

Comune di Riccione

Provincia di Rimini



SETTORE URBANISTICA - EDILIZIA PRIVATA - AMBIENTE

PIANO PARTICOLAREGGIATO DELL'ARENILE -IV° VARIANTE 2015-

ELABORATO N°20 BIS

1^ INTEGRAZIONE ALLO STUDIO GEOLOGICO

Maggio 2015

ADOZIONE:

Delibera di G.C. n. 274 del 01/08/2013

APPROVAZIONE:

Delibera di G.C. n. del

Il Sindaco:

Renata Tosi

L'Assessore Urbanistica:

Roberto Cesarini

Il Segretario Generale:

Giuseppina Massara

Il Dirigente:

Daniele Salvatori

COORDINATORE E PROGETTISTA:

Arch. Mirna Bertuccini

COLLABORATORI:

Arch. Annalisa Schiano

Segr. Amm. Loredana Raffaelli

SUPPORTO INFORMATICO:

Ing. Giorgio Ovani

Comune di Riccione

Provincia di Rimini

II° Variante al Piano Particolarregiato dell'Arenile

Integrazione Studio geologico

Riccione, luglio 2010

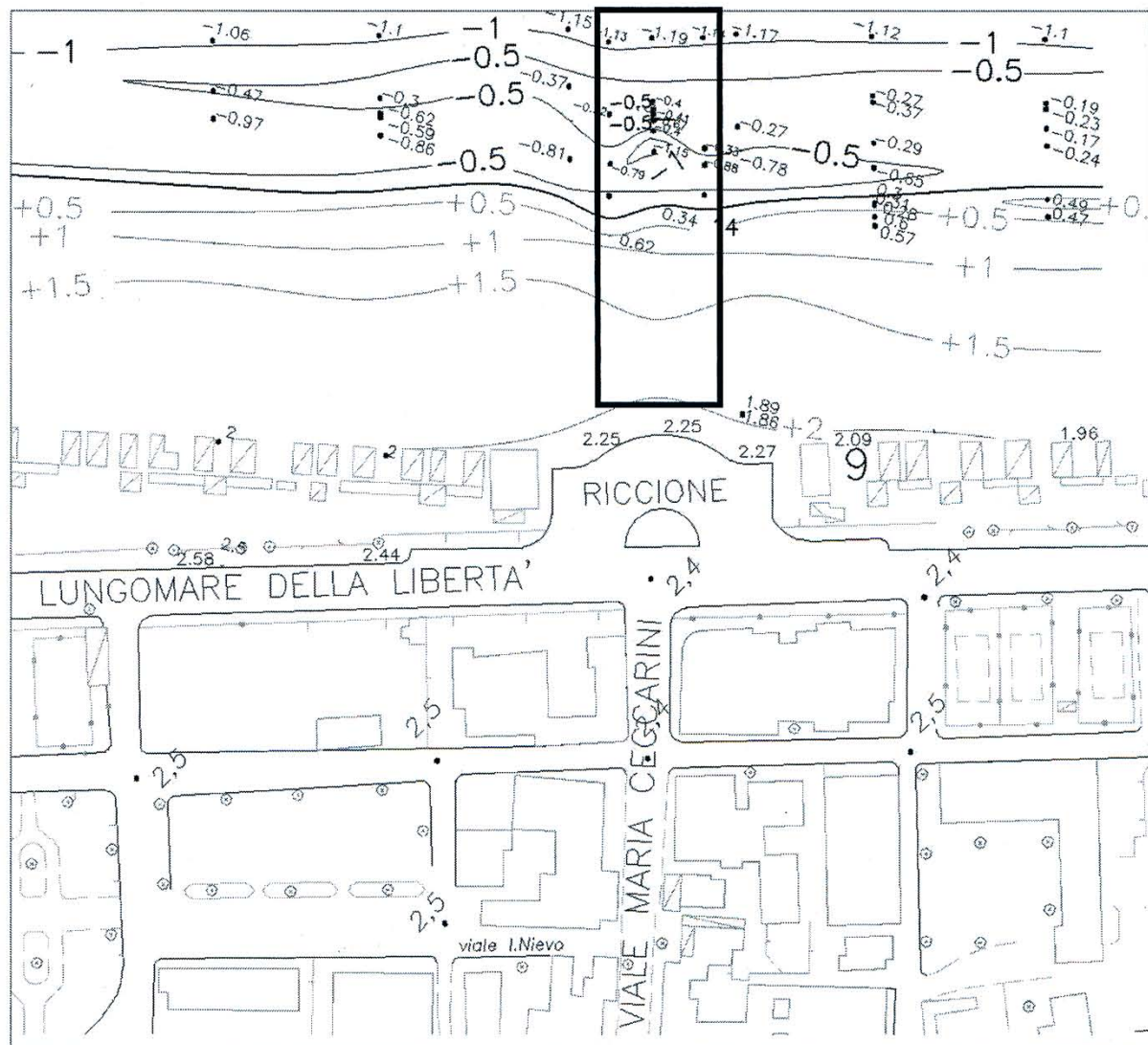
Dott. Geol. Giancarlo Faina



PREMESSA

Per incarico del Comune di Riccione è stata effettuata una integrazione alla relazione geologica del Piano Particolareggiato dell'Arenile (II° variante 2009) **per l'inserimento di un pontile a mare** nei pressi del Piazzale Roma nel Comune di Riccione.

PLANIMETRIA SCALA 1:1000



Area di studio

Lo scopo di questa relazione è di verificare (esclusivamente per il pontile):

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA
STRATIGRAFIA e IDROGRAFIA
VALUTAZIONE PERICOLISITA' SISMICA DI BASE
VALUTAZIONE ACCELERAZIONE SISMICA
CALCOLO VS₃₀ e ASSEGNAZIONE CATEGORIA (D.M. 14/01/08)
VERIFICA DELLA LIQUEFAZIONE
VERIFICA CON CARTOGRAFIA P.A.I

Sono stati eseguiti: un sondaggio con penetrometro statico (allegati n.2) e una misura con cono sismico (allegato n.3) per la misura diretta delle onde di compressione V_p e di taglio V_s per la valutazione delle V_{s30} .
Le coordinate del sito, secondo il sistema di riferimento utilizzato dall'INGV per la mappatura della pericolosità sismica sono:

- LAT: 44.0037 Nord
- LONG: 12.6622 Est

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

L'area in studio è rappresentata nella Carta Geologica d'Italia 1:50000 (nel foglio 256 denominato Rimini) come Subsintema di Ravenna-unità di Modena- appartenente alla successione Neogenica Quaternaria del margine Appenninico-Padano, costituita da sabbie prevalentemente fini e medie, con abbondanti bioclasti di molluschi, in strati da sottili a medi, generalmente amalgamati, localmente alternati a limi sabbiosi. Depositi di cordone litorale. Formano un corpo a geometria nastriforme con spessore da 4 a 12 metri che aumenta verso mare, organizzato in una sequenza negativa. Localmente include depositi grossolani di barra di foce e spiaggia ghiaiosa.

