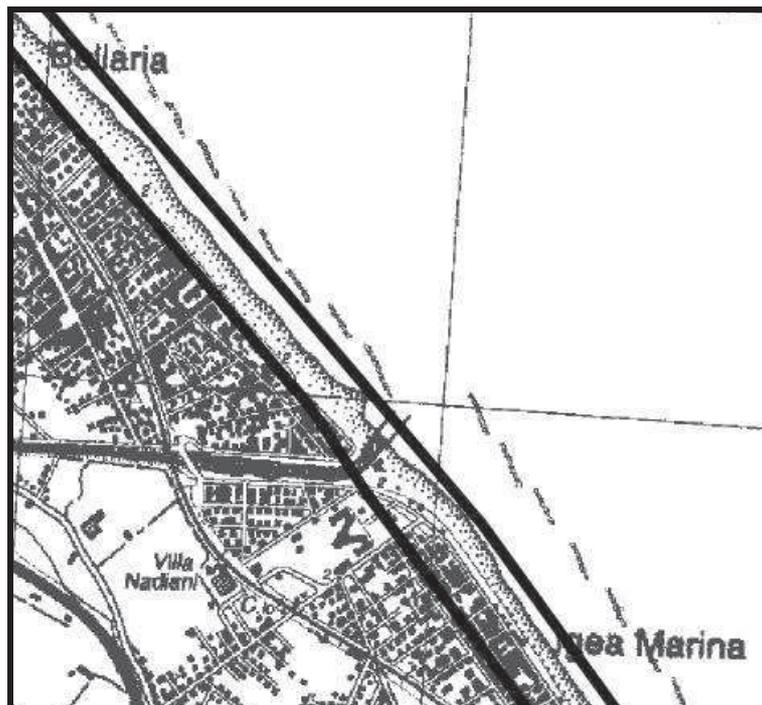


RELAZIONE GEOLOGICA

OGGETTO: INDAGINE GEOLOGICA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA BANCHINA DI PONENTE DEL PORTO CANALE DI BELLARIA IGEA MARINA.

**COMMITTENTE : Spett. COMUNE di BELLARIA IGEA MARINA
UFFICIO SERVIZI E LAVORI PUBBLICI
P.zza del Popolo, 1
BELLARIA IGEA MARINA (Ra)**



ANDREATTA Dr. GIANCARLO

Studio di **Geologia Tecnica**
Via XXV Aprile, 140
CASTELBOLOGNESE (RA)
Tel. 0546/656362-333/2209149

INDICE

<i>a. PREMESSA</i>	<i>pag. 3</i>
<i>b. GEOLOGIA E STRATIGRAFIA</i>	<i>pag. 4</i>
<i>c. IDROGEOLOGIA</i>	<i>pag. 7</i>
<i>d. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</i>	<i>pag. 9</i>
<i>e. CATEGORIE SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE</i>	<i>pag. 11</i>
<i>f. INQUADRAMENTO SISMICO E TETTONICO</i>	<i>pag. 13</i>
<i>g. EVENTI SISMICI ATTESI</i>	<i>pag. 15</i>
<i>h. CALCOLO DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE</i>	<i>pag. 21</i>
<i>i. CARATTERISTICHE EDIFICATORIE</i>	<i>pag. 22</i>
<i>I. CONCLUSIONI</i>	<i>pag. 24</i>

Allegati:

- *Prova geofisica HVSR n° 1*
- *Prova geofisica HVSR n° 2*
- *Potenziale di liquefazione*
- *Cedimenti post-sismici*
- *Analisi liquefazione prova CPTEn5*
- *Valutazione del potenziale di liquefazione con Mw = 6,14*
- *PSC RISCHIO SISMICO*
- *Geologia* *scala 1:5.000*
- *Sezione GEOTECNICA* *scala 1:100*
- *Planimetria Ubicazione Prove* *scala 1:1.000*
- *Prove DownHole - Cono Sismiso - Sondaggio*
- *Grafici e correlazioni penetrometrie*

a. PREMESSA

Su incarico del **Comune di Bellaria Igea Marina – Ufficio Servizi e Lavori Pubblici**, è stata redatta la presente relazione geologica al fine di caratterizzare l'area interessata dall'intervento di **PROLUNGAMENTO DELLA BANCHINA DI PONENTE DEL PORTO CANALE**.

Vengono analizzati gli aspetti geologici, idrogeologici e stratigrafici al fine di valutare l'idoneità dei terreni e stabilire le caratteristiche geomeccaniche del sottosuolo.

Lo studio prevede la creazione di un modello geologico-geotecnico del terreno sede dell'intervento, ricostruito attraverso l'analisi di indagini geognostiche eseguite direttamente sull'area. Infine verranno determinati i principali parametri di classificazione sismica, richiesti dalla normativa vigente ed in particolare:

- D.M. 17/01/2018 – Testo unitario “Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni Circolare n° 21 del 21.01.2019 del Ministero delle Infrastrutture).

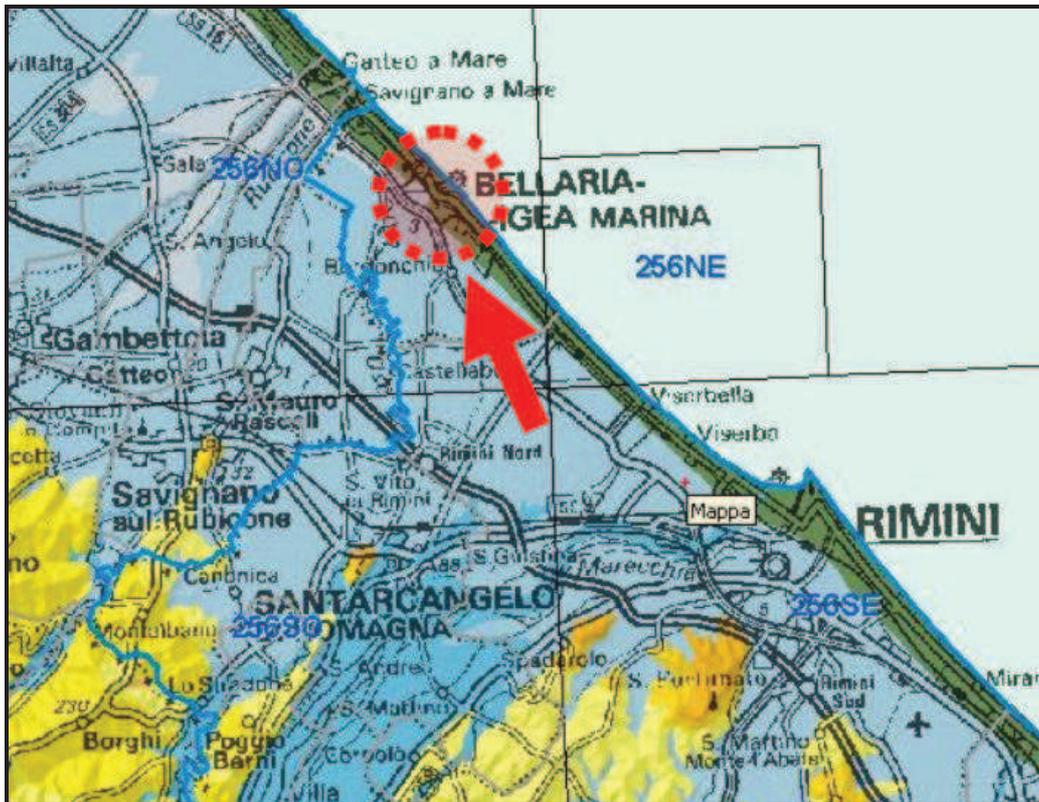
L'area è posta a Est del centro abitato di Bellaria Igea Marina. Le quote topografiche risultano comprese tra 0,5-1,0 s.l.m., come rappresentato nella Carta Tecnica Regionale REGIONE EMILIA-ROMAGNA qui di seguito riportata:



