.72	100.64	122.91	151.23

**Tabella 3 -**

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$	
10 anni	?	$h=42,151xt^{0,2804}$
30 anni	?	$h=51,522xt^{0,2848}$
50 anni	?	$h=55,801xt^{0,2863}$
100 anni	?	$h=61,572xt^{0,2880}$
200 anni	?	$h=67,323xt^{0,2894}$

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)																																				
Superficie del Bacino	<b>S = 105.00</b> Km <sup>2</sup>	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_o}} = 6.01$																																				
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L = 26.00</b> Km																																					
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub> = 155.00</b> m (s.l.m.)	{ Kiplich, Watt- Chow, Pezzoli $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} =$																																				
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>o</sub> = 0.00</b> m (s.l.m.)																																					
Pendenza media percorso idraulico	<b>P = 0.01</b> (m/m)																																					
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub> = 554.00</b> m (s.l.m.)																																					
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>o</sub> = 0.00</b> m (s.l.m.)																																					
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub> = 277.00</b> m (s.l.m.)																																					
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>o</sub> = 277.00</b> m																																					
<b>CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO                      (FORMULA del METODO RAZIONALE)</b>																																						
$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$																																						
con: $c$ = coefficiente di deflusso $h_{(t,T)}$ = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm) $S$ = superficie del bacino (km <sup>2</sup> ) $t_c$ = tempo di corivazione (ore) $3,6$ = fattore di conversione che permette di ottenere la $Q_{max}$ in m <sup>3</sup> /sec																																						
RISULTATI																																						
<table border="1"> <tr> <td>Deflusso <math>c =</math></td> <td><b>0.70</b></td> <td><math>S</math> (km<sup>2</sup>) =</td> <td><b>105.00</b></td> <td><math>t_c</math> (ore) =</td> <td><b>6.01</b></td> </tr> </table>			Deflusso $c =$	<b>0.70</b>	$S$ (km <sup>2</sup> ) =	<b>105.00</b>	$t_c$ (ore) =	<b>6.01</b>																														
Deflusso $c =$	<b>0.70</b>	$S$ (km <sup>2</sup> ) =	<b>105.00</b>	$t_c$ (ore) =	<b>6.01</b>																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>T_r</math> (anni)</th> <th><math>a</math></th> <th><math>n</math></th> <th><math>t_c</math> (ore)</th> <th><math>h_{(t,T)}</math> (mm)</th> <th><math>Q_{max}</math> (m<sup>3</sup>/sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>39.7202</td> <td>0.2842</td> <td>6.01</td> <td>66.12</td> <td><b>224.70</b></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>48.5066</td> <td>0.2875</td> <td>6.01</td> <td>81.22</td> <td><b>276.02</b></td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>52.5166</td> <td>0.2886</td> <td>6.01</td> <td>88.11</td> <td><b>299.45</b></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>57.9269</td> <td>0.2899</td> <td>6.01</td> <td>97.41</td> <td><b>331.04</b></td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>63.3178</td> <td>0.2909</td> <td>6.01</td> <td>106.67</td> <td><b>362.52</b></td> </tr> </tbody> </table>			$T_r$ (anni)	$a$	$n$	$t_c$ (ore)	$h_{(t,T)}$ (mm)	$Q_{max}$ (m <sup>3</sup> /sec)	10	39.7202	0.2842	6.01	66.12	<b>224.70</b>	30	48.5066	0.2875	6.01	81.22	<b>276.02</b>	50	52.5166	0.2886	6.01	88.11	<b>299.45</b>	100	57.9269	0.2899	6.01	97.41	<b>331.04</b>	200	63.3178	0.2909	6.01	106.67	<b>362.52</b>
$T_r$ (anni)	$a$	$n$	$t_c$ (ore)	$h_{(t,T)}$ (mm)	$Q_{max}$ (m <sup>3</sup> /sec)																																	
10	39.7202	0.2842	6.01	66.12	<b>224.70</b>																																	
30	48.5066	0.2875	6.01	81.22	<b>276.02</b>																																	
50	52.5166	0.2886	6.01	88.11	<b>299.45</b>																																	
100	57.9269	0.2899	6.01	97.41	<b>331.04</b>																																	
200	63.3178	0.2909	6.01	106.67	<b>362.52</b>																																	

Su alcuni studi recenti una prima stima dell'idrogramma di piena corrispondente ad un evento duecentennale con una modellazione afflussi-deflussi, ha condotto per il tratto terminale del Torrente Arzilla riguardo alla portata al colmo, una stima della portata di piena corrispondente ad eventi con **tempi di ritorno di 200 anni pari a circa 390 m<sup>3</sup>/s.**



*Perimetrazione P.A.I. del tratto terminale del Torrente Arzilla*

Come può essere meglio visualizzato dalla cartografia allegata in stralcio in appendice sia la vasca scolmatore che i tratti finali dei collettori fognari interferiscono con l'area esondabile della sinistra idraulica del Torrente Arzilla.

La circolazione idrica superficiale è quindi alimentata in maniera diretta dall'afflusso meteorico; il regime del Torrente Arzilla è caratterizzato da una prolungata fase di piena primaverile e da una seconda fase di piena autunnale, più breve, ma spesso con portate più elevate.

La zona di pianura attraversata dal tracciato è costituita da terreni dove sono presenti formazioni prevalenti a permeabilità primaria quando di tipo grossolano (ghiaie e sabbie) reperibili a quote non elevate dal p.c.; mentre risultano mediamente permeabili quando

costituiti da frazioni più fini e finissime (limi ed argille alluvionali) rappresentate comunque in misura molto minore

Le falde idriche spesso sovrapposte a vari livelli sono continuamente alimentate da una particolare situazione geologica che consente l'infiltrazione e l'immagazzinamento nel materasso alluvionale, particolarmente ghiaioso nella fascia dell'alta pianura marchigiana.

In generale i depositi alluvionali, antichi e recenti, sono formati da corpi ghiaiosi, ghiaioso - sabbiosi e ghiaioso – limosi, con intercalate lenti argilloso - limose e sabbioso - limose di varia estensione e spessore.

I depositi terrazzati di alto ordine (terrazzi bassi), sempre in continuità idraulica tra loro, rappresentano il vero acquifero di sub-alveo, nei depositi alluvionali in esame generalmente sono presenti falde a superficie libera.

Queste falde vengono sfruttate ad usi industriali e periodicamente ricaricate sia dagli afflussi meteorici che fluviali.

I dati riguardanti i parametri idrodinamici dei depositi alluvionali si riferiscono generalmente ai litotipi più grossolani (sabbie – ghiaiose), in quanto ottenuti mediante le prove di portata dei pozzi di zona, che mediamente sono realizzati negli ambiti maggiormente produttivi; questi presentano valori di trasmissività compresi tra  $1.7 \cdot 10^{-2}$  e  $2.5 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s e di permeabilità variabili da circa  $5 \cdot 10^{-2}$  m/s a  $2 \cdot 10^{-3}$  m/s.

La permeabilità dei litotipi limoso - argillosi superiori presenta invece valori variabili da  $2 \cdot 10^{-4}$  a  $8 \cdot 10^{-8}$  m/s.

La porosità media effettiva dei depositi alluvionali, definita sulla base di indagini condotte da enti pubblici, risulta essere di circa il 10%.

**Nell'area delle opere in progetto e del tracciato del collettore in esame frequentemente la falda si ritrova a - 1,80 – 2,0 m dal piano di campagna con risalite in periodo di morbida idrogeologica sino a circa 0,50 – 1,0 mt. dal pc..**

**Si desume che, anche da dati storici di zona, la falda acquifera nell'area del tracciato, risalga in condizioni di esondazione fluviale a quote maggiori del p.c. attuale; tale**

**quota ad ogni modo interferisce con i manufatti e creano una sottospinta su di essi pari alla colonna d'acqua, che dovrà essere opportunamente considerata in sede di progettazione.**

## **7. CARATTERISTICHE GEOSTRATIGRAFICHE LITOLOGICHE – IDROGEOLOGICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI INTERESSATI**

Vengono preliminarmente brevemente descritti i tipi litologici rinvenibili sulla sagoma della vasca scolmatore e lungo il tracciato della condotta fognaria, nonché la scavabilità del terreno attraversato, dai termini più superficiali ai più profondi (considerando uno scavo medio di 2,0 – 4,50 mt. dal p.c. previsto dal progetto si possono distinguere :

### **• Terreno Vegetale**

Litologia : Limi argillosi sabbiosi con trovanti ed elementi vegetali Spessore sino a : 0,80 – 1,0 mt. dal p.c. Materiale : sciolto – mediamente – poco coesivo Scavabilità : ottima - Terra con presenza di trovanti - necessario sostentamento
---

### **• Alluvioni medie fini**

Litologia : Sabbie e Sabbie argillose e limose nocciola Spessore sino a : 0,0 – 6,0 mt. dal p.c. Materiale : poco coesivo - sciolto Scavabilità : ottima - Terra – sabbie e limi, necessario sostentamento
---

### **• Alluvioni fini (lenti)**

Litologia : Argille limose grigiastre nocciola Spessore sino a : 0,0 – 2,0 mt. dal p.c. Materiale : mediamente coesivo Scavabilità : ottima - Terra – argille e limi, necessario sostentamento
---

### **• Alluvioni grossolane**

Litologia : Ghiaie – Ghiaie sabbiose e Sabbie Spessore sino a : > 1,0 – 5,0 mt. dal p.c. Materiale : sciolto – incoerente Scavabilità : buona - ciottoli arrotondati poligenici immersi in matrice – ghiaie, sabbie di natura alluvionale, necessario sostentamento
--

Sulla base delle conoscenze di zona per precedenti lavori eseguiti e della campagna di indagini eseguite attualmente in sito, per lo studio dell'area di sedime (**Sondaggi a carotaggio continuo con prelievo campioni ad uso prove geotecniche ed analisi chimiche, N. 9 Prove Penetrometriche Dinamiche con Apparecchiatura Dpsh pesante**

**n. 2 Indagini Geofisiche Hvsr n. 1 Indagine Geofisica Masw)** e relative elaborazioni geotecniche riferite ai suoli incoerenti prevalenti incampionabili (vedi allegati appendice) e delle conoscenze acquisite tramite sondaggi limitrofi, prelievo di campioni con relative analisi di laboratorio eseguite; si è ricostruita la sequenza geologica ed i parametri geotecnici relativi ai vari strati presenti.

In generale dalle indagini emerge la repentina variazione verticale sui passaggi tra i vari litotipi di prevalente origine alluvionale; i litotipi maggiormente rappresentati in zona sono classificabili come terreno vegetale a spessore modesto, depositi limosi-sabbiosi-argillosi alluvionali fini a spessore medio, sovrastanti livelli ed una bancata ghiaiosa – sabbiosa con lenti limose – sabbiose - argillose in profondità di discreta potenza e di vario addensamento. L'alternanza delle fasi di piena e magra ha provocato la deposizione di materiali a granulometria prevalentemente grossolana (ghiaie) sovrastate ed intercalate da lenti sabbiose e limose; l'eterogeneità dei sedimenti è stata riscontrata in tutta l'area studiata dovuta essenzialmente alla natura alluvionale dei litotipi che permette contatti eteropici tra le litologie e terminazioni “pinch out” dovute all'energia variabile di deposizione fluviale.

## **7.1 TERRENO VEGETALE**

Presente superficialmente risulta in posto con spessori variabili sul tracciato con spessori minimi sino a circa – 0,50 - 1,0 mt. di materiale costituito da limi sabbiosi ed argillosi nocciola-marroni-brunastro con elementi ghiaiosi inclusi e torbe vegetali, materiale comunque molto scadente dal punto di vista geotecnico ad andrà opportunamente ed accuratamente superato dalle opere fondali future dei collettori.

## **7.2 SABBIE ARGILLOSE E LIMOSE – ARGILLE LIMOSE ALLUVIONALI**

Le argille limose costituiscono un livello lentiforme a spessore di circa 2 mt. non sempre

presente sul tracciato (vedi stratigrafie e grafici allegate in appendice); mostrano consistenza media e normal consolidazione (NC) sotto carico litostatico attuale, compressibilità media.

**La massa prevalente risulta quella sabbiosa argillosa limosa di colorazione nocciola poco consistenti e compressibili, a basso addensamento e scarse caratteristiche geomeccaniche, comportamento prevalente incoerente.**

**Lo spessore delle lenti alternate raggiunge i 2-3 mt.**

**La massa presenta elevata compressibilità, e pericolo di liquefazione trattandosi di materiali sotto falda acquifera** quindi trattasi di livelli non affidabili dal punto di vista fondale che vanno trattati con carichi limitati ed opere fondali rigide e possibilmente approfondite ed intestate su suoli migliori (ghiaie).

Le caratteristiche geomeccaniche (*desunte anche da dati di area nonché tramite correlazioni geotecniche possibili dai dati penetrometrici N dpsh rif. N spt*) vengono allegate in tabulato seguente a fine capitolo 3.

### **7.3 GHIAIE SABBIOSE – SABBIE GHIAIOSE - GHIAIE ALLUVIONALI**

Forma dapprima un livello a spessore non elevato reperibile generalmente tra i 3 ed i 7 mt. e poi una bancata di media potenza (circa 4,5 mt. di spessore) che si estende da circa 11 – 12 mt. dal p.c. come alluvioni e con lenti incluse argillose e sabbiose di spessore variabile, sino al substrato Plio-Pleistocenico argillitico marino, reperibile nel sito a quote medie maggiori di 30 - 40 mt. dal p.c..

Frequentemente si passa dapprima da ghiaie sabbiose mediamente addensate poste a quote abbastanza superficiali a ghiaie p.d. addensate e molto addensate sotto falda acquifera a quote maggiori (vedi stratigrafie allegate in appendice).

Il grado di addensamento risulta quindi variabile in relazione alla percentuale di matrice



sabbiosa, ad ogni modo abbastanza elevato almeno per garantire la sua bassa o nulla compressibilità nei confronti dei carichi sovrastanti dell'opera in questione; in effetti tale strato possiede in tal sito la funzione di strato rigido, che limita il dissiparsi del carico in profondità.

Le ghiaie sono formate litologicamente da ciottoli prevalentemente calcarei variabili da medi e medio-grossolani e selciosi-arenacei misti immersi in una matrice (a volte abbondante e quindi ad addensamento non elevato) prevalentemente sabbiosa e solo parzialmente limosa con presenza della *falda acquifera a quote medie variabili da 1,80 ÷ 2,0 mt. dal p.c. attuale.*

#### 7.4 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI LITOTIPI – VERIFICHE LIQUEFAZIONE DEI DEPOSITI

Desunte da correlazioni geotecniche delle prove in sito (allegate) e da prove di laboratorio eseguite (allegate in appendice).

I dati geotecnici dei suoli incoerenti rappresentati in prevalenza nel sito, quindi materiali incampionabili sono stati desunti dalle elaborazioni delle prove in sito dinamiche pesanti Dpsh con rapporto diretto con il parametro Nsp<sub>t</sub>.

I dati delle prove in sito sono stati poi elaborati dal punto di vista statistico con distribuzione normale RC dal dato di ingresso Nd<sub>psh</sub>, i parametri geotecnici caratteristici delle correlazioni desunte ai sensi delle NTC2008 (in stima ragionata) ovviamente entro il livello litologico considerato possono essere desunti dai valori mediati riscontrati.

##### ***a) Terreno Vegetale***

- peso di volume $\gamma$	(kN/mc)	= 16,68 – 17,0
- angolo di attrito $\Phi'$	(gradi)	= 15 - 16°
- coesione drenata $C'$	(Kpa)	= 0,00
- modulo edometrico $E_{ed}$	(Mpa)	= 2,3 – 2,9
- modulo di Young $E_y$	(Mpa)	= 2,0 – 2,4
- Densità relativa $D_r$	(%)	= 16 - 20

- Nspt (N/30)		= 1 - 3
- classificazione AGI		= sciolto – poco addensato
- permeabilità		= $10^{-3}$ – $10^{-6}$ m/sec

### **b) Argille limose alluvionali (lenti)**

- peso di volume gamma	(kN/mc)	= 19,0 - 20,54
- pocket penetrometer	(Kg/cmq)	= 0,60 - 0,80
- umidità naturale Wn	(%)	= 28,4 – 31
- angolo di attrito $\Phi'$	(gradi)	= 22,9°
- coesione drenata C'	(Kpa)	= 10 - 29
- coesione non drenata Cu	(Kpa)	= 45 – 154
- modulo edometrico Eed	(Mpa)	= 6,6 – 12,7
- modulo di Young Ey	(Mpa)	= 11,8 – 20
- Nspt (N/30)		= 12 - 21
- classificazione A.G.I.		= consistente – moderatamente consistente
- permeabilità		= $10^{-9}$ – $10^{-11}$ m/sec

### **c) Sabbie argillose e limose**

- peso di volume gamma	(kN/mc)	= 17,66 - 17,86
- angolo di attrito $\Phi'$	(gradi)	= 20 - 27°
- coesione drenata C'	(Kpa)	= 0,00
- densità relativa Dr	%	= 2 - 28
- modulo edometrico Eed	(Mpa)	= 1,15 – 8,6
- modulo di Young Ey	(Mpa)	= 1,80 – 6,5
- Nspt (N/30)		= 2 - 11
- classificazione A.G.I.		= sciolto - poco - moderatamente addensato
- permeabilità		= $10^{-3}$ – $10^{-5}$ m/sec

### **d) Ghiaie Sabbiose**

- peso di volume gamma	(kN/mc)	= 18,0 - 18,50
- angolo di attrito $\Phi'$	(gradi)	= 29 - 32°
- coesione drenata C'	(Kpa)	= 0,00
- densità relativa Dr	%	= 29 - 47
- modulo edometrico Eed	(Mpa)	= 17,3 – 26,6
- modulo di Young Ey	(Mpa)	= 10,7 - 29
- Nspt (N/30)		= 24 - 36
- classificazione A.G.I.		= moderatamente addensato – addensato
- permeabilità		= $10^{-2}$ – $10^{-3}$ m/sec

### **e) Bancata Ghiaiosa alluvionale in matrice sabbiosa – Ghiaie**

- peso di volume gamma	(kN/mc)	= 19,23 - 19,85
- angolo di attrito $\Phi'$	(gradi)	= 33 - 38°

- coesione drenata $C'$	(Kpa)	= 0,00
- densità relativa $D_r$	%	= 53 - 63
- modulo edometrico $E_{ed}$	(Mpa)	= 25 - 50
- modulo di Young $E_y$	(Mpa)	= 31 - 41
- $N_{spt}$ (N/30)		= 48 - > 74
- classificazione A.G.I.		= addensato - molto addensato
- permeabilità		= $10^{-1} - 10^{-3}$ m/sec

**VALUTAZIONE SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE DEI DEPOSITI**  
 Circolare n.617/2009 del CSLP - C7.11.3.4 Stabilità nei confronti  
 della liquefazione

**Coefficiente di sicurezza alla liquefazione dei depositi :**

**Fs > 1,25** Liquefazione non possibile  
**Fs < 1,25** Liquefazione possibile

**7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione :**

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. spessori degli strati liquefacibili inferiori al metro e non contigui

La liquefazione può avvenire nel caso in cui si verificano le seguenti condizioni concomitanti :

1. presenza di sabbie sciolte con  $D_r < 60$  % a profondità < 15-20 mt.;
2. profondità della tavola d'acqua < 15 mt;
3. diametro medio dei grani  $0.02 \text{ mm} < D_{50} < 2 \text{ mm}$ ;
4. sismicità con magnitudo  $M > 5.5$ ;
5.  $PGA > 0.15 \text{ g}$
6. durata dello scuotimento sismico > 15-20 sec;

Nel sito dalla zonazione simogenetica SZ9 appartiene alla zonazione 917 con una Magnitudo momento  $M_w$  max. pari a 6,14 ed una magnitudo locale media pari a 5.13 > 5 (vedi capitolo sismica locale) pertanto si deve procedere alla verifica di liquefazione

**Valutazione liquefazione dalle prove in sito Dpsh**

**DPSH1 – ( $N_{spt}$  calcolato con valori medi sullo strato considerato ag (SLV) =0,209)**

Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) terreno vegetale	3.76	0.00-0.80	3.76	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (2) sabbia debolmente	3.61	0.80-2.80	3.61	Seed e Idriss (1971)	--

limosa					
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.92	2.80-3.80	6.92	Seed e Idriss (1971)	<b>1.222</b>
Strato (4) ghiaia sabbiosa	24.33	3.80-7.20	19.665	Seed e Idriss (1971)	3.898
Strato (5) sabbia debolmente limosa	11.02	7.20-9.00	11.02	Seed e Idriss (1971)	<b>1.17</b>
Strato (7) ghiaia con sabbia	74.91	10.80-14.00	44.955	Seed e Idriss (1971)	>10

**DPSH2**

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) terreno vegetale	3.01	0.00-0.80	3.01	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (3) sabbia debolmente limosa	8.27	3.20-4.00	8.27	Seed e Idriss (1971)	<b>1.237</b>
Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	Seed e Idriss (1971)	8.058
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	Seed e Idriss (1971)	8.313

**CPT3**

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) terreno vegetale	7.64	0.00-1.00	7.64	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (2) sabbia debolmente limosa	4.53	1.00-3.80	4.53	Seed e Idriss (1971)	<b>0.778</b>
Strato (3) ghiaia sabbiosa	35.15	3.80-8.40	25.075	Seed e Idriss (1971)	>10
Strato (4) sabbia debolmente limosa	10.17	8.40-10.80	10.17	Seed e Idriss (1971)	<b>0.651</b>
Strato (6) ghiaia con sabbia	43.19	11.20-13.80	29.095	Seed e Idriss (1971)	3.745

**CPT4**

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) terreno vegetale	3.01	0.00-0.80	3.01	Seed e Idriss (1971)	--

Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (3) sabbia debolmente limosa	8.27	3.20-4.00	8.27	Seed e Idriss (1971)	1.479
Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	Seed e Idriss (1971)	9.639
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	Seed e Idriss (1971)	9.944

**CPT5**

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) terreno vegetale	9.7	0.00-1.00	9.7	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (2) sabbia debolmente limosa	6.04	1.00-6.40	6.04	Seed e Idriss (1971)	<b>0.703</b>
Strato (3) ghiaia sabbiosa	43.81	6.40-7.40	29.405	Seed e Idriss (1971)	>10
Strato (4) sabbia debolmente limosa	8.82	7.40-9.40	8.82	Seed e Idriss (1971)	<b>0.626</b>
Strato (6) ghiaia con sabbia	59.9	11.00-12.60	37.45	Seed e Idriss (1971)	>10

**CPT6**

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) terreno vegetale	7.28	0.00-1.00	7.28	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.85	1.00-7.00	2.85	Seed e Idriss (1971)	<b>0.463</b>
Strato (3) ghiaia sabbiosa	9.25	7.00-7.80	9.25	Seed e Idriss (1971)	<b>0.667</b>
Strato (4) sabbia debolmente limosa	9.82	7.80-9.40	9.82	Seed e Idriss (1971)	<b>0.657</b>

**CPT7**

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) terreno vegetale	5.88	0.00-1.00	5.88	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.63	1.00-2.80	1.63	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (3) sabbia debolmente limosa	7.72	2.80-6.80	7.72	Seed e Idriss (1971)	<b>0.712</b>
Strato (4)	28.67	6.80-7.20	21.835	Seed e Idriss	4.255

ghiaia sabbiosa				(1971)	
Strato (5) sabbia debolmente limosa	9.41	7.20-8.20	9.41	Seed e Idriss (1971)	<b>0.667</b>

**CPT8**

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) terreno vegetale	4.7	0.00-1.00	4.7	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (2) sabbia debolmente limosa	6.32	1.00-3.00	6.32	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (3) ghiaia sabbiosa	33.96	3.00-5.00	24.48	Seed e Idriss (1971)	>10

**CPT9**

## Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) terreno vegetale	3.53	0.00-1.00	3.53	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (2) sabbia debolmente limosa	6.37	1.00-3.40	6.37	Seed e Idriss (1971)	<b>0.987</b>
Strato (3) ghiaia sabbiosa	34.59	3.40-7.20	24.795	Seed e Idriss (1971)	>10

Da tali verifiche considerando che l'opera della vasca prevede uno sbancamento di circa –

4,50 mt. dal p.c. attuale con superamento del primo strato liquefacibile si hanno i seguenti

strati potenzialmente liquefacibili al di sotto della fondazione dell'opera :

verticale Dpsh1	da mt. 7,20 a 9,00	Nspt=11.02
verticale Dpsh3	da mt. 8,40 a 10,80	Nspt=10.17
verticale Dpsh5	da mt. 1,0 a 6,40	Nspt=6.04
verticale Dpsh5	da mt. 7,40 a 9,40	Nspt=8.82

Si procede pertanto alla ulteriore verifica con il metodo **Boulanger & Idriss 2014** per

quanto riguarda la magnitudo da usare in analisi sulla liquefazione, si dovrà usare la

magnitudo massima attesa in ogni zona sismogenetica, nel nostro caso  $M_w \max = 6.14$

**Verticale Dpsh1 da mt. 7,20 – 9,00**

Input dati:		
Profondità di calcolo	8	m
Profondità della falda dal p. c.	2	m
Peso di volume del terreno	18	kN/m <sup>3</sup>
Numero di colpi SPT	11.02	-
Frazione argillosa	15	%
Accelerazione sismica massima	0.209	g

Magnitudo	6.14	-
Fattore imposto dalla normativa	1.2	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	Sabbie sciolte	
<b>Boulanger &amp; Idriss 2014</b>		
Pressione totale del terreno	144.00 kPa	
Pressione efficace del terreno	138.00 kPa	
Numero di colpi standard corretto	12.6461	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.1537	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.1238	
<b>Coefficiente di sicurezza (Fs = CRR / CSR)</b>	<b>1.2418</b>	
<b>Il deposito non è liquefacibile</b>		

**Verticale Dpsh3 da mt. 8,40 - 10,80**

<b>Input dati:</b>		
Profondità di calcolo	9.50	m
Profondità della falda dal p. c.	2	m
Peso di volume del terreno <sup>18</sup>		kN/m <sup>3</sup>
Numero di colpi SPT	10.17	-
Frazione argillosa	15	%
Accelerazione sismica massima	0.209	g
Magnitudo	6.14	-
Fattore imposto dalla normativa	1.2	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	Sabbie sciolte	
<b>Boulanger &amp; Idriss 2014</b>		
Pressione totale del terreno	171.00 kPa	
Pressione efficace del terreno	163.50 kPa	
Numero di colpi standard corretto	11.1535	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.138	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.1182	
<b>Coefficiente di sicurezza (Fs = CRR / CSR)</b>	<b>1.1678</b>	
<b>Il deposito è liquefacibile</b>		

**Verticale Dpsh5 da mt. 1,0 - 6,40**

<b>Input dati:</b>		
Profondità di calcolo	6.4	m
Profondità della falda dal p. c.	2	m
Peso di volume del terreno	18	
		kN/m <sup>3</sup>
Numero di colpi SPT	6.04	-
Frazione argillosa	15	%
Accelerazione sismica massima	0.209	g
Magnitudo	6.14	-
Fattore imposto dalla normativa	1.2	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	Sabbie sciolte	
<b>Boulanger &amp; Idriss 2014</b>		
Pressione totale del terreno	115.20 kPa	
Pressione efficace del terreno	110.80 kPa	
Numero di colpi standard corretto	9.0066	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.1211	

Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.1294
<b>Coefficiente di sicurezza (Fs = CRR / CSR)</b>	<b>0.9358</b>
<b>Il deposito è liquefacibile</b>	

#### **Verticale Dpsh5 da mt. 7,40 - 9,40**

<b>Input dati:</b>		
Profondità di calcolo	8.4	m
Profondità della falda dal p. c.	2	m
Peso di volume del terreno	18 kN/m <sup>3</sup>	
Numero di colpi SPT	8.82	-
Frazione argillosa	15	%
Accelerazione sismica massima	0.209	g
Magnitudo	6.14	-
Fattore imposto dalla normativa	1.2	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	Sabbie sciolte	
<b>Boulanger &amp; Idriss 2014</b>		
Pressione totale del terreno	151.20	kPa
Pressione efficace del terreno	144.80	kPa
Numero di colpi standard corretto	10.5349	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.133	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.1223	
<b>Coefficiente di sicurezza (Fs = CRR / CSR)</b>	<b>1.0878</b>	
<b>Il deposito è liquefacibile</b>		

Si allega in appendice il posizionamento dei luoghi, con l'indicazione dei sondaggi eseguiti in sito.

### **8. TERRE E ROCCE DA SCAVO**

la presente viene stilata in merito alla determinazione della classificazione delle terre da scavo e la gestione delle stesse ai sensi del nuovo regolamento D.P.R. 13 giugno 2017, n°120 “Riordino e semplificazione della normativa delle terre e rocce da scavo con la soppressione del D.M. 10/08/2012 n. 161, Attuazione art. 8 DL 133/2014 e modifica art 184 bis D.L. 152/2006.

Ciò per la gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'articolo 184 -bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, provenienti da cantieri di piccole dimensioni (come quello in esame con volumi di scavo < 6000 mc), e per volumi > 6000 mc (cantieri di grandi dimensioni).



Per «terre e rocce da scavo» si intende il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere infrastrutturali (gallerie, strade); rimozione e livellamento di opere in terra.

Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali : calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso; dovrà essere pertanto stilato un elaborato progettuale a cura del progettista o il previsto Piano di utilizzo 90 gg. prima dell'inizio dei lavori con eventuale piano di campionamento, con analisi chimiche, procedure di accumuli ed individuazione dei depositi temporanei.

Le disposizioni si applicano alle terre e rocce da scavo prodotte in cantieri di piccole dimensioni, come definiti nell'articolo 2, comma 1, lettera t), se, con riferimento ai requisiti ambientali di cui all'articolo 4, il produttore dimostra, qualora siano destinate a recuperi, ripristini, rimodellamenti, riempimenti ambientali o altri utilizzi sul suolo, che non siano superati i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito di destinazione, e che le terre e rocce da scavo non costituiscono fonte diretta o indiretta di contaminazione per le acque sotterranee, fatti salvi i valori di fondo naturale.

La sussistenza delle condizioni previste dall'articolo 4, è attestata dal produttore tramite una **dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà di utilizzo (DAU)** resa ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, con la **trasmissione**, anche solo in via telematica, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei

lavori di scavo, del modulo di cui all'allegato 6 **al Comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente.**

Nella dichiarazione con la sussistenza dei requisiti di sottoprodotto del materiale scavato, nonché di quelli di qualità e certificazione ambientale dopo l'esecuzione delle analisi chimiche previste il produttore indica le quantità di terre e rocce da scavo destinate all'utilizzo come sottoprodotti, l'eventuale sito di deposito intermedio, il sito di destinazione, gli estremi delle autorizzazioni per la realizzazione delle opere e i tempi previsti per l'utilizzo, che non possono comunque superare un anno dalla data di produzione delle terre e rocce da scavo, salvo il caso in cui l'opera nella quale le terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti sono destinate ad essere utilizzate, preveda un termine di esecuzione superiore.

La dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà di cui al comma 1, assolve la funzione del piano di utilizzo di cui all'articolo 2, comma 1, lettera f).

Il set Analitico minimale previsto dalla Legge è il seguente :

Tabella 4.1 - Set analitico minimale

Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi C>12
Cromo totale
Cromo VI
Amianto
BTEX (*)
IPA (*)
(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Il presente regolamento si applica alla gestione dei materiali da scavo, **sono esclusi dall'ambito di applicazione del presente regolamento i rifiuti provenienti direttamente dall'esecuzione di interventi di demolizione di edifici o altri manufatti preesistenti**, la cui gestione è disciplinata ai sensi della parte quarta del decreto legislativo n. 152 del 2006.

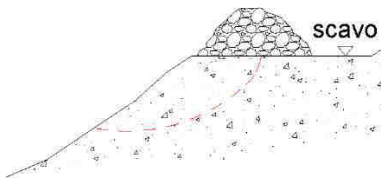
*Le condizioni affinché tali materiali siano definibili sottoprodotti ricalcano quelle generali ex art. 184 – bis DLgs 152/06 ma vengono, qui, rese più specifiche e particolarmente stringenti sono:*

- 1) Provenienza da un'opera la cui finalità non è la produzione di detto materiale;*
- 2) Essere utilizzati – senza ulteriori trattamenti – per scopi produttivi o riempimenti di cave secondo un cosiddetto elaborato progettuale / Piano di Utilizzo;*
- 3) Mostrare requisiti di alta qualità ambientale, comprovabili da apposite analisi.*

**Oltre agli aspetti prettamente ambientali, si fa infine presente, che la gestione delle terre e rocce da scavo può creare nelle fasi di cantiere delle problematiche di**

**pericolosità geologica per instabilità**, da valutare ai sensi di quanto previsto dalle NTC cap. 6.2.1 e 6.2.2, nel caso in cui si realizzino depositi temporanei di notevoli dimensioni (cumuli), in prossimità di scavi aperti o sul lato di valle di pendii (Figure seguenti).

Rappresentazione schematica dei casi in cui la realizzazione di cumuli può causare problemi di pericolosità geologica per instabilità.



Lo scavo previsto per la realizzazione delle opere in progetto è previsto prevalentemente su suoli prevalentemente a base naturale costituiti da limi argillosi e sabbiosi di terreno vegetale, sabbie argillose e limose alluvionali, sabbie e ghiaie alluvionali argille limose alluvionali.



Categoria Merceologica : Terreno come sottoprodotto e non rifiuto

Il sito di produzione delle terre è classificato urbanisticamente come :

- Area pubblica
- L'area superiore ove è previsto lo scavo e da cui il materiale di scavo proviene non è stata interessata da attività o eventi di potenziale contaminazione (censite nel piano regionale di bonifica delle aree inquinate, presenti nel censimento dei piani provinciali di bonifica delle aree inquinate, interessate da abbandoni di rifiuti o serbatoi o cisterne interrate o idrocarburi o sostanze etichettate pericolose), il sito non è stato soggetto ad inquinamento delle acque di falda con concentrazioni superiori ai limiti di legge;

**Pertanto il materiale da scavo dopo le opportune e necessarie valutazioni analitiche previste dalla legge in vigore, ed in riferimento e rispetto alle concentrazioni massime definite nelle colonne A o B della Tab. 1 – Allegato 5 – Titolo V D.L. 152/2006 e s.m.i. (set minimo di parametri come precedentemente indicato e previsto dalla Legge) potrà essere utilizzato per reinterri, riempimenti, rimodellazioni nel cantiere in oggetto.**

**Destinazione degli scavi :**

**Da progetto il materiale di scavo, qualora idoneo, verrà in parte riutilizzato in loco (circa 25% del totale), in parte trasportato al di fuori del cantiere ed inviato in discarica (solo per la quota parte che da analisi effettuate ricade in colonna B, previsti al massimo 100 mc) ed in parte riutilizzate come sottoprodotto per rinterri e livellamenti in un sito individuato da Aset.**

- Il materiale sarà impiegato direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti dal progetto esecutivo (Progetto o S.C.I.A. Comunale):
- Sin dalla fase della produzione vi è certezza dell'integrale utilizzo ed esso è tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- Sarà garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- E' accertato che il materiale non proviene da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del D.L. 152/2006;
- Tra i materiali non considerati rifiuti ma sottoprodotti si sensi del D. Leg.vo 152/2006 (Codice dell'Ambiente), e dunque non rientranti nel campo di

applicazione della parte IV del medesimo decreto, sono quindi inclusi il suolo non contaminato ed ogni altro materiale allo stato naturale scavato nel corso di attività di costruzioni e destinato ad essere riutilizzato.

- **Le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche presumibili sono tali che il loro impiego nel sito prescelto non determina rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avviene nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette.**
- **Esso risulta quindi (nel caso di ottemperanza di legge) compatibile ai sensi della normativa vigente come sottoprodotto;**
- **n. 3 punti di prelievo di cui uno (S1) sulla sagoma vasca e n. 2 (A2-A3) lungo il tracciato fognario (vedi allegati appendice), hanno condotto a risultati soddisfacenti per le norme della colonna B e parzialmente per la colonna A; tutti i valori riscontrati di metalli pesanti, idrocarburi rientrano nei valori massimi di legge sui campioni A2 e A3 mentre sui campioni di S1 si hanno concentrazioni di idrocarburi che rientrano nella colonna B ma non in quella A.**
- **Nella successiva campagna di prelievi ed Analisi chimiche effettuate da Laboratorio Aset, (vedi allegati appendice con risultati e planimetria di prelievo, nelle restanti porzioni del sito non risultano superamenti nè della Colonna A né della Colonna B; pertanto il sito può considerarsi esente da inquinamenti, con sforamenti alla colonna A solamente in un punto circoscritto (riscontrato nella prima campagna di campionamento) nel quale verranno effettuati scavi con conferimento in discarica (previsti max. 100 mc).**

- Le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche quindi sono tali che il loro impiego nel sito prescelto non determina rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avviene nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette.
- Esso risulta quindi (nel caso di ottemperanza di legge e relativamente alla colonna di riferimento e sito di deposito) compatibile ai sensi della normativa vigente come sottoprodotto;

**9. SISMICA DELL'AREA - INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA  
 MASW E HVSR - CATEGORIA DI SOTTOSUOLO - PARAMETRI SISMICI  
 DI RIFERIMENTO**

Per la sismicità dell'are in esame in cui ricade il tracciato sono stati raccolti dati dal database disponibile sul web "DBMI04", un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana (a cura di Stucchi M. et al., 2007), che contiene i dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti, che sono stati utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04.

Sono stati selezionati gli eventi risentiti al sito con intensità  $\geq 5$  (MCS).

***Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Pesaro***

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
ACQUALAGNA	11	41	1	43.61944	12.67252	10
APECCHIO	11	41	2	43.55858	12.41973	9
AUDITORE	11	41	3	43.82066	12.57108	7
BARCHI	11	41	4	43.67184	12.92915	7
BELFORTE ALL'ISAURO	11	41	5	43.71615	12.37689	8
BORGIO PACE	11	41	6	43.65799	12.29471	8
CAGLI	11	41	7	43.54591	12.65091	10
CANTIANO	11	41	8	43.47303	12.62823	9
CARPEGNA	11	41	9	43.78114	12.33629	8
<b>CARTOCETO</b>	<b>11</b>	<b>41</b>	<b>10</b>	<b>43.76497</b>	<b>12.88335</b>	<b>8</b>
CASTELDELICI	11	41	11	43.79063	12.15523	8
COLBORDOLO	11	41	12	43.82010	12.72259	8
<b>FANO</b>	<b>11</b>	<b>41</b>	<b>13</b>	<b>43.83694</b>	<b>13.01759</b>	<b>8</b>

La storia sismica di Fano può essere inoltre definita dalla seguente tabella :

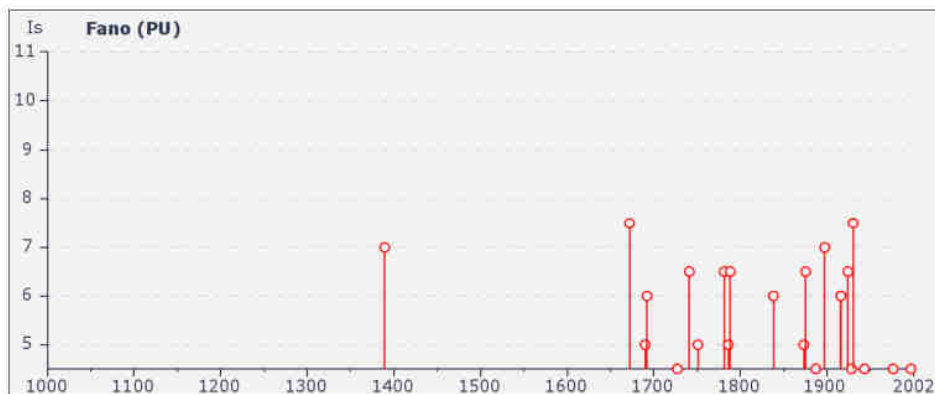
### Storia sismica di Fano

[43.837, 13.018]

Numero totale di eventi: 42

Effetti

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Studio	nMDP	Io	Mw
7	1389 04	FANO	DOM	1	7	5.17
7-8	1672 04 14 15 45	RIMINESE	CFTI	92	8	5.60
5	1690 12 23 00 20	ANCONETANO	CFTI	17	8-9	5.73
6	1692 10 22 20 30	FANO	DOM	2	6	4.83
3	1694 09 08 11 40	IRPINIA-BASILICATA	CFTI	253	10-11	6.87
4-5	1727 12 14 19 45	S.LORENZO IN CAMPO	DOM	32	7	5.18
6-7	1741 04 24 09 20	FABRIANESE	DOM	135	9	6.08
5	1751 07 27 03	GUALDO TADINO	DOM	61	10	6.30
6-7	1781 06 03	CAGLIESE	DOM	157	9-10	6.23
5	1786 12 25 01	RIMINESE	CFTI	91	8	5.67
6-7	1788 04 18	FANO	DOM	2	6-7	5.03
4	1799 07 28	CAMERINO	DOM	47	9	5.93
6	1838 06 23	PESARO	DOM	4	6-7	5.03
3	1870 02 08	NUMANA	DOM	10	7	5.11
5	1873 03 12 20 04	MARCHE MERIDIONALI	CFTI	196	8	5.88
6-7	1875 03 17 23 51	ROMAGNA SUD-ORIENT.	CFTI	143	8	5.74
4-5	1887 05 26	JESI	DOM	19	5-6	4.63
4	1895 04 14 22 17	SLOVENIA	CFTI	296	8	6.25
7	1897 09 21	ADRIATICO CENTRALE	DOM	44	7	5.50
3	1904 11 17 05 02	PISTOIESE	DOM	204	7	5.18
F	1907 01 23 00 25	ADRIATICO CENTRALE	DOM	93	5-6	4.84
NF	1909 08 25 00 22	MURLO	DOM	283	7-8	5.40
2	1911 02 19 07 18 30	ROMAGNA MERIDIONALE	CFTI	185	7	5.38
4	1915 01 13 06 52	AVEZZANO	DOM	1040	11	6.99
6	1916 05 17 12 50	ALTO ADRIATICO	CFTI	130	8	5.85
6	1916 08 16 07 06 14	ALTO ADRIATICO	CFTI	256	8	5.92
2	1917 04 26 09 35	MONTERCHI-CITERNA	DOM	128	9	5.80
3	1917 12 02 17 39	GALEATA	DOM	32	6-7	5.20
6-7	1924 01 02 08 55	SENIGALLIA	DOM	73	7-8	5.59
4-5	1928 05 30 20 01	ADRIATICO CENTRALE	DOM	17	5-6	5.06
7-8	1930 10 30 07 13	SENIGALLIA	DOM	263	9	5.94
2	1933 09 26 03 33 29	MAIELLA	CFTI	326	8-9	5.68
4	1936 10 18 03 10	BOSCO CANSIGLIO	DOM	267	9	5.90
4-5	1943 07 31 04 37	SENIGALLIA	DOM	5	5-6	4.63
4	1962 01 23 17 31	ADRIATICO	DOM	49	6-7	5.03
F	1972 02 04 02 42 53	MEDIO ADRIATICO	CFTI	75	7-8	5.18
NF	1972 11 26 16 03	MONTEFORTINO	DOM	73	7-8	5.34
4-5	1976 05 06 20	FRIULI	DOM	770	9-10	6.43
2	1983 11 09 16 29 52	PARMENSE	CFTI	835	6-7	5.10
3-4	1984 04 29 05 02 59	GUBBIO/VALFABBRICA	DOM	709	7	5.68
3	1987 07 05 13 12 36	VALMARECCHIA	BMING	90	6	4.65
4-5	1997 09 26 09 40 25	APPENNINO UMBRO-MARCH.	CFTI	869	8-9	6.05



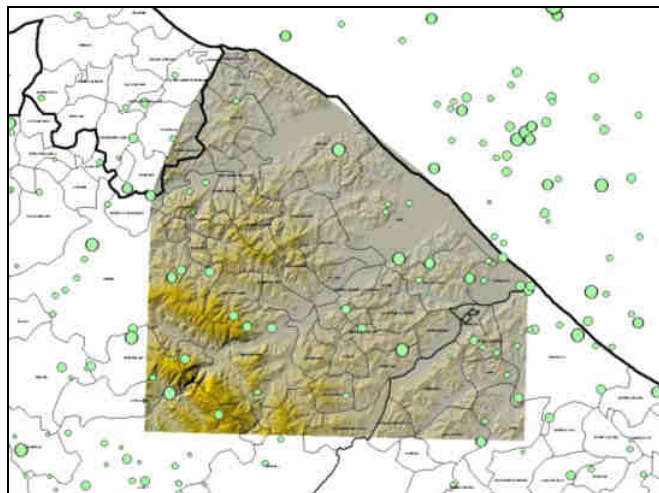


Tra gli eventi macrosismici storici più importanti che hanno coinvolto la zona di Fano si possono quindi elencare :

- TERREMOTO DEL RIMINESE DEL 14/04/1672 ( $I_{max} = VIII^{\circ}MCS$ )
- TERREMOTO DI CAGLI DEL 3/06/1781 ( $I_{max} = X^{\circ}MCS$ )
- TERREMOTI DELL'ALTO ADRIATICO DEL 1916 ( $I_{max} = VIII-IX^{\circ}MCS$ )
- TERREMOTO DEL MEDIO ADRIATICO DEL 2/01/1924 ( $I_{max} = VII-VIII^{\circ}MCS$ )
- TERREMOTO DI SENIGALLIA DEL 30/10/1930 ( $I_{max} = VIII-IX^{\circ}MCS$ )

Mentre per quanto riguarda la sismicità recente si sono rilevati dati dalla Rete Sismica Nazionale Centralizzata gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; la rete registra terremoti anche di piccola magnitudo, ne calcola la posizione dell'epicentro, la profondità e la magnitudo.

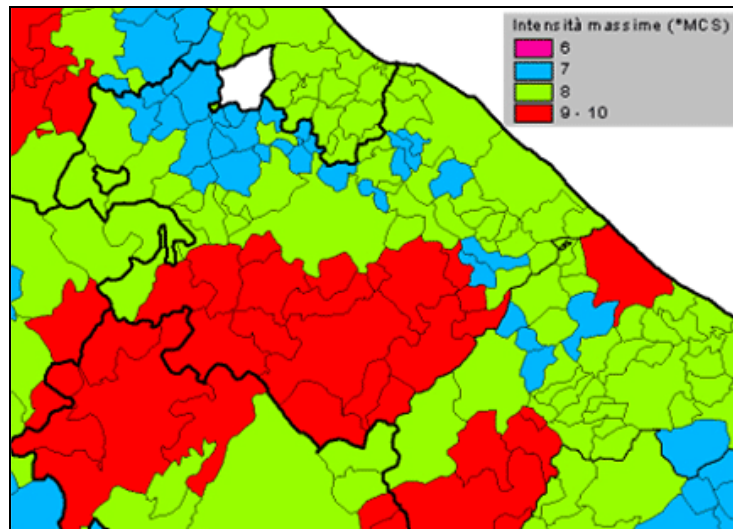
Da questa banca dati si può visualizzare la distribuzione degli epicentri di tali terremoti :



Per quanto riguarda la pericolosità sismica recente del territorio e quindi le intensità massime attese nell'area in esame in termini di intensità risentita con dati del Servizio Sismico Nazionale, 2001 si può notare come i terremoti con intensità maggiore si verificano lungo la dorsale Umbro-Marchigiana. In tali zone sono attesi risentimenti macrosismici che raggiungono il  $X^{\circ}MCS$ .

La fascia costiera marchigiana è soggetta invece ad una sismicità di grado inferiore, con intensità massime attese comprese tra l' $VIII$  ed il  $IX^{\circ}MCS$ .

La fascia collinare interna evidenzia una sismicità leggermente inferiore, caratterizzata da intensità massime comprese tra il VII e l'VIII°MCS.



Una ulteriore formulazione del grado di pericolosità sismica della zona in esame è data dallo scuotimento sismico atteso nell'arco di un certo periodo di tempo.

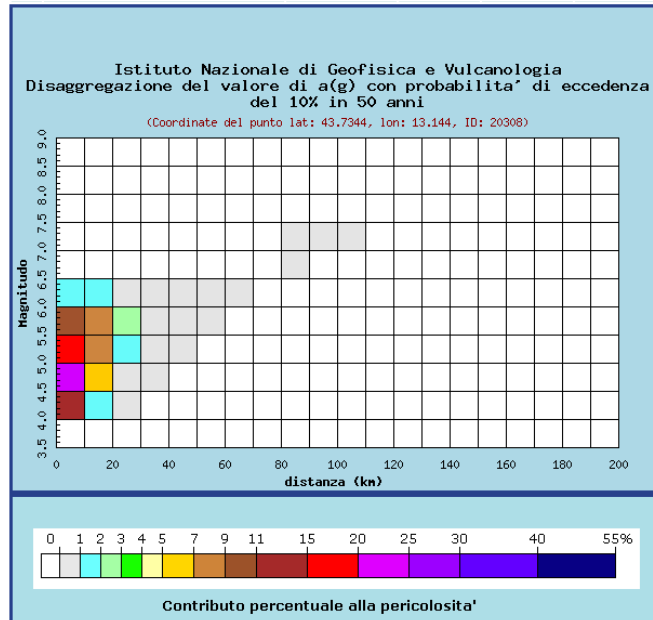
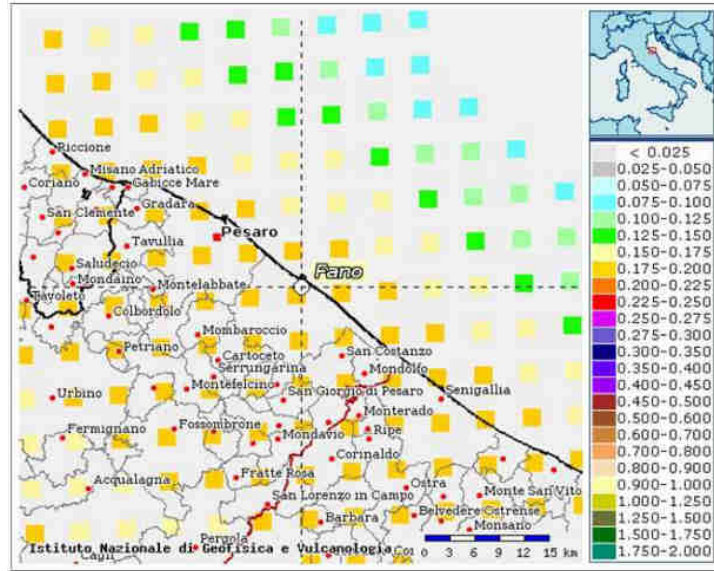
Lo scuotimento sismico è ovviamente prodotto dal transito nel terreno delle onde elastiche che si irradiano dalla faglia sismica; esso può essere misurato con sismometri in termini di accelerogrammi o sismogrammi; l'accelerazione massima (di picco) del terreno, detta PGA, è il parametro più utilizzato e più semplice per quantificare lo scuotimento.

Studi recenti (Servizio Sismico Nazionale, 2001) hanno calcolato su base probabilistica che, nell'area in esame, è atteso, con un tempo medio di ritorno di circa 500 anni, uno scuotimento sismico al suolo in termini di PGA compreso tra 0,13 e 0,14 g.

Tale valore può essere considerato come intermedio se confrontato con la situazione di pericolosità della penisola italiana, dove si osservano valori di PGA attesa oscillanti tra 0,02 e 0,32 g.

Inoltre lo scuotimento sismico può essere localmente amplificato dalla morfologia e dalle condizioni geologiche del sottosuolo.

Dalla mappa di pericolosità sismica di Fano tratta da INGV, l'area che interessa l'opera in progetto interesserà terreni che presentano un'accelerazione massima del suolo che varia da 0,175-0,200 g.



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.7344, lon: 13.144, ID: 20308)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	11.200	24.400	17.500	10.700	1.470	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.920	6.950	8.790	8.660	1.740	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.010	0.419	1.440	2.320	0.971	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.137	0.604	0.421	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.002	0.117	0.166	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.130	9.120	0.759

La nuova normativa sismica in vigore NTC 2008 stabilisce la definizione della categoria sismica del sottosuolo dalla quale trarre gli accelerogrammi di progetto tramite appositi dati e calcoli definiti dalla normativa stessa, pertanto è stata eseguita nel sito studiato un'Indagine tecnica mediante Sismica HVSR a due acquisizioni, necessaria per la definizione del Vs (30) secondo le Direttive del D.M. del 14 gennaio 2008, NTC 2008 e successive e quindi per una definizione corretta della categoria di suolo.

L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V.

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che,

ovviamente, dall'attività dinamica terrestre, si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte da terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

Nel tragitto dalla sorgente al sito le onde elastiche (sia di terremoto che di microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato.

Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore.

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartate dalla sismologia classica, contiene informazioni; questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune.

Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali dei sottosuoli; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

La tecnica HVSR, (Horizontal to Vertical Spectral Ratio o tecnica di Nakamura), è una prospezione geofisica non invasiva che attraverso la misura del "rumore sismico", ovunque presente sulla superficie terrestre, fornisce dati sulle frequenze caratteristiche del sito investigato.

Tale metodologia, essendo una misurazione sismica passiva, non richiede la produzione di impulsi generati ad hoc come nel caso di sismica attiva.

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza, cioè per strato si intende un sismostrato cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito.

La tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo, alcuni scienziati, proposero di utilizzare anche l'ampiezza del picco come indicatore sintetico dell'amplificazione sismica locale, direttamente utilizzabile per la microzonazione.

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) ottiene risultati di questo tipo sono:

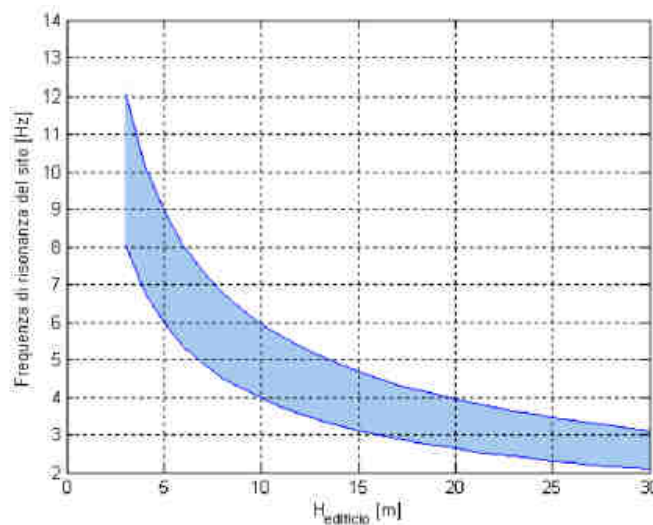
- la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;

In effetti la situazione maggiormente pericolosa per le strutture è la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura, espressa dalla relazione seguente :

**frequenza fondamentale edificio = frequenza fondamentale del terreno di copertura**

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione come

: **frequenza fondamentale edificio = 10 Hz / n° piani**



**Rapporto grafico tra altezza di un edificio in c.a. e frequenza di risonanza del sito investigato : la zona in blu indica l'area più vulnerabile dal punto di vista dei fenomeni di doppia risonanza**

**La frequenza di risonanza del sito dalle misurazioni effettuate è risultata variabile tra  $12.19 \pm 0.11$  Hz per HVSR1 e  $31.88 \pm 4.09$  Hz per HVSR2.**

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale che rappresenta la nuova generazione di strumenti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni.

Lo strumento utilizzato racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz., i dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 512 Mb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico.

#### **ASET S.P.A. – FANO (PU) – VIALE ROMAGNA – HVSR1**

Instrument: TRZ-0119/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 13/03/17 13:57:00 End recording: 13/03/17 14:17:00

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 97% trace (manual window selection)

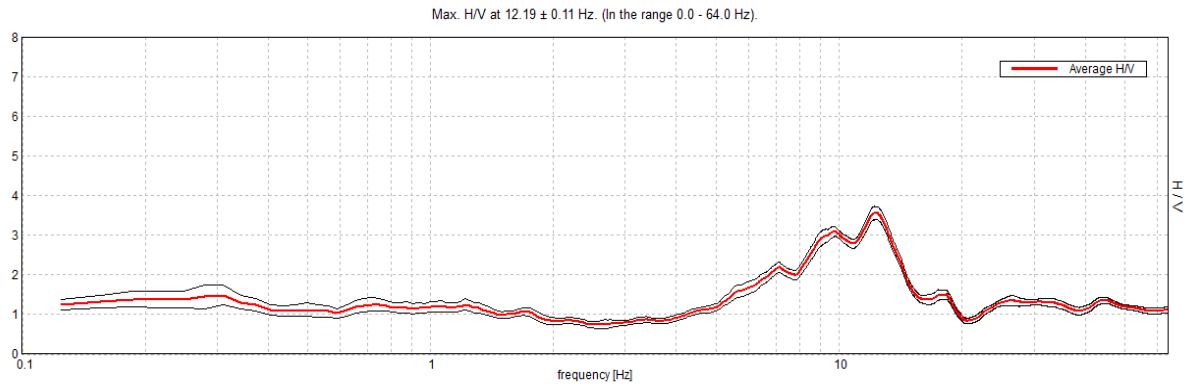
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

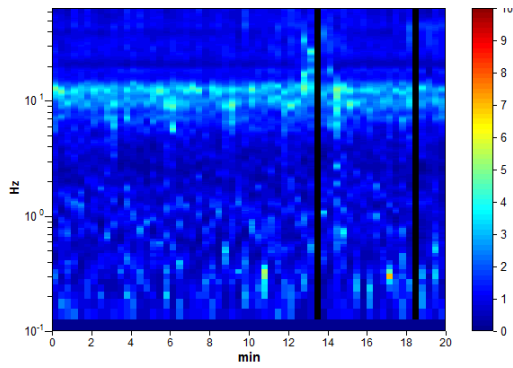
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

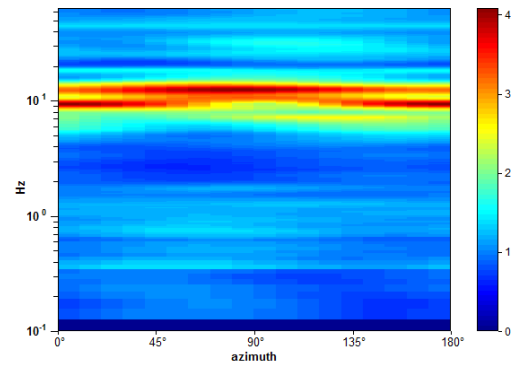
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



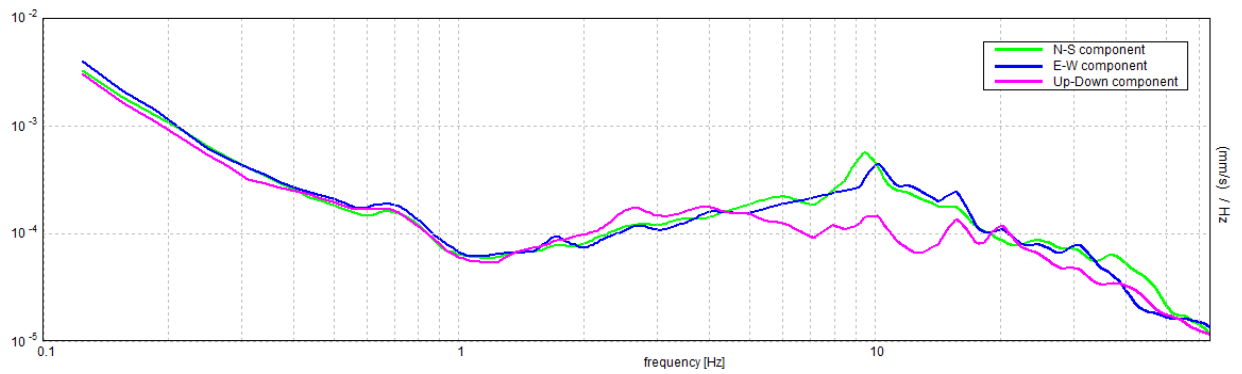
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

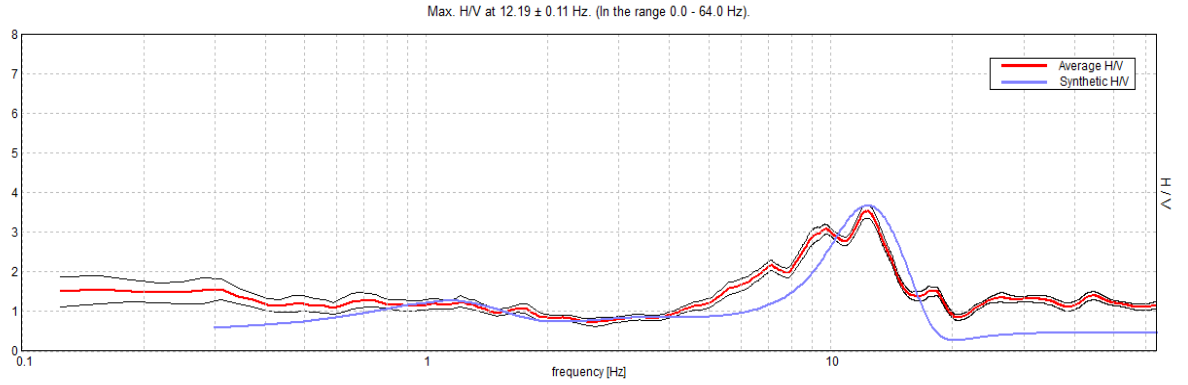


SINGLE COMPONENT SPECTRA



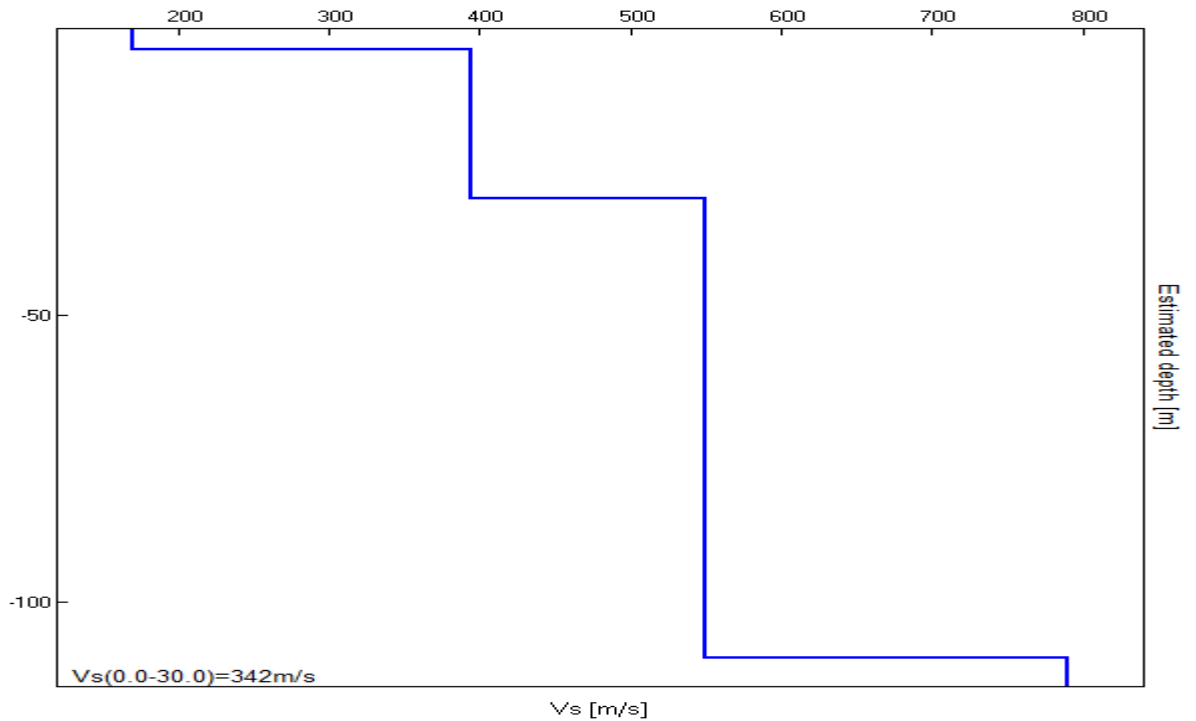


**EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V**



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.60	3.60	170	0.40
29.60	26.00	395	0.30
109.60	80.00	550	0.45
inf.	inf.	790	0.45

**Vs 30 (0.0-30.0) = 342 m/s**



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

<b>Max. H/V at 12.19 ± 0.11 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).</b>					
<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]					
$f_0 > 10 / L_w$	12.19 > 0.50	OK			
$n_c(f_0) > 200$	14137.5 > 200	OK			
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 586 times	OK			
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]					
<b>Exists <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	6.281 Hz	OK			
<b>Exists <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	14.813 Hz	OK			
$A_0 > 2$	3.56 > 2	OK			
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00873  < 0.05$	OK			
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.10637 < 0.60938$	OK			
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1679 < 1.58$	OK			
$L_w$	window length				
$n_w$	number of windows used in the analysis				
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles				
$f$	current frequency				
$f_0$	H/V peak frequency				
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency				
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$				
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$				
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$				
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$				
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$				
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided				
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve				
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$				
Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**ASET S.P.A. – FANO (PU) – VIALE ROMAGNA – HVSUR2**

Instrument: TRZ-0119/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 13/09/17 11:34:07 End recording: 13/09/17 11:54:07

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

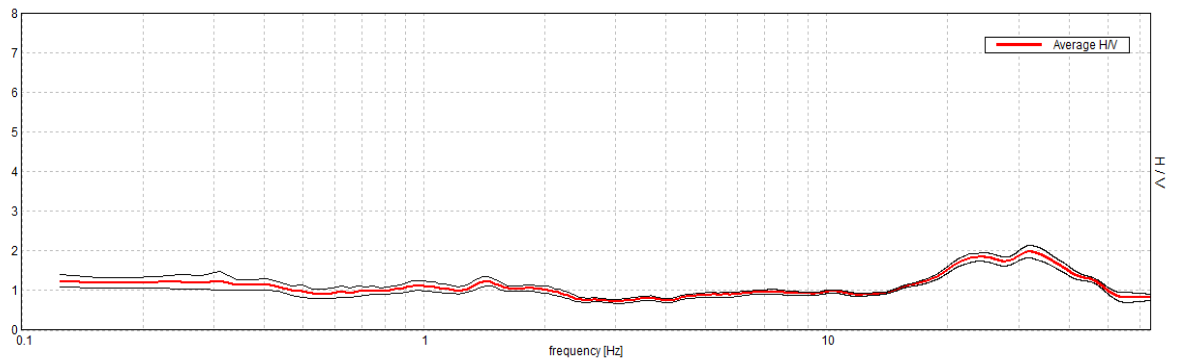
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

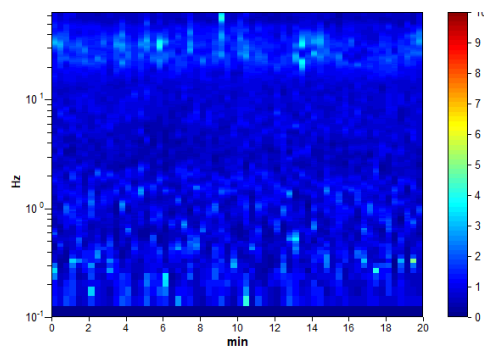
Smoothing: 10%

**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**

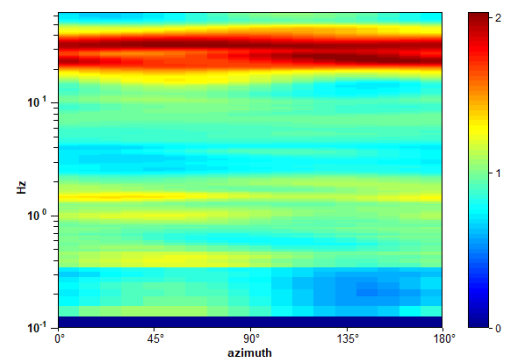
Max. H/V at 31.88 ± 4.09 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



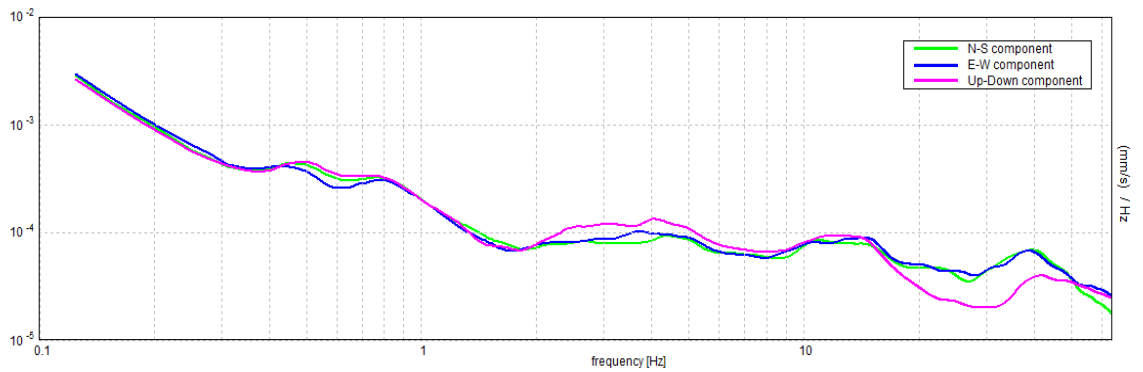
**H/V TIME HISTORY**



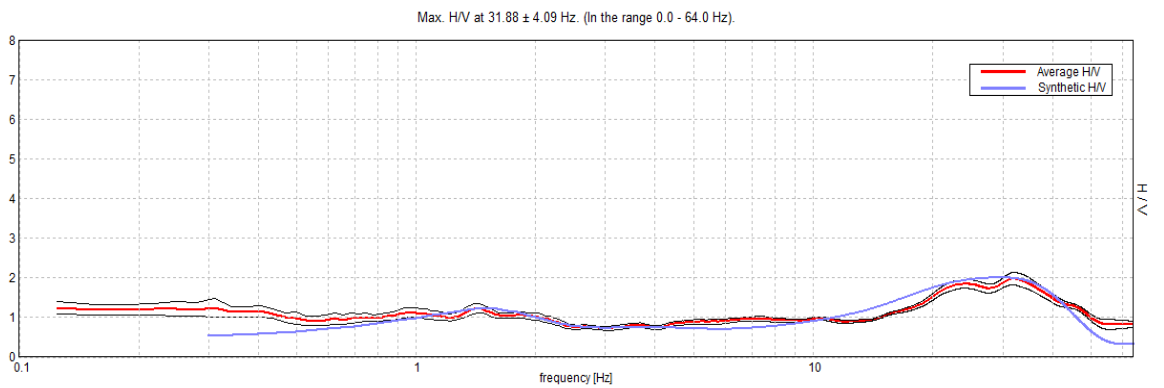
**DIRECTIONAL H/V**



**SINGLE COMPONENT SPECTRA**

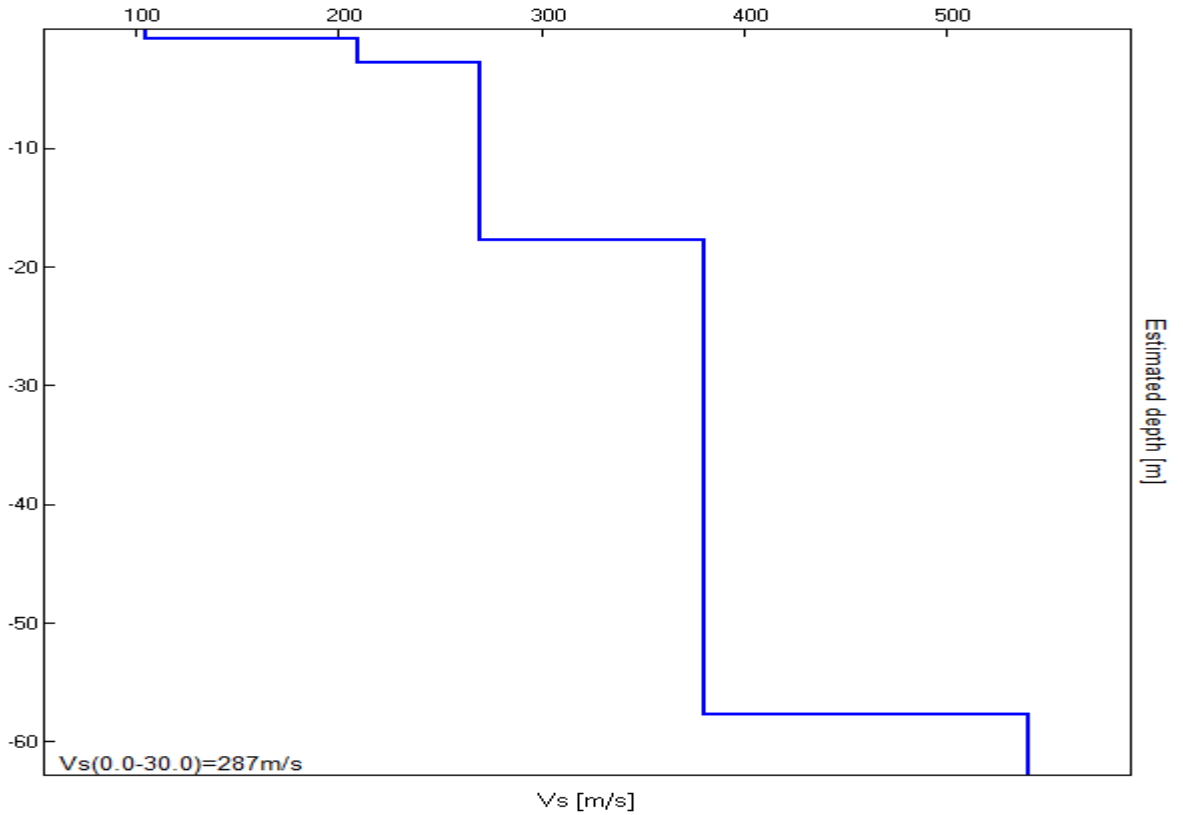


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.75	0.75	105	0.42
2.75	2.00	210	0.35
17.75	15.00	270	0.30
57.75	40.00	380	0.42
inf.	inf.	540	0.42

**Vs 30 (0.0-30.0) = 287 m/s**



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

<b>Max. H/V at 31.88 ± 4.09 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).</b>			
<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	31.88 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	38250.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1531 times	OK	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	14.625 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	50.094 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.98 > 2		

$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.12821  < 0.05				
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	4.08668 < 1.59375				
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1556 < 1.58				
$L_w$	window length				
$n_w$	number of windows used in the analysis				
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles				
$f$	current frequency				
$f_0$	H/V peak frequency				
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency				
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$				
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$				
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$				
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$				
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$				
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided				
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve				
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$				
Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Mentre l'acquisizione geofisica Masw (allegato in appendice) ha prodotto un valore di Vs  
30 pari a :

**Vs 30 (0.0-30.0) = 374,41 m/s**

In definitiva, data la non univocità dei risultati ottenuti con le varie metodologie utilizzate si consiglia prudenzialmente di adottare la seguente Categoria di sottosuolo :

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

- coefficiente di amplificazione topografica **1,0 (T1) < 15° pend. media**

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, inoltre **la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio “sito dipendente” consiste nella determinazione di ag (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento**

**rigido).**

Si determina, quindi, la maglia di riferimento (coordinate geografiche) in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero nelle NTC 2008 e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto

<b>Parametri sismici</b>
--------------------------

Tipo di elaborazione: Fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 43,853301  
longitudine: 13,00669  
Classe: 3  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 19862	Lat: 43,8339	Lon: 13,0049	Distanza: 2159,952
Sito 2	ID: 19863	Lat: 43,8342	Lon: 13,0742	Distanza: 5814,735
Sito 3	ID: 19641	Lat: 43,8842	Lon: 13,0738	Distanza: 6385,433
Sito 4	ID: 19640	Lat: 43,8839	Lon: 13,0045	Distanza: 3409,367

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 75anni  
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 45 [anni]  
ag: 0,057 g  
Fo: 2,552  
Tc\*: 0,276 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 75 [anni]  
ag: 0,076 g  
Fo: 2,476  
Tc\*: 0,282 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 712 [anni]  
ag: 0,209 g  
Fo: 2,490  
Tc\*: 0,303 [s]

## Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	1462	[anni]
ag:	0,272	g
Fo:	2,503	
Tc*:	0,313	[s]

## Coefficienti Sismici

## SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,610
St:	1,000
Kh:	0,017
Kv:	0,009
Amax:	0,835
Beta:	0,200

## SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,590
St:	1,000
Kh:	0,023
Kv:	0,011
Amax:	1,124
Beta:	0,200

## SLV:

Ss:	1,390
Cc:	1,560
St:	1,000
Kh:	0,081
Kv:	0,041
Amax:	2,853
Beta:	0,280

## SLC:

Ss:	1,290
Cc:	1,540
St:	1,000
Kh:	0,098
Kv:	0,049
Amax:	3,442
Beta:	0,280

## Le coordinate espresse sono in ED50

## Coordinate WGS84

latitudine:	43.852360
longitudine:	13.005746

## DOVE:

ag = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

Amax = accelerazione orizzontale massima attesa dal sito =  $S_s \cdot S_t \cdot (ag \cdot 9,80665 \text{ m/s}^2)$

Beta = coefficiente di riduzione dell'amplificazione massima attesa dal sito dipendente dalla categoria del suolo e dall'amplificazione massima attesa

Kh = coefficiente di spinta sismica nella direzione orizzontale

Kv = coefficiente di spinta sismica nella direzione verticale

Periodo di riferimento, Probabilità di superamento = associato alla SL considerato

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale



$T_c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale =  $C_c * T_c^*$

$T_b$  = periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro =  $T_c/3$

$C_c$  = coefficiente in funzione della categoria di sottosuolo

Per quanto riguarda il **rischio liquefazione dei depositi** le verifiche eseguite con la metodologia Seed Idriss (1971) e Boulanger & Idriss 2014, vedi capitolo specifico pag. 25 – 30 hanno condotto generalmente a risultati solo parzialmente confortanti, con coefficienti di sicurezza accettabili per le ghiaie e le ghiaie sabbiose sotto falda acquifera (vedi capitolo 7 coefficienti di sicurezza sui vari livelli litologici).

**Ad ogni modo i livelli prevalentemente sabbiosi limosi localmente argillosi sotto falda presenti a circa 7-9 mt. dal p.c. hanno condotto a valori del coefficiente di sicurezza alla liquefazione localmente inferiore all'unità, fatto che implicherebbe la possibile liquefazione del livello sotto l'effetto sismico ciclico.**

Alcuni strati ad ogni modo con spessore prossimo al metro non risultano liquefacibili per effetto geometrico, mentre gli altri risulterebbero a liquefazione possibile.

In tale situazione il sito si potrebbe catalogare dal punto di vista sismico ai sensi delle NTC2008-2018 come categoria S2, ma le ipotesi di miglioramento del terreno previste possono far escludere tale rischio liquefazione rimanendo quindi la classificazione C.

Si può prevedere per il sito un **miglioramento del terreno potenzialmente liquefacibile**, La soluzione tecnologica consigliabile potrà essere nel caso in esame tra quelle definite di tipo "attivo" ovvero del **"compaction grouting"** come esplicitato nella Determina della Regione Emilia Romagna n° 12418 del 02/10/2012.