L'area in oggetto è situata sulla spiaggia nel centro di Riccione a circa 500 metri a levante del porto di Riccione.

A monte della ferrovia, si trova la vecchia paleofalesia che delimita a monte le argille dei terrazzi di origine alluvionale dai depositi sabbiosi marini dove si trova l'area in oggetto.

Morfologicamente la zona in studio risulta pianeggiante essendo direttamente sulla spiaggia.

STRATIGRAFIA E IDROGRAFIA

Dall'elaborazione dei dati ottenuti dal sondaggio penetrometrico statico eseguito si può ritenere la seguente stratigrafia:

SONDAGGIO STATICO N.1:

- dal p.c. a circa mt.-7.60:

SABBIE STRATIFICATE

- da circa mt. -7.60 a circa mt.-11.20:

ARGILLE SABBIOSE;

- da circa mt. -11.20 a circa mt.-25.00:

ARGILLE COMPATTE;

La falda freatica è stata rilevata ad una profondità di -1.20 metri dal piano campagna. Durante le tempeste tale area potrebbe essere raggiunta dal moto ondoso.

PERICOLOSITA' DI BASE SISMICA

Con lo studio della pericolosità sismica si intende valutare il comportamento del volume di terreno sul quale è costruito l'edificio in caso di arrivo di onde sismiche significativamente energetiche (diverse dal rumore sismico). Questa valutazione consente di poter costruire gli edifici secondo determinati criteri che rendano la struttura immune dai cosiddetti "effetti di sito", quegli effetti che tendono ad amplificare o l'energia stessa delle onde o la gravità dei danni dovuti al loro passaggio. Si tratterà quindi di valutare principalmente:

- L'accelerazione sismica delle onde secondo la classificazione fornita dall'INGV;
- V_{s30} assegnando il terreno ad una categoria in funzione del risultato ottenuto;
- Il problema della liquefazione nel caso siano presenti sabbie.

Accelerazione sismica

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia fornisce una mappatura di grande dettaglio di tutta Italia in cui viene fornita l'accelerazione delle onde sismiche (in intervalli) in funzione del tipo di terreno di terreno presente.

Consultando la mappa, si nota che la zona in esame ha accelerazione delle onde sismiche compresa tra 0.175 e 0.200. Più nel dettaglio, conoscendo le coordinate del sito (si veda pagina 1) è possibile consultare i dati di dettaglio e ricavare che il punto più vicino al sito di riferimento ha caratteristiche:

Latitudine	Longitudine	Accelerazione	16 perc	84 perc
44.0037	12.6622	0.1838	0.1655	0.2170

Dove per "Accelerazione" si intende il valore standard al 50° percentile mentre il 16° e l'84° percentile rappresentano l'incertezza sulla misura.

Calcolo V_{s30} e assegnazione categoria

Il 20 Marzo 2003 è stata prolungata l'ordinanza n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" che fissa le regole per l'identificazione dei Comuni sismici e definisce le norme tecniche costruttive per la progettazioni di edifici e per le opere di fondazione.

Le norme del D.M. 14/09/2005, entrate in vigore il 23 Ottobre 2005, includono tra le referenze tecniche essenziali anche l'ordinanza n. 3274/2003 e s.m.i.

La nuova è stata recepita dal Testo Unico sulle Costruzioni.

Il Comune di Riccione ricade nella zona di II grado che corrisponde alla S=9 del D.M. 16 Gennaio 1996.

L'ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 contempla, per la definizione dell'azione sismica di progetto, cinque categorie principali di terreno di fondazione, individuate dai valori della velocità media (V_{s30}) delle onde di taglio dei

primi 30 metri di sottosuolo o della resistenza penetrometrica N_{spt} o della coesione non drenata C_u . La classificazione viene quindi effettuata principalmente sulla base del valore V_{s30} valutato dalla seguente espressione:

$$V_{s30} = 30 / \sum (h_i / V_i)$$

Con h_i e V_i rispettivamente spessore e velocità dello strato i -esimo degli N strati dei primi 30 metri di sottosuolo.

Le categorie definite sono:

A – Formazioni litoidi e suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da Valori V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 metri.

B – Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenze penetrometrica $N_{spt} > 50$ o coesione non drenata $C_u > 250$ kPa).

C – Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argilla di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s a 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < C_u < 250$ kPa).

D – Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a medio consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt} < 15$, $C_u < 70$ kPa).

E – Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C e D e spessori compresi tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con valori di $V_{s30} > 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richieste studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1 – Depositi costituiti da, o che includono, uno strato almeno di 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI < 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < 20$ kPa).

S2 – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o di qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Per il calcolo delle V_{s30} è stato eseguito nella sede del sondaggio penetrometrico statico un cono sismico i cui risultati sono riportati in allegato 9.

Anche se le misurazioni con il cono sismico sono arrivate fino a 25 metri di profondità si ritiene che le argille presenti da 25 a 30 metri abbiano una velocità sismica superiore a quella media calcolata e pertanto risulta sicuramente prudentiale adottare le V_{s30} calcolate fino a 25 metri.