Fig. 1. – Stralcio di CTR regione E/R relativo all'area in esame

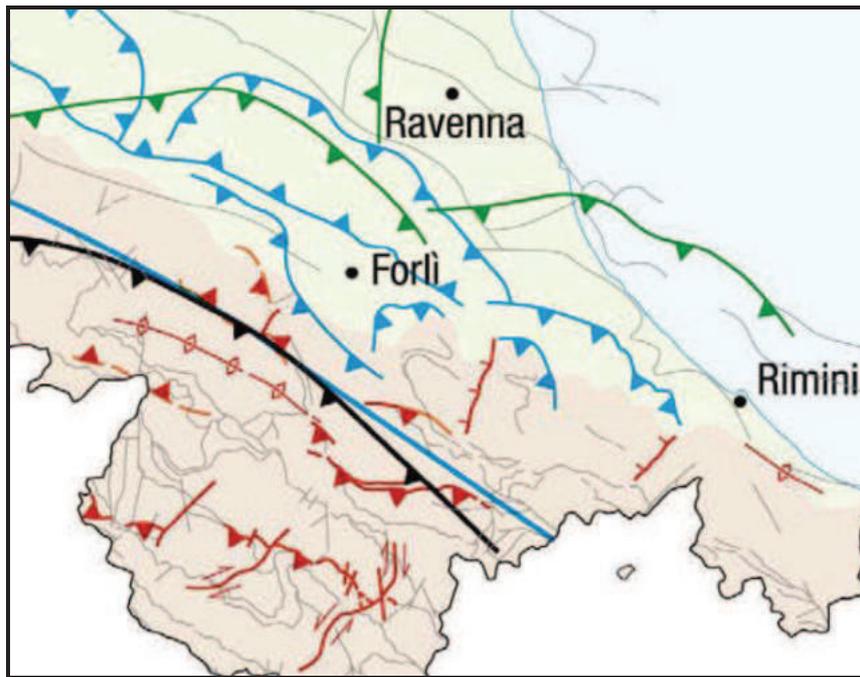
b. GEOLOGIA E STRATIGRAFIA

L'area di interesse è posta sulla fascia costiera adriatica, nella zona compresa tra il lungomare di Bellaria Igea Marina e la battigia, in zona completamente pianeggiante. Dal punto di vista geologico l'area di interesse è posta sul margine padano-adriatico della catena appenninica caratterizzato dai depositi sedimentari di origine marina e si tratta di un lembo di pianura costiera appartenente alla zona in prossimità del Mare Adriatico.



Lo spessore dei sedimenti alluvionali della pianura è, nella zona di conoide, dell'ordine delle centinaia di metri; il substrato di origine marina pliocenico, si approfondisce bruscamente da poco a monte di Santarcangelo di Romagna verso la costa nella direzione longitudinale alle valli. La causa del profilo del substrato è da ricercarsi nella tettonica correlata all'orogenesi appenninica, in cui le spinte con direzione SW-NE hanno determinato la formazione di sistemi di accavallamenti ad embrici con l'emersione dei depositi marini e, al fronte della catena in emersione, oltre alla zona di cerniera, le zone subsidenti.

Il sistema di faglie con direttrice appenninica (SW-NE), conseguente a questa cinematica, è intercettato da faglie trasversali con direttrice antiappenninica che sono tuttora simicamente attive e sulle quali si sono instaurate le principali aste fluviali (Marecchia, Uso, Ausa).



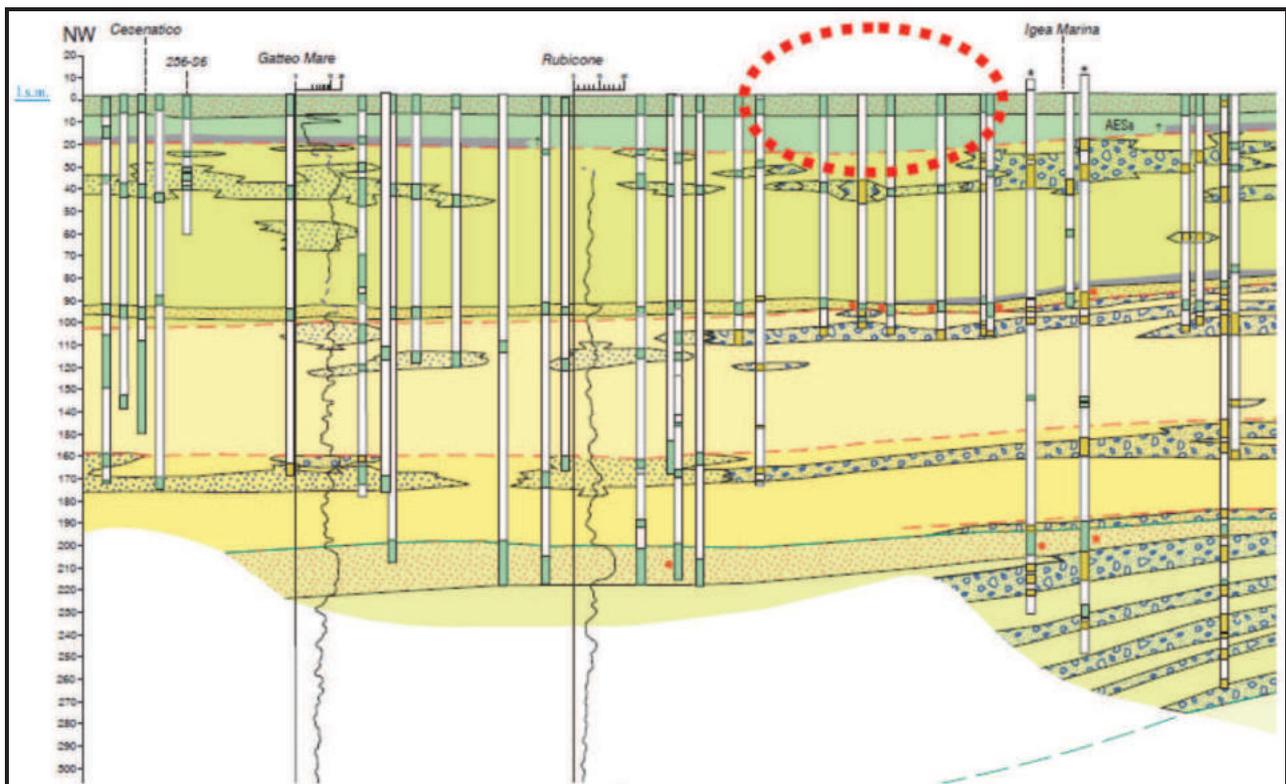
Il sovrapporsi dei fenomeni tettonici e dei processi deposizionali è all'origine della natura dei sedimenti dei bacini dell'Avanfossa appenninica adriatica.