Per i terreni alluvionali oggetto di studio, in effetti sono possibili differenti tipi di interventi :

- Iniezioni di permeazione con miscele leganti ("permeation grouting") Lo scopo della tecnica è generare una leggera cementazione o coesione vera tra i grani del terreno facendo penetrare nei pori interstiziali una miscela "legante" opportunamente calibrata (es. soluzioni o sospensioni silicatiche o in cemento). La cementazione provoca un aumento della resistenza a liquefazione, una riduzione della permeabilità ed un incremento della rigidità;
- Iniezioni di compattazione di tipo attivo ("compaction grouting") la tecnica

consente di ridurre l'indice dei vuoti di terreni granulari mediante iniezioni di miscele cementizie che spiazzano il terreno circostante che si compatta con conseguente incremento della resistenza alla liquefazione, della rigidità e riduzione della permeabilità, una boiaccia di malta viene pompata a pressioni elevate fino a 3.5 MPa dal basso verso l'alto da tubi di acciaio infissi o trivellati nel terreno secondo una griglia con interasse 1.5 – 3.0 m. Il volume di boiaccia immesso può variare dal 3 al 20% del volume di terreno trattato, le iniezioni di compattazione generano elementi colonnari "consolidati" che hanno funzione anche portante se realizzati sotto le fondazioni;

- Interventi di tipo passivo "**pali o dreni in ghiaia**" intervengono in maniera passiva se il fenomeno dovesse riproporsi, riducendo il generarsi della sovrappressione dell'acqua (IPS) o favorendo la dissipazione (dreni), la tecnica di drenaggio può avere il duplice effetto di limitare l'occorrenza del fenomeno della liquefazione, favorendo la dissipazione delle sovrappressioni interstiziali che ne sono la causa, e ridurre le eventuali deformazioni indotte, l'effetto drenante può essere quindi accoppiato a quello "consolidante" attraverso la realizzazione di elementi colonnari di materiali a grana grossa fortemente addensati. L'interasse di trattamento generalmente utilizzato è a maglia quadrata o a quinconce di lato 1,5-2 m.

Da verifiche tecniche effettuate attraverso il metodo di Seed e Booker si possono prevedere nel sito pali in ghiaia profondi sino a circa 5 mt. dal piano di sbancamento (-4,50 mt. dal p.c.) di diametro 800 mm ad interasse di circa 4,40 mt. o pali in ghiaia di diametro 1000 mm ad interasse 6 mt. circa

**Nel sito in esame si possono prevedere iniezioni a maglia quadrata o quinconce spinte sino a circa 5 mt. dal piano di sbancamento (-4,50 mt. dal p.c.) ad interasse massimo di 2 mt. tramite tecnica attiva ("compaction grouting") con la seguente voce di capitolato**

:

L'intervento prevede l'esecuzione di iniezioni di polimeri espandenti su due livelli di profondità per la riduzione attiva del potenziale di liquefazione. La modalità d'intervento adottata riduce l'indice dei vuoti di terreni granulari mediante l'iniezione di polimeri e rientra tra le tecniche di riduzione attiva del potenziale di liquefazione previste dalla Determina della Regione Emilia Romagna n° 12418 del 02/10/2012.

La fase esecutiva prevede la realizzazione di fori mediante l'utilizzo di perforatori rotativi elettrici dotati di punte elicoidali aventi idonea lunghezza e diametro circa 26 mm. La maglia dei fori consente il consolidamento uniforme di tutta la superficie oggetto d'intervento per tutta la profondità del terreno soggetto al fenomeno di liquefazione. L'interasse tra i fori viene stabilito in funzione delle caratteristiche del sito, dei criteri progettuali e delle esigenze di cantiere.

In ogni foro si inseriscono uno o più condotti metallici attraverso i quali i polimeri espandenti vengono iniettati a pressione nel terreno. Dopo una prima fase di permeazione allo stato

liquido nel terreno, i polimeri completano la reazione: si espandono e solidificano. La reazione di espansione dei polimeri comporta un avvicinamento reciproco dei grani costituenti la matrice solida del terreno, una compattazione con conseguente incremento della resistenza alla liquefazione, della rigidità e riduzione della permeabilità nel terreno.

Le iniezioni per compattazione di polimeri espandenti, rispondono alla UNI EN 12715:2003 “Esecuzione di lavori geotecnici speciali, Iniezioni”. L'utilizzo di polimeri espandenti limita l'interferenza dell'intervento sui manufatti adiacenti al punto d'iniezione, minimizza le vibrazioni nel corso delle lavorazioni e garantisce tempi brevissimi per la solidificazione della miscela iniettata. Le caratteristiche dell'intervento mediante iniezioni di polimeri espandenti consentono di limitare gli effetti della lavorazione alla zona oggetto di intervento.

La riduzione del potenziale di liquefazione è direttamente correlabile all'aumento della densità relativa del terreno granulare ed in fase di progetto viene definita la quantità di polimeri necessaria per ciascuna iniezione per garantire, in termini di incremento del rapporto CRR/CSR, il miglioramento previsto.

Nel corso delle lavorazioni, al fine di evitare il manifestarsi di effetti deformativi non voluti in superficie, viene monitorato mediante misuratori laser di spostamento l'eventuale sollevamento in corrispondenza del piano di calpestio.

Dopo l'utilizzo il condotto d'iniezione viene tagliato a livello del piano di calpestio ma, qualora venga richiesto, è possibile estrarlo nel corso della lavorazione.

La procedura d'intervento prevede l'esecuzione di prove SCPTU prima (n. 2) e dopo (n. 2) l'iniezione dei polimeri espandenti come previsto, per gli interventi di Compaction Grouting dalla Determina della Regione Emilia Romagna n° 1105 del 03/02/2014.

I polimeri espandenti utilizzati devono soddisfare i test di cessione previsti dal D. Lgs. 152/06 parte IV – Allegato 5 – Tabella 2 D. Lgs. 152/06 parte IV – Allegato 5 – Tabella 1 Colonna A e B.

#### **10. CONCLUSIONI GENERALI SULLA REALIZZAZIONE DELLA VASCA SCOLMATORE E LINEE DEL TRACCIATO FOGNARIO – CONDIZIONI E PROBLEMATICHE**

Sulla base dei dati ricavati dalle indagini ed analisi precedentemente indicate è emersa l'idoneità del sito ad essere sede di realizzazione delle opere in progetto anche se sono presenti alcune problematiche che andranno attentamente valutate in sede di progettazione definitiva esecutiva.

Gli aspetti e le interferenze maggiormente critiche sono :

- Vasca Scolmatore e buona parte del tracciato interferente con l'area a rischio idraulico di esondazione fluviale P.A.I. area esondabile catalogata E-04-0001, condizione che potrebbe innescare rigurgiti e sovrappressioni alla vasca ed alle condotte;
- Presenza di terreni in buona parte sotto falda acquifera a quote molto superficiali che interferiscono sia on gli scavi della vasca che delle condotte creando una sottospinta sugli stessi, presenza di terreni liquefacibili sotto effetto sismico (sabbie limose localmente argillose a scarso addensamento presenti) fenomeno eliminabile con intervento di miglioramento;
- Presenza di alta vulnerabilità geologico-ambientale del sito per l'alta permeabilità

dei terreni presenti generalmente sulla sagoma della vasca e del tracciato;

- Il sostentamento degli scavi previsti della vasca (sbancamenti sino a circa – 4,50 mt. dal p.c.) che interferendo con suoli prevalentemente incoerenti sotto falda fanno prevedere il sostegno preventivo con palancole, casseforme o puntellature nonché sistemi di abbattimento provvisori della falda (tipo well point o similari);
- Verifica per le opere provvisorie degli effetti indotti dall'abbattimento della falda tramite well point dopo infissione palancole di sostegno (con vibroinfissione ad alta frequenza per utilizzo in ambito urbano) per lo scavo a – 4,50 mt. dal p.c., con installazione piezometri esterni per controllo eventuale interferenza delle variazioni delle tensioni efficaci dovute alla variazione di falda verso gli edifici adiacenti;

**Per quanto riguarda l'interferenza con il PAI – area esondabile del tratto terminale**

**della condotta l'art. 7 punto 6 comma b e comma f delle NTA del PAI definisce :**

**In tale fascia sono consentiti :**

- Interventi relativi a nuove infrastrutture tecnologiche a rete e viarie in attraversamento che non determinano pericolosità idraulica, previo parere vincolante della Autorità idraulica competente;
- Nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori della fascia, nonché gli ampliamenti, gli adeguamenti e la messa in sicurezza di quelli esistenti; le opere sono condizionate ad uno studio da parte del soggetto attuatore in cui siano valutate eventuali soluzioni alternative e la loro compatibilità con la specifica pericolosità idraulica delle aree;

ed all'art. 9 punto 1 comma j :

- Interventi per reti ed impianti tecnologici, purché non comportino la realizzazione di nuove volumetrie e non alterino il naturale deflusso delle acque;

Come illustrato anche nella circolare esplicativa delle misure di salvaguardia in area esondabile espresse dalla Regione Marche Autorità di Bacino si consiglia in caso di interferenze dei manufatti con area esondabile, di applicare opportune soluzioni precauzionali tecniche :

- Utilizzare materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche e poco danneggiabili con l'acqua;
- Realizzazione delle reti tecnologiche (fognature, ecc.) a perfetta tenuta stagna e dotati di dispositivi antirigurgito – sistemi di pompaggio;

Infine per quanto riguarda la struttura fondale, considerando la geometria del manufatto

scatolare della vasca di larghezza di circa 22 x 63 mt. ed altezza di circa 4,0 mt. si potrà prevedere una platea rigida di fondazione, producendo conseguentemente per i carichi di esercizio una fondazione almeno parzialmente compensata, dato che il peso del terreno asportato (si pur con alleggerimento di falda) compensi parzialmente il peso del manufatto e del liquido interno; ciò permetterà una compensazione anche dei cedimenti relativi, a prescindere dal suolo di appoggio e dalla sua compressibilità, variabile sui vari punti, si dovrà comunque valutare come eventualmente compensare la sottospinta neutrale dell'acqua sulla struttura della vasca.

Riguardo a ciò si consiglia anche data la presenza di terreni liquefacibili di provvedere all'esecuzione di pali trivellati di aggancio al di sotto della Platea (opportunamente incamiciati per la presenza della falda) che permettano l'intestazione della platea sui suoli non liquefacibili (banco ghiaioso reperibile a circa – 11 – 12 mt. dal p.c., permettano la limitazione del cedimento conseguente della fondazione ed evitino il sollevamento ad opera della sottospinta neutrale.

Si allega in appendice una verifica orientativa della portanza e cedimenti della Platea.

\*\*\*\*\*

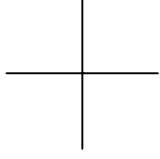
*Jesi, li 08/03/2018*

**IL GEOLOGO**  
(Per Studio GEO/TEC)  
(Dott. Geol. Stefano Giuliani)

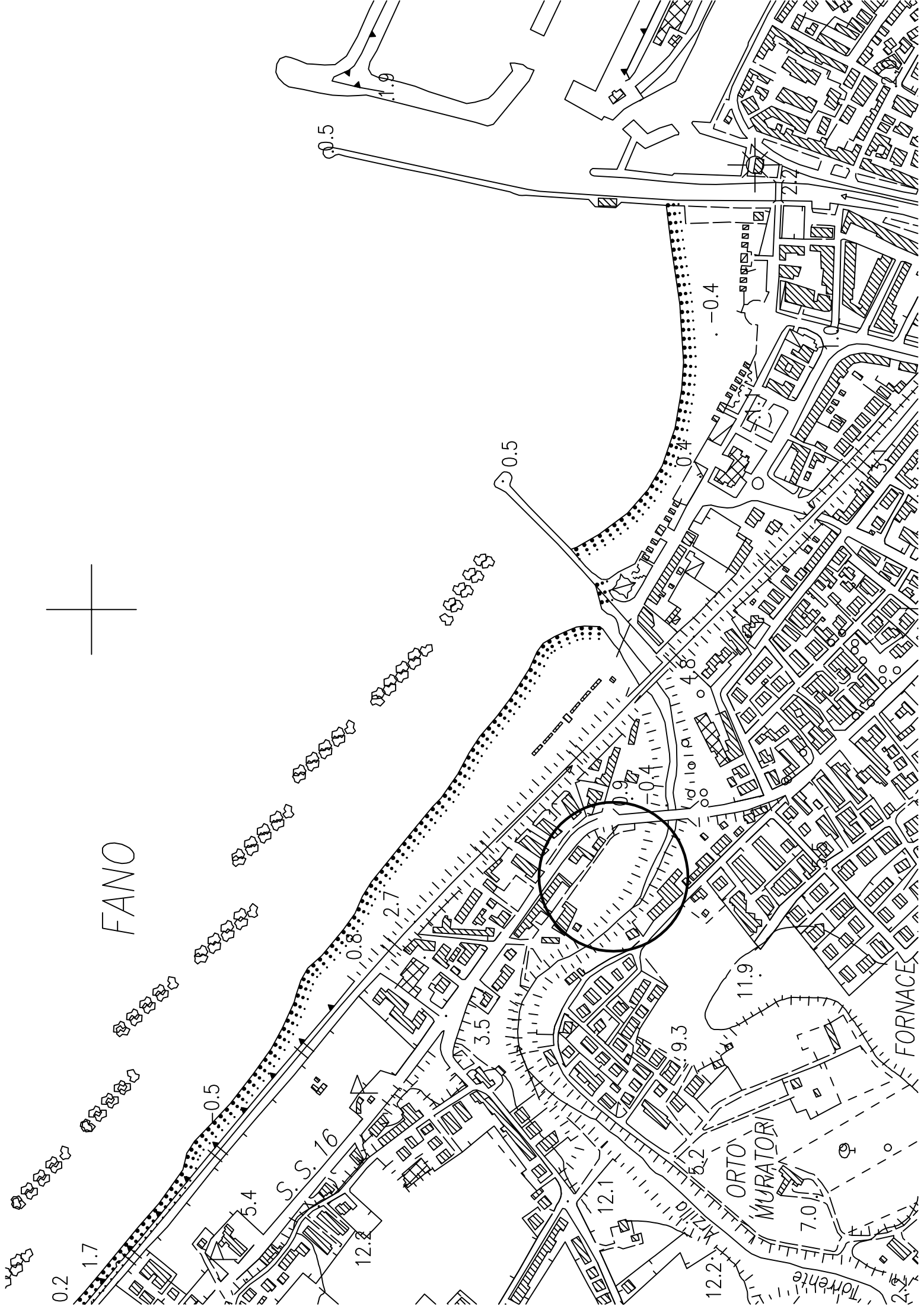


---

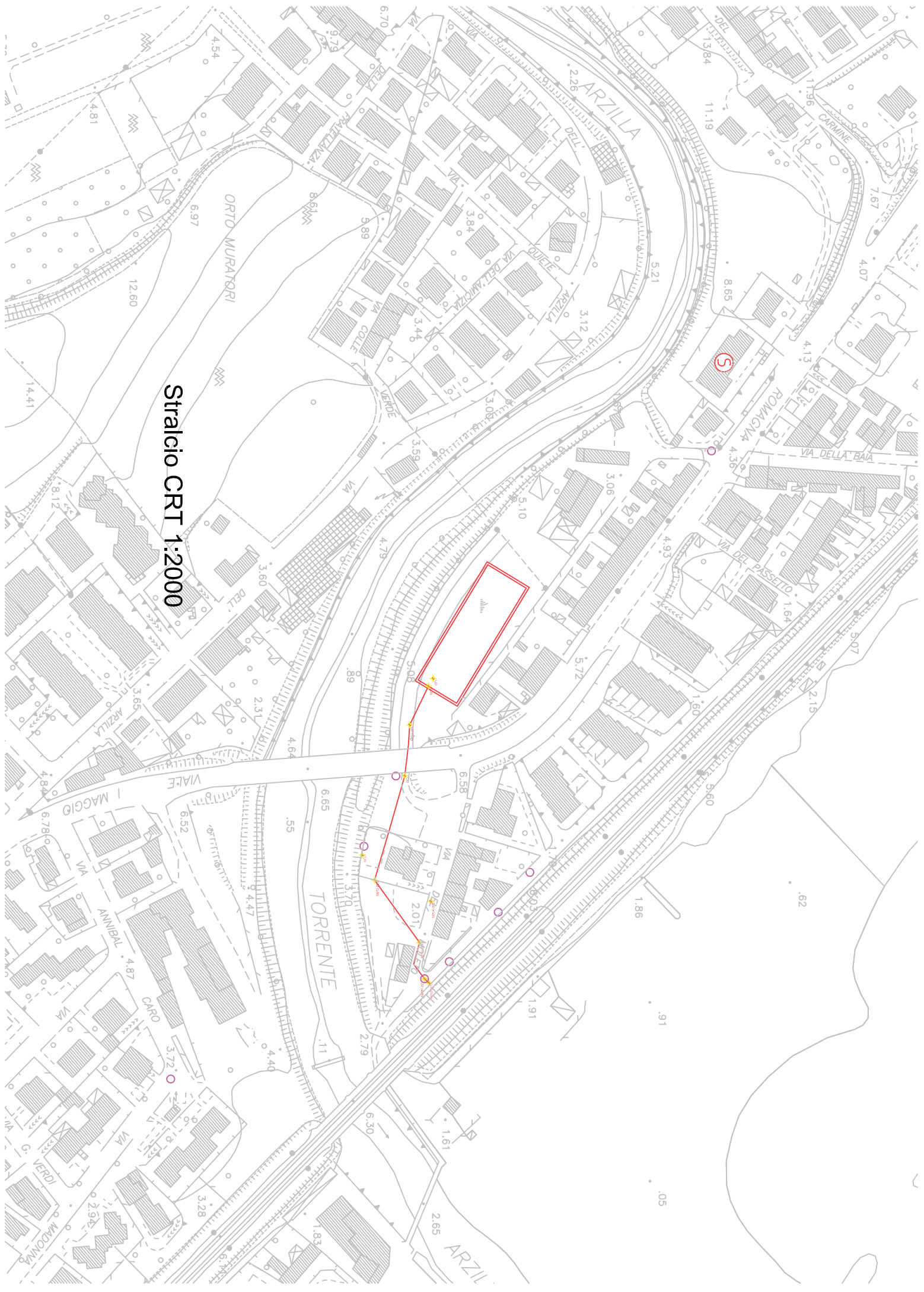
**ALLEGATI :** *Stralcio CRT Area 1:5000 – 1:2000, Stralcio Carta Geologica-Geomorfologica, Stralcio Stralcio PAI Regione Marche, Planimetria Area con posizione sondaggi e Indagini, Stratigrafie con cassette catalogatrici e Grafici Sondaggi con elaborazioni e calcolo parametri geotecnici, Analisi di Laboratorio Geotecnico, Indagine Geofisica Masw, Analisi chimiche terre e rocce da scavo, Calcoli Geotecnici orientativi e schema geotecnico fondazione a Platea, Sezione Geologica Schematica Vasca scolmatore.....appendice*



FANO



Stralcio CRT 1:2000



## LEGENDA GEOLOGICA

### DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

#### SISTEMA DEL MUSONE (GLOCENE)



MUSb2

Depositi eluvio-colluviali



MUSb

Depositi alluvionali attuali  
sabbie limi e argille con subordinate lenti ghiaiose



MUSbn

Depositi alluvionali terrazzati  
a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi e argille  
b) argille, limi e sabbie associate a subordinate ghiaie



MUSg2a

Depositi di spiaggia attuale  
ghiaie(a) e sabbie (b) in proporzioni variabili



MUSg2b

Depositi di spiaggia antica  
ghiaie, sabbie, limi e argille in proporzioni variabili

#### SISTEMA DI MATELICA (PLEISTOCENE SUPERIORE)



MT1bn

Depositi alluvionali terrazzati  
ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi e argille



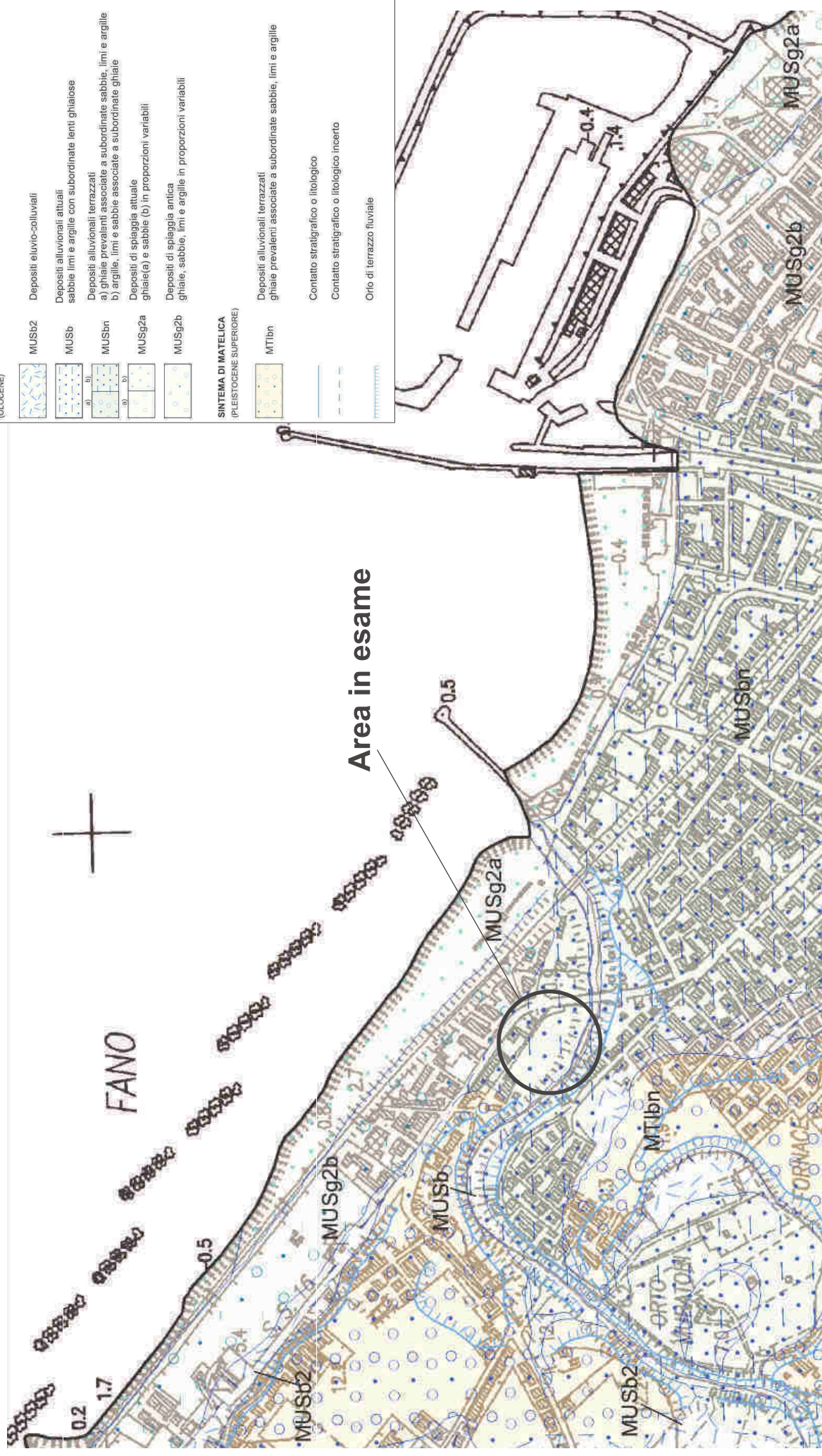
Contatto stratigrafico o litologico



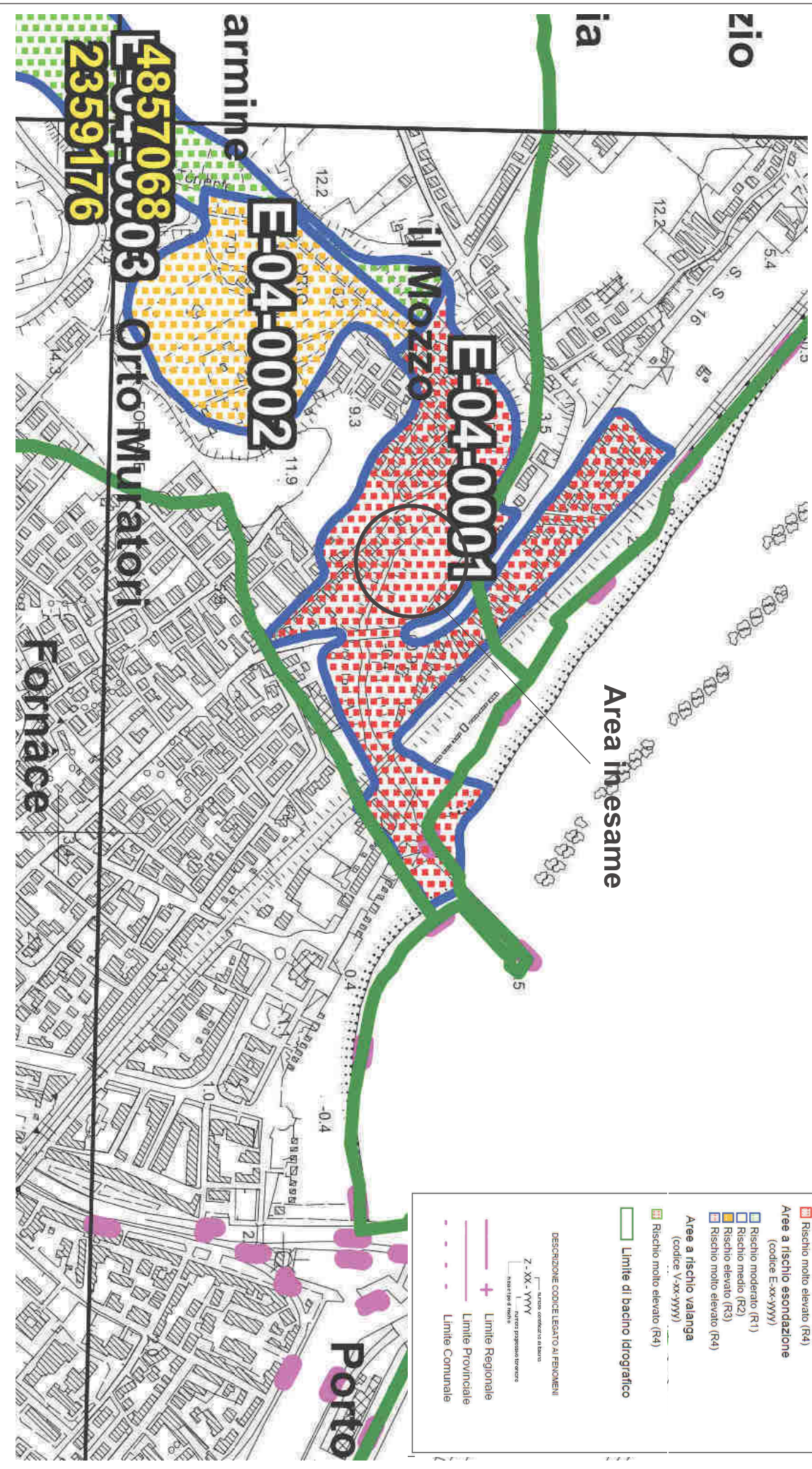
Contatto stratigrafico o litologico incerto



Orio di terrazzo fluviale







**LEGENDA**

**Aree a rischio frana**  
(codice F-xx-yyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

**Aree a rischio esonazione**  
(codice E-xx-yyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

**Aree a rischio valanga**  
(codice V-xx-yyy)

- Rischio molto elevato (R4)

Limite di bacino idrografico

**DESCRIZIONE CODICE LESATO AI FENOMENI**

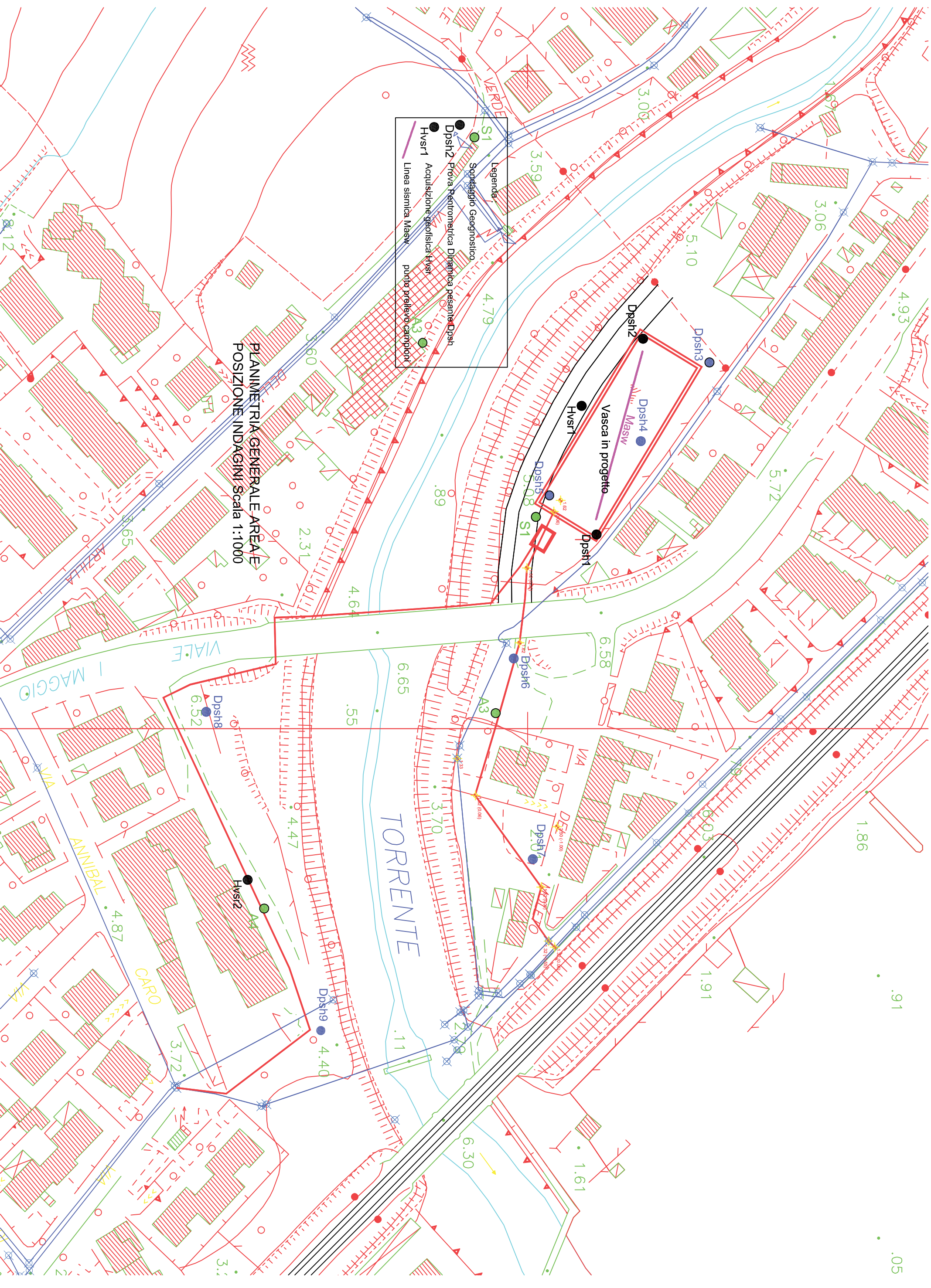
Z - XX - YYYY  
XX = codice del rischio  
 YYYY = numero di lesati

- + Area con pericolo elevato
- Limite Regionale
- Limite Provinciale
- - - Limite Comunale



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E GEOTECNICA  
 Giuliani Dr. Geol. Stefano  
 Viale Papa Giovanni XXIII N. 14/b - 60035 JESI (AN)  
 Tel. - Fax. (0731) 201555 - Email: geology@libero.it

**STRALCIO P.A.I. REGIONE MARCHE AREA IN ESAME**



**Legenda**

- Sopraloggio Geognostico
- Dpsh2 Prova Peritrometrica Dinamica pesante Dpsh
- Hvsr1 Acquisizione geofisica Hvsr
- Linea sismica Masw
- punto prelievo campioni

PLANIMETRIA GENERALE AREA  
POSIZIONE INDAGINI Scala 1:1000

TORRENTE

VIALE I MAGGIO

VIA ANNIBAL

VIA CARO

VIA

VIA

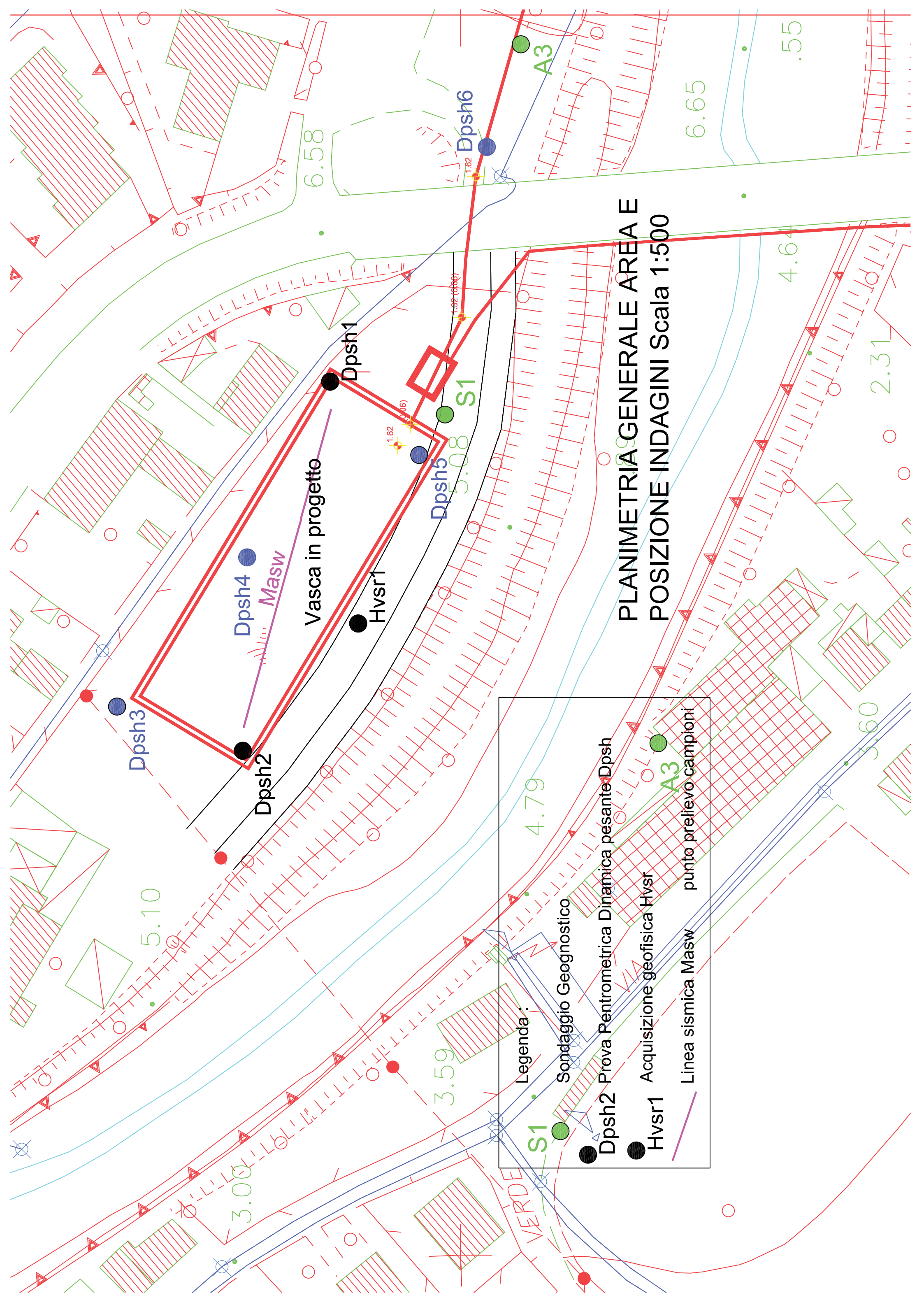
VIA

VIA

VIA






VIA

VIA



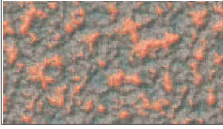
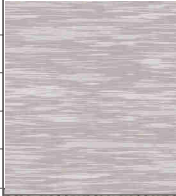
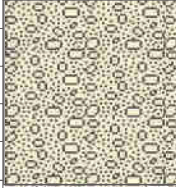
**PLANIMETRIA GENERALE AREA E  
POSIZIONE INDAGINI Scala 1:500**

**Legenda:**

-  Sondaggio Geognostico
-  Dpsh2 Prova Pentrometrica Dinamica pesante
-  Hvsr1 Acquisizione geofisica
-  Linea sismica Masw
-  A3 punto prelievo campioni

Stratigraphic Log		Site : Fano (Pu)		Date: 20/03/2017		Sheet: 1 of 2					
		Location: Viale Romagna		Sonda : diam. 110 mm. Carotaggio continuo con rivestimento							
		Foce Arzilla									
		Works : ASET s.p.a.									
				Number : 1							
Sample	Depth MT.	Lithology	Grain Size				Description Lithostratigraphic	Pocket Penetrometer (Kg/cmq)	Vane Test (Kg/cmq)	N spt	Table Water
			Mud	VF	F	M					
	0.0 - 1.0										Falda acquifera
	1.0 - 2.0										
	2.0 - 2.5										
	2.5 - 3.0										
	3.0 - 4.0										
	4.0 - 5.0								7		
	5.0 - 6.0								8		
	6.0 - 7.0								7		
	7.0 - 8.0										
	8.0 - 9.0										
	9.0 - 10.0								4		
	10.0 - 11.0								9		
	11.0 - 12.0								10		
	12.0 - 13.0										
	13.0 - 14.0										
	14.0 - 15.0										
	15.0 - 16.0										
	16.0 - 17.0										
	17.0 - 18.0										
	18.0 - 19.0										
	19.0 - 20.0										

Completion Notes: Falda acquifera liv. Statico a mt. 1,80 dal p.c.