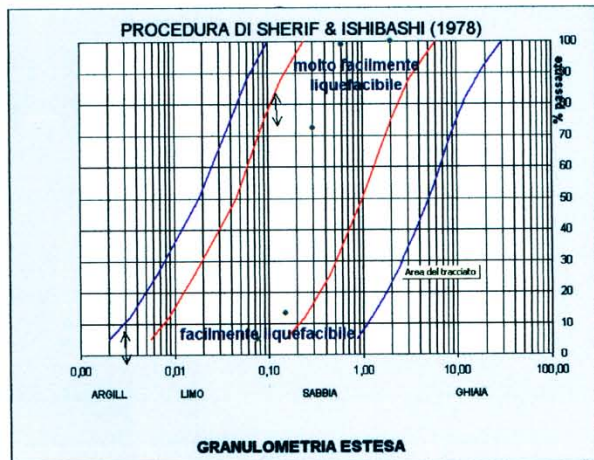
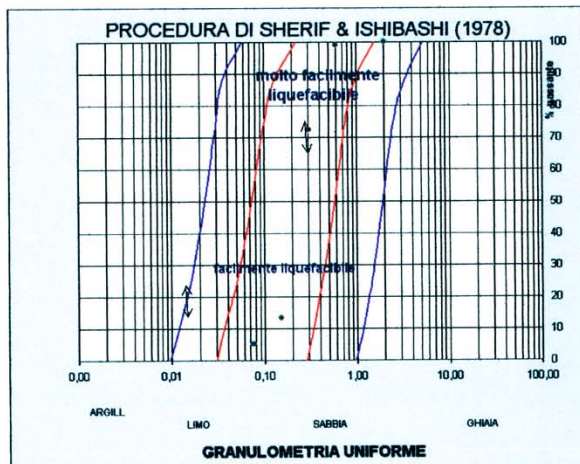
Essendo le V_{s30} stimate a 216 m/sec il terreno può essere classificato come appartenente alla categoria C.

ANALISI LIQUEFAZIONE

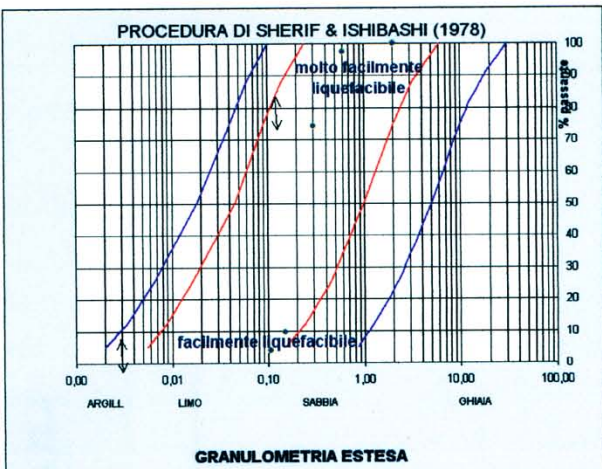
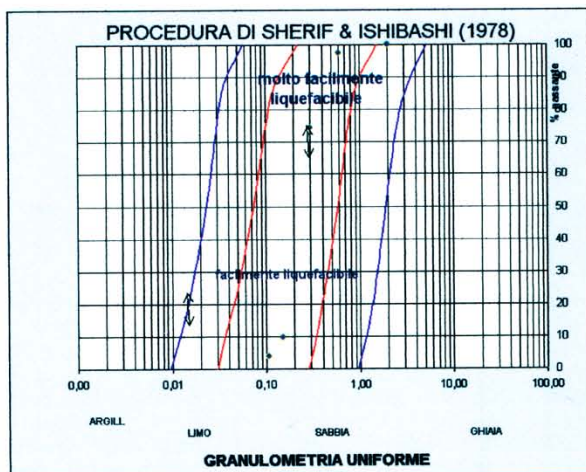
Per valutare il rischio liquefazione è stato seguito un sondaggio penetrometrico statico (allegato n.2) con prelievo di campioni disturbati alla profondità di 1,80-2,00 metri e 3,80-4,00 metri sui quali sono state fatte analisi granulometriche (allegato n.5 e n.6). E' stata inoltre eseguita una prova con cono sismico per misurare le velocità V_p e V_s e ricavare i moduli elastici (allegato n.4).

Le granulometrie dei campioni di sabbia prelevati a 2 e 4 metri di profondità presentano fusi granulometrici ricadenti in quelli liquefacibili.

CAMPIONE 1 (profondità 2.00 metri)



CAMPIONE 2 (profondità 4.00 metri)



Visto che le sabbie rientrano nei fusi con possibile liquefazione si è proceduto all'analisi della liquefazione con il calcolo del coefficiente di sicurezza F_s secondo il D.M. 14/01/08:

$$F_s = \frac{CRR}{CSR} MSF$$

dove:

CRR=resistenza normalizzata;

CSR=tensione indotta dal terremoto

MSF=fattore di scala funzione della magnitudo dei terremoti attesi.

I valori di resistenza e di tensione indotta vanno corretti e per far questo si possono utilizzare le seguenti relazioni (ottime per prove sismiche)

$$CRR = 0,03 \cdot \left(\frac{V_{s1}}{100} \right)^2 + \frac{0,9}{(V_{s1C} - V_{s1})} - \frac{0,9}{V_{s1C}}$$
$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

I risultati ottenuti sono riportati negli allegati n.7 e n.8. Per il campione n.1 si ha **Fs=3.13** mentre per il campione n.2 (alla profondità di 4 metri) si ha **Fs=1.07**. Il campione 1 supera ampiamente i fattori di sicurezza il campione 2 presenta un Fs molto vicino a 1.

In ogni caso v  considerato che il pontile (oggetto di questa relazione)   progettato su pali ancorati nelle argille compatte in profondit  e pertanto il problema liquefazione preso in esame rimane solo a scopo indicativo.

STIMA DEI CEDIMENTI

Si tratta di terreni granulari saturi con $F_s > 1$.

Secondo il D.M. 14/01/2008 i cedimenti nei terreni granulari saturi liquefacibili sono calcolabili come

$$\Delta H = \varepsilon_v H$$

Dove:

H= altezza dello strato liquefacibile

ε_v =deformazione volumetrica (%)

In particolare la deformazione volumetrica pu  essere calcolata come:

$$\varepsilon_v = \frac{\alpha C_r}{1 + e_0} \log \left(\frac{1}{1 - \frac{\Delta u}{\sigma'_0}} \right)$$

in cui:

α =costante sperimentale ≈ 1

$C_r = 0.225 C_c$ (C_c =indice di compressione)

e_0 =indice dei vuoti

$\frac{\Delta u}{\sigma'_0}$ =rapporto di pressione interstiziale (r_u)

I cedimenti sono calcolati in un punto in cui $F_s > 1$ per cui r_u può essere approssimato a $r_u = F_s^{-7}$.