La pianura costiera litorale in oggetto ha, come accennato è originata da ambienti di transizione costiera che si estende a valle di un gradino morfologico corrispondente ad una antica falesia. Questa si è originata al termine della trasgressione flandriana quando le acque marine si stabilizzarono approssimativamente ai livelli di oggi. In quella fase avvenne l'erosione della falesia stessa sulle alluvioni esistenti. Tale struttura geomorfologica, che è tuttora ben riconoscibile ed evidente tra Bellaria e Cattolica, è stata erosa e cancellata nelle aree di foce come quella del fiume Marecchia o, nel caso in esame, del torrente Uso. Gli apporti terrigeni rielaborati negli ambienti litorali diedero allora origine alla fascia costiera costituita in larga percentuale da sabbie, quindi da limi e ghiaie, correlabili ad ambienti di spiaggia e foce fluviale. Al di sotto dei terreni prevalentemente sabbiosi di origine marina costiera, sono presenti terreni alluvionali. La dinamica deposizionale della fascia costiera, che come accennato è il risultato dell'interazione fra l'apporto fluviale e l'azione del mare, è fortemente influenzata dalle correnti marine lungocosta dominanti, che, nel caso di interesse, hanno una componente preponderante da sud-est verso nord-ovest.

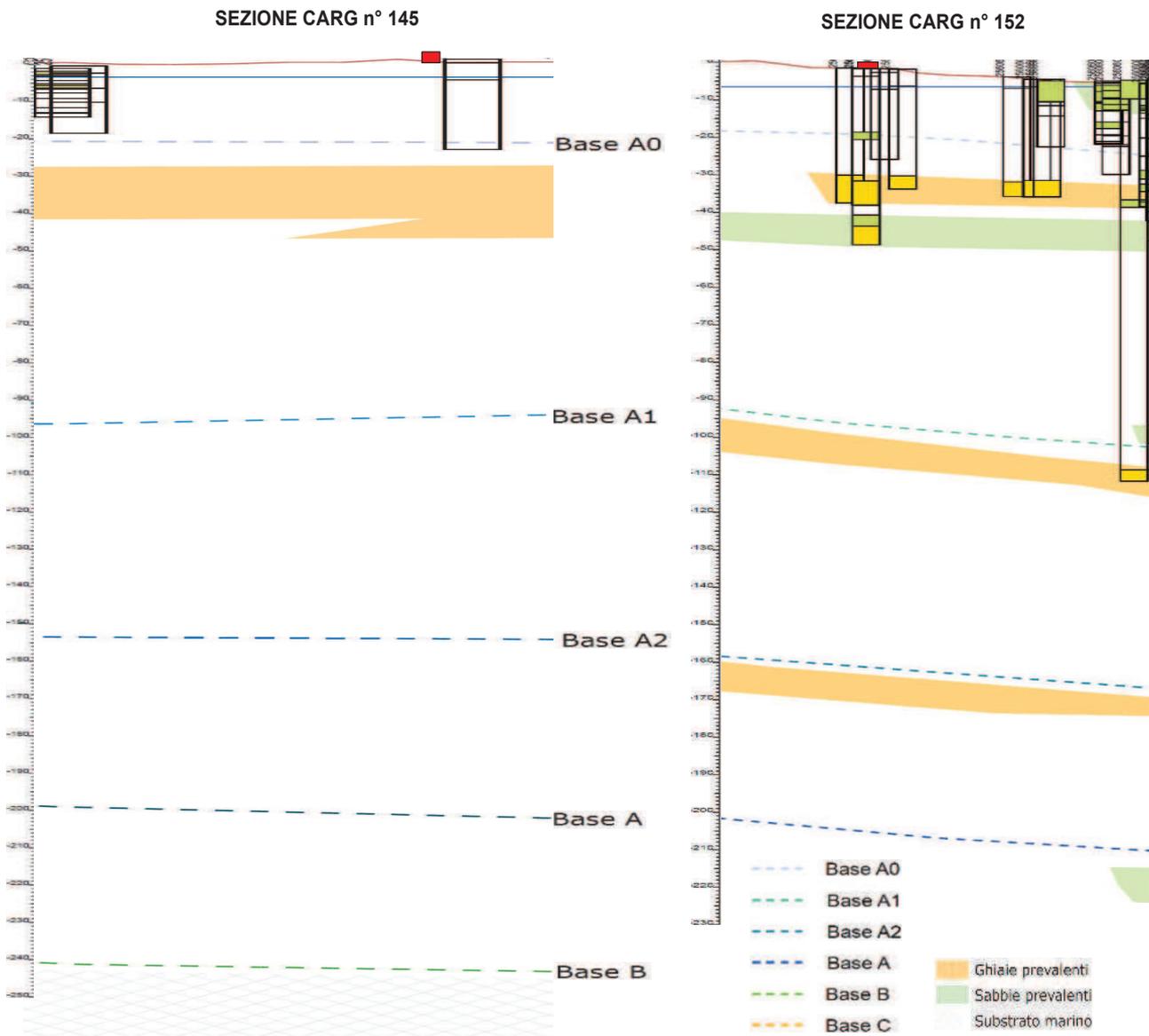
I depositi continentali vengono distinti formalmente, all'interno dell'unità stratigrafica detta Supersistema Emiliano-Romagnolo, in Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) e Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES). Ulteriori suddivisioni di quest'ultimo (subsistemi), vengono indicate con AES8 (Subsistema di Ravenna) e AES8a (Unità di Modena).

Il Subsistema di Ravenna è una unità superficiale, il cui tetto coincide spesso col piano di campagna ed ha uno spessore massimo dell'ordine di venti metri. Un ciclo trasgressivo-regressivo è all'origine della natura dei suoi depositi: ai depositi fini grigi, di tracimazione o palustri ricchi di sostanza organica, succedono depositi fini di tracimazione fluviale che passano da grigi a giallastri e quindi più decisamente ossidati verso l'alto. Ciò a indicare il passaggio paleogeografico fra piane fluviali poco drenate e stagnanti a piane ben drenate di una pianura in aggradazione con progressiva sovra-incisione del reticolo idrografico. Nel settore costiero questa evoluzione deposizionale è troncata dallo sviluppo del cordone sabbioso litorale di specifico interesse per questo studio. Nella pianura alluvionale sono presenti, in affioramento, argille, limi e limi sabbiosi, di tracimazione fluviale (piana inondabile, rotta, argine...).

Le indagini svolte confermano la stratigrafia che le considerazioni geologiche suggeriscono: sedimenti argilloso-limoso-sabbiosi alluvionali fino a circa 28÷29 metri dal piano campagna, quindi il banco di ghiaia e sabbia dello spessore di m. 5-6 con al disotto argille-limose consistenti con livelli sabbiosi addensati.



Indagini geognostiche eseguite in corrispondenza dell'area di intervento confermano l'assetto generale riscontrabile dalle sezioni profonde riportate qui di seguito riportate:



c. IDROGEOLOGIA

Il territorio comunale di Bellaria - Igea Marina è attraversato da alcuni corsi d'acqua tra i quali, il più importante è il Fiume Uso, il cui corso attuale ha la foce a mare Adriatico in corrispondenza del Portocanale. L'idrografia superficiale della zona urbanizzata risulta in loco assente, in quanto ha lasciato gradualmente il posto alla regimazione antropica delle acque con il tombinamento dei corsi d'acqua secondari. Pertanto l'originario reticolo idrografico riveste un'importanza ormai di secondo piano rispetto alla rete fognaria sotterranea che convoglia le acque meteoriche fino al mare entro scoli consorziali tombinati. In generale sul lungo periodo, sulla base delle conoscenze bibliografiche dirette per analoghi lavori effettuati, si è rilevato che la falda superficiale nell'area del litorale è caratterizzata da oscillazioni stagionali molto contenute. Solamente in occasioni d'eventi

meteorologici prolungati di forte intensità il livello freatico potrà raggiungere per brevi periodi anche la quota -0,50 / -0,80 mt dal p.c.