 <b>Stratigraphic Log</b>		Site : Fano (Pu)		Date: 20/03/2017		Sheet: 2 of 2					
		Location: Viale Romagna		Sonda : diam. 110 mm. Carotaggio continuo con rivestimento							
		Foce Arzilla									
Works : ASET S.p.a.											
		Number : 1									
Sample	Depth MT.	Lithology	Grain Size				Description Lithostratigraphic	Pocket Penetrometer (Kg/cmq)	Vane Test (Kg/cmq)	N spt	Table Water
			Mud	VF	M	C					
	21.0							0,5	0,3		
	22.0							0,7	0,35		
	23.0										
	24.0										
	25.0										
	26.0										
	27.0										
	28.0										
	29.0										
	30.0										
	31.0										
	32.0										
	33.0										
	34.0										
	35.0										
	36.0										
	37.0										
	38.0										
	39.0										
	40.0										

Completion Notes:



**Postazione di sondaggio S1**



**Sondaggio S1 da 0,00 a 5,00 mt.**



**Sondaggio S1 da 5,00 a 10,00 mt.**



**Sondaggio S1 da 10,00 a 15,00 mt.**



**Sondaggio S1 da 15,00 a 20,00 mt.**



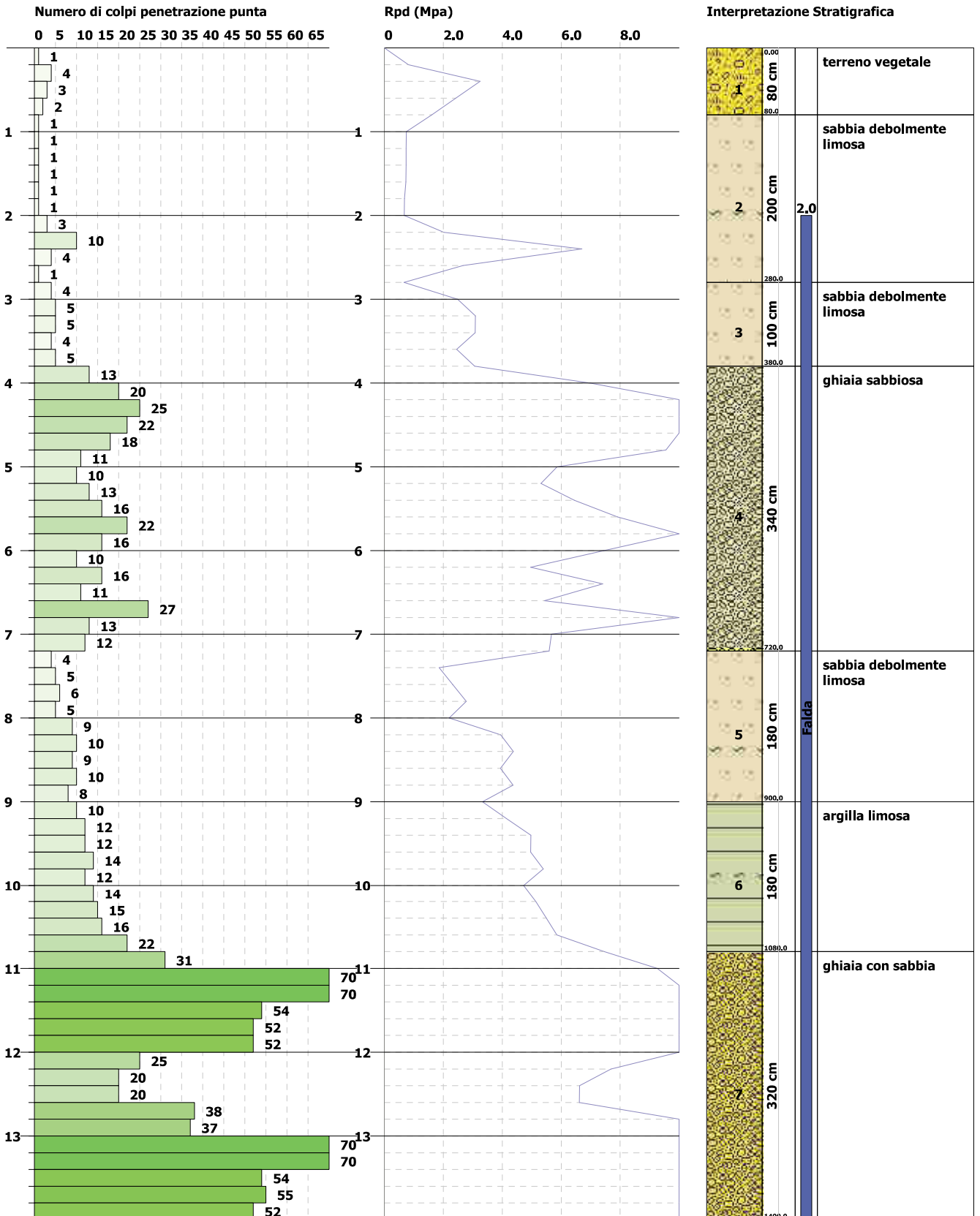
**Sondaggio S1 da 20,00 a 25,00 mt.**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: ASET S.P.A.  
Cantiere: FANO (PU) VIALE ROMAGNA  
Località: FOCE ARZILLA

Data: 13/03/2017

Scal: 1:66



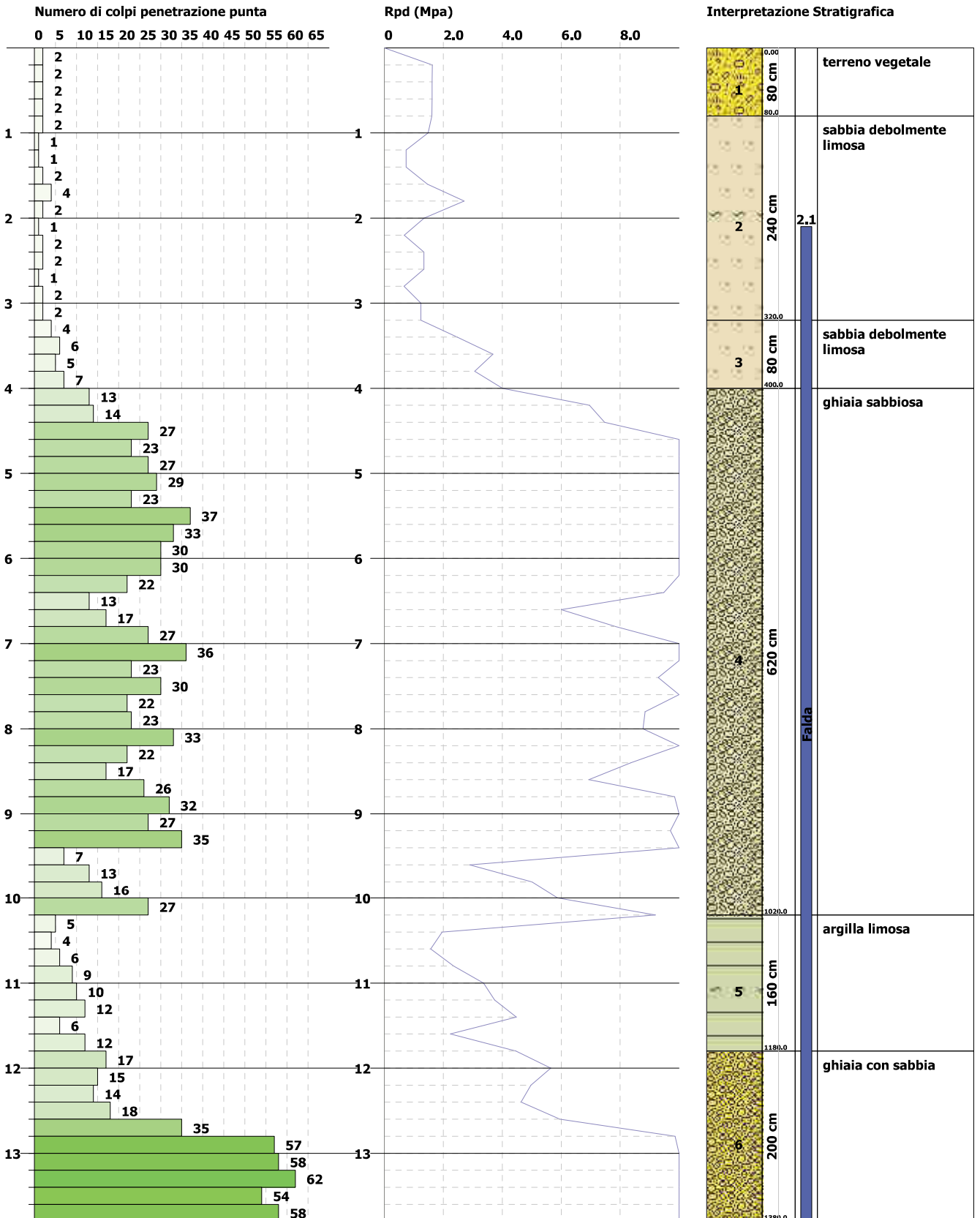


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)**

**Committente: ASET S.P.A.**  
**Cantiere: FANO (PU) VIALE ROMAGNA**  
**Località: FOCE ARZILLA**

**Data: 13/03/2017**

Scal: 1:65

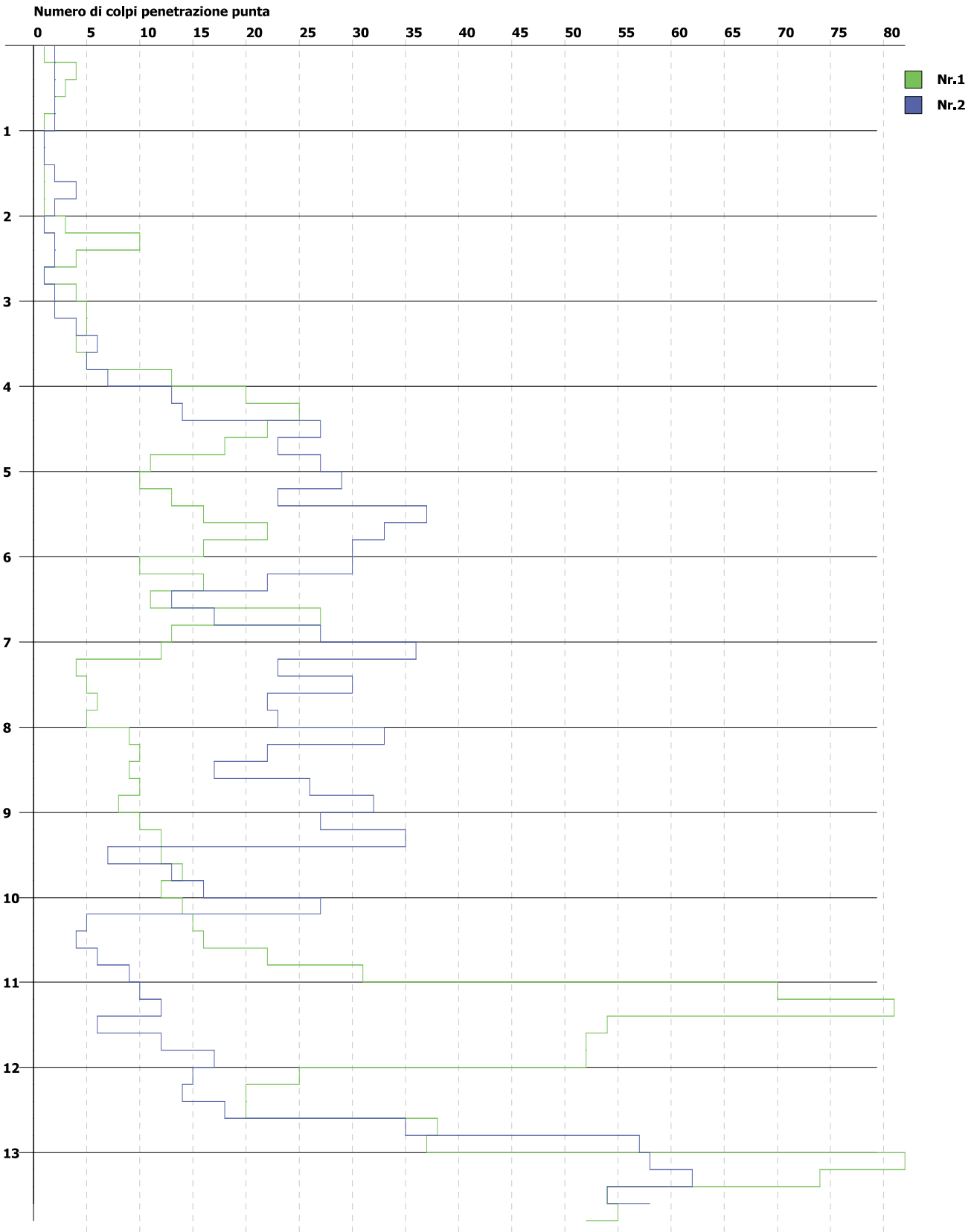


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: Nr.1-Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**

**Committente: ASET S.P.A.**  
**Cantiere: FANO (PU) VIALE ROMAGNA**  
**Località: FOCE ARZILLA**

**Data: 13/03/2017**

Scala 1:66

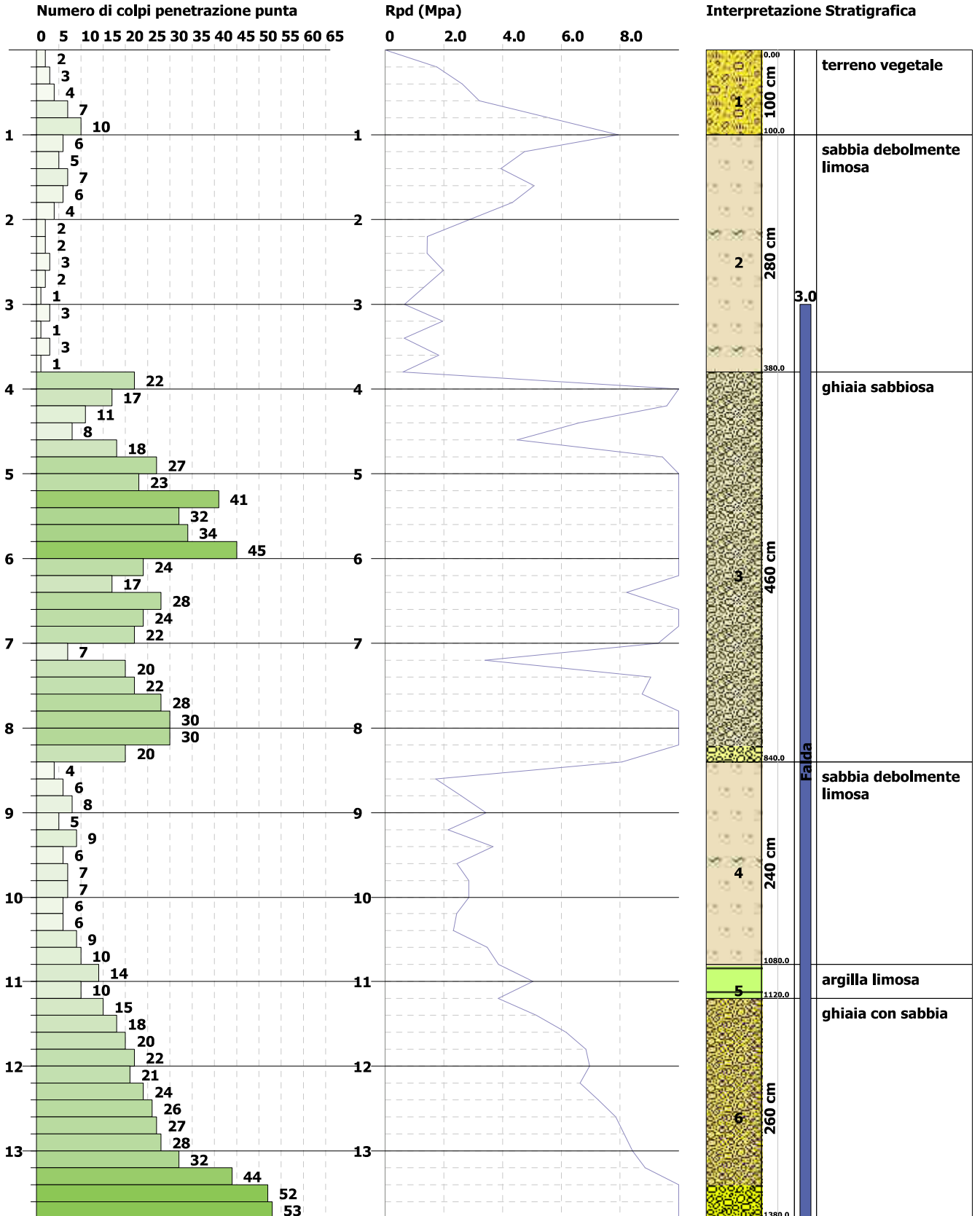


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 3**  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: ASET S.P.A.  
 Cantiere: VIA ROMAGNA - FOCE ARZILLA  
 Località: FANO (PU)

Data: 12/09/2017

Scala 1:65

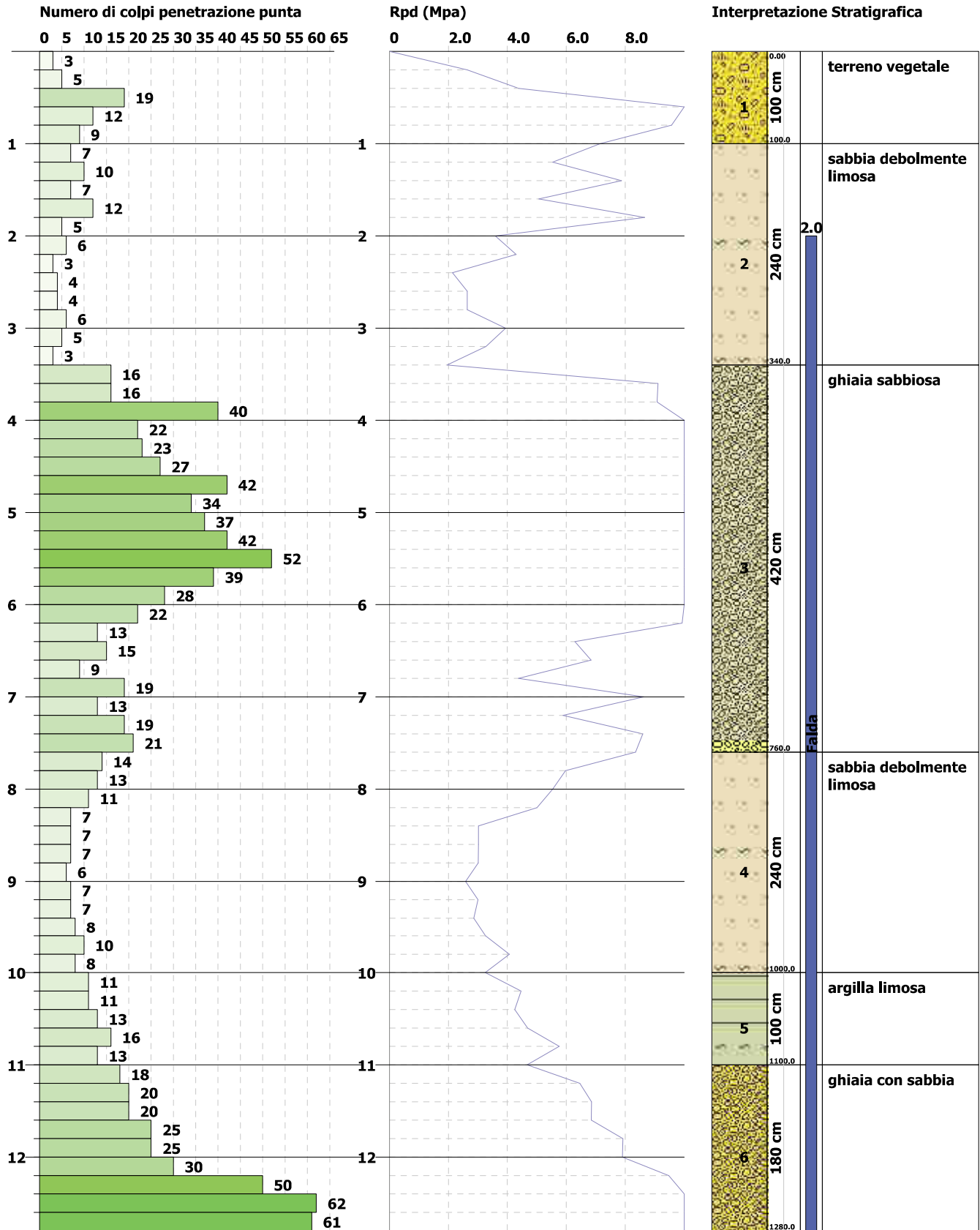


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4**  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: ASET S.P.A.  
 Cantiere: VIA ROMAGNA - FOCE ARZILLA  
 Località: FANO (PU)

Data: 12/09/2017

Scala 1:60

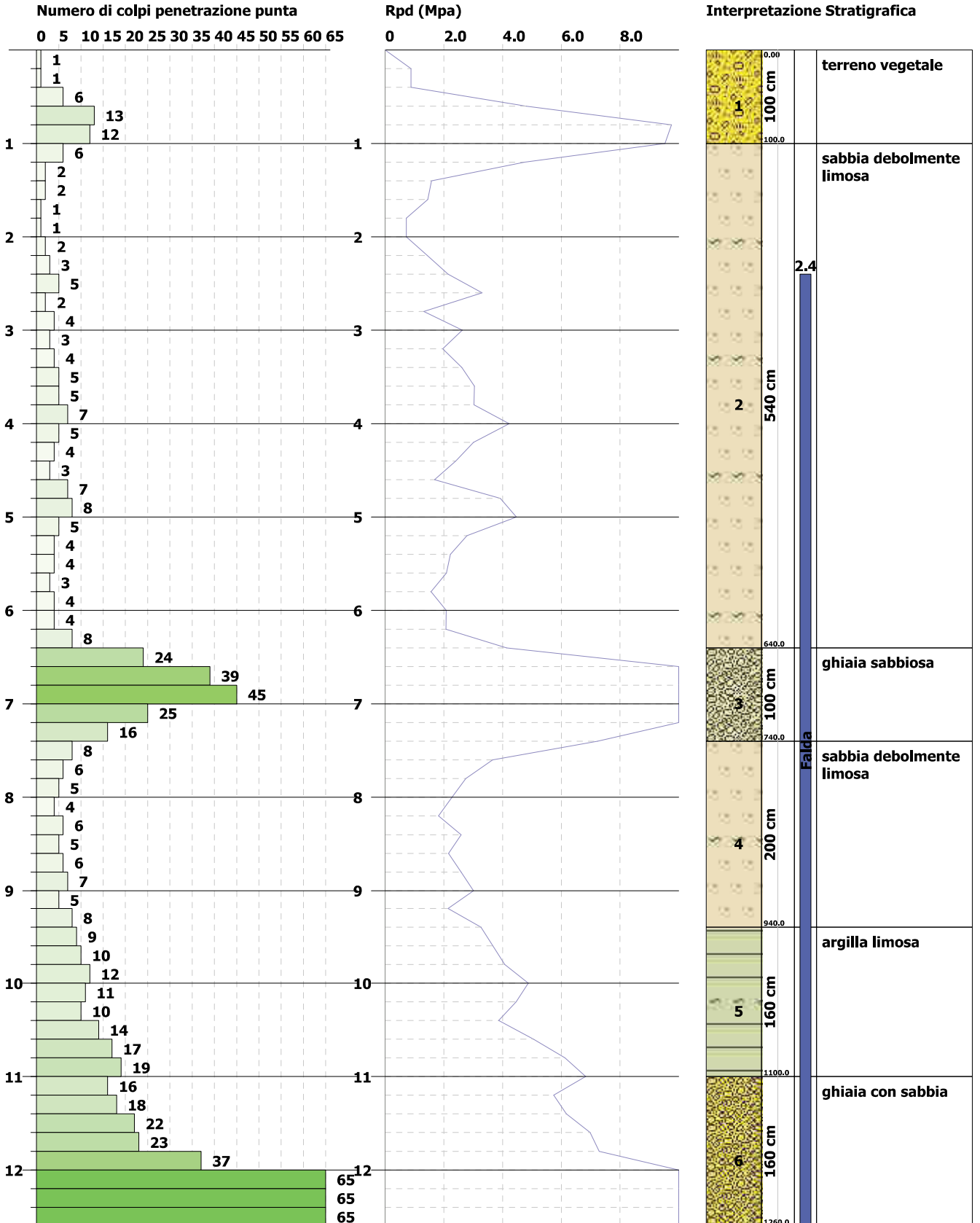


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5**  
 Strumento utilizzato... DPH TG 63-200 PAGANI

Committente: ASET S.P.A.  
 Cantiere: VIA ROMAGNA - FOCE ARZILLA  
 Località: FANO (PU)

Data: 12/09/2017

Scala 1:59

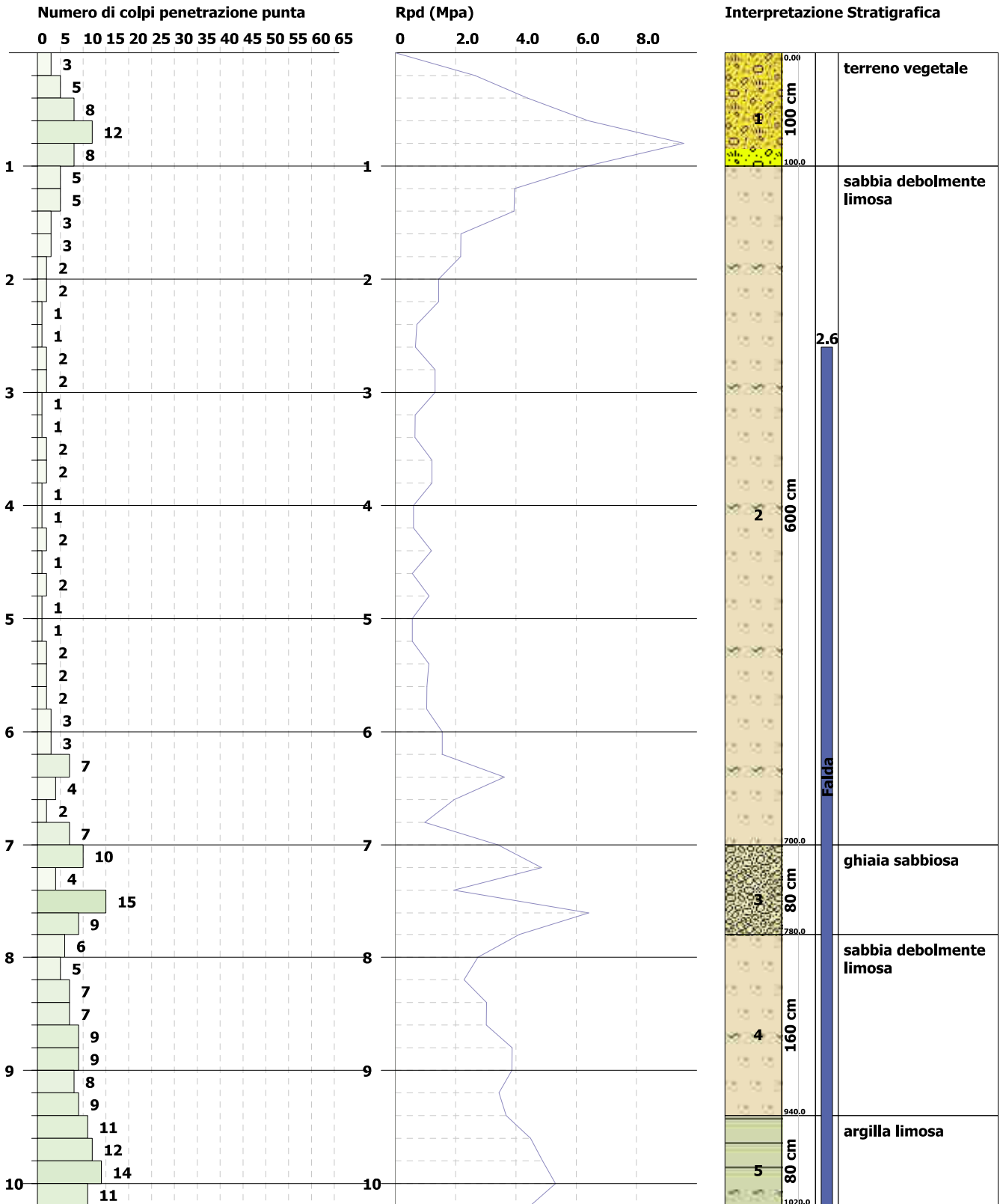


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6**  
 Strumento utilizzato... DPH TG 63-200 PAGANI

Committente: ASET S.P.A.  
 Cantiere: VIA ROMAGNA - FOCE ARZILLA  
 Località: FANO (PU)

Data: 12/09/2017

Scala 1:50

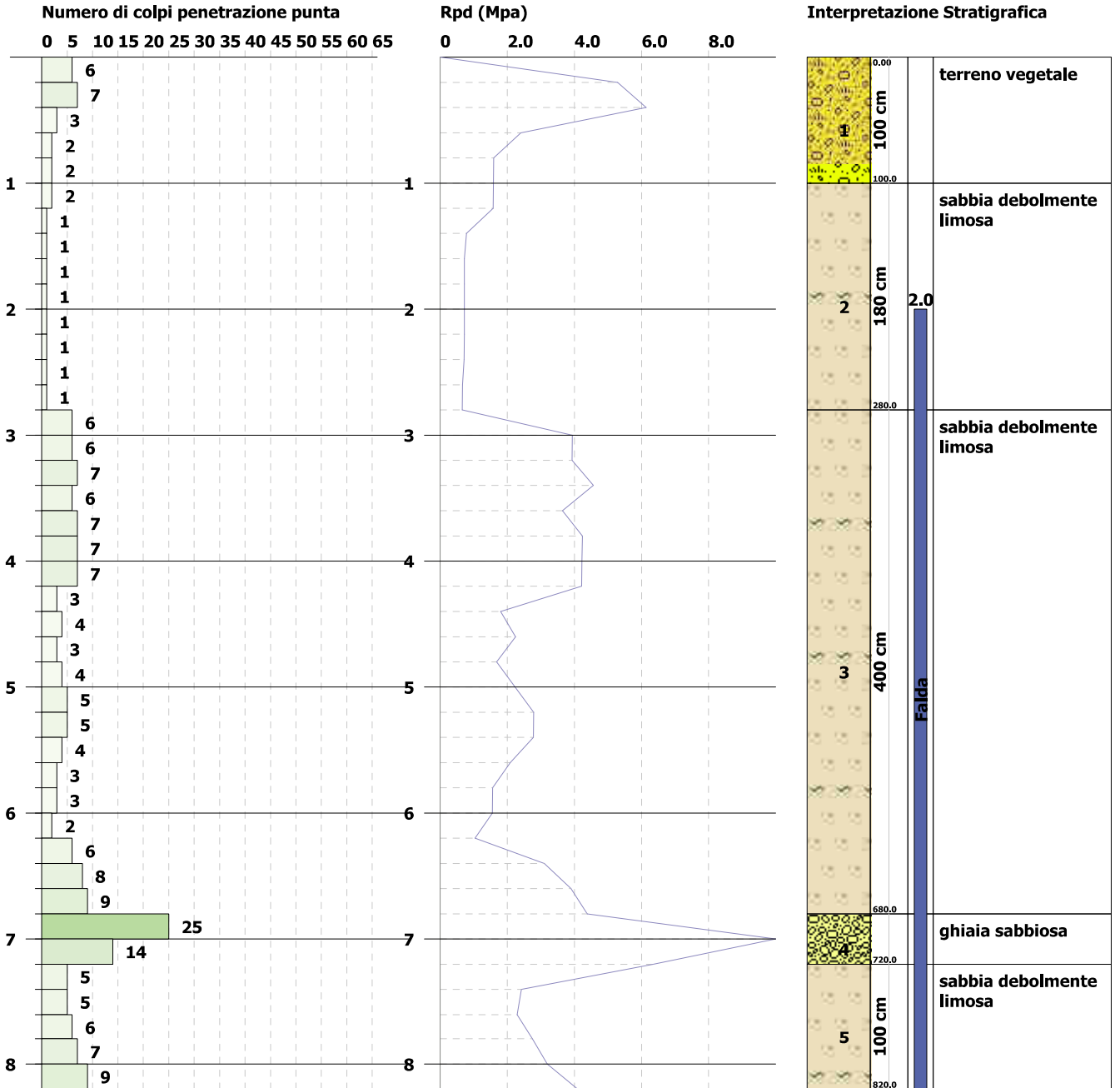


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7**  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: ASET S.P.A.  
 Cantiere: VIA ROMAGNA - FOCE ARZILLA  
 Località: FANO (PU)

Data: 12/09/2017

Scala 1:50

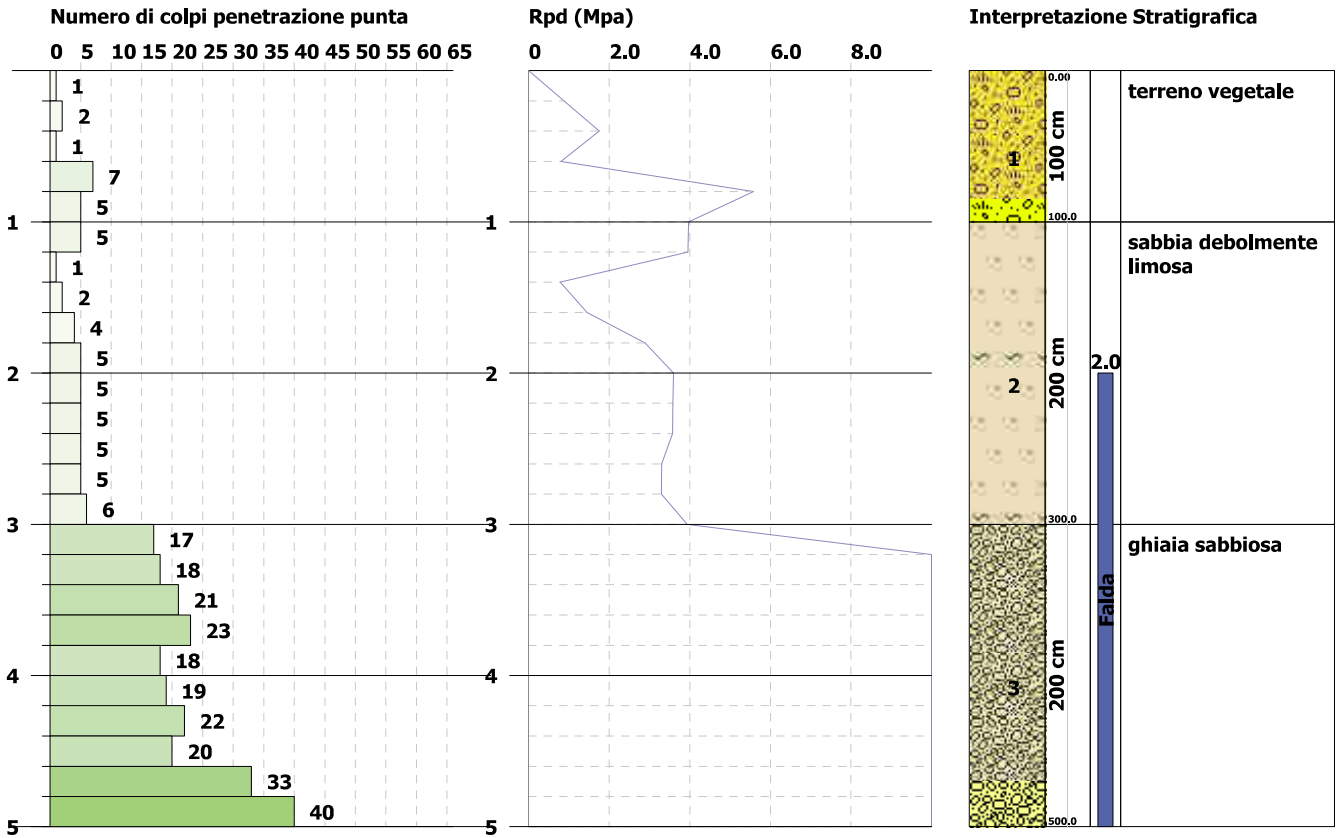


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.8**  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: ASET S.P.A.  
 Cantiere: VIA ROMAGNA - FOCE ARZILLA  
 Località: FANO (PU)

Data: 12/09/2017

Scala 1:50



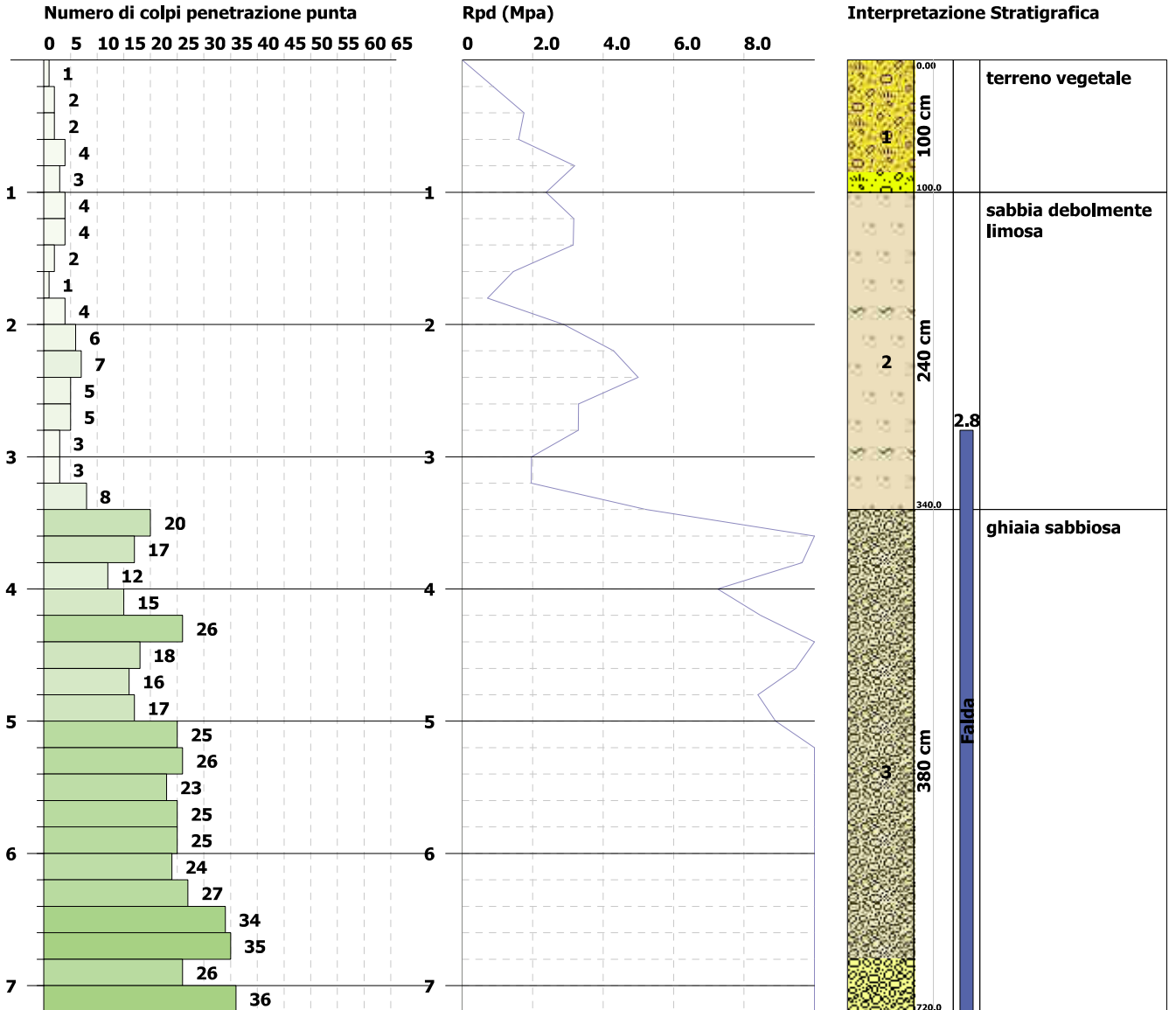


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.9**  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: ASET S.P.A.  
 Cantiere: VIA ROMAGNA - FOCE ARZILLA  
 Località: FANO (PU)

Data: 12/09/2017

Scala 1:50



## DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE N. 1 - 2

Committente: ASET S.P.A.  
Cantiere: FANO (PU) VIALE ROMAGNA  
Località: FOCE ARZILLA

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

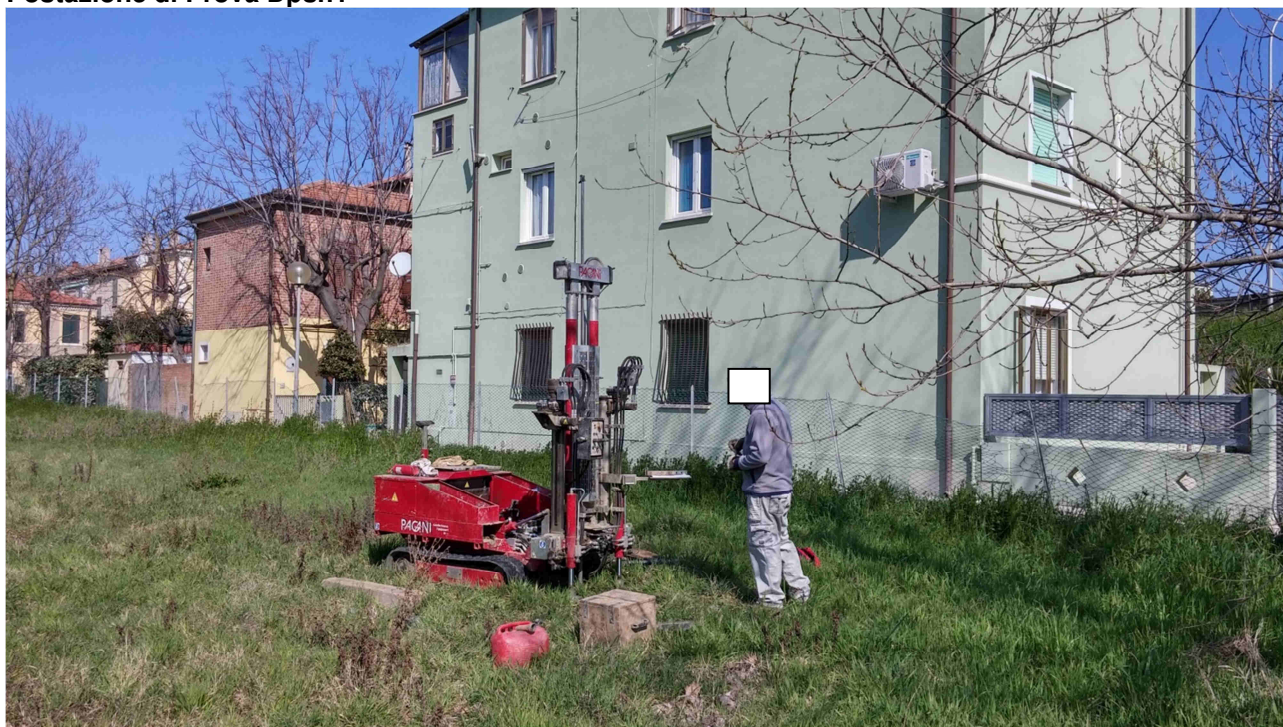
Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**Indagini in sito eseguite e certificate sotto la responsabilità del Geologo professionista, in conformità dell'art. 41 del DPR 328/2001 nell'ambito dello svolgimento delle attività professionali di Geologo**

Timbro e firma



**Postazione di Prova Dpsh1**



**Postazione di Prova Dpsh2**



**Presenza di falda a quote di circa mt. 2 all'estrazione delle aste**



**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ );
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$  ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);

- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

### penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H=0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con N<sub>spt</sub>

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{spt}$  è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
$\delta$	passo di avanzamento.