CONCLUSIONI

Le indagini e gli studi condotti hanno evidenziato:

- L'area in studio è rappresentata nella Carta Geologica d'Italia 1:50.000 (nel foglio 256 denominato Rimini) come Subsinema di Ravenna-unità di Modena appartenente alla successione Neogenica Quaternaria del margine Appenninico-Padano, costituita da sabbie prevalentemente fini e medie.
- La stratigrafia è formata da strati sabbiosi fino a circa -7.00 metri e da argille sabbiose e compatte fino a 25 metri e oltre.
- La falda freatica è stata rilevata, nel sondaggio statico, ad una profondità di -1.20 metri. L'area, essendo sulla spiaggia, è raggiungibile dal moto ondoso.
- Il terreno è costituito da terreni con **V_{s30} di 216 m/s** e classificato come **CATEGORIA C**, secondo il D.M. 14/01/08;
- I terreni sabbiosi presenti non sono soggetti a liquefazione;
- Dalla cartografia PAI si evidenzia che l'area è al limite delle piene con tempi di ritorno dei 500 anni.

Dott. Geol. Giancarlo Faina



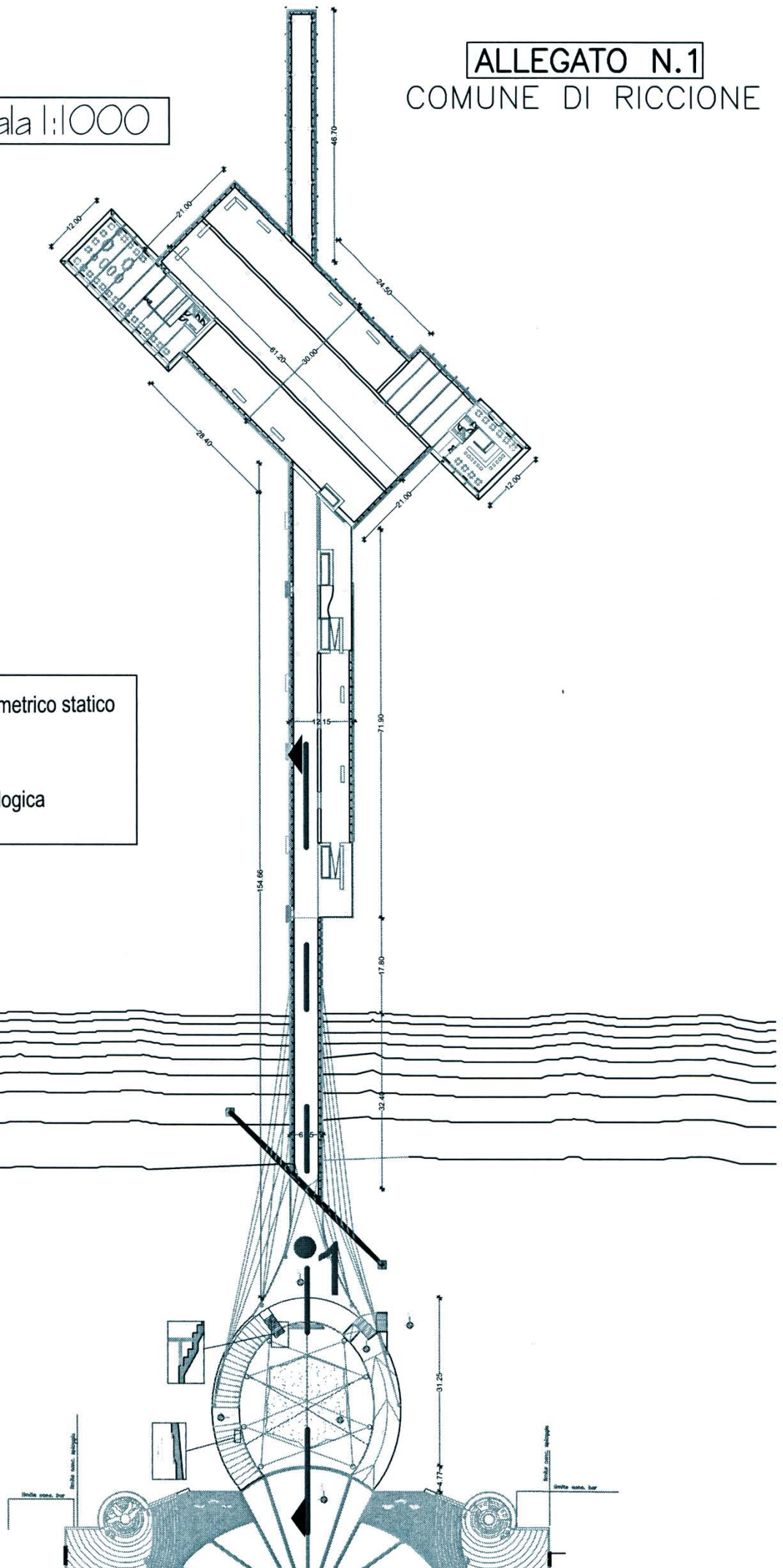
[Handwritten signature]

ALLEGATO N.1
COMUNE DI RICCIONE

PLANIMETRIA - Scala 1:1000



- Sondaggio penetrometrico statico e Cono sismico
- ▲ Sezione geologica



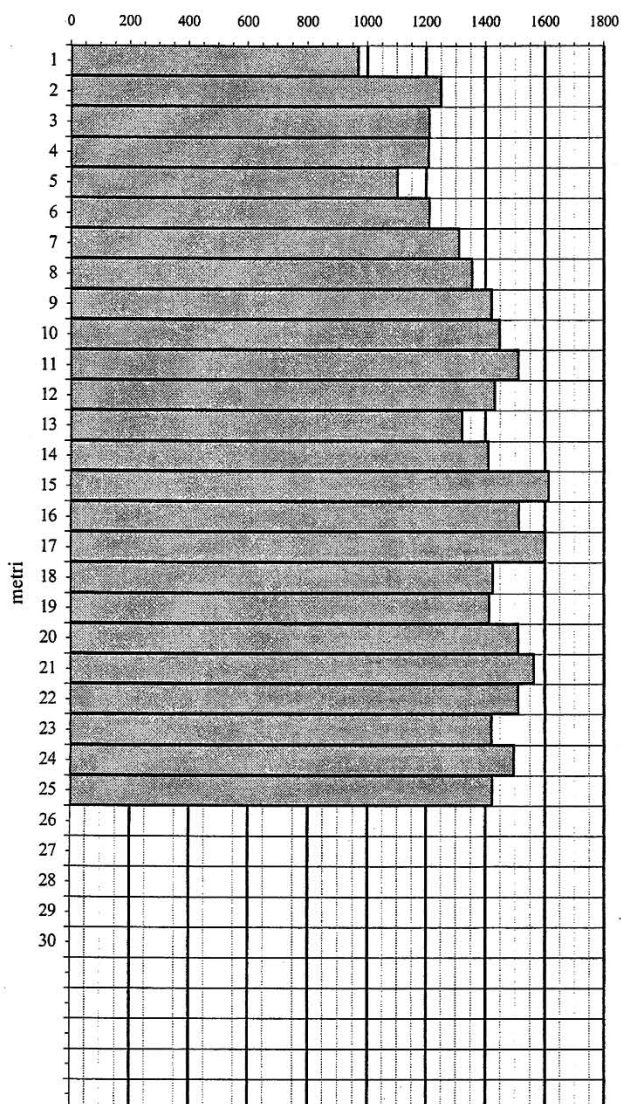
Cantiere: Riccione (RN) - Piazzale Roma
Data: Agosto 2010