Tuttavia nello specifico si ritiene che il livello medio della falda freatica, nella zona interessata, nel periodo di massimo innalzamento stagionale possa ragionevolmente essere definita ad una quota di -1,00 / -120 mt dal p.c.

Per quanto riguarda la permeabilità gli strati sabbiosi presenti nei primi metri presentano valori di permeabilità molto alti. Più in profondità oltre i m. 9-10 la permeabilità in tali sedimenti è generalmente molto limitata e per lo più dovuta alla presenza di sottili livelli sabbiosi intercalati ai materiali più fini dove risulta confinata la falda idrica. Oltre i m. 28-29 di profondità sono presenti potenti banchi di ghiaie e sabbia in matrice limosa di origine alluvionale, originati da eventi deposizionali grossolani del Fiume Uso. Tali sedimenti sono sede delle più importanti falde artesiane della conoide e presentano permeabilità da elevata a elevatissima in funzione della quantità e granulometria della matrice. L'andamento del tetto delle ghiaie riscontrato con le prove geognostiche in sito e dalle stratigrafie dei pozzi pubblicate sul web-gis regionale (Carta Geologica-carta / Sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola) e provinciale SITUA (Carta Geologica), in prossimità dell'arenile risulta coerente con gli andamenti illustrati nella Carta del Tetto delle ghiaie - Subsintemi di Ravenna AES8 e Villa Verucchio AES7", Carta Geologica d'Italia - progetto CARG, che di seguito si riporta in stralcio:



d. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Stante le conoscenze in precedenza acquisite in zone contermini della stessa natura geolitologica, per l'area interessata dalla costruzione in esame sono state eseguite **n° 1 prova penetrometrica statica con punta meccanica e n° 1 prova penetrometrica dinamica SPT** (vedi grafici allegati), onde porre in evidenza alcune caratteristiche geo-meccaniche dei terreni di fondazione e la presenza e profondità della falda idrica. Le quote sono riferite al piano di campagna attuale e l'ubicazione delle prove penetrometriche viene riportata in cartografia allegata ed indicata con un cerchietto azzurro (CPT) e rosso (SPT).

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA MECCANICA

L'uso della **punta meccanica tipo Begemann** permette di superare diversi inconvenienti rispetto alla penetrometria dinamica:

- la lettura manometrica non va depurata dell'attrito laterale sulle aste
- La misura avviene nella zona di punta ed è continua permettendo di conoscere il dato meccanico nell'intervallo desiderato

Un'indicazione dei terreni indagati è fornita dal rapporto tra resistenza all'infissione statica della punta (R_p) e la resistenza di attrito laterale locale (R_{al}) che il materiale sviluppa sul manicotto utilizzato con la punta meccanica che rileva i dati in continuità registrandoli ogni **cm. 20**.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Per le prove penetrometriche dinamiche è stata utilizzata la seguente strumentazione:

Caratteristiche strumentazione dinamica DPL30.

- Penetrometro dinamico leggero
- Peso del maglio 30 daN
- Altezza di caduta del maglio cm. 20
- Peso delle aste di Kg 3,0

I dati, rappresentati come numero di colpi necessari per determinare una penetrazione di **cm. 10**, vengono riportati in allegato. Dalla resistenza alla punta riscontrata nelle prove, applicando la nota "formula degli Olandesi" :

$$Q_d = \frac{M^2 * H}{e * (P + M) * A}$$

dove :

M = massa del maglio

H = altezza di caduta del maglio

P = peso delle aste

e = penetrazione della punta per un colpo di maglio cadente da altezza H

A = sezione della punta (cmq. 10).

si ottiene la resistenza dinamica in daN/cm² e diagrammando i valori dei carichi dinamici corretti con **coefficiente di sicurezza 20** si ottiene il carico ammissibile.

L'esame dei grafici evidenzia, dopo un primo spessore di terreno sabbioso addensato (Rpm = 70-80 daN/cm²) pari a circa m. 1,50-2,00, si riscontrano terreni essenzialmente sabbioso-limosi mediamente consistenti (Rpm = 15-20 daN/cm²) quindi maggiormente limoso-argillosi consistenti (Rpm = 14-18 daN/cm²) fino alla profondità di m. 12,00-13,00 dove aumenta la consistenza (Rpm = 25-28 daN/cm²) e si riscontrano sottili livelli limoso-sabbiosi fino a m. 20,00 di profondità massima profondità investigata.

La presenza di falda idrica è stata riscontrata alla profondità di **m. 2,40-2,80** dal piano campagna prova con escursione stagionale, da informazioni assunte, di m. 1,00-1,50.

Stratigrafia ricavata da prove "in situ" correlata con prove profonde eseguite dalla RER (Sondaggio n° S5anno2005 – DownHoleS5 – Prova penetrometrica CPTE n° 5):

Spessore ml.	LITOLOGIA	Peso Yt daN/mc	Resistenza alla rottura Rpm daN/cm ²	Coazione non drenata caratteristica ck daN/cm ²	Angolo attrito caratteristico gradi	Modulo Edometrico daN/cm ²
1,50-2,00	Sabbia addensata	1.900-1.940-	70-80	0	32°-36°	170-190
6,00-6,50	Sabbia limosa sciolta	1.840-1.860	15-20	0,10-0,15	27°-29°	90-100
4,00-5,00	Argilla limosa e sabbiosa	1.760-1.780	14-18	0,70-0,90	21°-22°	65-70
15,0-16,0	Argilla limosa	1.860-1.880	25-28	1,20-1,40	14°-16°	80-90
5,00-6,00	Banco di sabbia-ghiaia	2.000-2.100	180-250	0	40°-42°	250-300
Oltre m. 40	Argille limose consistenti e sabbie addensate	1.860-1.880	20-25	0,75-0,90	16°-18°	130-150
		1.900-1.940	60-80	0,10-0,15	34°-38°	200-220

e. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della valutazione delle azioni sismiche di progetto, viene valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche del sito in esame. L'inquadramento dei terreni dell'area nelle categorie stratigrafiche del suolo di fondazione si ottiene sulla base dei valori di $V_{s,eq}$ (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio (in m/s) definita dalla seguente espressione:

$$V_{s,eq} = H / \text{Somma } N-i=1 \quad h_i/V_{s,i}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i -esimostrati (m.)

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nello i -esimo strato (m/sec)

N = numero di strati

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia

o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiori a 800 m/s

N.B. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m. la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro VS_{30} ottenuto ponendo $H = 30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a 30 metri di profondità.

Utilizzando una misurazione geofisica con tomografo digitale a stazione singola HVSR (vedi grafici allegati) che permette di vincolare alla curva sperimentale una curva teorica da cui si può ricavare il profilo delle V_s . Investigando così la velocità di taglio dei terreni, si ottiene la **categoria del suolo di fondazione (D.M.17.01.2018)**.