---

## Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo ( $\delta/N$ ).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

## Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$  è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa} \quad (\text{Liao e Whitman 1986})$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
$C_s$	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
$C_d$	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
$C_r$	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

## Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

## Valutazioni statistiche e correlazioni

### Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori in immissione sono :

### Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

## Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione  $d = 1$  m.

## Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

### Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di *SHI-MING* (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda

$$N_{spt \text{ corretto}} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

## PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
Prova eseguita in data 13/03/2017  
Profondità prova 14.00 mt  
Falda rilevata  
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	1	0.855	0.81	0.95	40.72	47.65
0.40	4	0.851	3.24	3.81	162.16	190.60
0.60	3	0.847	2.42	2.86	121.08	142.95
0.80	2	0.843	1.61	1.91	80.37	95.30
1.00	1	0.840	0.74	0.88	37.02	44.08
1.20	1	0.836	0.74	0.88	36.86	44.08
1.40	1	0.833	0.73	0.88	36.71	44.08
1.60	1	0.830	0.73	0.88	36.57	44.08
1.80	1	0.826	0.73	0.88	36.42	44.08
2.00	1	0.823	0.68	0.82	33.76	41.01
2.20	3	0.820	2.02	2.46	100.90	123.02
2.40	10	0.817	6.70	8.20	335.10	410.08
2.60	4	0.814	2.67	3.28	133.56	164.03
2.80	1	0.811	0.67	0.82	33.27	41.01
3.00	4	0.809	2.48	3.07	124.01	153.35
3.20	5	0.806	3.09	3.83	154.50	191.68
3.40	5	0.803	3.08	3.83	154.00	191.68
3.60	4	0.801	2.46	3.07	122.81	153.35
3.80	5	0.798	3.06	3.83	153.04	191.68
4.00	13	0.746	6.98	9.36	349.06	467.89

4.20	20	0.744	10.71	14.40	535.34	719.83
4.40	25	0.691	12.44	18.00	622.15	899.79
4.60	22	0.689	10.92	15.84	545.75	791.82
4.80	18	0.737	9.55	12.96	477.53	647.85
5.00	11	0.785	5.86	7.46	292.88	373.09
5.20	10	0.783	5.31	6.78	265.57	339.17
5.40	13	0.731	6.45	8.82	322.33	440.92
5.60	16	0.729	7.91	10.85	395.68	542.67
5.80	22	0.677	10.11	14.92	505.37	746.18
6.00	16	0.725	7.44	10.26	372.24	513.10
6.20	10	0.774	4.96	6.41	248.12	320.69
6.40	16	0.722	7.41	10.26	370.47	513.10
6.60	11	0.770	5.43	7.06	271.75	352.76
6.80	27	0.669	11.58	17.32	579.03	865.86
7.00	13	0.717	5.67	7.91	283.53	395.35
7.20	12	0.766	5.59	7.30	279.41	364.94
7.40	4	0.764	1.86	2.43	92.96	121.65
7.60	5	0.763	2.32	3.04	115.97	152.06
7.80	6	0.761	2.78	3.65	138.91	182.47
8.00	5	0.760	2.20	2.89	109.87	144.58
8.20	9	0.759	3.95	5.21	197.42	260.25
8.40	10	0.757	4.38	5.78	218.97	289.17
8.60	9	0.756	3.93	5.21	196.74	260.25
8.80	10	0.755	4.36	5.78	218.24	289.17
9.00	8	0.753	3.32	4.41	166.14	220.50
9.20	10	0.752	4.15	5.51	207.35	275.62
9.40	12	0.751	4.97	6.61	248.43	330.75
9.60	12	0.750	4.96	6.61	248.05	330.75
9.80	14	0.699	5.39	7.72	269.65	385.87
10.00	12	0.748	4.72	6.32	236.24	315.95
10.20	14	0.697	5.14	7.37	256.77	368.61
10.40	15	0.696	5.49	7.90	274.69	394.94
10.60	16	0.694	5.85	8.43	292.55	421.27
10.80	22	0.643	7.45	11.58	372.68	579.24
11.00	31	0.592	9.26	15.62	462.76	781.25
11.20	70	0.541	19.10	35.28	954.92	1764.11
11.40	81	0.540	22.06	40.83	1102.87	2041.32
11.60	54	0.539	14.68	27.22	733.85	1360.88
11.80	52	0.538	14.11	26.21	705.34	1310.48
12.00	52	0.537	13.50	25.13	675.09	1256.66
12.20	25	0.636	7.69	12.08	384.36	604.16
12.40	20	0.685	6.62	9.67	331.17	483.33
12.60	20	0.684	6.61	9.67	330.67	483.33
12.80	38	0.583	10.71	18.37	535.50	918.33
13.00	37	0.582	10.00	17.18	499.96	858.89
13.20	82	0.531	20.22	38.07	1010.87	1903.48
13.40	74	0.530	18.21	34.36	910.45	1717.78
13.60	54	0.529	13.26	25.07	663.06	1253.51
13.80	55	0.528	13.48	25.53	673.97	1276.72
14.00	52	0.527	12.24	23.23	611.77	1161.27

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	2.5	2.38	Incoerente	15	16.68	18.33	5.47	1.5	3.76	terreno vegetale
2.8	2.4	2	Incoerente	20	17.66	18.32	24.6	1.5	3.61	sabbia debolmente limosa



3.8	4.6	3.53	Incoerente	25	17.61	18.90	38.69	1.5	6.92	sabbia debolmente limosa
7.2	16.18	10.94	Incoerente	0	18.61	19.52	59.75	1.5	24.33	ghiaia sabbiosa
9	7.33	4.27	Incoerente	25	17.86	19.05	84.58	1.5	11.02	sabbia debolmente limosa
10.8	14.11	7.56	Coesivo	70	20.59	21.79	102.79	1.5	21.22	argilla limosa
14	49.81	23.97	Incoerente	0	19.85	20.90	130.42	1.5	74.91	ghiaia con sabbia

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (6) argilla limosa	21.22	9.00-10.80	U.S.D.M.S.M.	154.95

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (6) argilla limosa	21.22	9.00-10.80	Stroud e Butler (1975)	12.73

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (6) argilla limosa	21.22	9.00-10.80	D'Appollonia ed altri 1983	20.81

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (6) argilla limosa	21.22	9.00-10.80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (6) argilla limosa	21.22	9.00-10.80	Meyerhof	20.59

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato (6) argilla limosa	21.22	9.00-10.80	Meyerhof	21.79

### TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	3.76	0.00-0.80	3.76	Gibbs & Holtz (1957)	20.55
Strato (2) sabbia debolmente limosa	3.61	0.80-2.80	3.61	Gibbs & Holtz (1957)	16.35

Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.92	2.80-3.80	6.92	Gibbs & Holtz (1957)	25.77
Strato (4) ghiaia sabbiosa	24.33	3.80-7.20	19.665	Gibbs & Holtz (1957)	44.23
Strato (5) sabbia debolmente limosa	11.02	7.20-9.00	11.02	Gibbs & Holtz (1957)	28.29
Strato (7) ghiaia con sabbia	74.91	10.80-14.00	44.955	Gibbs & Holtz (1957)	53.92

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	3.76	0.00-0.80	3.76	Meyerhof (1956)	16.07
Strato (2) sabbia debolmente limosa	3.61	0.80-2.80	3.61	Shioi-Fukuni (1982)	22.36
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.92	2.80-3.80	6.92	Shioi-Fukuni (1982)	25.19
Strato (4) ghiaia sabbiosa	24.33	3.80-7.20	19.665	Mitchell & Katti (1981)	30-32
Strato (5) sabbia debolmente limosa	11.02	7.20-9.00	11.02	Shioi-Fukuni (1982)	27.86
Strato (7) ghiaia con sabbia	74.91	10.80-14.00	44.955	Mitchell & Katti (1981)	35-38

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	3.76	0.00-0.80	3.76	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	2.43
Strato (2) sabbia debolmente limosa	3.61	0.80-2.80	3.61	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	2.35
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.92	2.80-3.80	6.92	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	4.23
Strato (4) ghiaia sabbiosa	24.33	3.80-7.20	19.665	Schultze- Menzenbach Sabbia ghiaiosa	22.82
Strato (5) sabbia debolmente limosa	11.02	7.20-9.00	11.02	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	6.56
Strato (7) ghiaia con sabbia	74.91	10.80-14.00	44.955	Schultze- Menzenbach Ghiaia e Sabbia	40.88

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	3.76	0.00-0.80	3.76	Buisman- Sanglerat	2.95
Strato (2)	3.61	0.80-2.80	3.61	Buisman-	2.83

sabbia debolmente limosa				Sanglerat	
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.92	2.80-3.80	6.92	Buisman-Sanglerat	5.43
Strato (4) ghiaia sabbiosa	24.33	3.80-7.20	19.665	Begemann (1974)	26.67
Strato (5) sabbia debolmente limosa	11.02	7.20-9.00	11.02	Buisman-Sanglerat	8.65
Strato (7) ghiaia con sabbia	74.91	10.80-14.00	44.955	Begemann (1974)	49.24

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	3.76	0.00-0.80	3.76	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) sabbia debolmente limosa	3.61	0.80-2.80	3.61	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.92	2.80-3.80	6.92	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (4) ghiaia sabbiosa	24.33	3.80-7.20	19.665	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (5) sabbia debolmente limosa	11.02	7.20-9.00	11.02	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (7) ghiaia con sabbia	74.91	10.80-14.00	44.955	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	3.76	0.00-0.80	3.76	Meyerhof ed altri	16.68
Strato (2) sabbia debolmente limosa	3.61	0.80-2.80	3.61	Meyerhof ed altri	17.66
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.92	2.80-3.80	6.92	Meyerhof ed altri	17.10
Strato (4) ghiaia sabbiosa	24.33	3.80-7.20	19.665	Meyerhof ed altri	18.61
Strato (5) sabbia debolmente limosa	11.02	7.20-9.00	11.02	Meyerhof ed altri	17.62
Strato (7) ghiaia con sabbia	74.91	10.80-14.00	44.955	Meyerhof ed altri	19.85

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	3.76	0.00-0.80	3.76	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.33
Strato (2) sabbia debolmente limosa	3.61	0.80-2.80	3.61	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.32
Strato (3)	6.92	2.80-3.80	6.92	Terzaghi-Peck	18.59

sabbia debolmente limosa				1948-1967	
Strato (4) ghiaia sabbiosa	24.33	3.80-7.20	19.665	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.52
Strato (5) sabbia debolmente limosa	11.02	7.20-9.00	11.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.91
Strato (7) ghiaia con sabbia	74.91	10.80-14.00	44.955	Terzaghi-Peck 1948-1967	20.90

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	3.76	0.00-0.80	3.76	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) sabbia debolmente limosa	3.61	0.80-2.80	3.61	(A.G.I.)	0.35
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.92	2.80-3.80	6.92	(A.G.I.)	0.34
Strato (4) ghiaia sabbiosa	24.33	3.80-7.20	19.665	(A.G.I.)	0.32
Strato (5) sabbia debolmente limosa	11.02	7.20-9.00	11.02	(A.G.I.)	0.33
Strato (7) ghiaia con sabbia	74.91	10.80-14.00	44.955	(A.G.I.)	0.26

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	3.76	0.00-0.80	3.76	Ohsaki (Sabbie pulite)	22.14
Strato (2) sabbia debolmente limosa	3.61	0.80-2.80	3.61	Ohsaki (Sabbie pulite)	21.31
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.92	2.80-3.80	6.92	Ohsaki (Sabbie pulite)	39.28
Strato (4) ghiaia sabbiosa	24.33	3.80-7.20	19.665	Ohsaki (Sabbie pulite)	104.84
Strato (5) sabbia debolmente limosa	11.02	7.20-9.00	11.02	Ohsaki (Sabbie pulite)	60.83
Strato (7) ghiaia con sabbia	74.91	10.80-14.00	44.955	Ohsaki (Sabbie pulite)	228.06

#### Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) terreno vegetale	3.76	0.00-0.80	3.76	Navfac 1971-1982	0.69
Strato (2) sabbia debolmente limosa	3.61	0.80-2.80	3.61	Navfac 1971-1982	0.66
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.92	2.80-3.80	6.92	Navfac 1971-1982	1.43
Strato (4) ghiaia sabbiosa	24.33	3.80-7.20	19.665	Navfac 1971-1982	3.99
Strato (5) sabbia debolmente	11.02	7.20-9.00	11.02	Navfac 1971-1982	2.32

limosa					
Strato (7) ghiaia con sabbia	74.91	10.80-14.00	44.955	Navfac 1971-1982	7.50

**PROVA ... Nr.2**

Strumento utilizzato...      DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data                      13/03/2017  
 Profondità prova                                      13.80 mt  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	2	0.855	1.63	1.91	81.45	95.30
0.40	2	0.851	1.62	1.91	81.08	95.30
0.60	2	0.847	1.61	1.91	80.72	95.30
0.80	2	0.843	1.61	1.91	80.37	95.30
1.00	2	0.840	1.48	1.76	74.03	88.16
1.20	1	0.836	0.74	0.88	36.86	44.08
1.40	1	0.833	0.73	0.88	36.71	44.08
1.60	2	0.830	1.46	1.76	73.13	88.16
1.80	4	0.826	2.91	3.53	145.70	176.32
2.00	2	0.823	1.35	1.64	67.51	82.02
2.20	1	0.820	0.67	0.82	33.63	41.01
2.40	2	0.817	1.34	1.64	67.02	82.02
2.60	2	0.814	1.34	1.64	66.78	82.02
2.80	1	0.811	0.67	0.82	33.27	41.01
3.00	2	0.809	1.24	1.53	62.00	76.67
3.20	2	0.806	1.24	1.53	61.80	76.67
3.40	4	0.803	2.46	3.07	123.20	153.35
3.60	6	0.801	3.68	4.60	184.22	230.02
3.80	5	0.798	3.06	3.83	153.04	191.68
4.00	7	0.796	4.01	5.04	200.55	251.94
4.20	13	0.744	6.96	9.36	347.97	467.89
4.40	14	0.741	7.47	10.08	373.60	503.88
4.60	27	0.689	13.40	19.44	669.78	971.78
4.80	23	0.687	11.38	16.56	568.79	827.81
5.00	27	0.685	12.55	18.32	627.32	915.76
5.20	29	0.683	13.44	19.67	671.80	983.60
5.40	23	0.681	10.63	15.60	531.28	780.09
5.60	37	0.629	15.79	25.10	789.52	1254.93
5.80	33	0.627	14.04	22.39	702.09	1119.27
6.00	30	0.675	13.00	19.24	649.85	962.06
6.20	30	0.674	12.96	19.24	648.16	962.06
6.40	22	0.672	9.48	14.11	474.12	705.51
6.60	13	0.720	6.01	8.34	300.31	416.89
6.80	17	0.719	7.84	10.90	391.84	545.17
7.00	27	0.667	10.96	16.42	547.82	821.11
7.20	36	0.616	13.48	21.90	674.01	1094.81
7.40	23	0.664	9.29	13.99	464.55	699.46
7.60	30	0.663	12.09	18.25	604.61	912.34
7.80	22	0.661	8.85	13.38	442.44	669.05
8.00	23	0.660	8.78	13.30	438.90	665.09
8.20	33	0.609	11.61	19.09	580.73	954.26
8.40	22	0.657	8.36	12.72	418.13	636.17
8.60	17	0.706	6.94	9.83	347.05	491.59
8.80	26	0.655	9.84	15.04	492.24	751.84

9.00	32	0.603	10.65	17.64	532.27	882.00
9.20	27	0.652	9.71	14.88	485.42	744.18
9.40	35	0.601	11.60	19.29	579.88	964.68
9.60	7	0.750	2.89	3.86	144.69	192.94
9.80	13	0.699	5.01	7.17	250.39	358.31
10.00	16	0.698	5.88	8.43	293.92	421.27
10.20	27	0.647	9.19	14.22	459.66	710.89
10.40	5	0.746	1.96	2.63	98.14	131.65
10.60	4	0.744	1.57	2.11	78.40	105.32
10.80	6	0.743	2.35	3.16	117.44	157.97
11.00	9	0.742	3.37	4.54	168.37	226.81
11.20	10	0.741	3.74	5.04	186.82	252.02
11.40	12	0.740	4.48	6.05	223.87	302.42
11.60	6	0.739	2.24	3.02	111.78	151.21
11.80	12	0.738	4.47	6.05	223.25	302.42
12.00	17	0.687	5.65	8.22	282.33	410.83
12.20	15	0.686	4.97	7.25	248.74	362.50
12.40	14	0.685	4.64	6.77	231.82	338.33
12.60	18	0.684	5.95	8.70	297.61	435.00
12.80	35	0.583	9.86	16.92	493.23	845.83
13.00	57	0.532	14.08	26.46	704.05	1323.15
13.20	58	0.531	14.30	26.93	715.00	1346.36
13.40	62	0.530	15.26	28.78	762.81	1439.22
13.60	54	0.529	13.26	25.07	663.06	1253.51
13.80	58	0.528	14.21	26.93	710.73	1346.36

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	2	1.91	Incoerente	15	16.58	18.27	5.43	1.5	3.01	terreno vegetale
3.2	1.83	1.54	Incoerente	20	17.55	18.24	27.12	1.5	2.75	sabbia debolmente limosa
4	5.5	4.14	Incoerente	25	17.69	18.95	41.41	1.5	8.27	sabbia debolmente limosa
10.2	24.32	15.09	Incoerente	0	18.25	19.92	76.42	1.5	36.58	ghiaia sabbiosa
11.8	8	4.07	Coesivo	70	19.81	21.77	117.34	1.5	12.03	argilla limosa
13.8	38.8	18.2	Incoerente	0	19.23	20.52	137.63	1.5	58.36	ghiaia con sabbia

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (5) argilla limosa	12.03	10.20-11.80	U.S.D.M.S.M.	88.06

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (5) argilla limosa	12.03	10.20-11.80	Stroud e Butler (1975)	7.22

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (5) argilla limosa	12.03	10.20-11.80	D'Appollonia ed altri 1983	11.80

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (5) argilla limosa	12.03	10.20-11.80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (5) argilla limosa	12.03	10.20-11.80	Meyerhof	19.81

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (5) argilla limosa	12.03	10.20-11.80	Meyerhof	21.77

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	3.01	0.00-0.80	3.01	Gibbs & Holtz (1957)	16.68
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	Gibbs & Holtz (1957)	11.50
Strato (3) sabbia debolmente limosa	8.27	3.20-4.00	8.27	Gibbs & Holtz (1957)	28.77
Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	Gibbs & Holtz (1957)	47.88
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	Gibbs & Holtz (1957)	48.03

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	3.01	0.00-0.80	3.01	Meyerhof (1956)	15.86
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	Shioi-Fukuni (1982)	21.42
Strato (3) sabbia debolmente limosa	8.27	3.20-4.00	8.27	Shioi-Fukuni (1982)	26.14
Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	Mitchell & Katti (1981)	32-35
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	Mitchell & Katti (1981)	32-35

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1)	3.01	0.00-0.80	3.01	Schultze-	2.01

terreno vegetale				Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	1.86
Strato (3) sabbia debolmente limosa	8.27	3.20-4.00	8.27	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	5.00
Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	Schultze- Menzenbach Sabbia ghiaiosa	29.91
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	Schultze- Menzenbach Ghiaia e Sabbia	32.36

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	3.01	0.00-0.80	3.01	Buisman- Sanglerat	2.36
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	Buisman- Sanglerat	2.16
Strato (3) sabbia debolmente limosa	8.27	3.20-4.00	8.27	Buisman- Sanglerat	6.49
Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	Begemann (1974)	32.14
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	Begemann (1974)	41.85

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	3.01	0.00-0.80	3.01	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) sabbia debolmente limosa	8.27	3.20-4.00	8.27	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	3.01	0.00-0.80	3.01	Meyerhof ed altri	16.58
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	Meyerhof ed altri	17.55
Strato (3) sabbia debolmente limosa	8.27	3.20-4.00	8.27	Meyerhof ed altri	17.27



Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	Meyerhof ed altri	18.25
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	Meyerhof ed altri	19.23

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	3.01	0.00-0.80	3.01	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.27
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.24
Strato (3) sabbia debolmente limosa	8.27	3.20-4.00	8.27	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.69
Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.92
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	Terzaghi-Peck 1948-1967	20.52

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	3.01	0.00-0.80	3.01	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	(A.G.I.)	0.35
Strato (3) sabbia debolmente limosa	8.27	3.20-4.00	8.27	(A.G.I.)	0.34
Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	(A.G.I.)	0.3
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	(A.G.I.)	0.28

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	3.01	0.00-0.80	3.01	Ohsaki (Sabbie pulite)	17.96
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	Ohsaki (Sabbie pulite)	16.50
Strato (3) sabbia debolmente limosa	8.27	3.20-4.00	8.27	Ohsaki (Sabbie pulite)	46.44
Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	Ohsaki (Sabbie pulite)	135.27
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	Ohsaki (Sabbie pulite)	188.36

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) terreno vegetale	3.01	0.00-0.80	3.01	Navfac 1971-1982	0.52
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.75	0.80-3.20	2.75	Navfac 1971-1982	0.45
Strato (3)	8.27	3.20-4.00	8.27	Navfac 1971-1982	1.73

---

sabbia debolmente limosa					
Strato (4) ghiaia sabbiosa	36.58	4.00-10.20	25.79	Navfac 1971-1982	5.00
Strato (6) ghiaia con sabbia	58.36	11.80-13.80	36.68	Navfac 1971-1982	6.48

**DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY  
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI**

Committente: ASET S.P.A.  
Cantiere: VIA ROMAGNA - FOCE ARZILLA  
Località: FANO (PU)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**Indagini in sito eseguite e certificate sotto la responsabilità del Geologo professionista, in conformità dell'art. 41 del DPR 328/2001 nell'ambito dello svolgimento delle attività professionali di Geologo**

Timbro e firma



**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ );
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$  ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

<b>Tipo</b>	<b>Sigla di riferimento</b>	<b>peso della massa M (kg)</b>	<b>prof. max indagine battente (m)</b>
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

**penetrometri in uso in Italia**

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica ( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
 massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica  
 ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise  
 indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
 massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha =$   
 $60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con $N_{spt}$

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{spt}$  è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
$\delta$	passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

$R_{pd}$	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo ( $\delta/N$ ).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

### Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$  è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa'/\sigma_{v0})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
$C_s$	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

---

$C_d$	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
$C_r$	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

### **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

### **Valutazioni statistiche e correlazioni**

#### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori in immissione sono :

#### **Distribuzione normale R.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove  $\sigma_{N_{spt}}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

#### **pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione  $d = 1$  m.

**Postazione di Prova n. 3**



**Postazione di Prova n. 4**



**Postazione di Prova n. 5**



**Postazione di Prova n. 6**





**Postazione di Prova n. 7**



**Postazione di Prova n. 8**



**Postazione di Prova n. 9**



**PROVA ... Nr. 3**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 12/09/2017  
 Profondità prova 13.80 mt  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	2	0.855	1.76	2.06	88.06	103.04
0.40	3	0.851	2.63	3.09	131.50	154.56
0.60	4	0.847	3.20	3.78	160.20	189.14
0.80	7	0.843	5.58	6.62	279.14	330.99
1.00	10	0.840	7.94	9.46	397.08	472.85
1.20	6	0.836	4.75	5.67	237.26	283.71
1.40	5	0.833	3.94	4.73	196.91	236.42
1.60	7	0.830	5.07	6.12	253.72	305.85
1.80	6	0.826	4.33	5.24	216.63	262.16
2.00	4	0.823	2.88	3.50	143.87	174.77
2.20	2	0.820	1.43	1.75	71.67	87.39
2.40	2	0.817	1.43	1.75	71.41	87.39
2.60	3	0.814	1.98	2.44	99.19	121.82
2.80	2	0.811	1.32	1.62	65.90	81.22
3.00	1	0.809	0.66	0.81	32.84	40.61
3.20	3	0.806	1.96	2.44	98.19	121.82
3.40	1	0.803	0.65	0.81	32.62	40.61
3.60	3	0.801	1.82	2.28	91.13	113.79
3.80	1	0.798	0.61	0.76	30.28	37.93
4.00	22	0.696	11.62	16.69	580.80	834.45
4.20	17	0.744	9.59	12.90	479.54	644.81

4.40	11	0.791	6.60	8.34	330.21	417.23
4.60	8	0.789	4.49	5.69	224.67	284.66
4.80	18	0.737	9.44	12.81	472.11	640.50
5.00	27	0.685	13.16	19.21	658.13	960.74
5.20	23	0.683	11.18	16.37	558.98	818.41
5.40	41	0.581	16.95	29.18	847.69	1458.91
5.60	32	0.629	13.49	21.45	674.63	1072.32
5.80	34	0.627	14.29	22.79	714.68	1139.34
6.00	45	0.575	17.36	30.16	867.78	1507.94
6.20	24	0.674	10.84	16.08	541.83	804.24
6.40	17	0.722	8.23	11.39	411.31	569.67
6.60	28	0.670	11.89	17.73	594.35	886.62
6.80	24	0.669	10.16	15.20	508.22	759.96
7.00	22	0.667	9.30	13.93	464.77	696.63
7.20	7	0.766	3.39	4.43	169.71	221.65
7.40	20	0.714	9.05	12.67	452.27	633.30
7.60	22	0.663	8.75	13.21	437.57	660.28
7.80	28	0.661	11.11	16.81	555.72	840.35
8.00	30	0.660	11.88	18.01	594.17	900.38
8.20	30	0.659	11.86	18.01	592.96	900.38
8.40	20	0.707	8.49	12.01	424.53	600.25
8.60	4	0.756	1.73	2.28	86.25	114.10
8.80	6	0.755	2.58	3.42	129.17	171.14
9.00	8	0.753	3.44	4.56	171.94	228.19
9.20	5	0.752	2.15	2.85	107.29	142.62
9.40	9	0.751	3.86	5.13	192.82	256.72
9.60	6	0.750	2.45	3.26	122.29	163.06
9.80	7	0.749	2.85	3.80	142.45	190.23
10.00	7	0.748	2.84	3.80	142.24	190.23
10.20	6	0.747	2.43	3.26	121.74	163.06
10.40	6	0.746	2.43	3.26	121.56	163.06
10.60	9	0.744	3.48	4.67	173.87	233.55
10.80	10	0.743	3.86	5.19	192.91	259.50
11.00	14	0.692	5.03	7.27	251.53	363.30
11.20	10	0.741	3.85	5.19	192.37	259.50
11.40	15	0.690	5.37	7.79	268.69	389.25
11.60	18	0.689	6.16	8.94	308.05	446.94
11.80	20	0.688	6.84	9.93	341.77	496.60
12.00	22	0.637	6.96	10.93	348.08	546.25
12.20	21	0.636	6.63	10.43	331.73	521.42
12.40	24	0.635	7.57	11.92	378.51	595.91
12.60	26	0.634	7.85	12.38	392.45	618.86
12.80	27	0.633	8.14	12.85	406.89	642.66
13.00	28	0.632	8.43	13.33	421.27	666.46
13.20	32	0.581	8.85	15.23	442.58	761.67
13.40	44	0.530	11.10	20.95	555.08	1047.30
13.60	52	0.529	12.57	23.77	628.68	1188.53
13.80	53	0.528	12.79	24.23	639.48	1211.38

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	2	2.06	Incoerente	16.57	18.26	6.79	1.47	2.94	terreno vegetale
3.8	1	0.76	Incoerente	17.37	18.14	32.29	1.47	1.47	sabbia debolmente limosa
8.4	7	4.43	Incoerente	17.81	19.03	68.19	1.47	10.29	ghiaia sabbiosa

10.8	4	2.28	Incoerente	17.54	18.86	100.27	1.47	5.88	sabbia debolmente limosa
11.2	10	5.19	Coesivo	20.2	21.26	113.62	1.47	14.7	argilla limosa
13.8	15	7.79	Incoerente	19.49	20.45	128.65	1.47	22.05	ghiaia con sabbia

**PROVA ... Nr.4**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 12/09/2017  
 Profondità prova 12.80 mt  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	3	0.855	2.64	3.09	132.09	154.56
0.40	5	0.851	4.38	5.15	219.16	257.60
0.60	19	0.797	14.32	17.97	716.04	898.41
0.80	12	0.843	9.57	11.35	478.52	567.42
1.00	9	0.840	7.15	8.51	357.37	425.56
1.20	7	0.836	5.54	6.62	276.80	330.99
1.40	10	0.833	7.88	9.46	393.82	472.85
1.60	7	0.830	5.07	6.12	253.72	305.85
1.80	12	0.826	8.67	10.49	433.25	524.31
2.00	5	0.823	3.60	4.37	179.84	218.46
2.20	6	0.820	4.30	5.24	215.00	262.16
2.40	3	0.817	2.14	2.62	107.11	131.08
2.60	4	0.814	2.65	3.25	132.26	162.43
2.80	4	0.811	2.64	3.25	131.80	162.43
3.00	6	0.809	3.94	4.87	197.03	243.65
3.20	5	0.806	3.27	4.06	163.65	203.04
3.40	3	0.803	1.96	2.44	97.87	121.82
3.60	16	0.751	9.11	12.14	455.69	606.88
3.80	16	0.748	9.08	12.14	454.19	606.88
4.00	40	0.596	18.09	30.34	904.28	1517.19
4.20	22	0.694	11.58	16.69	578.86	834.45
4.40	23	0.691	12.06	17.45	603.20	872.38
4.60	27	0.689	13.24	19.21	662.18	960.74
4.80	42	0.587	17.55	29.89	877.42	1494.49
5.00	34	0.635	15.37	24.20	768.27	1209.82
5.20	37	0.633	16.67	26.33	833.40	1316.57
5.40	42	0.581	17.37	29.89	868.36	1494.49
5.60	52	0.579	20.18	34.85	1009.15	1742.51
5.80	39	0.577	15.09	26.14	754.44	1306.88
6.00	28	0.675	12.68	18.77	633.78	938.28
6.20	22	0.674	9.93	14.74	496.68	737.22
6.40	13	0.722	6.29	8.71	314.53	435.63
6.60	15	0.720	6.84	9.50	342.15	474.97
6.80	9	0.769	4.38	5.70	219.08	284.98
7.00	19	0.717	8.63	12.03	431.48	601.63
7.20	13	0.716	5.89	8.23	294.59	411.64
7.40	19	0.714	8.59	12.03	429.66	601.63
7.60	21	0.663	8.35	12.61	417.68	630.26
7.80	14	0.711	5.98	8.40	298.87	420.18

8.00	13	0.710	5.54	7.80	276.98	390.16
8.20	11	0.759	5.01	6.60	250.43	330.14
8.40	7	0.757	3.18	4.20	159.09	210.09
8.60	7	0.756	3.02	3.99	150.94	199.67
8.80	7	0.755	3.01	3.99	150.69	199.67
9.00	6	0.753	2.58	3.42	128.96	171.14
9.20	7	0.752	3.00	3.99	150.21	199.67
9.40	7	0.751	3.00	3.99	149.97	199.67
9.60	8	0.750	3.26	4.35	163.05	217.41
9.80	10	0.749	4.07	5.44	203.50	271.76
10.00	8	0.748	3.25	4.35	162.56	217.41
10.20	11	0.747	4.46	5.98	223.19	298.94
10.40	11	0.746	4.46	5.98	222.86	298.94
10.60	13	0.694	4.69	6.75	234.27	337.35
10.80	16	0.693	5.76	8.30	287.90	415.20
11.00	13	0.692	4.67	6.75	233.56	337.35
11.20	18	0.691	6.46	9.34	322.91	467.10
11.40	20	0.690	7.17	10.38	358.25	519.00
11.60	20	0.689	6.85	9.93	342.28	496.60
11.80	25	0.638	7.92	12.41	396.18	620.74
12.00	25	0.637	7.91	12.41	395.54	620.74
12.20	30	0.636	9.48	14.90	473.90	744.89
12.40	50	0.535	13.29	24.83	664.41	1241.49
12.60	62	0.534	15.77	29.51	788.27	1475.74
12.80	61	0.533	15.48	29.04	774.07	1451.93

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	5.45	5.05	Incoerente	17.24	18.67	7.12	1.47	8.01	terreno vegetale
3.4	4.76	3.94	Incoerente	17.11	18.59	31.17	1.47	7	sabbia debolmente limosa
7.6	21.96	13.1	Incoerente	18.03	19.78	66.92	1.47	32.28	ghiaia sabbiosa
10	7.55	2.91	Incoerente	17.86	19.06	98.97	1.47	11.1	sabbia debolmente limosa
11	11.45	2.1	Coesivo	20.40	21.46	116.4	1.47	16.83	argilla limosa
12.8	25.25	3.58	Incoerente	19.27	19.93	131.83	1.47	37.12	ghiaia con sabbia

PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 12/09/2017  
 Profondità prova 12.60 mt  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)

0.20	1	0.855	0.88	1.03	44.03	51.52
0.40	1	0.851	0.88	1.03	43.83	51.52
0.60	6	0.847	4.81	5.67	240.30	283.71
0.80	13	0.793	9.75	12.29	487.67	614.70
1.00	12	0.840	9.53	11.35	476.49	567.42
1.20	6	0.836	4.75	5.67	237.26	283.71
1.40	2	0.833	1.58	1.89	78.76	94.57
1.60	2	0.830	1.45	1.75	72.49	87.39
1.80	1	0.826	0.72	0.87	36.10	43.69
2.00	1	0.823	0.72	0.87	35.97	43.69
2.20	2	0.820	1.43	1.75	71.67	87.39
2.40	3	0.817	2.14	2.62	107.11	131.08
2.60	5	0.814	3.31	4.06	165.32	203.04
2.80	2	0.811	1.32	1.62	65.90	81.22
3.00	4	0.809	2.63	3.25	131.35	162.43
3.20	3	0.806	1.96	2.44	98.19	121.82
3.40	4	0.803	2.61	3.25	130.50	162.43
3.60	5	0.801	3.04	3.79	151.88	189.65
3.80	5	0.798	3.03	3.79	151.42	189.65
4.00	7	0.796	4.23	5.31	211.35	265.51
4.20	5	0.794	3.01	3.79	150.52	189.65
4.40	4	0.791	2.40	3.03	120.08	151.72
4.60	3	0.789	1.69	2.13	84.25	106.75
4.80	7	0.787	3.92	4.98	196.05	249.08
5.00	8	0.785	4.47	5.69	223.47	284.66
5.20	5	0.783	2.79	3.56	139.31	177.92
5.40	4	0.781	2.22	2.85	111.17	142.33
5.60	4	0.779	2.09	2.68	104.43	134.04
5.80	3	0.777	1.56	2.01	78.14	100.53
6.00	4	0.775	2.08	2.68	103.94	134.04
6.20	4	0.774	2.07	2.68	103.71	134.04
6.40	8	0.772	4.14	5.36	206.96	268.08
6.60	24	0.670	10.19	15.20	509.44	759.96
6.80	39	0.569	14.05	24.70	702.36	1234.93
7.00	45	0.567	16.16	28.50	808.18	1424.92
7.20	25	0.666	10.54	15.83	526.94	791.62
7.40	16	0.714	7.24	10.13	361.82	506.64
7.60	8	0.763	3.66	4.80	183.13	240.10
7.80	6	0.761	2.74	3.60	137.09	180.08
8.00	5	0.760	2.28	3.00	114.03	150.06
8.20	4	0.759	1.82	2.40	91.07	120.05
8.40	6	0.757	2.73	3.60	136.36	180.08
8.60	5	0.756	2.16	2.85	107.82	142.62
8.80	6	0.755	2.58	3.42	129.17	171.14
9.00	7	0.753	3.01	3.99	150.45	199.67
9.20	5	0.752	2.15	2.85	107.29	142.62
9.40	8	0.751	3.43	4.56	171.40	228.19
9.60	9	0.750	3.67	4.89	183.43	244.59
9.80	10	0.749	4.07	5.44	203.50	271.76
10.00	12	0.748	4.88	6.52	243.84	326.12
10.20	11	0.747	4.46	5.98	223.19	298.94
10.40	10	0.746	4.05	5.44	202.60	271.76
10.60	14	0.694	5.05	7.27	252.29	363.30
10.80	17	0.693	6.12	8.82	305.89	441.15
11.00	19	0.692	6.83	9.86	341.36	493.05
11.20	16	0.691	5.74	8.30	287.03	415.20
11.40	18	0.690	6.45	9.34	322.43	467.10
11.60	22	0.639	6.98	10.93	349.19	546.25
11.80	23	0.638	7.29	11.42	364.48	571.08
12.00	37	0.587	10.79	18.37	539.47	918.70
12.20	74	0.536	19.70	36.75	985.20	1837.40
12.40	65	0.535	17.27	32.28	863.74	1613.93

12.60	71	0.534	18.05	33.80	902.70	1689.95
-------	----	-------	-------	-------	--------	---------

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	2.8	2.47	Incoerente	16.73	18.36	6.86	1.47	4.12	terreno vegetale
6.4	3.51	2.45	Incoerente	16.87	18.44	47.51	1.47	5.16	sabbia debolmente limosa
7.4	21.99	7.67	Incoerente	18.03	19.78	75.81	1.47	32.33	ghiaia sabbiosa
9.4	5.34	2.05	Incoerente	17.66	18.94	89.93	1.47	7.85	sabbia debolmente limosa
11	10.78	2.79	Coesivo	20.30	21.36	109.11	1.47	15.85	argilla limosa
12.6	27.08	1.97	Incoerente	19.41	20.01	127.31	1.47	39.81	ghiaia con sabbia

**PROVA ... Nr.6**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 12/09/2017  
 Profondità prova 10.20 mt  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	3	0.855	2.64	3.09	132.09	154.56
0.40	5	0.851	4.38	5.15	219.16	257.60
0.60	8	0.847	6.41	7.57	320.40	378.28
0.80	12	0.843	9.57	11.35	478.52	567.42
1.00	8	0.840	6.35	7.57	317.66	378.28
1.20	5	0.836	3.95	4.73	197.71	236.42
1.40	5	0.833	3.94	4.73	196.91	236.42
1.60	3	0.830	2.17	2.62	108.74	131.08
1.80	3	0.826	2.17	2.62	108.31	131.08
2.00	2	0.823	1.44	1.75	71.93	87.39
2.20	2	0.820	1.43	1.75	71.67	87.39
2.40	1	0.817	0.71	0.87	35.70	43.69
2.60	1	0.814	0.66	0.81	33.06	40.61
2.80	2	0.811	1.32	1.62	65.90	81.22
3.00	2	0.809	1.31	1.62	65.68	81.22
3.20	1	0.806	0.65	0.81	32.73	40.61
3.40	1	0.803	0.65	0.81	32.62	40.61
3.60	2	0.801	1.22	1.52	60.75	75.86
3.80	2	0.798	1.21	1.52	60.57	75.86
4.00	1	0.796	0.60	0.76	30.19	37.93
4.20	1	0.794	0.60	0.76	30.10	37.93
4.40	2	0.791	1.20	1.52	60.04	75.86
4.60	1	0.789	0.56	0.71	28.08	35.58
4.80	2	0.787	1.12	1.42	56.01	71.17