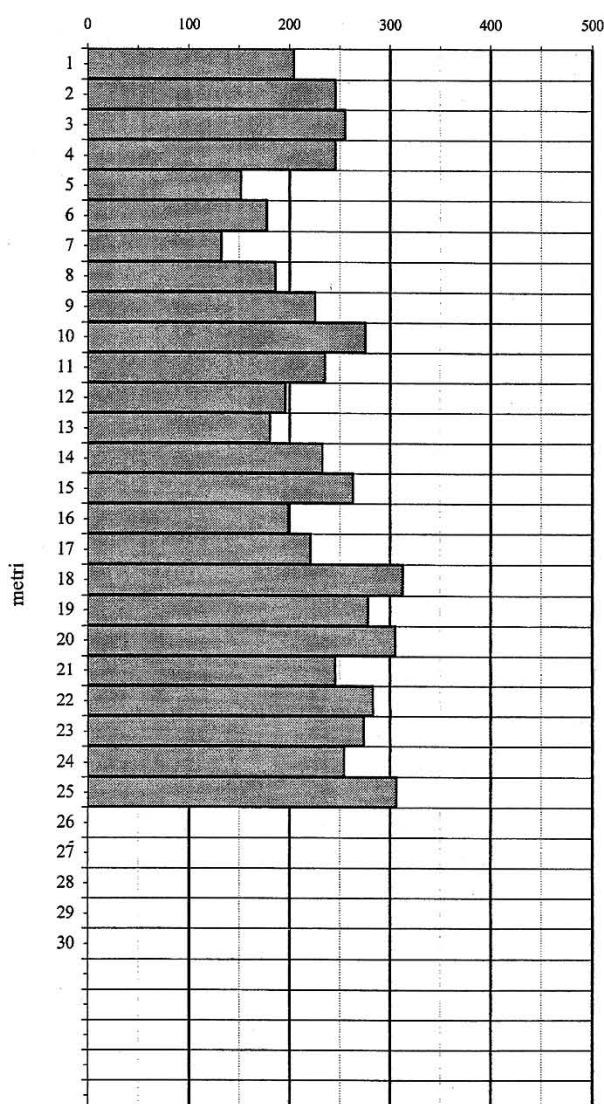
Committente: Faina dott. Giancarlo
 Cantiere: Riccione (RN), Piazzale Roma
 Data: 11/08/2010
 Sismocono n.: 1

INTERGEO S.r.l. - Servizi Geologici
 www.intergeosm.com

Velocità onde P (m/sec.) - onde di compressione



Velocità onde S (m/sec.) - onde di taglio



$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} h_i / V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30m superiori.

V_{s30} (tra 1,00mt e 25,00 mt.) = 216 m/sec.