Vengono definite 5 categorie di profili stratigrafici del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

- A.** *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri.*
- B.** *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Velocità Equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*
- C.** *Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a m. 30, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Velocità Equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*
- D.** *Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m. caratterizzati*

da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Velocità Equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

- E.** *Terreni con caratteristiche e valori di Velocità Equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 metri.*

La classificazione del sito si ottiene sulla base dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio (in m/s) ricavata dalla prova con cono sismico CPTS 22 e dalla prova DownHole S5 correlata con la prova sismica a postazione singola HVSR che in questo caso risulta **Vs, eq = 164-185 m/sec**, da cui si ottiene la categoria del suolo di fondazione:

- D.** *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m. caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Velocità Equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.*

FREQUENZA FONDAMENTALE DEL TERRENO

La metodologia HVSR evidenzia i picchi del rapporto H/V: tali picchi sono da considerarsi legati alla presenza di discontinuità sismiche nel sottosuolo e sono indicativi delle frequenze di risonanza dei terreni presenti, per quanto non siano ad esse riconducibili in modo semplice. Dal grafico del rapporto tra le componenti spettrali orizzontali e verticali (H/V) viene evidenziata la frequenza fondamentale o più frequenze se si è in presenza di un profilo stratigrafico multistrato con contrasti di impedenza significativi, attraverso un picco della curva in genere dovuto a un minimo della componente verticale riscontrabile negli spettri delle singole componenti.

Nel caso specifico i contrasti sismostratigrafici risultano poco accentuati e quindi anche i possibili effetti sugli edifici saranno probabilmente poco importanti. Qui di seguito vengono indicate le frequenze tipiche per il deposito esaminato, significative per gli edifici:

	Frequenza (f=Hz)	Periodo (T=sec)
Picco 1:	8,00-9,00	0,12-0,11
Picco 2:	0,80-0,90	1,25-1,11

Dall'indagine eseguita nel sito sono stati evidenziati due intervalli di frequenza in corrispondenza dei quali si sono individuati picchi del rapporto H/V rappresentativi delle frequenze di risonanza proprie del terreno. La prima frequenza fondamentale a circa 8-9 Hz a frequenze coerenti con la profondità del riflettore sismico (27-28 m) corrispondente al

tetto dell'orizzonte ghiaioso, la seconda a 0,80-0,90 Hz corrispondente al substrato marino pleistocenico.

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, secondo la formula (cfr. Es. Pratt):

$$\text{freq. Naturale edificio } 10 \text{ Hz} / \text{numero piani}$$

E' la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

$$\text{freq. naturale edificio} = \text{freq. fondamentale di risonanza del sito}$$

ad essere particolarmente pericolosa, poiché da luogo alla massima amplificazione e deve quindi essere oggetto di studi approfonditi.

Per la valutazione delle condizioni topografiche in questo caso siamo in una situazione semplice essendo la superficie praticamente suborizzontale senza rilievi importanti per cui il sito in esame può rientrare nella categoria:

T1. Superficie pianeggiante , pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$
da cui deriva un coefficiente di amplificazione topografico pari a **st =1,00**.

Vedi tabella:

CATEGORIA TOPOGRAFICA	UBICAZIONE INTERVENTO	Fattore topografico St
T1. Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	----	1,0
T2. Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza sommità del pendio	1,2
T3. Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4. Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	Della cresta del rilievo	1,4

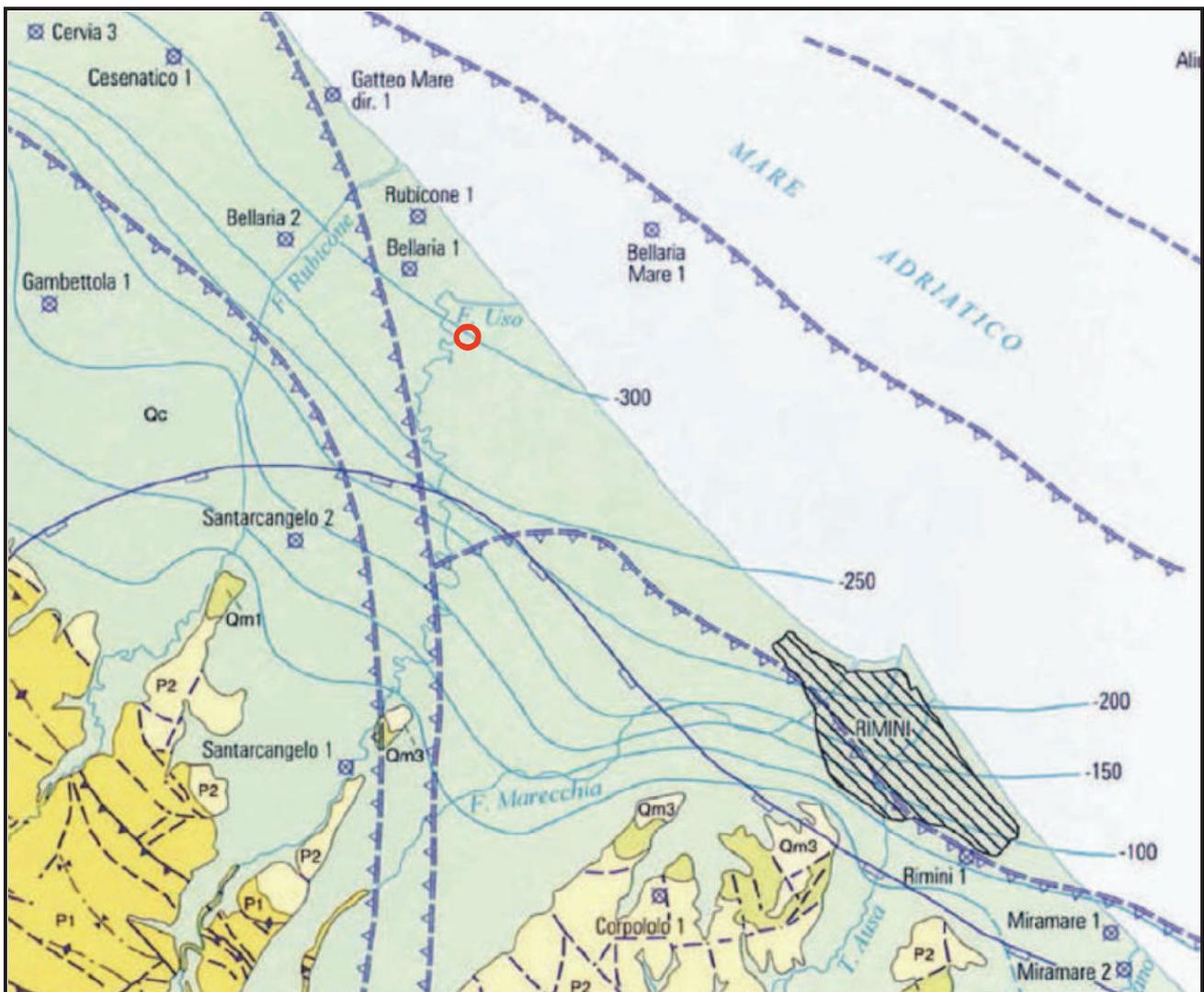
f. INQUADRAMENTO SISMICO E TETTONICO

Il bordo appenninico esterno e l'attuale fascia costiera sono il prodotto del sistema ad embrici e accavallamenti che regola il sollevamento e lo sviluppo della catena appenninica.

Secondo le ricerche dell'AGIP (Pieri e Groppi, 1981) la Pianura Padana meridionale costituisce una stretta fascia allungata parallelamente ai rilievi del bordo appenninico entro cui si è verificato un consistente accumulo di depositi soprattutto neogenici.