5.00	1	0.785	0.56	0.71	27.93	35.58
5.20	1	0.783	0.56	0.71	27.86	35.58
5.40	2	0.781	1.11	1.42	55.58	71.17
5.60	2	0.779	1.04	1.34	52.22	67.02
5.80	2	0.777	1.04	1.34	52.09	67.02
6.00	3	0.775	1.56	2.01	77.96	100.53
6.20	3	0.774	1.56	2.01	77.78	100.53
6.40	7	0.772	3.62	4.69	181.09	234.57
6.60	4	0.770	1.95	2.53	97.57	126.66
6.80	2	0.769	0.97	1.27	48.68	63.33
7.00	7	0.767	3.40	4.43	170.05	221.65
7.20	10	0.766	4.85	6.33	242.44	316.65
7.40	4	0.764	1.94	2.53	96.79	126.66
7.60	15	0.713	6.42	9.00	320.85	450.19
7.80	9	0.761	4.11	5.40	205.63	270.11
8.00	6	0.760	2.74	3.60	136.84	180.08
8.20	5	0.759	2.28	3.00	113.83	150.06
8.40	7	0.757	3.18	4.20	159.09	210.09
8.60	7	0.756	3.02	3.99	150.94	199.67
8.80	9	0.755	3.87	5.13	193.75	256.72
9.00	9	0.753	3.87	5.13	193.43	256.72
9.20	8	0.752	3.43	4.56	171.67	228.19
9.40	9	0.751	3.86	5.13	192.82	256.72
9.60	11	0.750	4.48	5.98	224.19	298.94
9.80	12	0.749	4.88	6.52	244.20	326.12
10.00	14	0.698	5.31	7.61	265.45	380.47
10.20	11	0.747	4.46	5.98	223.19	298.94

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	4.95	4.69	Incoerente	16.15	18.62	7.07	1.47	7.28	terreno vegetale
7	1.94	1.33	Incoerente	17.56	18.25	49.71	1.47	2.85	sabbia debolmente limosa
7.8	6.29	1.4	Incoerente	17.75	18.99	78.72	1.47	9.25	ghiaia sabbiosa
9.4	6.68	2.33	Incoerente	17.78	19.01	89.75	1.47	9.82	sabbia debolmente limosa
10.2	10.99	1.91	Coesivo	20.40	21.46	102.18	1.47	16.16	argilla limosa

PROVA ... Nr.7

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 12/09/2017  
 Profondità prova 8.20 mt  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	6	0.855	5.28	6.18	264.19	309.12



0.40	7	0.851	6.14	7.21	306.83	360.64
0.60	3	0.847	2.40	2.84	120.15	141.85
0.80	2	0.843	1.60	1.89	79.75	94.57
1.00	2	0.840	1.59	1.89	79.42	94.57
1.20	2	0.836	1.58	1.89	79.09	94.57
1.40	1	0.833	0.79	0.95	39.38	47.28
1.60	1	0.830	0.72	0.87	36.25	43.69
1.80	1	0.826	0.72	0.87	36.10	43.69
2.00	1	0.823	0.72	0.87	35.97	43.69
2.20	1	0.820	0.72	0.87	35.83	43.69
2.40	1	0.817	0.71	0.87	35.70	43.69
2.60	1	0.814	0.66	0.81	33.06	40.61
2.80	1	0.811	0.66	0.81	32.95	40.61
3.00	6	0.809	3.94	4.87	197.03	243.65
3.20	6	0.806	3.93	4.87	196.38	243.65
3.40	7	0.803	4.57	5.69	228.37	284.25
3.60	6	0.801	3.65	4.55	182.26	227.58
3.80	7	0.798	4.24	5.31	211.99	265.51
4.00	7	0.796	4.23	5.31	211.35	265.51
4.20	7	0.794	4.21	5.31	210.73	265.51
4.40	3	0.791	1.80	2.28	90.06	113.79
4.60	4	0.789	2.25	2.85	112.33	142.33
4.80	3	0.787	1.68	2.13	84.02	106.75
5.00	4	0.785	2.23	2.85	111.73	142.33
5.20	5	0.783	2.79	3.56	139.31	177.92
5.40	5	0.781	2.78	3.56	138.96	177.92
5.60	4	0.779	2.09	2.68	104.43	134.04
5.80	3	0.777	1.56	2.01	78.14	100.53
6.00	3	0.775	1.56	2.01	77.96	100.53
6.20	2	0.774	1.04	1.34	51.85	67.02
6.40	6	0.772	3.10	4.02	155.22	201.06
6.60	8	0.770	3.90	5.07	195.15	253.32
6.80	9	0.769	4.38	5.70	219.08	284.98
7.00	25	0.667	10.56	15.83	528.15	791.62
7.20	14	0.716	6.35	8.87	317.25	443.31
7.40	5	0.764	2.42	3.17	120.98	158.32
7.60	5	0.763	2.29	3.00	114.45	150.06
7.80	6	0.761	2.74	3.60	137.09	180.08
8.00	7	0.760	3.19	4.20	159.65	210.09
8.20	9	0.759	4.10	5.40	204.90	270.11

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	2.46	2.46	Incoerente	16.67	18.32	6.84	1.47	3.62	terreno vegetale
2.8	0.94	0.79	Incoerente	17.36	18.13	25.69	1.47	1.38	sabbia debolmente limosa
6.8	4.55	2.92	Incoerente	17.59	18.89	51.86	1.47	6.69	sabbia debolmente limosa
7.2	13.1	1.86	Incoerente	18.33	19.35	71.93	1.47	19.26	ghiaia sabbiosa
8.2	5.3	1.71	Incoerente	17.66	18.93	78.4	1.47	7.79	sabbia debolmente limosa

PROVA ... Nr.8

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 12/09/2017  
 Profondità prova 5.00 mt  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	1	0.855	0.88	1.03	44.03	51.52
0.40	2	0.851	1.75	2.06	87.66	103.04
0.60	1	0.847	0.80	0.95	40.05	47.28
0.80	7	0.843	5.58	6.62	279.14	330.99
1.00	5	0.840	3.97	4.73	198.54	236.42
1.20	5	0.836	3.95	4.73	197.71	236.42
1.40	1	0.833	0.79	0.95	39.38	47.28
1.60	2	0.830	1.45	1.75	72.49	87.39
1.80	4	0.826	2.89	3.50	144.42	174.77
2.00	5	0.823	3.60	4.37	179.84	218.46
2.20	5	0.820	3.58	4.37	179.17	218.46
2.40	5	0.817	3.57	4.37	178.52	218.46
2.60	5	0.814	3.31	4.06	165.32	203.04
2.80	5	0.811	3.30	4.06	164.75	203.04
3.00	6	0.809	3.94	4.87	197.03	243.65
3.20	17	0.756	10.44	13.81	521.89	690.33
3.40	18	0.753	11.01	14.62	550.69	730.94
3.60	21	0.701	11.17	15.93	558.26	796.52
3.80	23	0.698	12.19	17.45	609.29	872.38
4.00	18	0.746	10.19	13.65	509.34	682.74
4.20	19	0.744	10.72	14.41	535.96	720.67
4.40	22	0.691	11.54	16.69	576.97	834.45
4.60	20	0.739	10.52	14.23	526.09	711.66
4.80	33	0.637	14.96	23.48	748.11	1174.24
5.00	40	0.585	16.65	28.47	832.68	1423.32

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	1.43	1.31	Incoerente	16.46	18.19	6.73	1.47	2.1	terreno vegetale
3	3.53	2.87	Incoerente	16.87	18.45	27.33	1.47	5.19	sabbia debolmente limosa
5	19.4	12.49	Incoerente	18.84	19.66	45.83	1.47	28.52	ghiaia sabbiosa

PROVA ... Nr.9

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 12/09/2017  
 Profondità prova 7.20 mt  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	1	0.855	0.88	1.03	44.03	51.52
0.40	2	0.851	1.75	2.06	87.66	103.04
0.60	2	0.847	1.60	1.89	80.10	94.57
0.80	4	0.843	3.19	3.78	159.51	189.14
1.00	3	0.840	2.38	2.84	119.12	141.85
1.20	4	0.836	3.16	3.78	158.17	189.14
1.40	4	0.833	3.15	3.78	157.53	189.14
1.60	2	0.830	1.45	1.75	72.49	87.39
1.80	1	0.826	0.72	0.87	36.10	43.69
2.00	4	0.823	2.88	3.50	143.87	174.77
2.20	6	0.820	4.30	5.24	215.00	262.16
2.40	7	0.817	5.00	6.12	249.92	305.85
2.60	5	0.814	3.31	4.06	165.32	203.04
2.80	5	0.811	3.30	4.06	164.75	203.04
3.00	3	0.809	1.97	2.44	98.52	121.82
3.20	3	0.806	1.96	2.44	98.19	121.82
3.40	8	0.803	5.22	6.50	261.00	324.86
3.60	20	0.751	11.39	15.17	569.61	758.59
3.80	17	0.748	9.65	12.90	482.58	644.81
4.00	12	0.796	7.25	9.10	362.32	455.16
4.20	15	0.744	8.46	11.38	423.12	568.95
4.40	26	0.691	13.64	19.72	681.88	986.17
4.60	18	0.739	9.47	12.81	473.48	640.50
4.80	16	0.737	8.39	11.39	419.65	569.33
5.00	17	0.735	8.89	12.10	444.63	604.91
5.20	25	0.683	12.15	17.79	607.59	889.58
5.40	26	0.681	12.60	18.50	630.07	925.16
5.60	23	0.679	10.47	15.41	523.43	770.73
5.80	25	0.677	11.35	16.75	567.39	837.75
6.00	25	0.675	11.32	16.75	565.88	837.75
6.20	24	0.674	10.84	16.08	541.83	804.24
6.40	27	0.672	12.16	18.10	608.02	904.77
6.60	34	0.620	13.36	21.53	667.88	1076.61
6.80	35	0.619	13.71	22.17	685.74	1108.27
7.00	26	0.667	10.99	16.47	549.28	823.29
7.20	36	0.616	14.04	22.80	701.79	1139.94

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	1.65	1.57	Incoerente	16.51	18.22	6.75	1.47	2.43	terreno vegetale
3.4	3.42	2.75	Incoerente	16.85	18.43	30.13	1.47	5.03	sabbia debolmente limosa
7.2	21.04	12.42	Incoerente	18.96	19.74	62.49	1.47	30.93	ghiaia sabbiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI****PROVA Nr. 3****TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (5) argilla limosa	14.7	10.80-11.20	U.S.D.M.S.M.	107.48

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (5) argilla limosa	14.7	10.80-11.20	Stroud e Butler (1975)	6.61

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (5) argilla limosa	14.7	10.80-11.20	D'Appollonia ed altri 1983	14.42

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (5) argilla limosa	14.7	10.80-11.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	2.94	0.00-1.00	2.94	Gibbs & Holtz (1957)	16.02
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.47	1.00-3.80	1.47	Gibbs & Holtz (1957)	1.57
Strato (3) ghiaia sabbiosa	10.29	3.80-8.40	10.29	Gibbs & Holtz (1957)	29.07
Strato (4) sabbia debolmente limosa	5.88	8.40-10.80	5.88	Gibbs & Holtz (1957)	15.19
Strato (6) ghiaia con sabbia	22.05	11.20-13.80	18.525	Gibbs & Holtz (1957)	33.75

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	2.94	0.00-1.00	2.94	Meyerhof (1956)	15.84
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.47	1.00-3.80	1.47	Shioi-Fukuni (1982)	19.7
Strato (3) ghiaia sabbiosa	10.29	3.80-8.40	10.29	Mitchell & Katti (1981)	<30
Strato (4) sabbia debolmente limosa	5.88	8.40-10.80	5.88	Shioi-Fukuni (1982)	24.39
Strato (6) ghiaia con sabbia	22.05	11.20-13.80	18.525	Mitchell & Katti (1981)	30-32

### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2.94	0.00-1.00	2.94	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	1.97
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.47	1.00-3.80	1.47	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	---
Strato (3) ghiaia sabbiosa	10.29	3.80-8.40	10.29	Schultze-Menzenbach Sabbia ghiaiosa	11.98
Strato (4) sabbia debolmente limosa	5.88	8.40-10.80	5.88	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	3.64
Strato (6) ghiaia con sabbia	22.05	11.20-13.80	18.525	Schultze-Menzenbach Ghiaia e Sabbia	31.94

### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2.94	0.00-1.00	2.94	Buisman-Sanglerat	2.31
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.47	1.00-3.80	1.47	Buisman-Sanglerat	1.15
Strato (3) ghiaia sabbiosa	10.29	3.80-8.40	10.29	Begemann (1974)	18.30
Strato (4) sabbia debolmente limosa	5.88	8.40-10.80	5.88	Buisman-Sanglerat	4.61
Strato (6) ghiaia con sabbia	22.05	11.20-13.80	18.525	Begemann (1974)	25.65

### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	2.94	0.00-1.00	2.94	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.47	1.00-3.80	1.47	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) ghiaia sabbiosa	10.29	3.80-8.40	10.29	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) sabbia debolmente limosa	5.88	8.40-10.80	5.88	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (6) ghiaia con sabbia	22.05	11.20-13.80	18.525	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	2.94	0.00-1.00	2.94	(A.G.I.)	0.35
Strato (2)	1.47	1.00-3.80	1.47	(A.G.I.)	0.35

sabbia debolmente limosa					
Strato (3) ghiaia sabbiosa	10.29	3.80-8.40	10.29	(A.G.I.)	0.33
Strato (4) sabbia debolmente limosa	5.88	8.40-10.80	5.88	(A.G.I.)	0.34
Strato (6) ghiaia con sabbia	22.05	11.20-13.80	18.525	(A.G.I.)	0.32

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2.94	0.00-1.00	2.94	Ohsaki (Sabbie pulite)	17.57
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.47	1.00-3.80	1.47	Ohsaki (Sabbie pulite)	9.16
Strato (3) ghiaia sabbiosa	10.29	3.80-8.40	10.29	Ohsaki (Sabbie pulite)	57.03
Strato (4) sabbia debolmente limosa	5.88	8.40-10.80	5.88	Ohsaki (Sabbie pulite)	33.70
Strato (6) ghiaia con sabbia	22.05	11.20-13.80	18.525	Ohsaki (Sabbie pulite)	99.11

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) terreno vegetale	2.94	0.00-1.00	2.94	Navfac 1971-1982	0.50
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.47	1.00-3.80	1.47	Navfac 1971-1982	0.14
Strato (3) ghiaia sabbiosa	10.29	3.80-8.40	10.29	Navfac 1971-1982	2.16
Strato (4) sabbia debolmente limosa	5.88	8.40-10.80	5.88	Navfac 1971-1982	1.19
Strato (6) ghiaia con sabbia	22.05	11.20-13.80	18.525	Navfac 1971-1982	3.79

### PROVA ... Nr.4

#### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (5) argilla limosa	16.83	10.00-11.00	U.S.D.M.S.M.	122.98

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (5) argilla limosa	16.83	10.00-11.00	Stroud e Butler (1975)	7.57

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (5) argilla limosa	16.83	10.00-11.00	D'Appollonia ed altri 1983	16.50

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (5) argilla limosa	16.83	10.00-11.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	8.01	0.00-1.00	8.01	Gibbs & Holtz (1957)	34.88
Strato (2) sabbia debolmente limosa	7	1.00-3.40	7	Gibbs & Holtz (1957)	27.25
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.28	3.40-7.60	23.64	Gibbs & Holtz (1957)	47.35
Strato (4) sabbia debolmente limosa	11.1	7.60-10.00	11.1	Gibbs & Holtz (1957)	26.73
Strato (6) ghiaia con sabbia	37.12	11.00-12.80	26.06	Gibbs & Holtz (1957)	40.77

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	8.01	0.00-1.00	8.01	Meyerhof (1956)	17.29
Strato (2) sabbia debolmente limosa	7	1.00-3.40	7	Shioi-Fukuni (1982)	25.25
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.28	3.40-7.60	23.64	Mitchell & Katti (1981)	30-32
Strato (4) sabbia debolmente limosa	11.1	7.60-10.00	11.1	Shioi-Fukuni (1982)	27.9
Strato (6) ghiaia con sabbia	37.12	11.00-12.80	26.06	Mitchell & Katti (1981)	32-35

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	8.01	0.00-1.00	8.01	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	4.85
Strato (2) sabbia debolmente limosa	7	1.00-3.40	7	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	4.28
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.28	3.40-7.60	23.64	Schultze-Menzenbach Sabbia ghiaiosa	27.42
Strato (4) sabbia debolmente limosa	11.1	7.60-10.00	11.1	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	6.61
Strato (6) ghiaia con sabbia	37.12	11.00-12.80	26.06	Schultze-Menzenbach Ghiaia e Sabbia	39.70

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	8.01	0.00-1.00	8.01	Buisman-Sanglerat	6.28
Strato (2) sabbia debolmente limosa	7	1.00-3.40	7	Buisman-Sanglerat	5.49
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.28	3.40-7.60	23.64	Begemann (1974)	30.22
Strato (4) sabbia debolmente limosa	11.1	7.60-10.00	11.1	Buisman-Sanglerat	8.71
Strato (6) ghiaia con sabbia	37.12	11.00-12.80	26.06	Begemann (1974)	32.38

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	8.01	0.00-1.00	8.01	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) sabbia debolmente limosa	7	1.00-3.40	7	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.28	3.40-7.60	23.64	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (4) sabbia debolmente limosa	11.1	7.60-10.00	11.1	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (6) ghiaia con sabbia	37.12	11.00-12.80	26.06	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	8.01	0.00-1.00	8.01	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) sabbia debolmente limosa	7	1.00-3.40	7	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.28	3.40-7.60	23.64	(A.G.I.)	0.31
Strato (4) sabbia debolmente limosa	11.1	7.60-10.00	11.1	(A.G.I.)	0.33
Strato (6) ghiaia con sabbia	37.12	11.00-12.80	26.06	(A.G.I.)	0.3

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	8.01	0.00-1.00	8.01	Ohsaki (Sabbie pulite)	45.07
Strato (2) sabbia debolmente limosa	7	1.00-3.40	7	Ohsaki (Sabbie pulite)	39.70
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.28	3.40-7.60	23.64	Ohsaki (Sabbie pulite)	124.64
Strato (4) sabbia debolmente limosa	11.1	7.60-10.00	11.1	Ohsaki (Sabbie pulite)	61.24
Strato (6) ghiaia con sabbia	37.12	11.00-12.80	26.06	Ohsaki (Sabbie pulite)	136.60



Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) terreno vegetale	8.01	0.00-1.00	8.01	Navfac 1971-1982	1.67
Strato (2) sabbia debolmente limosa	7	1.00-3.40	7	Navfac 1971-1982	1.44
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.28	3.40-7.60	23.64	Navfac 1971-1982	4.66
Strato (4) sabbia debolmente limosa	11.1	7.60-10.00	11.1	Navfac 1971-1982	2.34
Strato (6) ghiaia con sabbia	37.12	11.00-12.80	26.06	Navfac 1971-1982	5.04

**PROVA ... Nr.5**

**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (5) argilla limosa	15.85	9.40-11.00	U.S.D.M.S.M.	115.82

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (5) argilla limosa	15.85	9.40-11.00	Stroud e Butler (1975)	7.13

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (5) argilla limosa	15.85	9.40-11.00	D'Appollonia ed altri 1983	15.54

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (5) argilla limosa	15.85	9.40-11.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	4.12	0.00-1.00	4.12	Gibbs & Holtz (1957)	21.91
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.16	1.00-6.40	5.16	Gibbs & Holtz (1957)	19.07
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.33	6.40-7.40	23.665	Gibbs & Holtz (1957)	45.94
Strato (4) sabbia debolmente limosa	7.85	7.40-9.40	7.85	Gibbs & Holtz (1957)	21.28
Strato (6) ghiaia con sabbia	39.81	11.00-12.60	27.405	Gibbs & Holtz (1957)	42.42

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito
-------------	------	--------------	------------	--------------	------------------

		(m)			(°)
Strato (1) terreno vegetale	4.12	0.00-1.00	4.12	Meyerhof (1956)	16.18
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.16	1.00-6.40	5.16	Shioi-Fukuni (1982)	23.8
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.33	6.40-7.40	23.665	Mitchell & Katti (1981)	30-32
Strato (4) sabbia debolmente limosa	7.85	7.40-9.40	7.85	Shioi-Fukuni (1982)	25.85
Strato (6) ghiaia con sabbia	39.81	11.00-12.60	27.405	Mitchell & Katti (1981)	32-35

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	4.12	0.00-1.00	4.12	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	2.64
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.16	1.00-6.40	5.16	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	3.23
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.33	6.40-7.40	23.665	Schultze- Menzenbach Sabbia ghiaiosa	27.45
Strato (4) sabbia debolmente limosa	7.85	7.40-9.40	7.85	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	4.76
Strato (6) ghiaia con sabbia	39.81	11.00-12.60	27.405	Schultze- Menzenbach Ghiaia e Sabbia	41.08

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	4.12	0.00-1.00	4.12	Buisman- Sanglerat	3.23
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.16	1.00-6.40	5.16	Buisman- Sanglerat	4.05
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.33	6.40-7.40	23.665	Begemann (1974)	30.24
Strato (4) sabbia debolmente limosa	7.85	7.40-9.40	7.85	Buisman- Sanglerat	6.16
Strato (6) ghiaia con sabbia	39.81	11.00-12.60	27.405	Begemann (1974)	33.58

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	4.12	0.00-1.00	4.12	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.16	1.00-6.40	5.16	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.33	6.40-7.40	23.665	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Strato (4) sabbia debolmente limosa	7.85	7.40-9.40	7.85	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (6) ghiaia con sabbia	39.81	11.00-12.60	27.405	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	4.12	0.00-1.00	4.12	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.16	1.00-6.40	5.16	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.33	6.40-7.40	23.665	(A.G.I.)	0.31
Strato (4) sabbia debolmente limosa	7.85	7.40-9.40	7.85	(A.G.I.)	0.34
Strato (6) ghiaia con sabbia	39.81	11.00-12.60	27.405	(A.G.I.)	0.3

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	4.12	0.00-1.00	4.12	Ohsaki (Sabbie pulite)	24.12
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.16	1.00-6.40	5.16	Ohsaki (Sabbie pulite)	29.81
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.33	6.40-7.40	23.665	Ohsaki (Sabbie pulite)	124.77
Strato (4) sabbia debolmente limosa	7.85	7.40-9.40	7.85	Ohsaki (Sabbie pulite)	44.22
Strato (6) ghiaia con sabbia	39.81	11.00-12.60	27.405	Ohsaki (Sabbie pulite)	143.22

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) terreno vegetale	4.12	0.00-1.00	4.12	Navfac 1971-1982	0.78
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.16	1.00-6.40	5.16	Navfac 1971-1982	1.02
Strato (3) ghiaia sabbiosa	32.33	6.40-7.40	23.665	Navfac 1971-1982	4.66
Strato (4) sabbia debolmente limosa	7.85	7.40-9.40	7.85	Navfac 1971-1982	1.63
Strato (6) ghiaia con sabbia	39.81	11.00-12.60	27.405	Navfac 1971-1982	5.24

### PROVA ... Nr.6

#### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	$C_u$ (KPa)
Strato (5) argilla limosa	16.16	9.40-10.20	U.S.D.M.S.M.	118.07

### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (5) argilla limosa	16.16	9.40-10.20	Stroud e Butler (1975)	7.27

### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (5) argilla limosa	16.16	9.40-10.20	D'Appollonia ed altri 1983	15.85

### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (5) argilla limosa	16.16	9.40-10.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	7.28	0.00-1.00	7.28	Gibbs & Holtz (1957)	32.9
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.85	1.00-7.00	2.85	Gibbs & Holtz (1957)	9.04
Strato (3) ghiaia sabbiosa	9.25	7.00-7.80	9.25	Gibbs & Holtz (1957)	25.63
Strato (4) sabbia debolmente limosa	9.82	7.80-9.40	9.82	Gibbs & Holtz (1957)	25.44

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	7.28	0.00-1.00	7.28	Meyerhof (1956)	17.08
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.85	1.00-7.00	2.85	Shioi-Fukuni (1982)	21.54
Strato (3) ghiaia sabbiosa	9.25	7.00-7.80	9.25	Mitchell & Katti (1981)	<30
Strato (4) sabbia debolmente limosa	9.82	7.80-9.40	9.82	Shioi-Fukuni (1982)	27.14

### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	7.28	0.00-1.00	7.28	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	4.43
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.85	1.00-7.00	2.85	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	1.92
Strato (3) ghiaia sabbiosa	9.25	7.00-7.80	9.25	Schultze- Menzenbach Sabbia ghiaiosa	10.77
Strato (4)	9.82	7.80-9.40	9.82	Schultze-	5.88

sabbia debolmente limosa				Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	
--------------------------	--	--	--	---	--

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	7.28	0.00-1.00	7.28	Buisman-Sanglerat	5.71
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.85	1.00-7.00	2.85	Buisman-Sanglerat	2.24
Strato (3) ghiaia sabbiosa	9.25	7.00-7.80	9.25	Begemann (1974)	17.38
Strato (4) sabbia debolmente limosa	9.82	7.80-9.40	9.82	Buisman-Sanglerat	7.70

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	7.28	0.00-1.00	7.28	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.85	1.00-7.00	2.85	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) ghiaia sabbiosa	9.25	7.00-7.80	9.25	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (4) sabbia debolmente limosa	9.82	7.80-9.40	9.82	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	7.28	0.00-1.00	7.28	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.85	1.00-7.00	2.85	(A.G.I.)	0.35
Strato (3) ghiaia sabbiosa	9.25	7.00-7.80	9.25	(A.G.I.)	0.34
Strato (4) sabbia debolmente limosa	9.82	7.80-9.40	9.82	(A.G.I.)	0.33

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	7.28	0.00-1.00	7.28	Ohsaki (Sabbie pulite)	41.19
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.85	1.00-7.00	2.85	Ohsaki (Sabbie pulite)	17.06
Strato (3) ghiaia sabbiosa	9.25	7.00-7.80	9.25	Ohsaki (Sabbie pulite)	51.59
Strato (4) sabbia debolmente limosa	9.82	7.80-9.40	9.82	Ohsaki (Sabbie pulite)	54.58

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
-------------	------	--------------	------------	--------------	-------

		(m)			
Strato (1) terreno vegetale	7.28	0.00-1.00	7.28	Navfac 1971-1982	1.51
Strato (2) sabbia debolmente limosa	2.85	1.00-7.00	2.85	Navfac 1971-1982	0.48
Strato (3) ghiaia sabbiosa	9.25	7.00-7.80	9.25	Navfac 1971-1982	1.94
Strato (4) sabbia debolmente limosa	9.82	7.80-9.40	9.82	Navfac 1971-1982	2.06

**PROVA ... Nr.7**

**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	3.62	0.00-1.00	3.62	Gibbs & Holtz (1957)	19.6
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.38	1.00-2.80	1.38	Gibbs & Holtz (1957)	1.53
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.69	2.80-6.80	6.69	Gibbs & Holtz (1957)	23.13
Strato (4) ghiaia sabbiosa	19.26	6.80-7.20	17.13	Gibbs & Holtz (1957)	39.17
Strato (5) sabbia debolmente limosa	7.79	7.20-8.20	7.79	Gibbs & Holtz (1957)	22.47

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	3.62	0.00-1.00	3.62	Meyerhof (1956)	16.03
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.38	1.00-2.80	1.38	Shioi-Fukuni (1982)	19.55
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.69	2.80-6.80	6.69	Shioi-Fukuni (1982)	25.02
Strato (4) ghiaia sabbiosa	19.26	6.80-7.20	17.13	Mitchell & Katti (1981)	30-32
Strato (5) sabbia debolmente limosa	7.79	7.20-8.20	7.79	Shioi-Fukuni (1982)	25.81

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	3.62	0.00-1.00	3.62	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	2.35
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.38	1.00-2.80	1.38	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	---
Strato (3) sabbia debolmente	6.69	2.80-6.80	6.69	Schultze- Menzenbach Limo	4.10

limosa				siltoso e sabbia limosa	
Strato (4) ghiaia sabbiosa	19.26	6.80-7.20	17.13	Schultze-Menzenbach Sabbia ghiaiosa	19.89
Strato (5) sabbia debolmente limosa	7.79	7.20-8.20	7.79	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	4.72

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	3.62	0.00-1.00	3.62	Buisman-Sanglerat	2.84
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.38	1.00-2.80	1.38	Buisman-Sanglerat	1.08
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.69	2.80-6.80	6.69	Buisman-Sanglerat	5.25
Strato (4) ghiaia sabbiosa	19.26	6.80-7.20	17.13	Begemann (1974)	24.41
Strato (5) sabbia debolmente limosa	7.79	7.20-8.20	7.79	Buisman-Sanglerat	6.11

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	3.62	0.00-1.00	3.62	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.38	1.00-2.80	1.38	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.69	2.80-6.80	6.69	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (4) ghiaia sabbiosa	19.26	6.80-7.20	17.13	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (5) sabbia debolmente limosa	7.79	7.20-8.20	7.79	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	3.62	0.00-1.00	3.62	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.38	1.00-2.80	1.38	(A.G.I.)	0.35
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.69	2.80-6.80	6.69	(A.G.I.)	0.34
Strato (4) ghiaia sabbiosa	19.26	6.80-7.20	17.13	(A.G.I.)	0.32
Strato (5) sabbia debolmente limosa	7.79	7.20-8.20	7.79	(A.G.I.)	0.34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	3.62	0.00-1.00	3.62	Ohsaki (Sabbie pulite)	21.36
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.38	1.00-2.80	1.38	Ohsaki (Sabbie pulite)	8.63
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.69	2.80-6.80	6.69	Ohsaki (Sabbie pulite)	38.05
Strato (4) ghiaia sabbiosa	19.26	6.80-7.20	17.13	Ohsaki (Sabbie pulite)	92.08
Strato (5) sabbia debolmente limosa	7.79	7.20-8.20	7.79	Ohsaki (Sabbie pulite)	43.90

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) terreno vegetale	3.62	0.00-1.00	3.62	Navfac 1971-1982	0.66
Strato (2) sabbia debolmente limosa	1.38	1.00-2.80	1.38	Navfac 1971-1982	0.12
Strato (3) sabbia debolmente limosa	6.69	2.80-6.80	6.69	Navfac 1971-1982	1.37
Strato (4) ghiaia sabbiosa	19.26	6.80-7.20	17.13	Navfac 1971-1982	3.53
Strato (5) sabbia debolmente limosa	7.79	7.20-8.20	7.79	Navfac 1971-1982	1.62

**PROVA ... Nr.8**

**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	2.1	0.00-1.00	2.1	Gibbs & Holtz (1957)	10.56
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.19	1.00-3.00	5.19	Gibbs & Holtz (1957)	22.29
Strato (3) ghiaia sabbiosa	28.52	3.00-5.00	21.76	Gibbs & Holtz (1957)	49.16

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	2.1	0.00-1.00	2.1	Meyerhof (1956)	15.6
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.19	1.00-3.00	5.19	Shioi-Fukuni (1982)	23.82
Strato (3) ghiaia sabbiosa	28.52	3.00-5.00	21.76	Mitchell & Katti (1981)	30-32

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
-------------	------	------------------	------------	--------------	-----------------------



Strato (1) terreno vegetale	2.1	0.00-1.00	2.1	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	1.49
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.19	1.00-3.00	5.19	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	3.25
Strato (3) ghiaia sabbiosa	28.52	3.00-5.00	21.76	Schultze- Menzenbach Sabbia ghiaiosa	25.25

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2.1	0.00-1.00	2.1	Buisman- Sanglerat	1.65
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.19	1.00-3.00	5.19	Buisman- Sanglerat	4.07
Strato (3) ghiaia sabbiosa	28.52	3.00-5.00	21.76	Begemann (1974)	28.54

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	2.1	0.00-1.00	2.1	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.19	1.00-3.00	5.19	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) ghiaia sabbiosa	28.52	3.00-5.00	21.76	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	2.1	0.00-1.00	2.1	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.19	1.00-3.00	5.19	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) ghiaia sabbiosa	28.52	3.00-5.00	21.76	(A.G.I.)	0.31

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2.1	0.00-1.00	2.1	Ohsaki (Sabbie pulite)	12.80
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.19	1.00-3.00	5.19	Ohsaki (Sabbie pulite)	29.97
Strato (3) ghiaia sabbiosa	28.52	3.00-5.00	21.76	Ohsaki (Sabbie pulite)	115.30

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) terreno vegetale	2.1	0.00-1.00	2.1	Navfac 1971-1982	0.29

Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.19	1.00-3.00	5.19	Navfac 1971-1982	1.03
Strato (3) ghiaia sabbiosa	28.52	3.00-5.00	21.76	Navfac 1971-1982	4.35

**PROVA ... Nr.9**

**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	2.43	0.00-1.00	2.43	Gibbs & Holtz (1957)	12.88
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.03	1.00-3.40	5.03	Gibbs & Holtz (1957)	21.25
Strato (3) ghiaia sabbiosa	30.93	3.40-7.20	22.965	Gibbs & Holtz (1957)	47.41

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	2.43	0.00-1.00	2.43	Meyerhof (1956)	15.69
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.03	1.00-3.40	5.03	Shioi-Fukuni (1982)	23.69
Strato (3) ghiaia sabbiosa	30.93	3.40-7.20	22.965	Mitchell & Katti (1981)	30-32

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2.43	0.00-1.00	2.43	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	1.68
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.03	1.00-3.40	5.03	Schultze- Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	3.15
Strato (3) ghiaia sabbiosa	30.93	3.40-7.20	22.965	Schultze- Menzenbach Sabbia ghiaiosa	26.64

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2.43	0.00-1.00	2.43	Buisman- Sanglerat	1.91
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.03	1.00-3.40	5.03	Buisman- Sanglerat	3.95
Strato (3) ghiaia sabbiosa	30.93	3.40-7.20	22.965	Begemann (1974)	29.61

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1)	2.43	0.00-1.00	2.43	Classificazione	SCIOLTO

terreno vegetale				A.G.I	
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.03	1.00-3.40	5.03	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) ghiaia sabbiosa	30.93	3.40-7.20	22.965	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	2.43	0.00-1.00	2.43	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.03	1.00-3.40	5.03	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) ghiaia sabbiosa	30.93	3.40-7.20	22.965	(A.G.I.)	0.31

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2.43	0.00-1.00	2.43	Ohsaki (Sabbie pulite)	14.69
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.03	1.00-3.40	5.03	Ohsaki (Sabbie pulite)	29.10
Strato (3) ghiaia sabbiosa	30.93	3.40-7.20	22.965	Ohsaki (Sabbie pulite)	121.29

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) terreno vegetale	2.43	0.00-1.00	2.43	Navfac 1971-1982	0.37
Strato (2) sabbia debolmente limosa	5.03	1.00-3.40	5.03	Navfac 1971-1982	0.99
Strato (3) ghiaia sabbiosa	30.93	3.40-7.20	22.965	Navfac 1971-1982	4.55

COMMITTENTE ASET HOLDING SPA  
CANTIERE LOC. FOCE ARZILLA - FANO (PU)

CERTIFICATO	08617001
data di emissione	29/09/17

**RIFERIMENTI DEL CAMPIONE**

denominazione sondaggio 1 campione C1 profondità 6,0 m  
verbale d'accettazione 0364/17  
data di ricevimento 14/09/17  
data d'apertura 14/09/17  
tipo di terreno ghiaia debolmente sabbiosa  
classe di qualità Q2 (AGI 77)

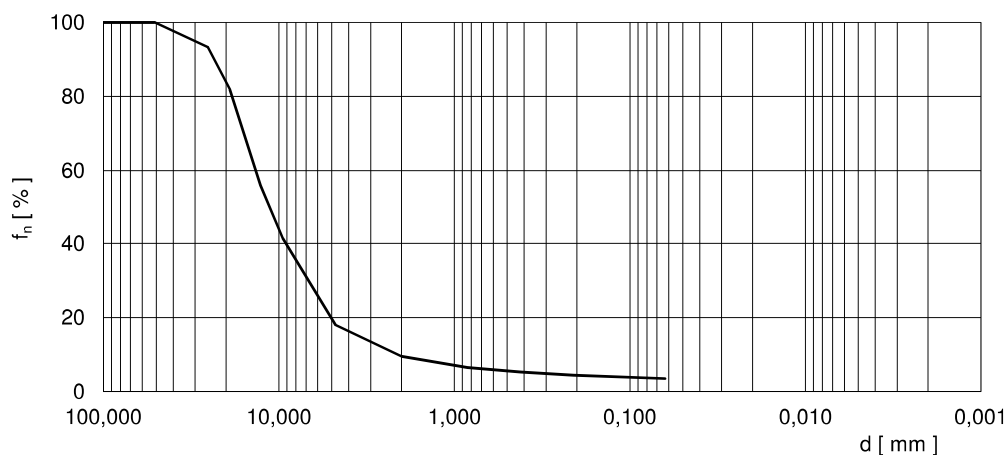
**ANALISI GRANULOMETRICA**

UNI CEN ISO/TS 17892-4

d	f <sub>n</sub>
mm	%
127,0	100,0
101,6	100,0
76,1	100,0
50,8	100,0
25,4	93,3
19,0	81,9
12,7	56,0
9,51	41,4
4,76	18,0
2,00	9,5
0,841	6,5
0,420	5,3
0,210	4,4
0,063	3,5

Gr	%	90,5
Sa	%	6,0
Si	%	
Cl	%	
Si+Cl	%	3,5

note:



Sperimentatore  
**Simone Serfilippi**

FIRMATO DIGITALMENTE DA  
**Dr. Ugo Sergio Orazi**  
Direttore del Laboratorio

COMMITTENTE ASET HOLDING SPA  
CANTIERE LOC. FOCE ARZILLA - FANO (PU)

CERTIFICATO	08617002
data di emissione	29/09/17

**RIFERIMENTI DEL CAMPIONE**

denominazione sondaggio 1 campione C3 profondità 14,0 m  
verbale d'accettazione 0366/17  
data di ricevimento 14/09/17  
data d'apertura 14/09/17  
tipo di terreno ghiaia sabbioso-limosa  
classe di qualità Q2 (AGI 77)

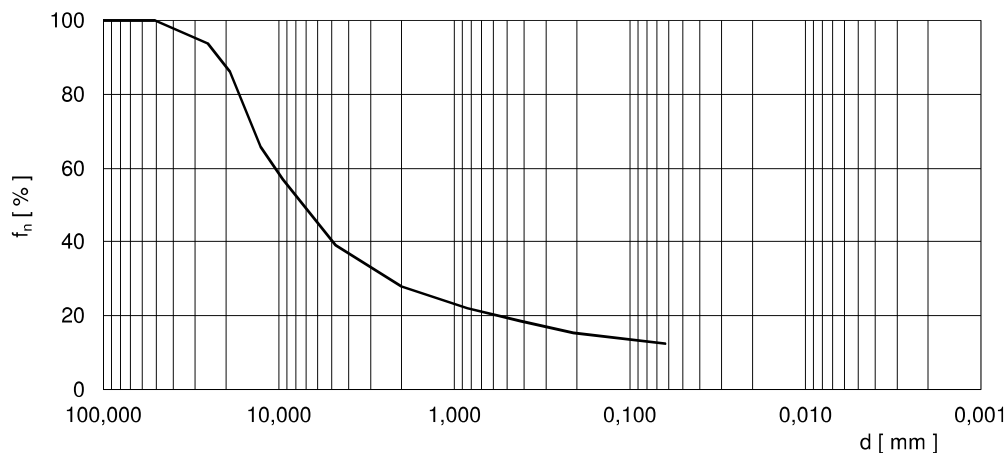
**ANALISI GRANULOMETRICA**

UNI CEN ISO/TS 17892-4

d	f <sub>n</sub>
mm	%
127,0	100,0
101,6	100,0
76,1	100,0
50,8	100,0
25,4	93,8
19,0	86,2
12,7	65,9
9,51	57,1
4,76	39,0
2,00	27,8
0,841	22,0
0,420	18,5
0,210	15,3
0,063	12,4