Categoria Suolo = C

ALLEGATO N.4

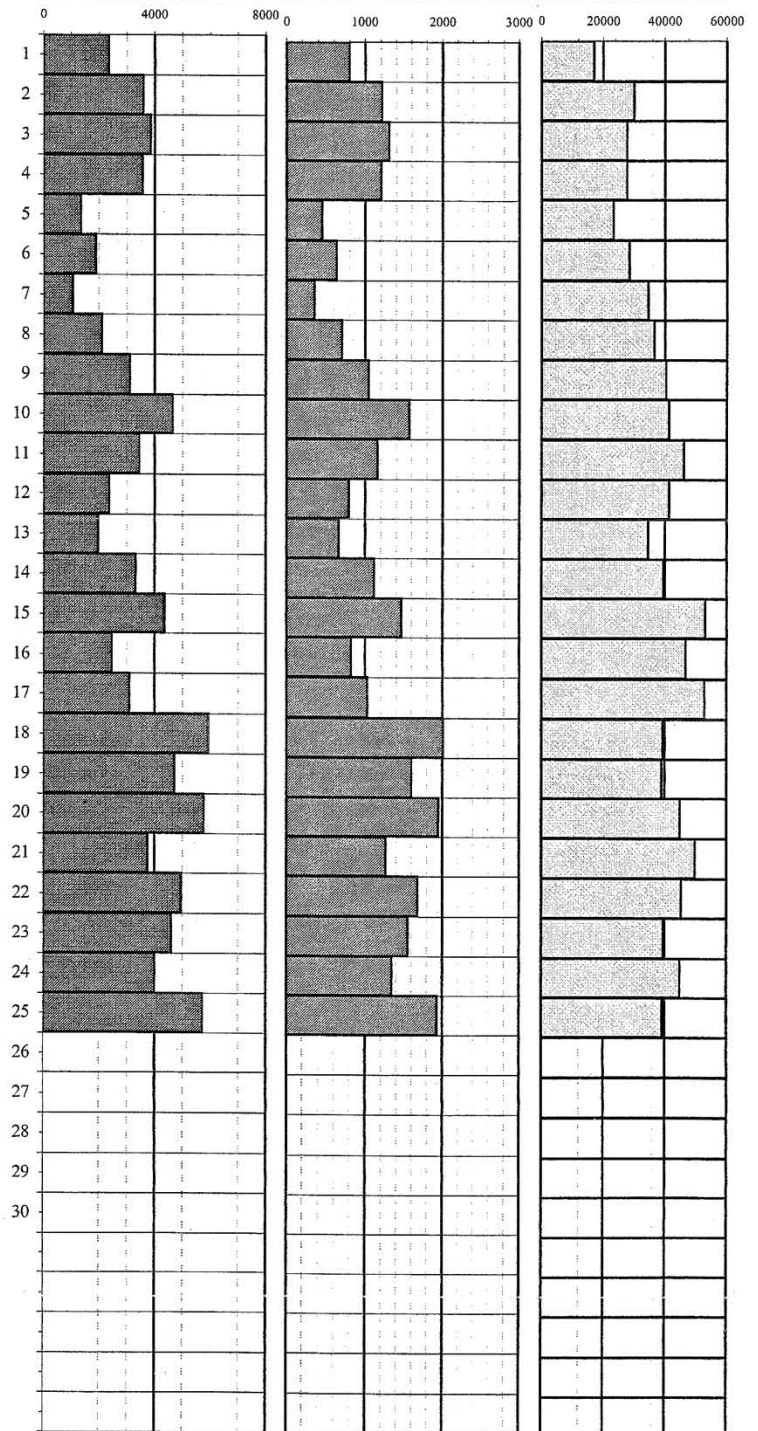
Cantiere: Riccione (RN), Piazzale Roma

Sismocono n.: 1

INTERGEO S.r.l. - Servizi Geologici
www.intergeosm.com

prof.	Vp	Vs	v	y	Edin	Gdin	Kdin
mt.	m./sec.	m./sec.		T/mc.	kg/cm ^q .	kg/cm ^q .	kg/cm ^q .

Edin	Gdin	Kdin
kg/cm ² .	kg/cm ² .	kg/cm ² .

[illegible]



INTERGEO S.r.l. - Servizi Geologici
Via Rancaglia, 37 47899 Serravalle - RSM
tel. 320 2447949 /333 2208376 www.intergeosm.com
Cod. Op. Ec. SM21197

Cantiere: Riccione (RN) - Piazzale Roma

Data: Agosto 2010

Sondaggio n.: 1

Campione n.: 1

Profondità mt.: 2,00

Analisi granulometrica

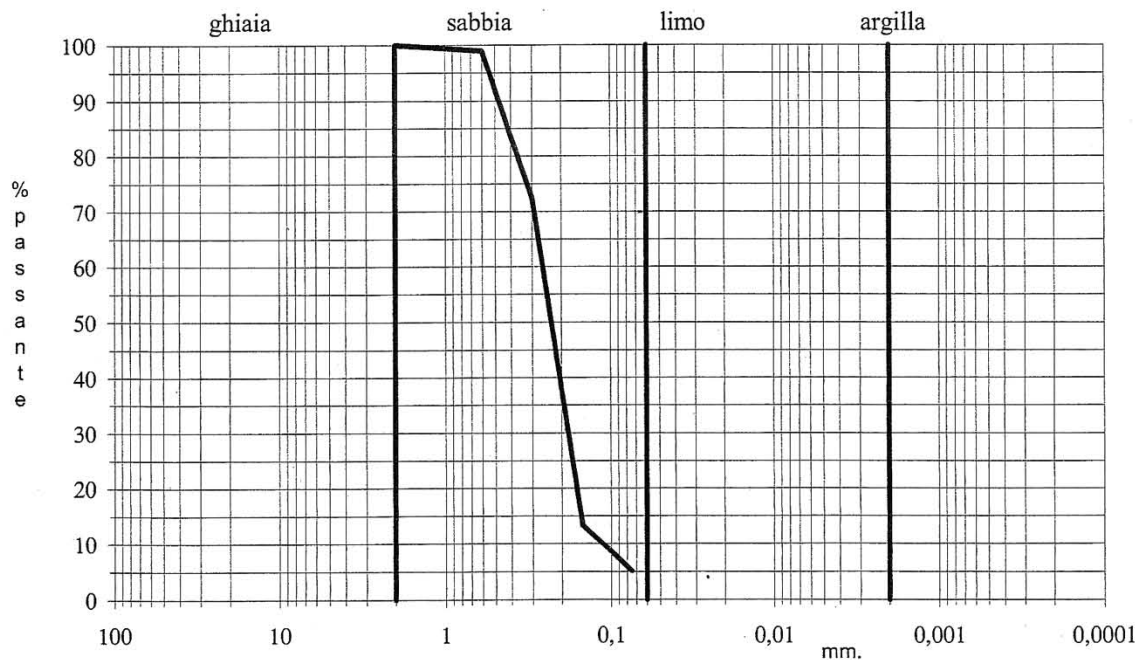
Metodo della prova: setacciatura per via umida e per sedimentazione

Stato del campione: indisturbato

Peso secco netto: 324,54 gr.

setacci A.S.T.M. n.	luce netta mm.	passante %
10	2,000	100,00
30	0,600	98,94
50	0,300	72,38
100	0,150	13,29
200	0,075	5,20

Descrizione (Classificazione A.G.I.)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo e argilla %
Sabbia	"	96	4





INTERGEO s.r.l. - Servizi Geologici
Via Rancaglia, 37 47899 Serravalle - RSM
tel. 320 2447949 / 333 2208376 www.intergeosm.com
Cod. Op. Ec. SM21197

Cantiere: Riccione (RN) - Piazzale Roma

Data: Agosto 2010

Sondaggio n.: 1

Campione n.: 2

Profondità mt.: 4,00

Analisi granulometrica

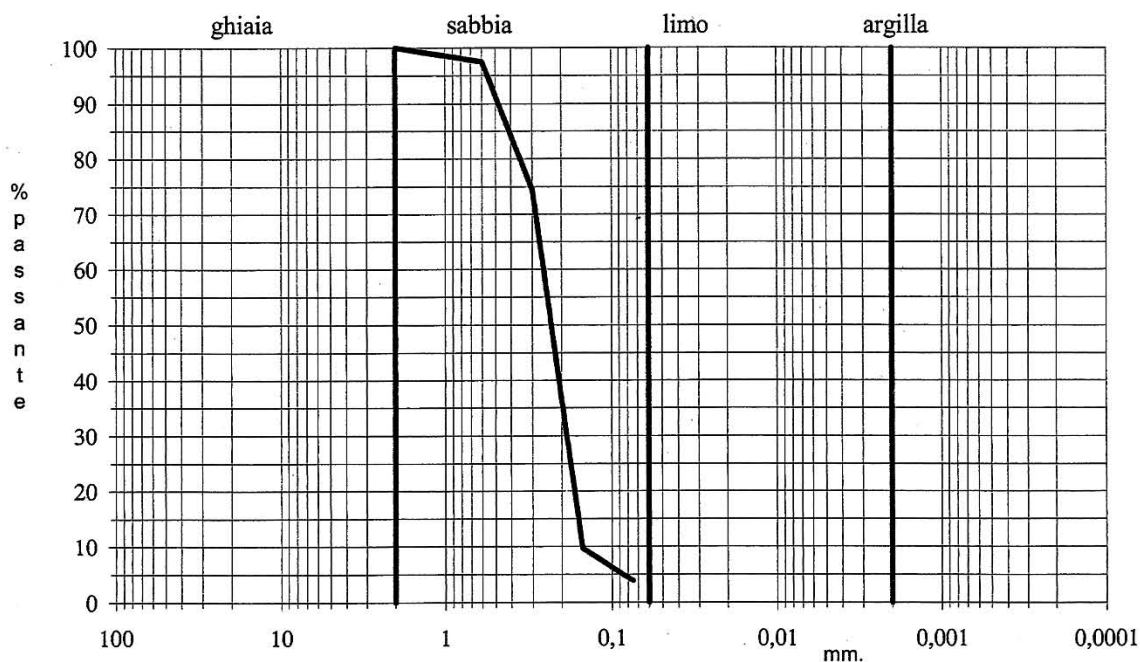
Metodo della prova: setacciatura per via umida e per sedimentazione