La presenza di strutture tettoniche sepolte drappeggiate ed annegate da tali depositi, storicamente ipotizzata, è stata accertata attraverso la realizzazione di "sezioni sismiche".

Lungo il bordo appenninico esterno e la fascia di pianura antistante gli elementi strutturali accatastati vengono a formare un prisma di accrezione che per la complessa interferenza tra l'attività tettonica e quella sedimentaria assume i caratteri di una pronunciata fossa tettonica (Scandone, 1980) denominata "Avanfossa appenninico-adriatica" (Ori, Roveri e Vannoni, 1986). L'intrecciarsi di complessi meccanismi sedimentari e tettonici hanno dato luogo alla formazione di bacini alla fronte e sulla parte retrostante degli accavallamenti traslando con essi all'interno della avanfossa. Il risultato finale è quello di un consistente impilamento di sedimenti caratteristici della successione sedimentaria plio-peistocenica della zona di studio.



	Linea di costa		Depositi continentali del Pleistocene medio-Attuale (AEI+AES)
	Limite stratigrafico inconforme		Depositi litorali del Pleistocene medio (IMO)
	Faglia certa e presunta		Depositi marini del Pleistocene inferiore (SVG)
	Sovrascorrimento certo e presunto		Depositi marini del Pliocene medio-superiore (TCO+AAS)
	Traccia di sup. assiale di anticlinale		Depositi marini del Pliocene inferiore (AAI+BOE)
	Traccia di sup. assiale di sinclinale		Successione Epiligure (SMN+AQV)
	Fronte MAE sepolto certo e incerto		Liguridi s.l. (MEA+MLL)
	Sovrascorrimento sepolto		Urbanizzato
	Faglia sepolta		Mare
	-100 Isobate base AEI+AES con quota l.m.		
	Pozzo AGIP		

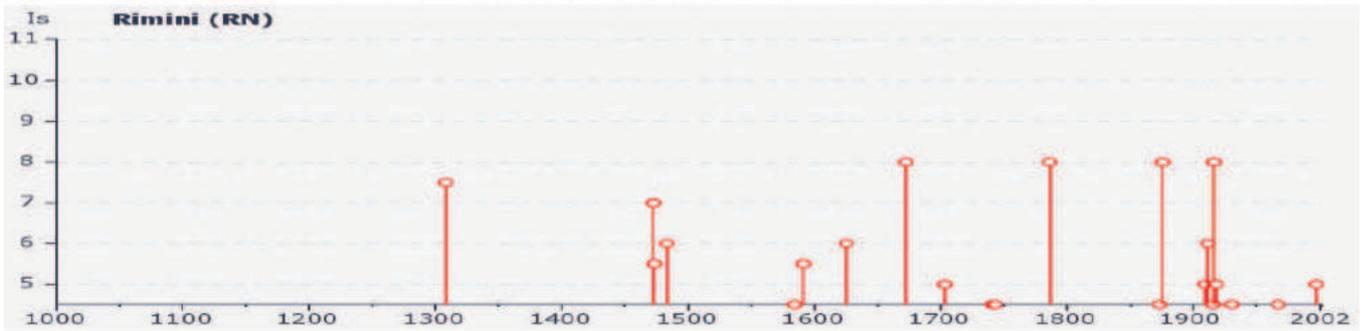
g. EVENTI SISMICI ATTESI

La storia sismica delle provincia di Rimini è stata ricavata mediante consultazione del database dell'INGV "BMI2011" di cui di seguito si riporta uno stralcio:

Parametro	Descrizione	Provenienza
Ax	Area epicentrale, area geografica in cui sono stati riscontrati gli effetti maggiori del terremoto	
Np	Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto	CPT11 (N)
Io	Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg	CPT11
Mw	Magnitudo momento	CPT11 (Mw)

Effects	Earthquake occurred:										
Is	Data	Ax	Np	Io	Mw						
7-8	1308 01 25 17:15	Rimini	4	7-8	5.35 ±0.34	4	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
7	1472	RIMINI	1	7	5.14 ±0.34	4-5	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
5-6	1473 02 02	RIMINI	1	5-6	4.51 ±0.34	8	1916 05 17 12:49:50	Alto Adriatico	132		5.95 ±0.14
6	1483 08 11 19:40	Romagna meridionale	14	8	5.68 ±0.40	6	1916 06 16 01:27	Alto Adriatico	17		
4-5	1584 09 10 20:30	Appennino tosco-emiliano	18	9	5.80 ±0.33	8	1916 08 16 07:06	Alto Adriatico	257		6.14 ±0.14
5-6	1591 07 10	FORLÌ	6	6-7	5.19 ±0.79	2	1916 11 16 06:35	REATINO	40	8	5.53 ±0.22
6	1625 12 05	RIMINI	1	6	4.72 ±0.34	3	1917 04 26 09:35:59	Valtiberina	134	9-10	5.89 ±0.11
5	1661 03 22 12:50	Appennino romagnolo	79	9	6.09 ±0.16	4	1917 12 02 17:39	GALEATA	32	6-7	5.09 ±0.20
8	1672 04 14 15:45	Riminese	92	8	5.61 ±0.21	5	1918 11 10 15:12:28	Appennino romagnolo	187	9	5.88 ±0.11
5	1688 04 11 12:20	Romagna	39	8-9	5.78 ±0.35	4	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	756	10	6.48 ±0.09
F	1703 01 14 18:00	Appennino umbro-reatino	199	11	6.74 ±0.11	4	1924 01 02 08:55:08	Medio Adriatico	76	7-8	5.36 ±0.16
5	1703 02 02 11:05	Aquilano	71	10	6.72 ±0.17	2	1926 01 01 18:04:06	Slovenia	63	7-8	5.85 ±0.18
4-5	1741 04 24 09:00	FABRIANESE	145	9	6.21 ±0.13	3	1928 05 30 20:01	Adriatico centrale	17	5	4.88 ±0.28
4-5	1743 02 20 16:30	Basso Ionio	77	9	7.13 ±0.19	3	1929 04 10 05:43:12	Bolognese	87	7	5.03 ±0.13
4	1768 10 19 23:00	Appennino romagnolo	45	9	5.87 ±0.21	4-5	1930 10 30 07:13:13	SENIGALLIA	263	8	5.81 ±0.09
3	1780 05 25	RAVENNA	5	5-6	4.51 ±0.34	4	1934 11 30 02:58:19	Alto Adriatico	51		5.34 ±0.17
5	1781 04 04 21:20	Romagna	96	9-10	5.94 ±0.17	4	1936 10 18 03:10:12	BOSCO CANSIGLIO	267	9	6.12 ±0.09
8	1786 12 25 01:00	Riminese	91	8	5.62 ±0.17	2-3	1943 10 03 08:28:29	Marche meridionali-Abruzzo	131	8-9	5.83 ±0.14
4	1861 10 16	FORLÌ	10	6-7	5.10 ±0.48	3	1962 01 23 17:31	Adriatico	49	5	4.52 ±0.25
3	1870 10 30 18:34	Romagna	41	8	5.58 ±0.27	4-5	1967 12 30 04:19:20	BASSA PADANA	40	6	5.24 ±0.19
4-5	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10	5	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
3-4	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10	6.32 ±0.11	2	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
NF	1874 10 07	IMOLESE	60	7	5.02 ±0.18	3-4	1984 04 29 05:02:60	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
8	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144		5.93 ±0.16	NF	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	604	6	4.61 ±0.10
3	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6	5.06 ±0.30	4	1996 10 15 09:56:02	Correggio	135	7	5.41 ±0.09
3	1881 09 28	CESENA	24	6-7	4.82 ±0.27	4	1997 09 26 00:33:13	Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09
3	1904 11 17 05:02	Pistoiese	204	7	5.15 ±0.14	5	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09	4	1997 10 14 15:23:11	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09
NF	1909 08 25 00:22	MURLO	283	7-8	5.37 ±0.10	3-4	1998 04 05 15:52:21	Appennino umbro-marchigiano	395	6	4.81 ±0.09
4	1911 02 19 07:18	Romagna meridionale	181	7	5.28 ±0.11	3	2000 05 08 12:29:56	Emilia Romagna	126	5	4.66 ±0.09
6	1911 03 26 13:51:02	RIMINI	9	5	5.00 ±0.30	3	2000 05 10 16:52:12	Emilia Romagna	151	5-6	4.86 ±0.09
NF	1913 11 25 20:55	Val di Taro	73	4-5	4.84 ±0.20	4	2000 08 01 02:34:31	MONTEFELTRO	83	5-6	4.34 ±0.09
						3	2001 11 26 00:56:55	Casentino	213	5-6	4.72 ±0.09
						5	2003 12 07 10:20:33	Zona Forlì	172	5	4.22 ±0.09