Gr	%	72,2
Sa	%	15,4
Si	%	
Cl	%	
Si+Cl	%	12,4

note:



Sperimentatore  
**Simone Serfilippi**

FIRMATO DIGITALMENTE DA  
**Dr. Ugo Sergio Orazi**  
Direttore del Laboratorio

**LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979**

Via Cairo sn - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità  
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

**COMMITTENTE** ASET HOLDING SPA  
**CANTIERE** LOC. FOCE ARZILLA - FANO (PU)**CERTIFICATO** 08617003**data di emissione** 29/09/17**RIFERIMENTI DEL CAMPIONE****denominazione** sondaggio 1 campione C2 profondità 10,0/10,5 m  
**verbale d'accettazione** 0365/17  
**data di ricevimento** 14/09/17  
**data d'apertura** 14/09/17  
**tipo di terreno** argilla con limo  
**classe di qualità** Q5 (AGI 77)**DESCRIZIONE VISIVA**

ASTM D2488

CAMPIONE		PP [MPa]	SC [MPa]	PROVE e/o DETERMINAZIONI	DESCRIZIONE
10 cm		0,35	0,15	caratteristiche volumetriche taglio diretto edometrica	CONTENITORE: fustella metallica DIMENSIONI: [cm] $\phi = 8,5$ L = 30 GRANULOMETRIA: argilla con limo COLORE: marrone con venature grigio-azzurre UMIDITA': umido PLASTICITA': media RESISTENZA A SECCO: alta DILATANZA: nessuna TENACITA': media CONSISTENZA (PP): molto consistente STRUTTURA: stratificata REAZIONE HCl: forte ODORE: nessuno ALTRO: livelli sabbiosi; tracce di materia organica
20 cm		0,30			
30 cm		0,31	0,12		
40 cm					
50 cm					
60 cm					
70 cm					

Sperimentatore  
**Simone Serfilippi**

pagina 1/1

FIRMATO DIGITALMENTE DA  
**Dr. Ugo Sergio Orazi**  
Direttore del Laboratorio

**LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979**

Via Cairo sn - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità  
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE     ASET HOLDING SPA  
CANTIERE         LOC. FOCE ARZILLA - FANO (PU)

CERTIFICATO     08617004

data di emissione     29/09/17

**RIFERIMENTI DEL CAMPIONE**

denominazione     sondaggio 1 campione C2 profondità 10,0/10,5 m  
verbale d'accettazione     0365/17  
data di ricevimento     14/09/17  
data d'apertura     14/09/17  
tipo di terreno     argilla con limo  
classe di qualità     Q5 (AGI 77)

**DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE**

UNI CEN ISO/TS 17892-1 - UNI CEN ISO/TS 17892-2 - UNI CEN ISO/TS 17892-3 - ASTM D7263

w	%	31,9
$\rho$	Mg/m <sup>3</sup>	1,90
$\rho_d$	Mg/m <sup>3</sup>	1,44
$\rho_s$	Mg/m <sup>3</sup>	
e	-	
n	%	
S <sub>R</sub>	-	

note:

Sperimentatore  
**Simone Serfilippi**

pagina 1/1

FIRMATO DIGITALMENTE DA  
**Dr. Ugo Sergio Orazi**  
Direttore del Laboratorio

**LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979**

Via Cairo sn - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità  
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

**COMMITTENTE** ASET HOLDING SPA  
**CANTIERE** LOC. FOCE ARZILLA - FANO (PU)**CERTIFICATO** 08617005**data di emissione** 29/09/17**RIFERIMENTI DEL CAMPIONE****denominazione** sondaggio 1 campione C2 profondità 10,0/10,5 m  
**verbale d'accettazione** 0365/17  
**data di ricevimento** 14/09/17  
**data d'apertura** 14/09/17  
**tipo di terreno** argilla con limo  
**classe di qualità** Q5 (AGI 77)**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

UNI CEN ISO/TS 17892-10

test	n	1	2	3
A	mm <sup>2</sup>	3600	3600	3600
H <sub>0</sub>	mm	20	20	20
w <sub>0</sub>	%	31,7	32,5	31,8
ρ <sub>0</sub>	Mg/m <sup>3</sup>	1,91	1,91	1,90
ρ <sub>d0</sub>	Mg/m <sup>3</sup>	1,45	1,44	1,44
ρ <sub>s</sub>	Mg/m <sup>3</sup>			
e <sub>0</sub>	-			
S <sub>R0</sub>	-			
σ <sub>v</sub>	kPa	100	200	300
ΔH <sub>c</sub>	mm	0,08	0,19	0,37
d <sub>r</sub>	mm/min	0,004	0,004	0,004
τ <sub>P</sub>	kPa	72,2	112,4	156,8
τ <sub>R</sub>	kPa			

note:

Sperimentatore  
**Dr. Michele Orazi Ph.D.**

pagina 1/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA  
**Dr. Ugo Sergio Orazi**  
Direttore del Laboratorio



COMMITTENTE ASET HOLDING SPA  
CANTIERE LOC. FOCE ARZILLA - FANO (PU)

CERTIFICATO

08617005

data di emissione

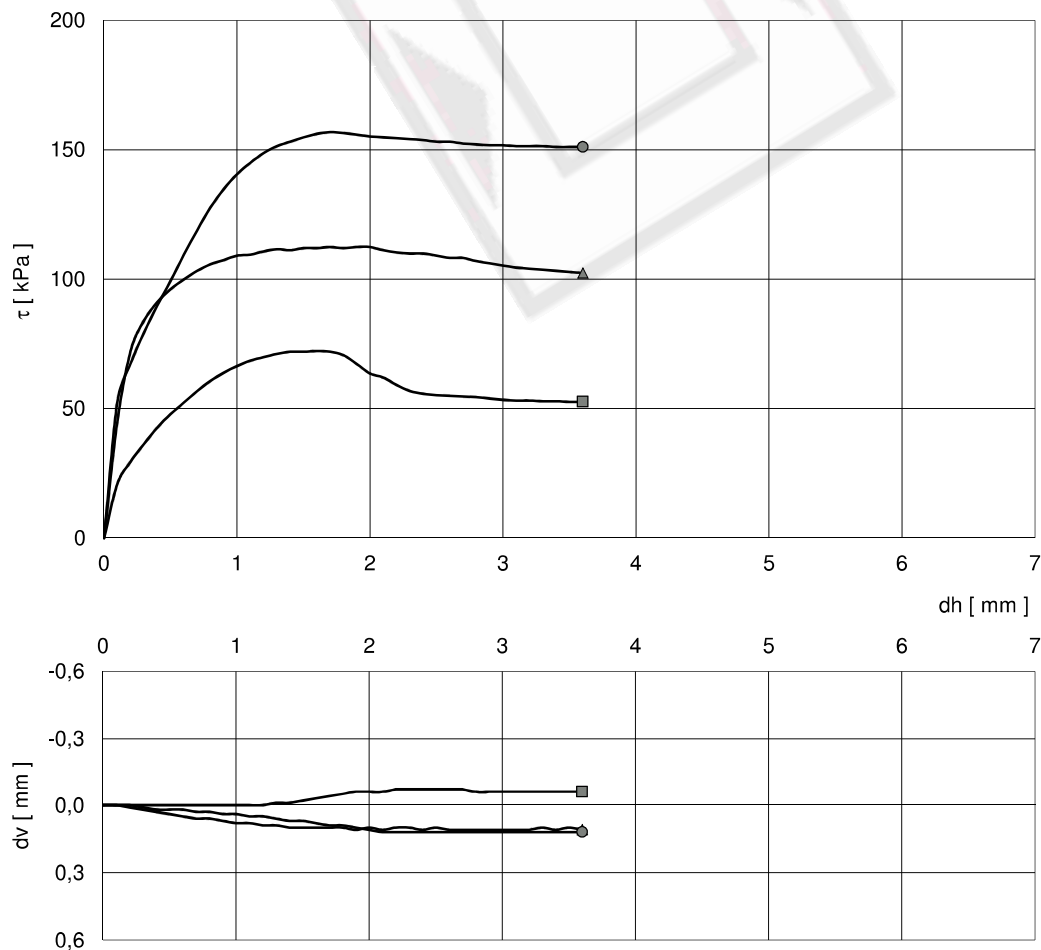
29/09/17

**RIFERIMENTI DEL CAMPIONE**

denominazione sondaggio 1 campione C2 profondità 10,0/10,5 m  
verbale d'accettazione 0365/17  
data di ricevimento 14/09/17  
data d'apertura 14/09/17  
tipo di terreno argilla con limo  
classe di qualità Q5 (AGI 77)

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

UNI CEN ISO/TS 17892-10



Sperimentatore  
**Dr. Michele Orazi Ph.D.**

FIRMATO DIGITALMENTE DA  
**Dr. Ugo Sergio Orazi**  
Direttore del Laboratorio

# LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979

Via Cairo sn - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità  
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

COMMITTENTE ASET HOLDING SPA  
CANTIERE LOC. FOCE ARZILLA - FANO (PU)

CERTIFICATO	08617005
-------------	----------

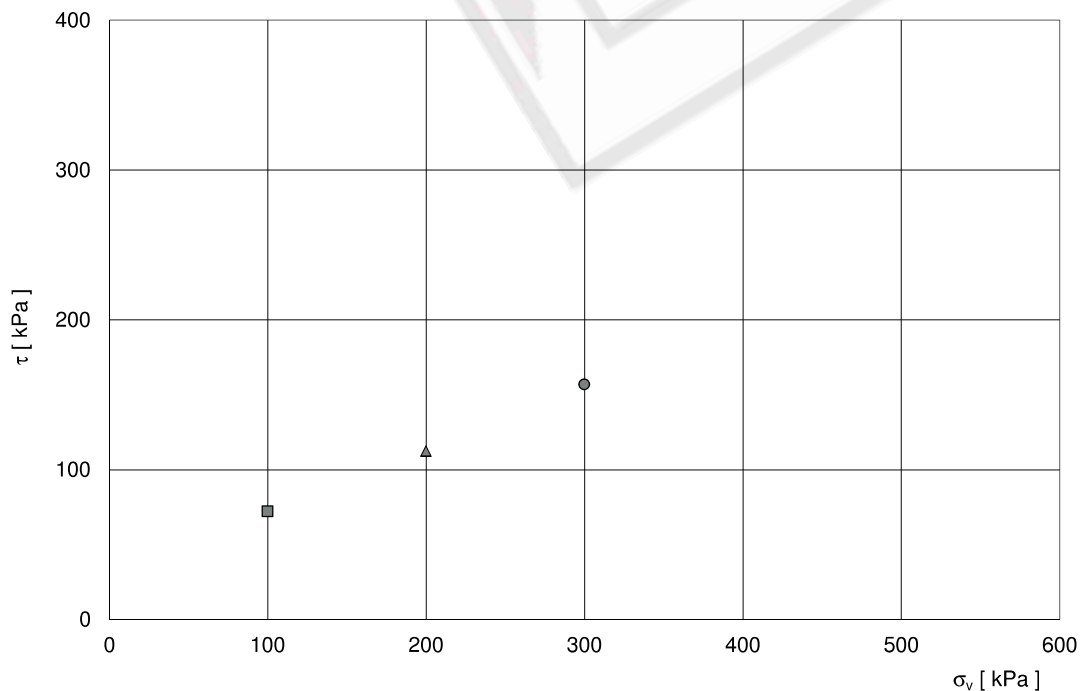
data di emissione	29/09/17
-------------------	----------

## RIFERIMENTI DEL CAMPIONE

denominazione sondaggio 1 campione C2 profondità 10,0/10,5 m  
verbale d'accettazione 0365/17  
data di ricevimento 14/09/17  
data d'apertura 14/09/17  
tipo di terreno argilla con limo  
classe di qualità Q5 (AGI 77)

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

UNI CEN ISO/TS 17892-10



Sperimentatore  
**Dr. Michele Orazi Ph.D.**

pagina 3/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA  
**Dr. Ugo Sergio Orazi**  
Direttore del Laboratorio

**LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979**

Via Cairo sn - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 593/00

Sistema Gestione Qualità  
Certificato UNI EN ISO 9001

associato ALIG

www.laborazi.it

**COMMITTENTE** ASET HOLDING SPA  
**CANTIERE** LOC. FOCE ARZILLA - FANO (PU)**CERTIFICATO** 08617006**data di emissione** 29/09/17**RIFERIMENTI DEL CAMPIONE****denominazione** sondaggio 1 campione C2 profondità 10,0/10,5 m  
**verbale d'accettazione** 0365/17  
**data di ricevimento** 14/09/17  
**data d'apertura** 14/09/17  
**tipo di terreno** argilla con limo  
**classe di qualità** Q5 (AGI 77)**PROVA EDOMETRICA**

UNI CEN ISO/TS 17892-5

$\sigma_v$	$\varepsilon_v$	e	M	$C_v$
kPa	%	-	kPa	m <sup>2</sup> /s
12,5				
25				
50				
100	0,10		10417	7,6E-08
200	1,06		9259	4,8E-08
400	3,22		13289	
800	6,23		19139	
1600	10,41		28674	
3200	15,99			
800	12,90			
200	8,71			
50				
12,5				

A	mm <sup>2</sup>	2000
H <sub>0</sub>	mm	20
w <sub>0</sub>	%	31,5
$\rho_0$	Mg/m <sup>3</sup>	1,89
$\rho_{d0}$	Mg/m <sup>3</sup>	1,44
$\rho_s$	Mg/m <sup>3</sup>	
e <sub>0</sub>	-	
S <sub>R0</sub>	-	

note:

Sperimentatore  
**Dr. Michele Orazi Ph.D.**

pagina 1/3

FIRMATO DIGITALMENTE DA  
**Dr. Ugo Sergio Orazi**  
Direttore del Laboratorio

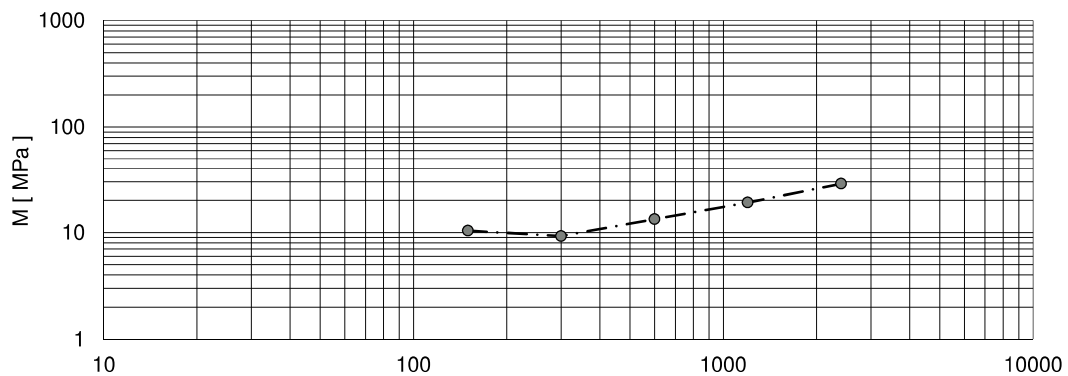
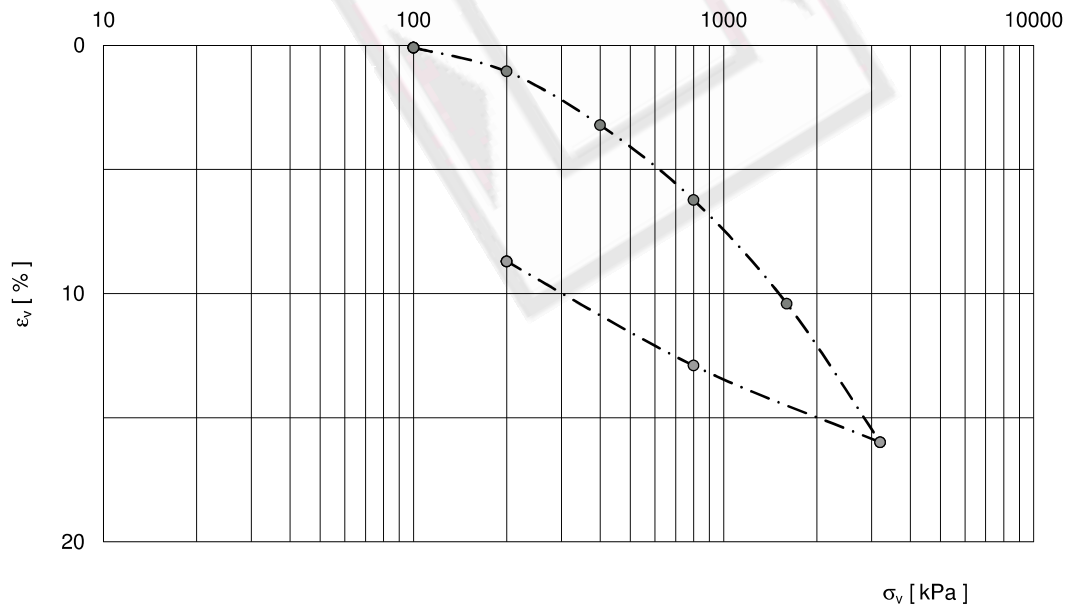
COMMITTENTE ASET HOLDING SPA  
CANTIERE LOC. FOCE ARZILLA - FANO (PU)

CERTIFICATO	08617006
data di emissione	29/09/17

RIFERIMENTI DEL CAMPIONE  
denominazione sondaggio 1 campione C2 profondità 10,0/10,5 m  
verbale d'accettazione 0365/17  
data di ricevimento 14/09/17  
data d'apertura 14/09/17  
tipo di terreno argilla con limo  
classe di qualità Q5 (AGI 77)

**PROVA EDOMETRICA**

UNI CEN ISO/TS 17892-5



Sperimentatore  
**Dr. Michele Orazi Ph.D.**

FIRMATO DIGITALMENTE DA  
**Dr. Ugo Sergio Orazi**  
Direttore del Laboratorio

COMMITTENTE ASET HOLDING SPA  
CANTIERE LOC. FOCE ARZILLA - FANO (PU)

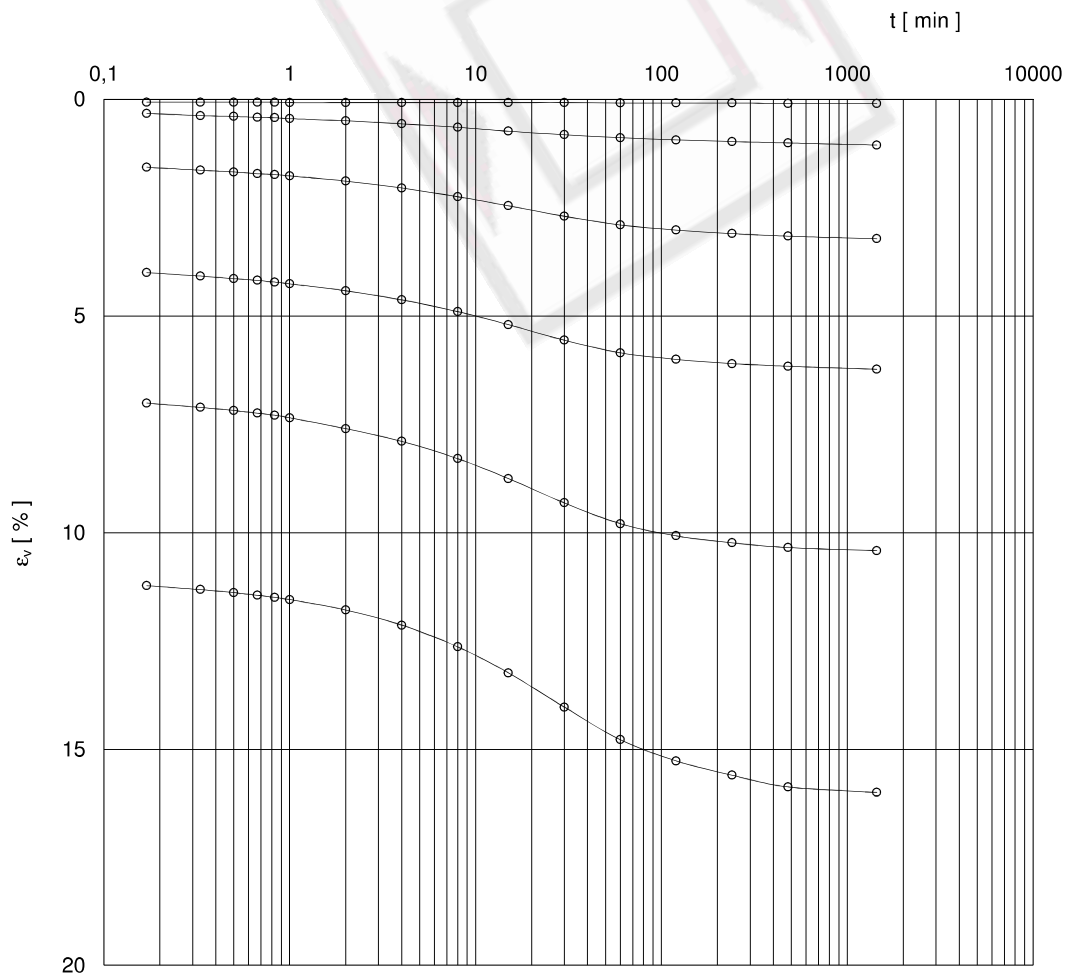
CERTIFICATO	08617006
data di emissione	29/09/17

**RIFERIMENTI DEL CAMPIONE**

denominazione sondaggio 1 campione C2 profondità 10,0/10,5 m  
verbale d'accettazione 0365/17  
data di ricevimento 14/09/17  
data d'apertura 14/09/17  
tipo di terreno argilla con limo  
classe di qualità Q5 (AGI 77)

**PROVA EDOMETRICA**

UNI CEN ISO/TS 17892-5



Sperimentatore  
**Dr. Michele Orazi Ph.D.**

FIRMATO DIGITALMENTE DA  
**Dr. Ugo Sergio Orazi**  
Direttore del Laboratorio



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E GEOTECNICA  
Giuliani Dr. Geol. Stefano  
Viale Papa Giovanni XXIII N. 14/b - 60035 JESI (An)  
tel. - fax. (0731) 201555 - Email:gedecstudiogeologico@gmail.com

	<b>Data: aprile 2017</b>
	<b>Il committente ASET S.P.A.</b>
	<b>REALIZZAZIONE VASCA SCOLMATORE</b>
<b>Indagine geofisica tramite tecnica MASW</b>	

#### Foto stendimento



#### Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

#### Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

### **Onde di Rayleigh – “R”**

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

### **Analisi del segnale con tecnica MASW**

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

### **Modellizzazione**

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

### **Modi di vibrazione**

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### **Profondità di indagine**

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

## Dati generali

<b>Committente</b>	ASET S.P.A.
<b>Cantiere</b>	FANO (PU) - VIALE ROMAGNA
<b>Località</b>	FOCE ARZILLA
<b>Operatore</b>	DR. GEOL. STEFANO GIULIANI
<b>Responsabile</b>	DR. GEOL. STEFANO GIULIANI
<b>Data prova Masw</b>	13/04/2017
<b>Data elaborazione Masw</b>	28/04/2018
<b>Latitudine</b>	43.8524
<b>Longitudine</b>	13.0056

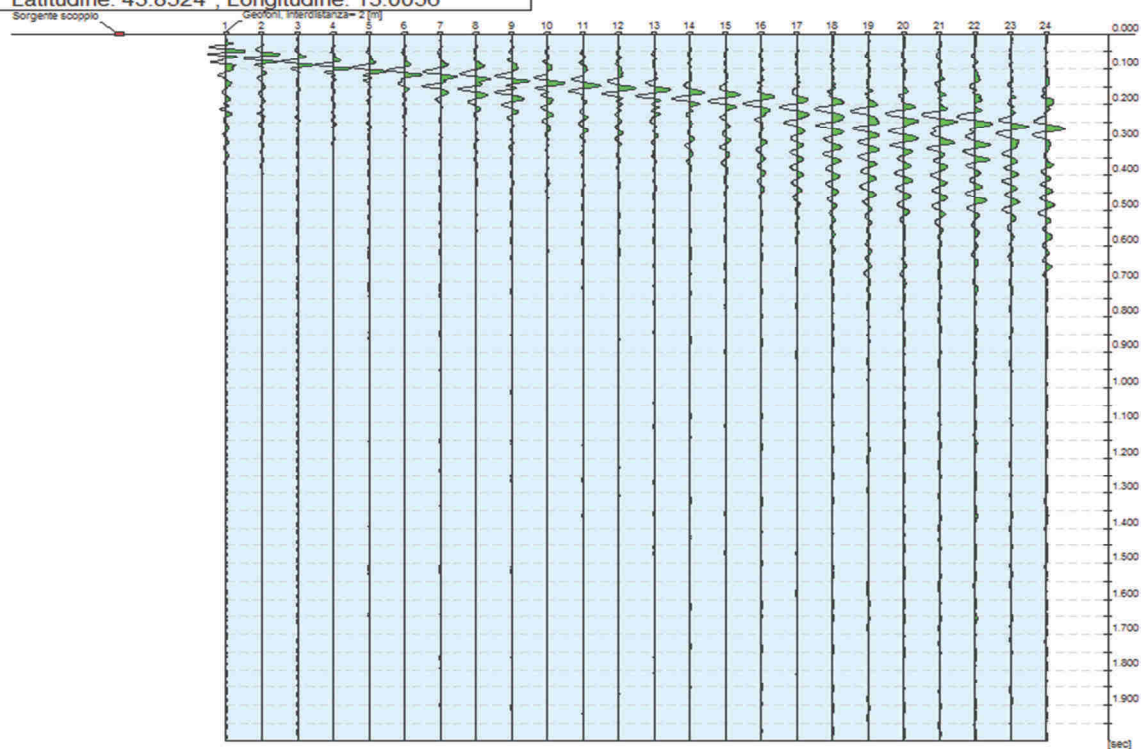




## Tracce

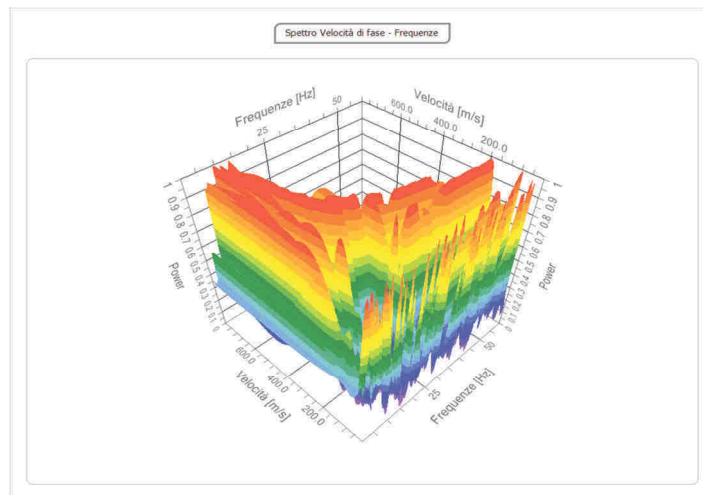
<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	2000.0    data prova Masw 13/04/2017    data elaborazione 28/04/2017
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	1.00

Committente: ASET S.P.A.  
 Cantiere: FANO (PU) - VIALE ROMAGNA  
 Località: FOCE ARZILLA  
 Operatore: DR. GEOL. STEFANO GIULIANI  
 Responsabile: DR. GEOL. STEFANO GIULIANI  
 Data: 28/04/2017  
 Latitudine: 43.8524°, Longitudine: 13.0056°



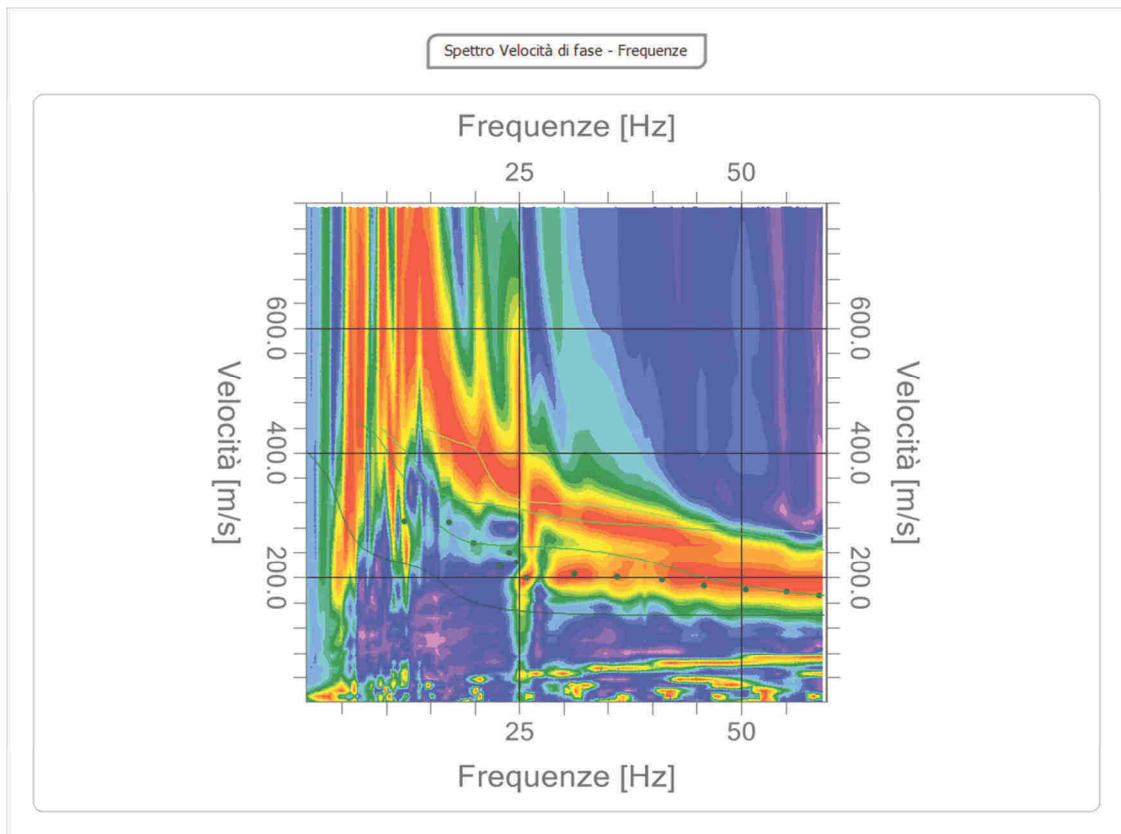
## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	12.0	290.2	0
2	17.1	288.6	0
3	19.9	255.9	0
4	22.9	218.3	0
5	23.8	239.6	0
6	24.7	224.9	0
7	25.9	198.7	0
8	31.3	205.2	0
9	36.1	200.3	0
10	41.1	195.4	0
11	45.8	187.3	0
12	50.5	180.7	0
13	55.2	177.5	0
14	58.8	170.9	0



### Inversione

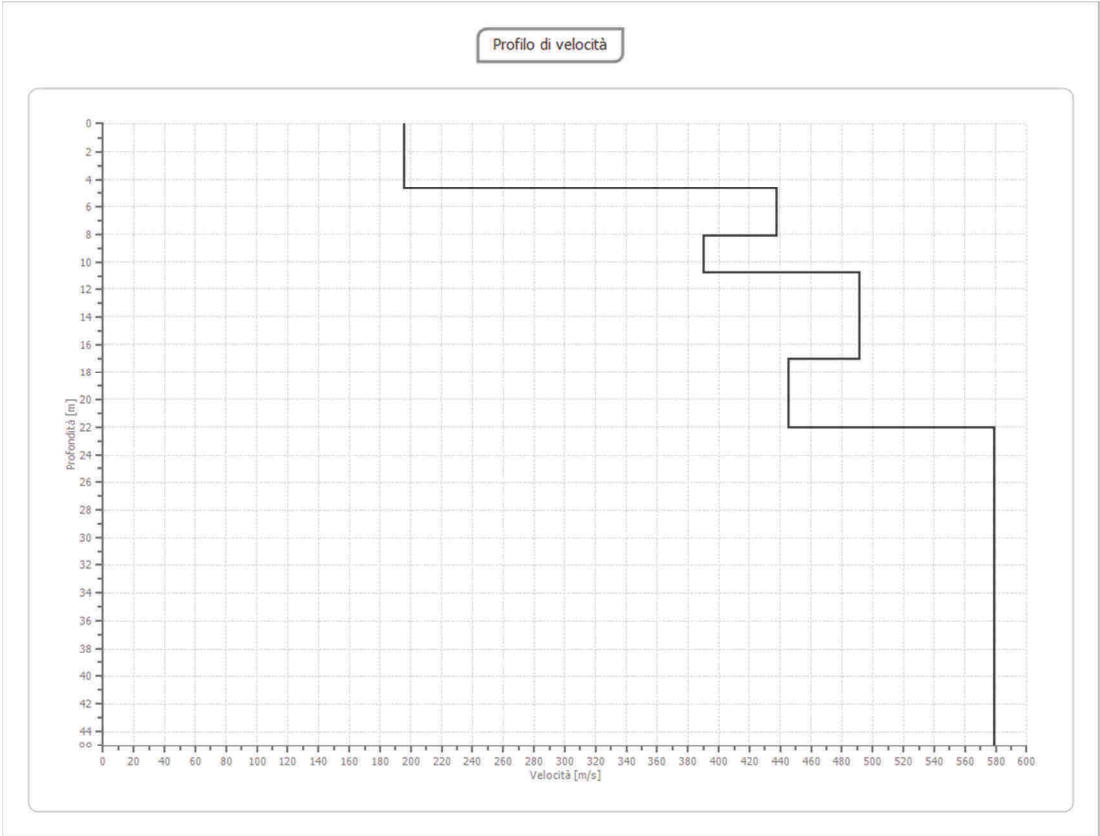
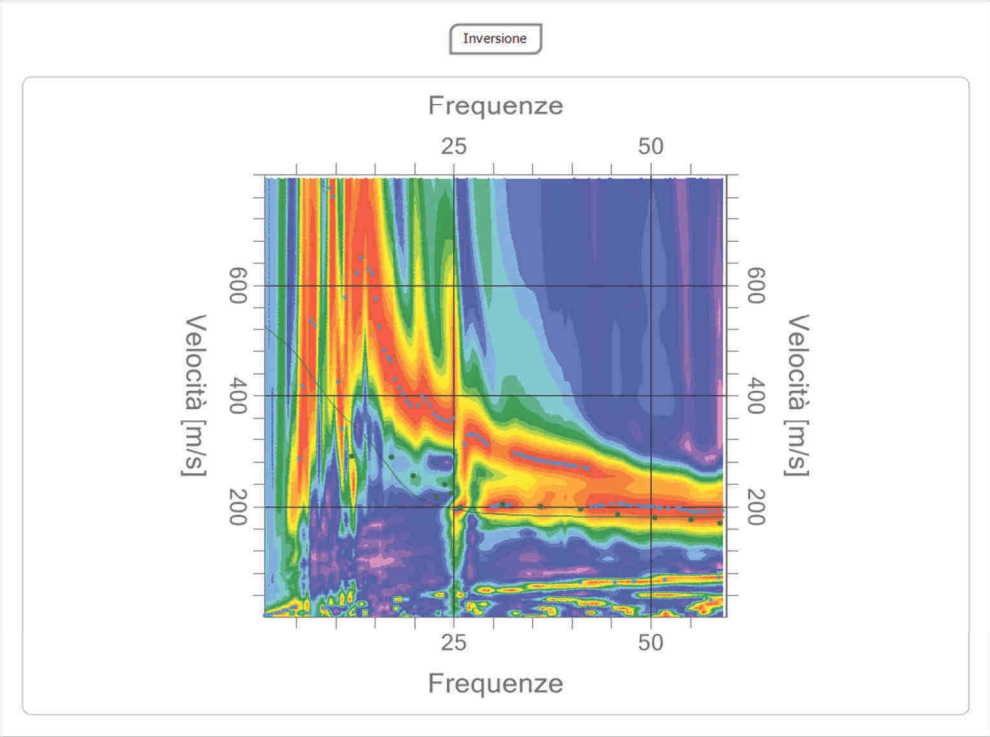
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.72	4.72	1900.0	0.3	No	365.6	195.4
2		8.17	3.44	1900.0	0.3	Si	818.0	437.3
3		10.78	2.61	1800.0	0.3	Si	729.7	390.0
4		17.05	6.27	1900.0	0.3	Si	918.7	491.0
5		22.02	4.97	1900.0	0.3	Si	833.1	445.3
6		oo	oo	1900.0	0.3	Si	1083.5	579.2

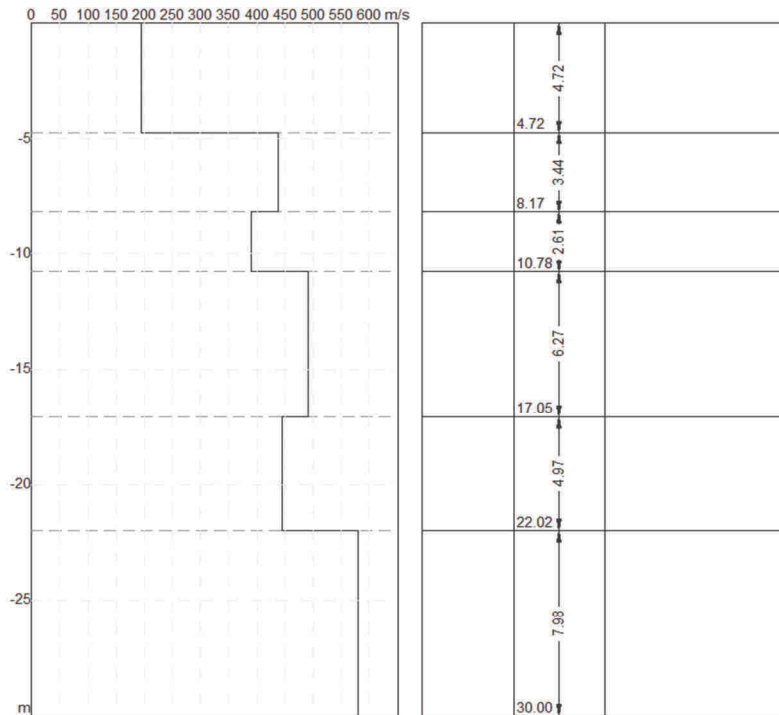
**Percentuale di errore**

**1.310 %**

**Fattore di disadattamento della soluzione**

**0.100**





## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	
<b>Vs30 [m/sec]</b>	374.41
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

## Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.72	4.72	195.42	365.61	1800.00	0.30	68.74	240.60	148.94	178.73	N/A	676.98
2	8.17	3.44	437.26	818.03	2000.00	0.30	382.38	1338.35	828.50	994.20	N/A	N/A
3	10.78	2.61	390.03	729.68	1800.00	0.30	273.82	958.38	593.28	711.94	N/A	N/A
4	17.05	6.27	491.05	918.67	2000.00	0.30	482.26	1687.90	1044.89	1253.86	N/A	N/A
5	22.02	4.97	445.29	833.06	2000.00	0.30	396.57	1387.99	859.23	1031.08	N/A	N/A
6	oo	oo	579.17	1083.52	2000.00	0.30	670.87	2348.05	1453.56	1744.27	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei,17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.

Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955

E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

RAPPORTO DI PROVA N° **15250** DEL **22/04/2017**

ID **402** VERBALE N°

Data campionamento: **20/03/2017**

Data accettazione: **20/03/2017**

Committente:

**SERVIZIO ACQUEDOTTO**

**Att. Ing. Lucertini Matteo**

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla- Fano (PU)**

Tipologia Camp.: **Istantaneo**

Desc. campione: **Terre da scavo - Sondaggio S1 da m 0,5 a 0,70**

Prelevatore: **Cliente**

Cliente: **GEO/Tec Studio di Geologia Applicata e Geotecnica Giuliani Dr. Geoll. Stefano VIA PAPA GIOVANNI XXIII ,  
14/b 60035 JESI (AN)**

Data inizio prova: **20/03/2017**

Data fine prova: **22/04/2017**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV A	D.Lgs 152/06) B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>83</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s.	<b>7,3</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s.	<b>0,3</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Nichel	mg/Kg s.s.	<b>27,7</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s.	<b>18,1</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s.	<b>38,9</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s.	<b>98,9</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s.	<b>40,4</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Idrocarburi > C12	mg/Kg s.s.	<b>506</b>	<10 mg/kg s.s.	UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura  
L.R. = Limiti di rivelabilità  
i.l.d. = Inferiore limite rivelabilità

\*\* IL PARAMETRO NON RISPETTA I LIMITI DI LEGGE IMPOSTI DALLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO.

L'analista

Per: **Ind. Manuela Gabrielli**  
Iscritta con il n° 363 al Collegio  
Provinciale di Pesaro e Urbino

Il Responsabile

**Dott.ssa Alma Gambioli**

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.



**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei, 17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.

Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955

E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

**RAPPORTO DI PROVA N° 15251 DEL 22/04/2017**

ID 403      VERBALE N°

Data campionamento: **20/03/2017**

Data accettazione: **20/03/2017**

Committente:

**SERVIZIO ACQUEDOTTO**

**Att. Ing. Lucertini Matteo**

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla- Fano (PU)**

Tipologia Camp.: **Istantaneo**

Desc. campione: **Terre da scavo - Sondaggio S1 da m 2,70 a 2,90**

Prelevatore: **Cliente**

Cliente: **GEO/Tec Studio di Geologia Applicata e Geotecnica Giuliani Dr. Geoll. Stefano VIA PAPA GIOVANNI XXIII ,  
14/b 60035 JESI (AN)**

Data inizio prova: **20/03/2017**

Data fine prova: **22/04/2017**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV D.Lgs 152/06)	
					A	B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>71</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s.	<b>3,9</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s.	<b>0,2</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Nichel	mg/Kg s.s.	<b>36</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s.	<b>7,9</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s.	<b>17,7</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s.	<b>43,2</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s.	<b>43,9</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Idrocarburi > C12	mg/Kg s.s.	<b>339</b>	<10 mg/kg s.s.	UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura

L.R. = Limiti di rivelabilità

i.l.d. = Inferiore limite rivelabilità

\*\* IL PARAMETRO NON RISPETTA I LIMITI DI LEGGE IMPOSTI DALLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO.

L'analista

Per. Ind. Manuela Gabrielli  
Iscritta con il n° 383 al Collegio  
Provinciale di Pesaro e Urbino



Il Responsabile

Dott.ssa Alma Gambioli



I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.



**ASET**  
Asociación de Servicios de Terrestres  
**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei, 17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.

Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955

E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

RAPPORTO DI PROVA N° 16580 DEL 02/10/2017

ID 1724 VERBALE N°

Data campionamento: 13/09/2017

Data accettazione: 13/09/2017

Committente:

**SERVIZIO FOGNATURE**

**Att. Ing. Lucertini Matteo**

Prov. campione: Cantiere foce Arzilla- Fano (PU)

Punto di prelievo: Sondaggio A4 0,65 m

Desc. campione: Terre da scavo

Prelevatore: Cliente

Cliente: GEO/Tec Studio di Geologia Applicata e Geotecnica Giuliani Dr. Geoll. Stefano VIA PAPA GIOVANNI XXIII ,  
14/b 60035 JESI (AN)

Data inizio prova: 13/09/2017

Data fine prova: 02/10/2017

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV D.Lgs 152/06)	
					A	B
Residuo secco a 105 °C	%	87,6		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s.	3,5	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	20	50
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,2	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	2	15
Nichel	mg/Kg s.s.	16,5	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	120	500
Piombo	mg/Kg s.s.	18,2	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	100	1000
Rame	mg/Kg s.s.	14,9	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	120	600
Zinco	mg/Kg s.s.	57,8	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	150	1500
Mercurio	mg/Kg s.s.	i.l.d.	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	1	5
Cromo Totale	mg/Kg s.s.	18,9	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	150	800
Cromo Esavalente	mg/Kg s.s.	i.l.d.	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	2	15
Idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg s.s.	i.l.d.	<5 mg/kg s.s.	UNI EN ISO 14039:2005	50	750

U.M. = Unità di misura

L.R. = Limiti di rivelabilità

i.l.d. = Inferiore limite rivelabilità

L'analista

Per. Ind. Manuela Gabrielli  
Iscritta con il n° 363 al Collegio  
Provinciale di Pesaro e Urbino.

Il Responsabile

Dott.ssa Alma Gambioli

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.





**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei, 17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.

Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955

E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

**RAPPORTO DI PROVA N° 16581 DEL 02/10/2017**

ID 1725 VERBALE N°

Data campionamento: **13/09/2017**  
Data accettazione: **13/09/2017**

Committente:  
**SERVIZIO FOGNATURE**

Att. Ing. Lucertini Matteo

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla- Fano (PU)**  
Punto di prelievo: **Sondaggio A3 0,7 mt**  
Desc. campione: **Terre da scavo**

Prelevatore: **Cliente**  
Cliente: **GEO/Tec Studio di Geologia Applicata e Geotecnica Giuliani Dr. Geoll. Stefano VIA PAPA GIOVANNI XXIII ,  
14/b 60035 JESI (AN)**

Data inizio prova: **13/09/2017**

Data fine prova: **02/10/2017**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV	D.Lgs 152/06)
					A	B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>92,5</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s.	<b>4,9</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s.	<b>0,2</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Nichel	mg/Kg s.s.	<b>15,8</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s.	<b>9,1</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s.	<b>9,3</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s.	<b>34,8</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Mercurio	mg/Kg s.s.	<b>i.i.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>1</b>	<b>5</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s.	<b>19,3</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Cromo Esavalente	mg/Kg s.s.	<b>i.i.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg s.s.	<b>i.i.d.</b>	<5 mg/kg s.s.	UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura  
L.R. = Limiti di rivelabilità  
i.i.d. = Inferiore limite rivelabilità

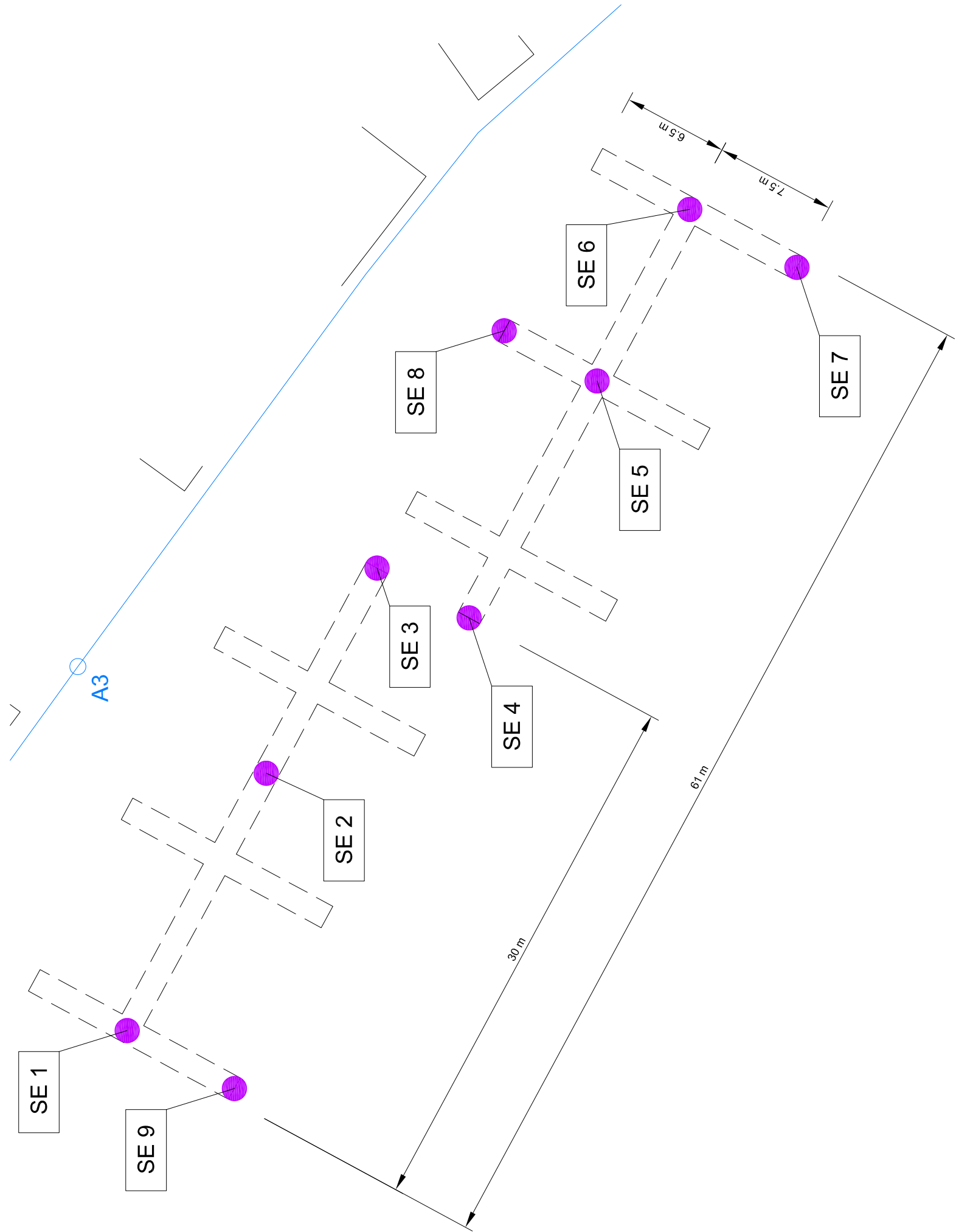
L'analista

Per. Ind. Manuela Gabrielli  
Iscritta con il n° 363 al Collegio  
Provinciale di Pesaro e Urbino

Il Responsabile

Dott.ssa Alma Gambioli

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.





**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei, 17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp. 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.

Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955

E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

**RAPPORTO DI PROVA N° 17161 DEL 01/12/2017**

**ID 2303 VERBALE N°**

Data campionamento: **22/11/2017**

Data accettazione: **22/11/2017**

Committente:

**SERVIZIO FOGNATURE**

**Att. Ing. Lucertini Matteo**

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla- Fano (PU)**

Punto di prelievo: **SE1**

Tipologia Camp.: **Campione composito da scavo esplorativo**

Desc. campione: **Terre e rocce da scavo: miscela di n.3 campioni prelevati a 0,8-2-3 metri di profondità**

Prelevatore: **Tecnico di Laboratorio Aset Spa**

Data inizio prova: **23/11/2017**

Data fine prova: **01/12/2017**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV D.Lgs 152/06)	
					A	B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>81,3</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s.	<b>3,7</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Cobalto	mg/Kg s.s.	<b>5,0</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>250</b>
Nichel	mg/Kg s.s.	<b>21,6</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s.	<b>7,4</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s.	<b>10,1</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s.	<b>34,1</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Mercurio	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>1</b>	<b>5</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s.	<b>25,8</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Cromo Esavalente	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<5 mg/kg s.s.	UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura  
L.R. = Limiti di rivelabilità  
i.l.d. = Inferiore limite rivelabilità



I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.



**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei,17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.  
Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955  
E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

**RAPPORTO DI PROVA N° 17162 DEL 01/12/2017**

**ID 2304 VERBALE N°**

Data campionamento: **24/11/2017**  
Data accettazione: **24/11/2017**

Committente:  
**SERVIZIO FOGNATURE**  
  
Att. Ing. Lucertini Matteo

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla - Fano (PU)**

Punto di prelievo: **SE2**

Tipologia Camp.: **Campione composito da scavo esplorativo**

Desc. campione: **Terre e rocce da scavo:miscela di n.3 campioni prelevati a 0,8-1,5-2 metri di profondità**

Prelevatore: **Tecnico di Laboratorio Aset Spa**

Data inizio prova: **24/11/2017**

Data fine prova: **01/12/2017**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV	D.Lgs 152/06)
					A	B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>89,7</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s.	<b>3,3</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Cobalto	mg/Kg s.s.	<b>5,0</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>250</b>
Nichel	mg/Kg s.s.	<b>21,4</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s.	<b>5,8</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s.	<b>8,6</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s.	<b>27,1</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Mercurio	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>1</b>	<b>5</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s.	<b>27,2</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Cromo Esavalente	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003	<b>2</b>	<b>15</b>
Idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<5 mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura  
L.R. = Limiti di rivelabilità  
i.l.d. = Inferiore limite rivelabilità



I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.



**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei,17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.  
Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955

E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

**RAPPORTO DI PROVA N° 17163 DEL 01/12/2017**

**ID 2305 VERBALE N°**

Data campionamento: **24/11/2017**  
Data accettazione: **24/11/2017**

Committente:  
**SERVIZIO FOGNATURE**

**Att. Ing. Lucertini Matteo**

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla – Fano (PU)**

Punto di prelievo: **SE3**

Tipologia Camp.: **Campione composito da scavo esplorativo**

Desc. campione: **Terre e rocce da scavo: miscela di n.3 campioni prelevati a 0,8-1,5-2 metri di profondità**

Prelevatore: **Tecnico di Laboratorio Aset Spa**

Data inizio prova: **24/11/2017**

Data fine prova: **01/12/2017**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV A	D.Lgs 152/06 B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>88,1</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s	<b>2,9</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Cobalto	mg/Kg s.s	<b>4,3</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>250</b>
Nichel	mg/Kg s.s	<b>18</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s	<b>5,4</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s	<b>7,2</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s	<b>21,7</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Mercurio	mg/Kg s.s	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>1</b>	<b>5</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s	<b>21,2</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Cromo Esavalente	mg/Kg s.s	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg s.s	<b>i.l.d.</b>	<5 mg/kg s.s	UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura  
L.R. = Limiti di rivelabilità  
i.l.d. = Inferiore limite rivelabilità

L'Analista

Per. Ind. **Manuela Gabrielli**  
Iscritta con n. 363 al Collegio  
Provinciale di Pesaro e Urbino



Il Responsabile

**Dott.ssa Alma Gambioli**



I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.



**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei, 17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.

Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955

E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

## RAPPORTO DI PROVA N° 17168 DEL 01/12/2017

ID 2310 VERBALE N°

Data campionamento: 23/11/2017

Data accettazione: 23/11/2017

Committente:

**SERVIZIO FOGNATURE**

**Att. Ing. Lucertini Matteo**

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla- Fano (PU)**

Punto di prelievo: **SE4**

Tipologia Camp.: **Campione composito da scavo esplorativo**

Desc. campione: **Terre e rocce da scavo: miscela di n.3 campioni prelevati a 1- 1,5-2 metri di profondità**

Prelevatore: **Tecnico di Laboratorio Aset Spa**

Data inizio prova: 23/11/2017

Data fine prova: 01/12/2017

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV D.Lgs 152/06)	
					A	B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>80,4</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s.	<b>3,8</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Cobalto	mg/Kg s.s.	<b>4,2</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>250</b>
Nichel	mg/Kg s.s.	<b>22,3</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s.	<b>5,7</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s.	<b>7,8</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s.	<b>26,5</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Mercurio	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>1</b>	<b>5</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s.	<b>23,7</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Cromo Esavalente	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<5 mg/kg s.s.	UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura

L.R. = Limiti di rivelabilità

i.l.d. = Inferiore limite rivelabilità

L'analista  
Per. Ind. Manuela Gabrielli  
Iscritta con il n° 363 al Collegio  
Provinciale di Pesaro e Urbino

Il Responsabile  
Dott.ssa Alma Gambioli

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.



**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei, 17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.  
Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955

E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

**RAPPORTO DI PROVA N° 17169 DEL 01/12/2017**

ID 2311 VERBALE N°

Data campionamento: **23/11/2017**  
Data accettazione: **23/11/2017**

Committente:  
**SERVIZIO FOGNATURE**

Att. Ing. Lucertini Matteo

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla- Fano (PU)**  
Punto di prelievo: **SE5**  
Tipologia Camp.: **Campione composito da scavo esplorativo**  
Desc. campione: **Terre e rocce da scavo: miscela di n.3 campioni prelevati a 1- 1,5-2 metri di profondità**

Prelevatore: **Tecnico di Laboratorio Aset Spa**

Data inizio prova: **23/11/2017**

Data fine prova: **01/12/2017**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV D.Lgs 152/06)	
					A	B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>81,7</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s.	<b>3,5</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s.	<b>i.i.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Cobalto	mg/Kg s.s.	<b>3,5</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>250</b>
Nichel	mg/Kg s.s.	<b>14,9</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s.	<b>5,2</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s.	<b>7,3</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s.	<b>20,1</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Mercurio	mg/Kg s.s.	<b>i.i.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>1</b>	<b>5</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s.	<b>16,2</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Cromo Esavalente	mg/Kg s.s.	<b>i.i.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg s.s.	<b>i.i.d.</b>	<5 mg/kg s.s.	UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura  
L.R. = Limiti di rivelabilità  
i.i.d. = Inferiore limite rivelabilità

L'analista  
Per Ind. Manuela Gabrielli  
Iscritta con il n° 362 al Collegio  
Provinciale di Pesaro e Urbino

Il Responsabile  
Dott.ssa Alma Gambioli

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.



**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei, 17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.

Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955

E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

**RAPPORTO DI PROVA N° 17170 DEL 01/12/2017**

ID 2312 VERBALE N°

Data campionamento: **23/11/2017**

Data accettazione: **23/11/2017**

Committente:

**SERVIZIO FOGNATURE**

**Att. Ing. Lucertini Matteo**

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla- Fano (PU)**

Punto di prelievo: **SE6**

Tipologia Camp.: **Campione composito da scavo esplorativo**

Desc. campione: **Terre e rocce da scavo: miscela di n.3 campioni prelevati a 1- 1,5-2 metri di profondità**

Prelevatore: **Tecnico di Laboratorio Aset Spa**

Data inizio prova: **23/11/2017**

Data fine prova: **01/12/2017**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV D.Lgs 152/06)	
					A	B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>79</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s.	<b>4,6</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Cobalto	mg/Kg s.s.	<b>7,1</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>250</b>
Nichel	mg/Kg s.s.	<b>22,5</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s.	<b>6,7</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s.	<b>8,8</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s.	<b>25,9</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Mercurio	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>1</b>	<b>5</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s.	<b>27,8</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Cromo Esavalente	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<5 mg/kg s.s.	UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura

L.R. = Limiti di rivelabilità

i.l.d. = Inferiore limite rivelabilità



I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.





**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei, 17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.

Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955

E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

**RAPPORTO DI PROVA N° 17171 DEL 01/12/2017**

ID 2313 VERBALE N°

Data campionamento: **23/11/2017**  
Data accettazione: **23/11/2017**

Committente:  
**SERVIZIO FOGNATURE**

**Att. Ing. Lucertini Matteo**

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla- Fano (PU)**  
Punto di prelievo: **SE7**  
Tipologia Camp.: **Campione composito da scavo esplorativo**  
Desc. campione: **Terre e rocce da scavo: miscela di n.3 campioni prelevati a 0,8-1,5-2 metri di profondità**

Prelevatore: **Tecnico di Laboratorio Aset Spa**

Data inizio prova: **23/11/2017**

Data fine prova: **01/12/2017**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV D.Lgs 152/06)	
					A	B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>82,3</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s	<b>3,9</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Cobalto	mg/Kg s.s	<b>5,1</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>250</b>
Nichel	mg/Kg s.s	<b>21,2</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s	<b>7,3</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s	<b>8,8</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s	<b>25,8</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Mercurio	mg/Kg s.s	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>1</b>	<b>5</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s	<b>23,0</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Cromo Esavalente	mg/Kg s.s	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg s.s	<b>8</b>	<5 mg/kg s.s	UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura  
L.R. = Limiti di rivelabilità  
i.l.d. = Inferiore limite rivelabilità



I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.



**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei,17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.  
  
Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955  
  
E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

**RAPPORTO DI PROVA N° 17174 DEL 01/12/2017**

ID 2316 VERBALE N°

Data campionamento: **24/11/2017**  
Data accettazione: **24/11/2017**

Committente:  
**SERVIZIO FOGNATURE**

Att. Ing. Lucertini Matteo

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla- Fano (PU)**  
Punto di prelievo: **SE8**  
Tipologia Camp.: **Campione composito da scavo esplorativo**  
Desc. campione: **Terre e rocce da scavo:miscela di n.3 campioni prelevati a 0,8-1,5-2 metri di profondità**

Prelevatore: **Tecnico di Laboratorio Aset Spa**

Data inizio prova: **24/11/2017**

Data fine prova: **01/12/2017**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV D.Lgs 152/06)	
					A	B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>81,0</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s	<b>3,8</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Cobalto	mg/Kg s.s	<b>5,1</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>250</b>
Nichel	mg/Kg s.s	<b>20,5</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s	<b>10,2</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s	<b>11,6</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s	<b>32,5</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Mercurio	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>1</b>	<b>5</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s	<b>25,1</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Cromo Esavalente	mg/Kg s.s	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg s.s	<b>i.l.d.</b>	<5 mg/kg s.s.	UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura  
L.R. = Limiti di rivelabilità  
i.l.d. = Inferiore limite rivelabilità

L'analista  
Per. Ind. Manuela Gabrielli  
Iscritta con il n° 893 al Collegio  
Provinciale di Pesaro e Urbino

Il Responsabile  
Dott.ssa Alma Gambioli

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.



**LABORATORIO ANALISI  
AMBIENTALI**

ASET S.p.A.  
Sede legale:  
Via Enrico Mattei,17 - 61032 Fano (PU)  
P.IVA/Reg.Imp 01474680418  
R.E.A. 144561 Cap.soc. € 10.493.910 i.v.  
Sito internet: [www.asetservizi.it](http://www.asetservizi.it)

Laboratorio ASET S.p.A.  
Sede laboratorio:  
Via Enrico Mattei, 26/d - 61032 Fano (PU)  
Telefono: 0721/83391 Fax : 0721/833955  
E-mail: [laboratorio@asetservizi.it](mailto:laboratorio@asetservizi.it)

**RAPPORTO DI PROVA N° 17183 DEL 01/12/2017**

**ID 2325 VERBALE N°**

Data campionamento: **24/11/2017**  
Data accettazione: **24/11/2017**

Committente:  
**SERVIZIO FOGNATURE**

**Att. Ing. Lucertini Matteo**

Prov. campione: **Cantiere foce Arzilla- Fano (PU)**

Punto di prelievo: **SE9**

Tipologia Camp.: **Campione composito da scavo esplorativo**

Desc. campione: **Terre e rocce da scavo:miscela di n.3 campioni prelevati a 0,8-1,6-2,4 metri di profondità**

Prelevatore: **Tecnico di Laboratorio Aset Spa**

Data inizio prova: **24/11/2017**

Data fine prova: **01/12/2017**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATO	L.R.	METODI	(All. 5 parte IV A	D.Lgs 152/06) B
Residuo secco a 105 °C	%	<b>82,3</b>		CNR IRSA Quaderni 64 1985		
Arsenico	mg/Kg s.s.	<b>3,7</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>50</b>
Cadmio	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Cobalto	mg/Kg s.s.	<b>4,8</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>20</b>	<b>250</b>
Nichel	mg/Kg s.s.	<b>21,1</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>500</b>
Piombo	mg/Kg s.s.	<b>6,8</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>100</b>	<b>1000</b>
Rame	mg/Kg s.s.	<b>8,6</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>120</b>	<b>600</b>
Zinco	mg/Kg s.s.	<b>26,5</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>1500</b>
Mercurio	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>1</b>	<b>5</b>
Cromo Totale	mg/Kg s.s.	<b>26,4</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>150</b>	<b>800</b>
Cromo Esavalente	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<0.1 mg/kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + EPA 6020A 2007	<b>2</b>	<b>15</b>
Idrocarburi (C10-C40)	mg/Kg s.s.	<b>i.l.d.</b>	<5 mg/kg s.s.	UNI EN ISO 14039:2005	<b>50</b>	<b>750</b>

U.M. = Unità di misura  
L.R. = Limiti di rivelabilità  
i.l.d. = Inferiore limite rivelabilità



I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.

## CALCOLO PORTANZA E CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Rif. ASET spa – Fano (PU) - Vasca Scolmatore – Viale Romagna

### NORMATIVE DI RIFERIMENTO

#### Norme tecniche per le Costruzioni 2008

*Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e circolare.*

#### Eurocodice 7

*Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.*

#### Eurocodice 8

*Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.*

### DATI GENERALI

Normativa	NTC 2008
Larghezza fondazione	22.0 m
Lunghezza fondazione	63.0 m (Platea)
Profondità piano di posa	4.8 m
Altezza di incastro	4.8 m
Profondità falda dal p.c. (max.)	0.1 m

### SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.29
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	1.5
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.251
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.0812
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.4816

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	75.0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45.0	0.56	2.55	0.28
S.L.D.	75.0	0.75	2.48	0.28
S.L.V.	712.0	2.05	2.49	0.3
S.L.C.	1462.0	2.67	2.5	0.31

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L.	amax	beta	kh	kv
------	------	------	----	----

Stato limite	[m/s <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[sec]
S.L.O.	0.84	0.2	0.0171	0.0086
S.L.D.	1.125	0.2	0.0229	0.0115
S.L.V.	2.8447	0.28	0.0812	0.0406
S.L.C.	3.4485	0.28	0.0985	0.0492

### STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [Kg/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [Kg/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Poisson	Descrizione
0.8	1700.0	1800.0	16.07			24.78	30.08	0.35	TERRENO VEGETALE
2.0	1800.0	1900.0	20.0			23.96	28.86	0.35	SABBIE LIMOSE
1.0	1800.0	1900.0	25.19			43.13	55.37	0.34	SABBIE LIMOSE
3.4	1900.0	2000.0	30.0			232.7	271.96	0.32	GHIAIE SABBIOSE
1.8	1800.0	1900.0	27.86			66.89	88.21	0.33	SABBIE LIMOSE
1.8	2100.0	2200.0			0.80	70.0	55.0	0.45	ARGILLE LIMOSE
4.5	2000.0	2100.0	34.0			310.0	400.0	0.26	GHIAIE E SABBIE
6.5	2100.0	2200.0			0.75	70.0	55.0	0.45	ARGILLE LIMOSE
4.5	2000.0	2100.0	34.0			310.0	400.0	0.26	GHIAIE CON SABBIE

### Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto [Kg/cm <sup>2</sup> ]	N [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R1	0.65						Progetto
2	A2+M2+R2	0.65						Progetto
3	Sisma	0.65						Progetto
4	S.L.E.	0.65						Servizio
5	S.L.D.	0.65						Servizio

### Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	1
2	No	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
3	Si	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
4	No	1	1	1	1	1	1	1
5	No	1	1	1	1	1	1	1

### CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: MEYERHOF (1963)

Carico limite [Qult] 1.94 Kg/cm<sup>2</sup>

**Resistenza di progetto [Rd] 1.08 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Tensione [Ed] 0.65 Kg/cm<sup>2</sup>**

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 2.98

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

### COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 0.77 Kg/cm<sup>3</sup>

**A1+M1+R1**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	5.31
Fattore [Nc]	13.19
Fattore [Ng]	2.11
Fattore forma [Sc]	1.14
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.11
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	4.85 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	4.85 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed&lt;=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	6.11
Fattore [Nc]	15.62
Fattore [Ng]	3.92
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	7.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	7.5 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed&lt;=Rd] Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	5.31
Fattore [Nc]	13.19
Fattore [Ng]	2.04
Fattore forma [Sc]	1.13
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.07
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0

Fattore forma [Sg]	1.07
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	5.17 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	5.17 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	5.31
Fattore [Nc]	13.19
Fattore [Ng]	4.13
Fattore forma [Sc]	1.14
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.11
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	6.96 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	6.96 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	5.31
Fattore [Nc]	13.19
Fattore [Ng]	2.82
Fattore forma [Sc]	1.13
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.11
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.9

Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	5.7 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	5.7 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

### A2+M2+R2

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.82
Fattore [Nc]	10.76
Fattore [Ng]	1.1
Fattore forma [Sc]	1.12
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.09
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	3.01 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1.67 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.29
Fattore [Nc]	12.6
Fattore [Ng]	2.43
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	4.88 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2.71 Kg/cm <sup>2</sup>



Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	
Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)	
=====	
Fattore [Nq]	3.82
Fattore [Nc]	10.76
Fattore [Ng]	1.05
Fattore forma [Sc]	1.12
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.06
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.06
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	3.15 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1.75 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	
Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)	
=====	
Fattore [Nq]	3.82
Fattore [Nc]	10.76
Fattore [Ng]	2.52
Fattore forma [Sc]	1.12
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.09
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	4.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2.5 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	
Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)	
=====	

Fattore [Nq]	3.82
Fattore [Nc]	10.76
Fattore [Ng]	1.47
Fattore forma [Sc]	1.12
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.09
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.9
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	3.45 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1.92 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

#### Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.82
Fattore [Nc]	10.76
Fattore [Ng]	1.1
Fattore forma [Sc]	1.12
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.09
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.11
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	1.97 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1.09 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	4.29
Fattore [Nc]	12.6
Fattore [Ng]	2.43
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.11
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	2.22 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1.24 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	3.82
Fattore [Nc]	10.76
Fattore [Ng]	1.05
Fattore forma [Sc]	1.12
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.06
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.06
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.11
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	1.94 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1.08 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	3.82
Fattore [Nc]	10.76
Fattore [Ng]	2.52
Fattore forma [Sc]	1.12
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.09
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.86
Fattore profondità [Dg]	1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.11
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	2.13 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1.18 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.82
Fattore [Nc]	10.76
Fattore [Ng]	1.47
Fattore forma [Sc]	1.12
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.09
Fattore profondità [Dq]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.9
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.11
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	2.01 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1.12 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

### CEDIMENTI PER OGNI STRATO

\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Pressione normale di progetto	0.65 Kg/cm <sup>2</sup>
Cedimento dopo T anni	10.0
<b>Cedimento totale</b>	<b>3.386 cm (Centro fondazione)</b>
<b>Cedimento totale</b>	<b>1.82 – 1.88 cm (Lati medi fondazione)</b>
<b>Cedimento totale</b>	<b>1.008 cm (Spigolo fondazione)</b>

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
--------	----------	-----------------------------------	-----------------------------	--------	------------	------------	------------

4	6	0.563	0.207	Edometrico	0.1826	--	0.1826
5	8.1	0.764	0.205	Edometrico	0.4180	--	0.418
6	9.9	0.953	0.200	Edometrico	0.6544	--	0.6544
7	13.05	1.308	0.185	Edometrico	0.2081	--	0.2081
8	18.55	1.946	0.151	Edometrico	1.7866	--	1.7866
9	24.05	2.583	0.121	Edometrico	0.1359	--	0.1359

### CEDIMENTI PER OGNI STRATO

**\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	0.65 Kg/cm <sup>2</sup>
Cedimento dopo T anni	10.0
<b>Cedimento totale</b>	<b>1.05 cm (centro fondazione)</b>

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
4	6			Schmertmann	0.02	0.01	0.02
5	8.1			Schmertmann	0.06	0.03	0.09
6	9.9			Schmertmann	0.08	0.03	0.11
7	13.05			Schmertmann	0.06	0.03	0.09
8	18.55			Schmertmann	0.47	0.19	0.66
9	24.05			Schmertmann	0.06	0.02	0.08

### CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	0.65 Kg/cm <sup>2</sup>
Spessore strato	15.0 m
Profondità substrato roccioso	30.0 m
Modulo Elastico	172.742 Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	0.36

Coefficiente di influenza I1	0.1
Coefficiente di influenza I2	0.11
Coefficiente di influenza Is	0.15

**Cedimento al centro della fondazione 4.62 mm**

Coefficiente di influenza I1	0.03
Coefficiente di influenza I2	0.08
Coefficiente di influenza Is	0.07

**Cedimento al bordo 1.02 mm**

### CEDIMENTI BURLAND E BURBIDGE

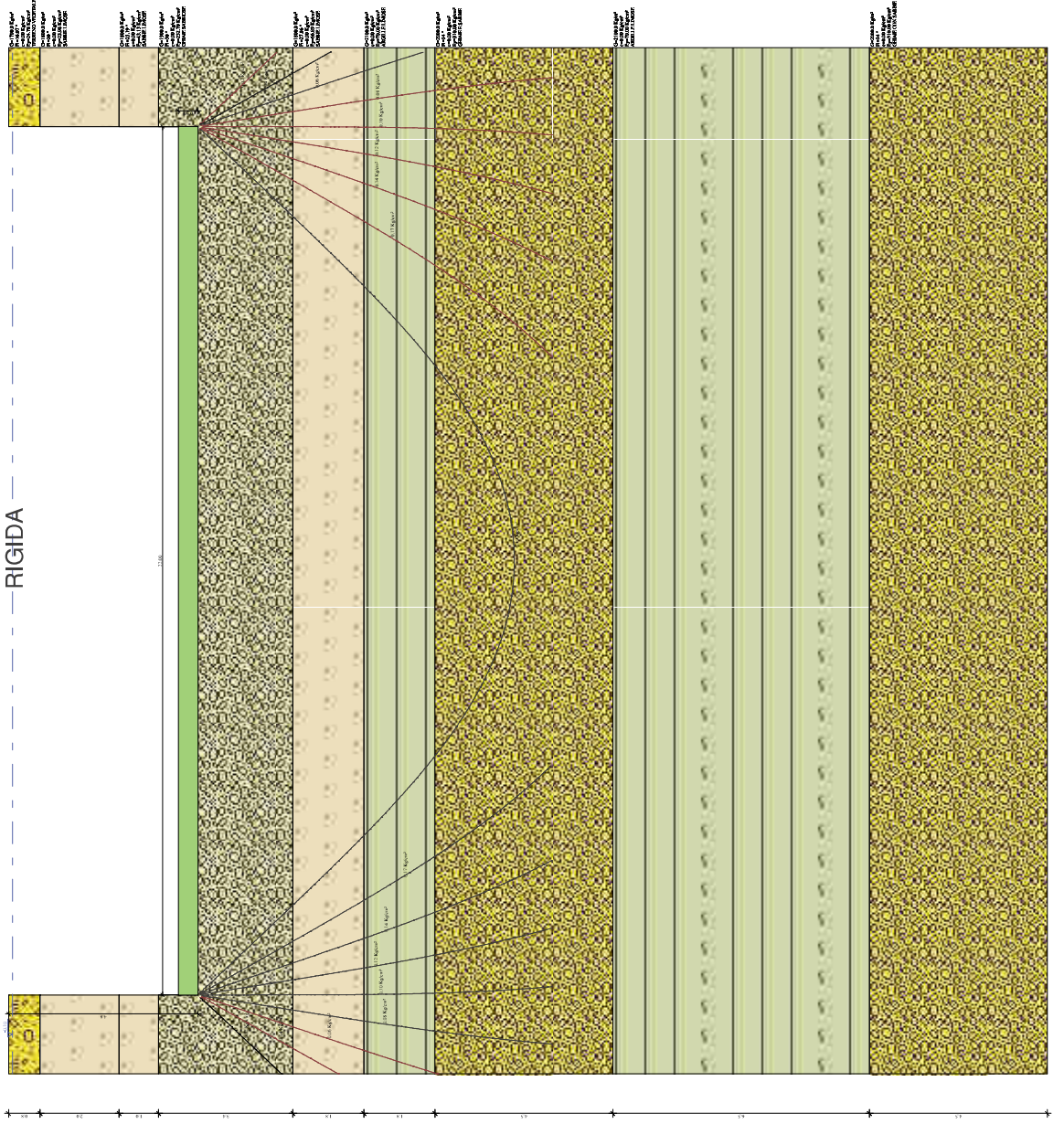
Pressione normale di progetto	0.65 Kg/cm <sup>2</sup>
Tempo	10.0
Profondità significativa Zi (m)	9.975
Media dei valori di Nspt all'interno di Zi	18.25
Fattore di forma fs	1.322
Fattore strato compressibile fh	1
Fattore tempo ft	1.405
Indice di compressibilità	0.029
<b>Cedimento</b>	<b>16.441 mm</b>

**VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss**

Svo: Pressione totale di confinamento; S'vo: Pressione efficace di confinamento; T: Tensione tangenziale ciclica; R: Resistenza terreno alla liquefazione; Fs: Coefficiente di sicurezza

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Nspt'	Svo (Kg/cm <sup>2</sup> )	S'vo (Kg/cm <sup>2</sup> )	T	R	Fs	Condizione :
4	7.20	24.00	29.502	1.393	0.683	0.343	1.867	5.44	Livello non liquefacibile
5	9.00	5.00	5.502	1.735	0.845	0.335	0.098	0.29	Livello liquefacibile
7	15.30	50.00	37.679	3.076	1.556	0.287	9.348	32.56	Livello non liquefacibile
9	26.30	50.00	24.073	5.451	2.831	0.220	0.599	2.73	Livello non liquefacibile

SCHEMA GEOTECNICO  
 FONDAZIONE A PLATEA  
 RIGIDA



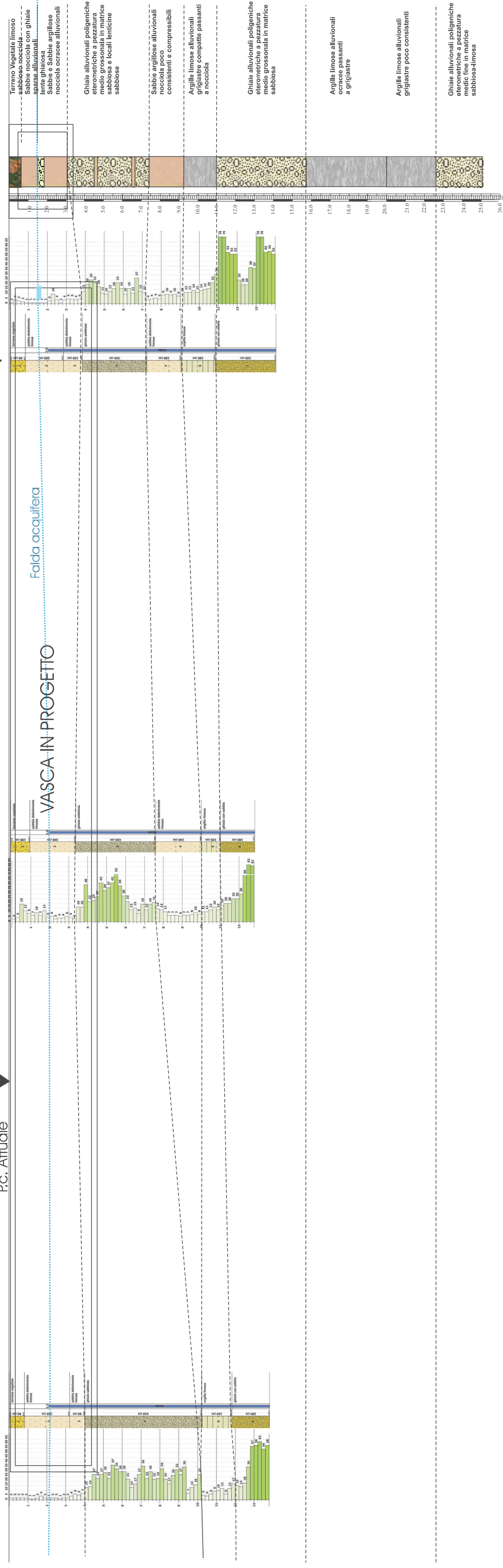
Dpsh2

P.c. Attuale

Dpsh4

Dpsh1

S1



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E GEOTECNICA  
 Giuliani Dr. Geol. Stefano  
 Viale Papa Giovanni XXIII N. 14/b - 60035 JESI (An)  
 tel. - fax. (0731) 201555 - Email: geology@ilbero.it

## SEZIONE GEOLOGICA A - A' 1:200