Stato del campione: indisturbato

Peso secco netto: 355,84 gr.

setacci A.S.T.M. n.	luce netta mm.	passante %
10	2,000	100,00
30	0,600	97,56
50	0,300	74,36
100	0,150	9,66
200	0,075	3,90

Descrizione (Classificazione A.G.I.)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo e argilla %
Sabbia	"	97	3



VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE



(DA PROVE SISMICHE)

METODO DI ANDRUS E STOKOE (1997)

EPC LIBRI

FORMULE:

RISULTATI:

Spessore	1° STRATO
7	

$$V_{s1} = V_s \cdot \left(\frac{1}{\sigma'_{10}} \right)^{0,25}$$

$$CRR = 0,03 \cdot \left(\frac{V_{s1}}{100} \right)^2 + \left(V_{s1C} - V_{s1} \right)^{0,9} \cdot V_{s1C}^{0,9}$$

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{10}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma'_{10}}{\sigma'_{10}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

$$r_d$$

1	< F _s = CRR/CSR	M = 5,9	F _s	3,133 Verificato
---	----------------------------	---------	----------------	---------------------

1,25	< F _s = CRR/CSR	M = 5,9	F _s (O.P.C.M.)	3,133 Verificato
------	----------------------------	---------	---------------------------	---------------------

RISCHIO di Liquefazione	(Iwasaki et al., 1978)	Molto Basso
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001)	[P ₁ (%)]	0,01
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001)		Liquef. incerta

Committente:	COMUNE DI RICCIONE
Riferimento:	CAMPAGNA INDAGINI GEONOSTICHE
Località:	RICCIONE PIAZZALE ROMA
Prov.:	RN
Oggetto:	VERIFICA LIQUEFAZIONE SOND. 1 CAMP. 1

TEORIA DI ANDRUS E STOKOE (1997)

CARICO LITOSTATICO

STRAT. SING. STRATO

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(DA PROVE SISMICHE)

METODO DI ANDRUS E STOKOE (1997)



EPC LIBRI

FORMULE:

RISULTATI:

Spessore	1° STRATO
7	

$$V_{s1} = V_s \cdot \left(\frac{1}{\sigma'_{t0}} \right)^{0,25}$$

184,327

$$CRR = 0,03 \cdot \left(\frac{V_{s1}}{100} \right)^2 + \frac{0,9}{(V_{s1C} - V_{s1})} - \frac{0,9}{V_{s1C}}$$

CRR 0,123

$$CSR = \frac{\tau_{vp}}{\sigma'_{v0}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

CSR 0,114

$$r_d$$

0,97

1	< $F_s = CRR/CSR$	M = 5,9	F_s	1,078 Verificato
---	-------------------	---------	-------	---------------------

1,25	< $F_s = CRR/CSR$	M = 5,9	F_s (O.P.C.M.)	1,078 Liquefacibile
------	-------------------	---------	------------------	------------------------

RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et al., 1978)	Molto Basso
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001) $[P_L (\%)]$	0,21
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001)	Non probabile

Committente:	COMUNE DI RICCIONE
Riferimento:	CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE
Località:	RICCIONE PIAZZALE ROMA Prov.: RN
Oggetto:	VERIFICA LIQUEFAZIONE SOND. 1 CAMP. 2

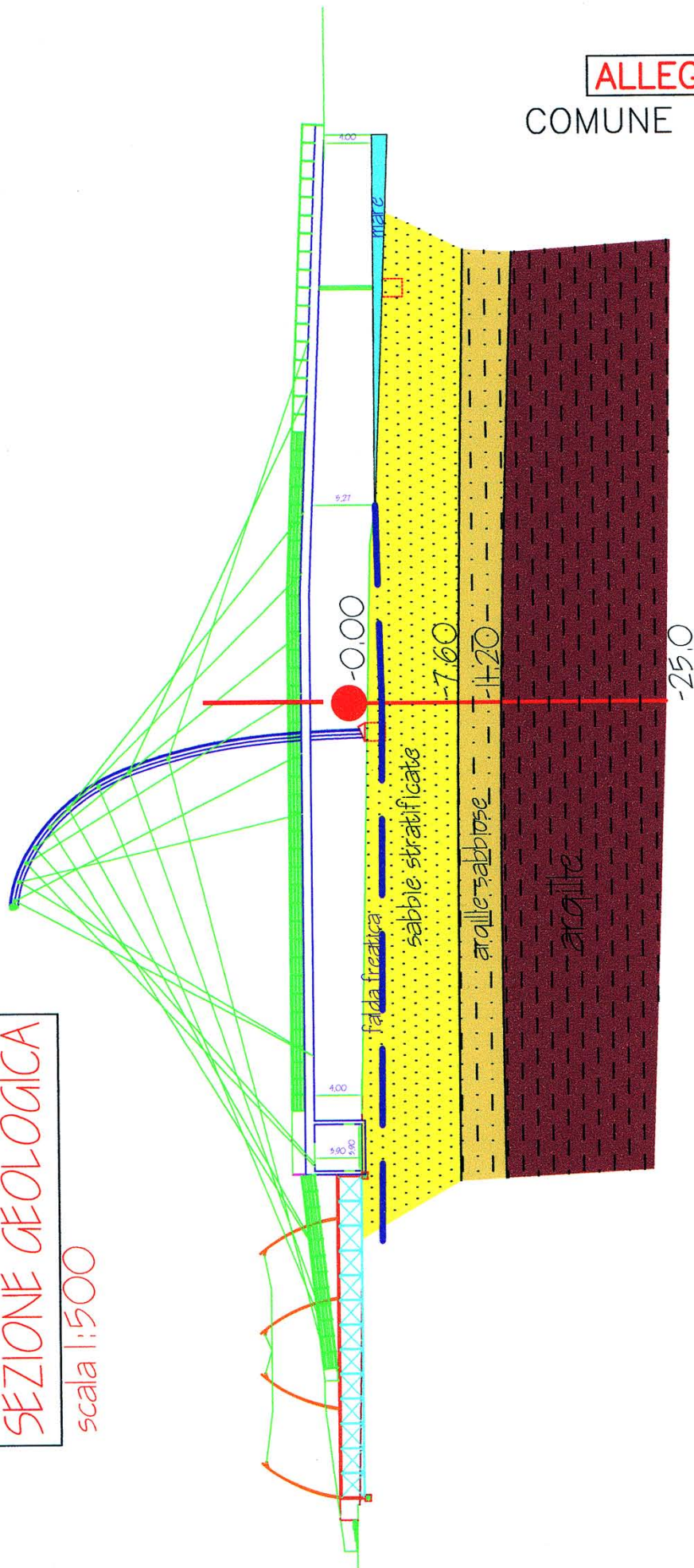
TEORIA DI ANDRUS E STOKOE (1997)