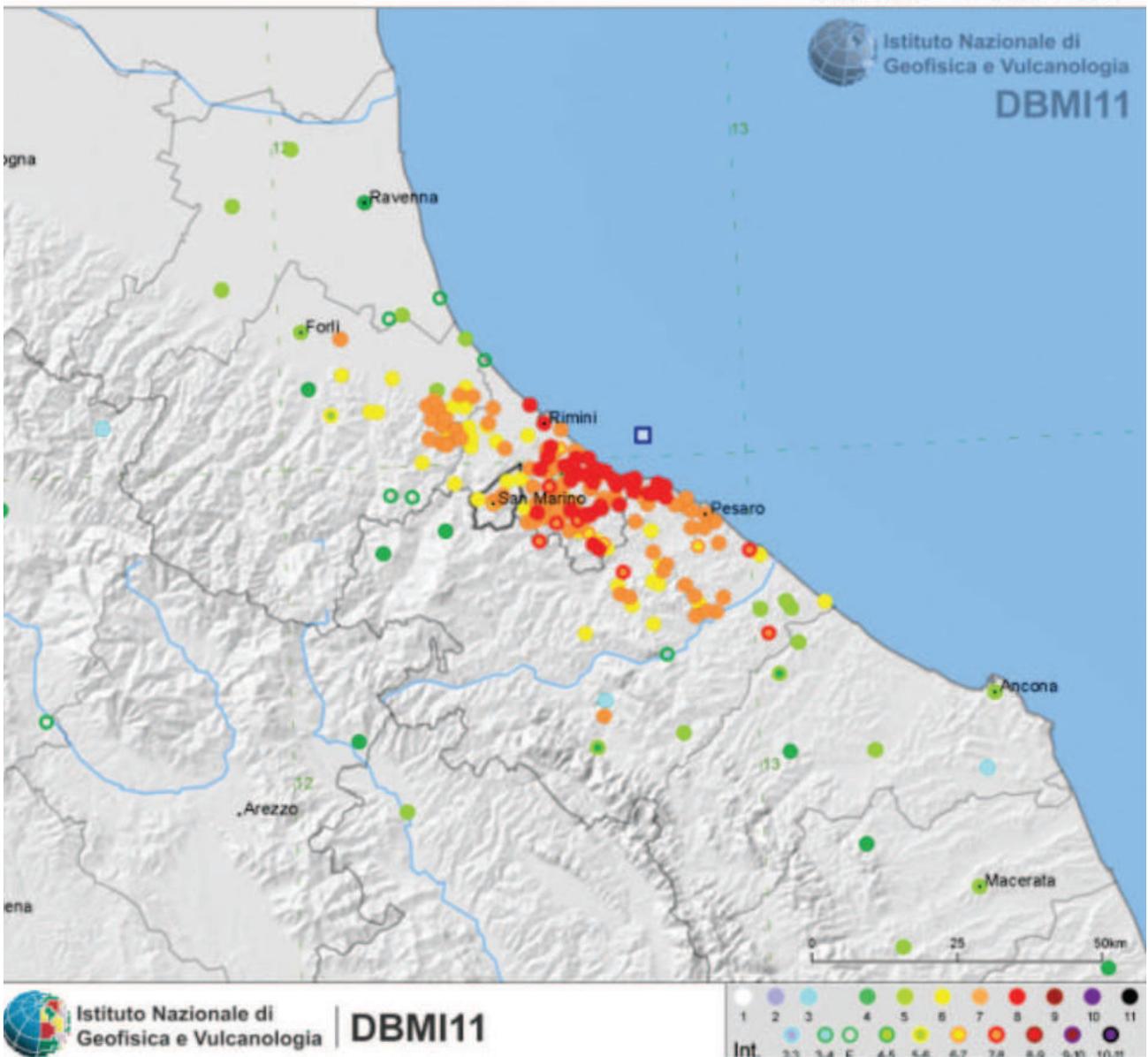
Distribuzione temporale degli eventi sismici considerati



Cartografia in cui si evidenziano le intensità degli eventi sismici di riferimento della serie storica

Terremoto del 16 agosto 1916 07:06:--: Alto Adriatico
 Studio macrosismico Guidoboni et al., 2007 [Np 257, I_max 8]

Epicentro CPTI11 □ Mw 6.14 ±0.14
 macrosismico □ Mw 6.14 ±0.15
 strumentale ☆ Mw 6.11 ±0.37