CARICO LITOSTATICO

STRAT. SING. STRATO

SEZIONE GEOLOGICA

scala 1:500



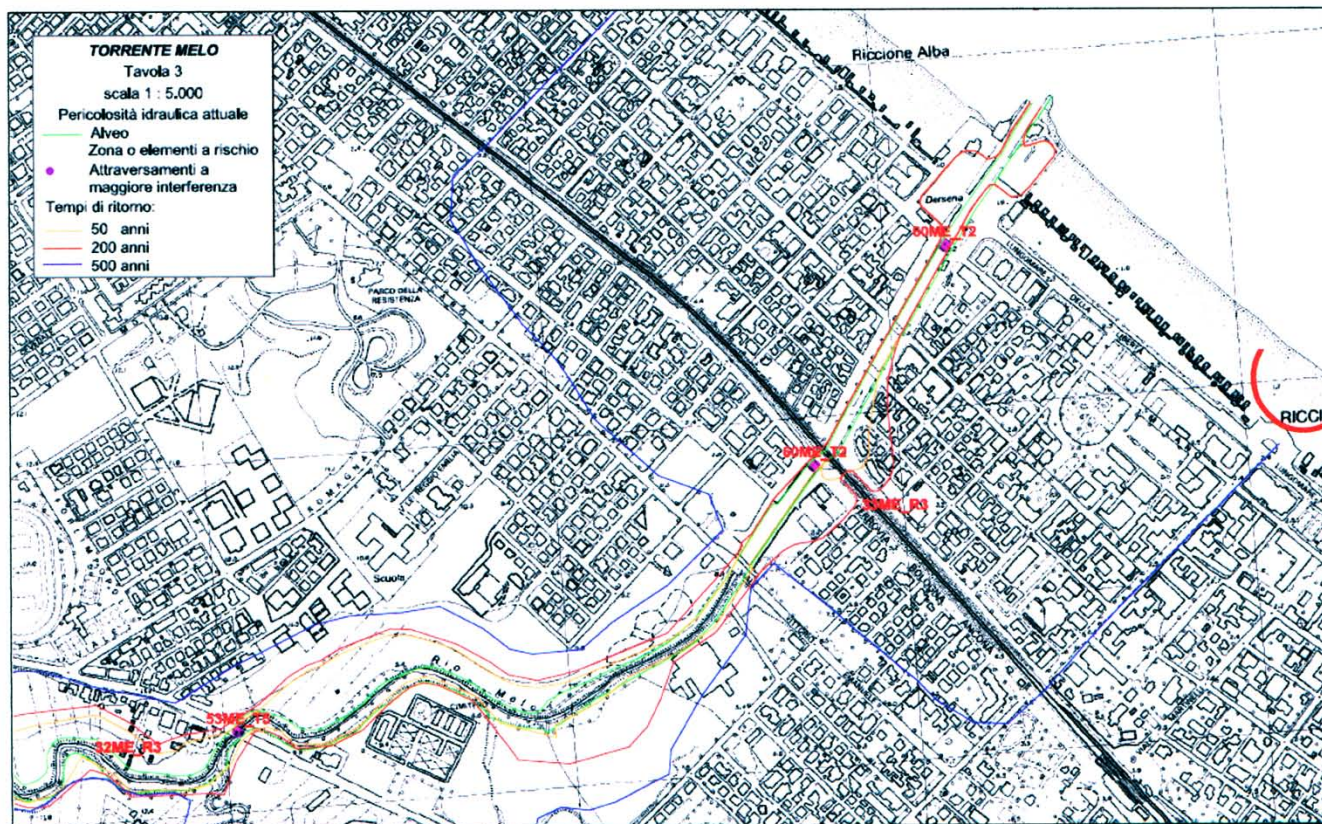
ALLEGATO N.9

COMUNE DI RICCIONE

Sondaggio penetrometrico dinamico
e Cono sismico

Falda freatica superficiale

CARTOGRAFIA P.A.I. per il dissesto idrogeologico



Area di studio

FASCE FLUVIALI

- alveo (art. 8)
- fascia con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni nella situazione pre-interventi (art. 9)
- delimitazione della fascia di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno di 500 anni (art. 10)
- Quadro d'unione delle tavole alle scale 1:5.000 e 1:10.000

AREE DI VERSANTE IN CONDIZIONI DI DISSESTO

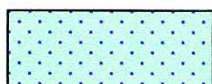
- Calanchi (art. 14)
 - Aree in dissesto per fenomeni in atto (art. 14)
 - Aree di possibile influenza del dissesto nelle frane di crollo (art. 15)
 - Aree di possibile evoluzione del dissesto e frane quiescenti (art. 16)
 - Aree in dissesto da assoggettare a verifica (art. 17)
- quiescente
attiva

CARTA GEOLOGICA 1.10.000

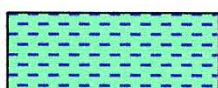
ALLEGATO 11



Area di studio



Subsistema di Ravenna (Olocene) AES8a
Sabbie medie e fini



Alternanza di argilli, limi e sabbie di canale o rotta
fluviale (Olocene) AES8