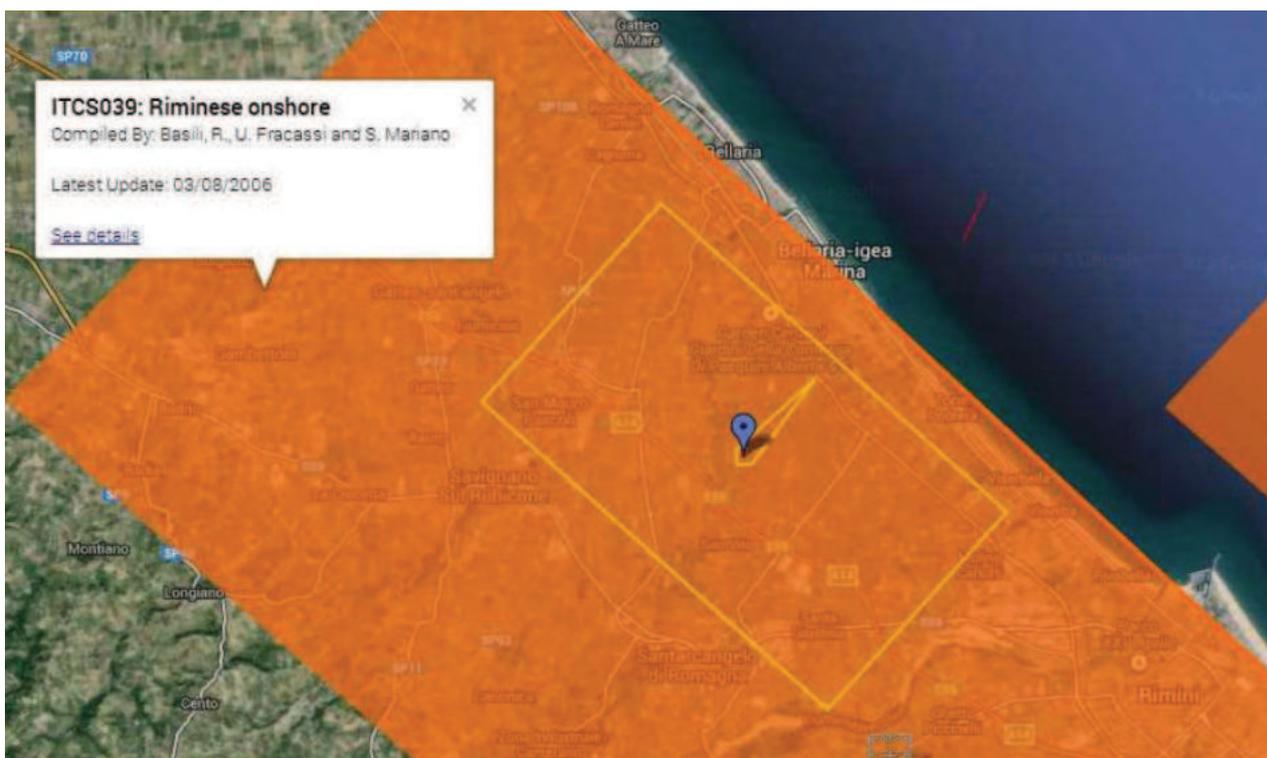
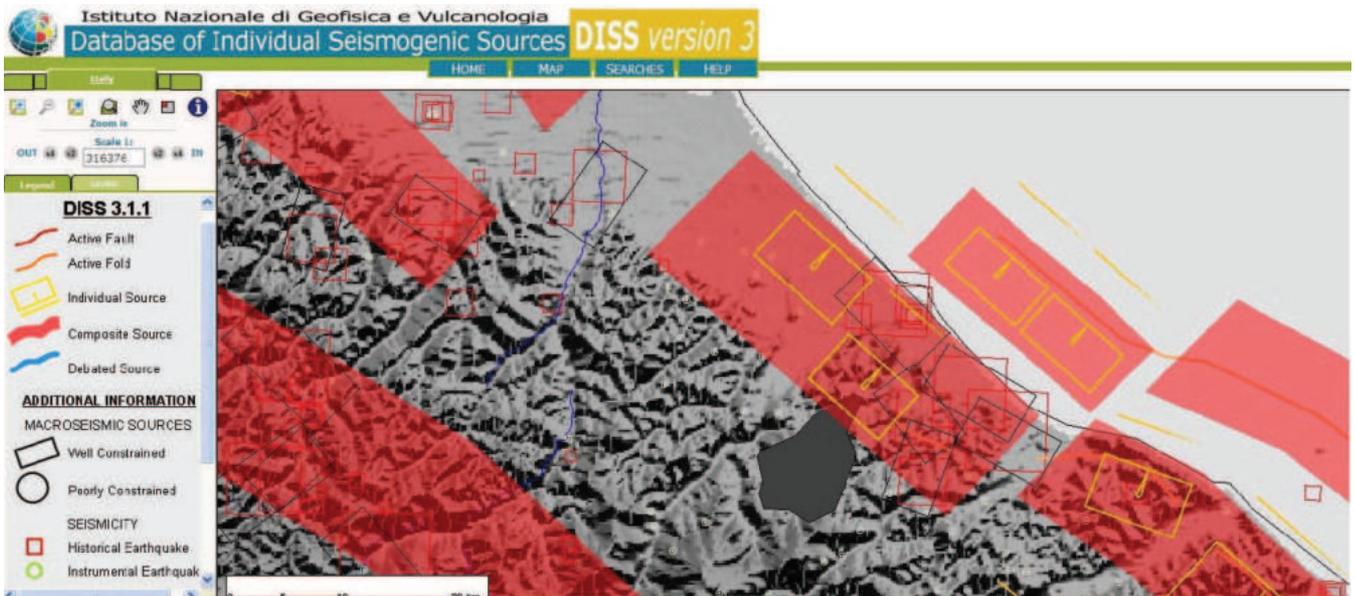


Sulla scorta di tali cataloghi nonché di più approfondite informazioni storico-scientifiche e di studi su modelli geodinamici e crostali l'INGV ha sviluppato un database delle sorgenti

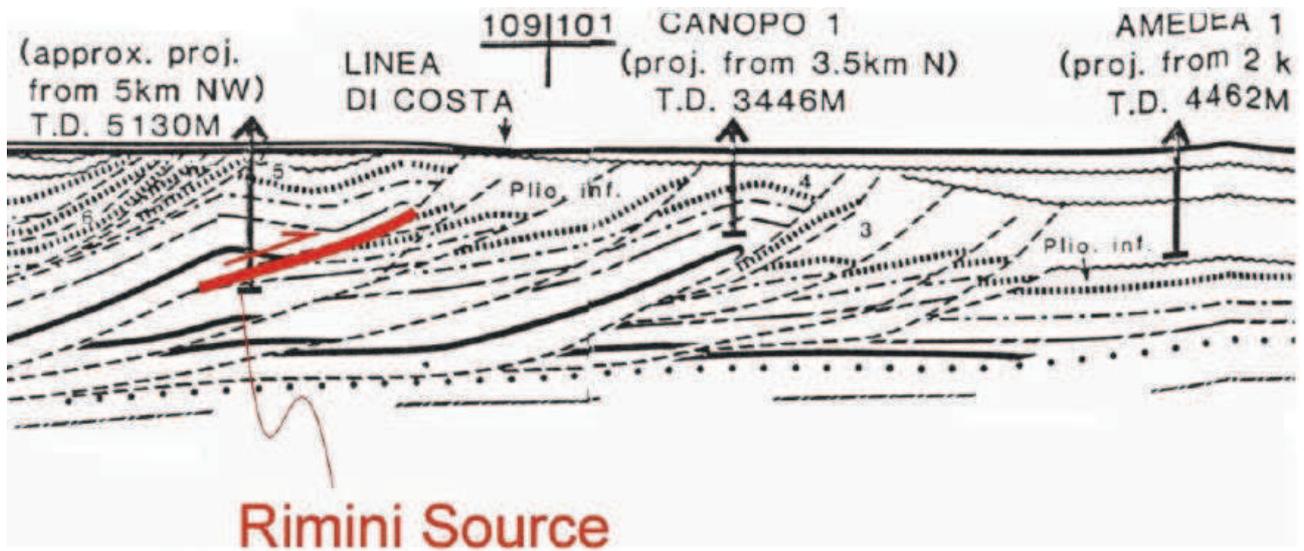
sismogenetiche attive denominato DISS3, contenente potenziali fonti per i terremoti più grandi di 5,5.

M in Italia e nelle aree circostanti:

L'area d'intervento, risulta direttamente interessata dalla sorgente sismogenetica ITCS039 (denominata "Riminese On-Shore", Basili, R., U. Fracassi and S. Mariano 2006) e molto prossima alla ITCS030, posizionata nello specchio marino frontostante, così come censite e caratterizzate nel database INGV_DISS3, di cui di seguito si riporta uno stralcio georeferenziato ed ingrandito su base ortofotografica a cura della GEOSTRU:



Sorgente sismogenetica ITC039 - Riminese “on-shore” proiettata su Sezione Amedea-M.te.Amiata di Bally et al. [1986]. Basili, R., U. Fracassi and S. Mariano 2006



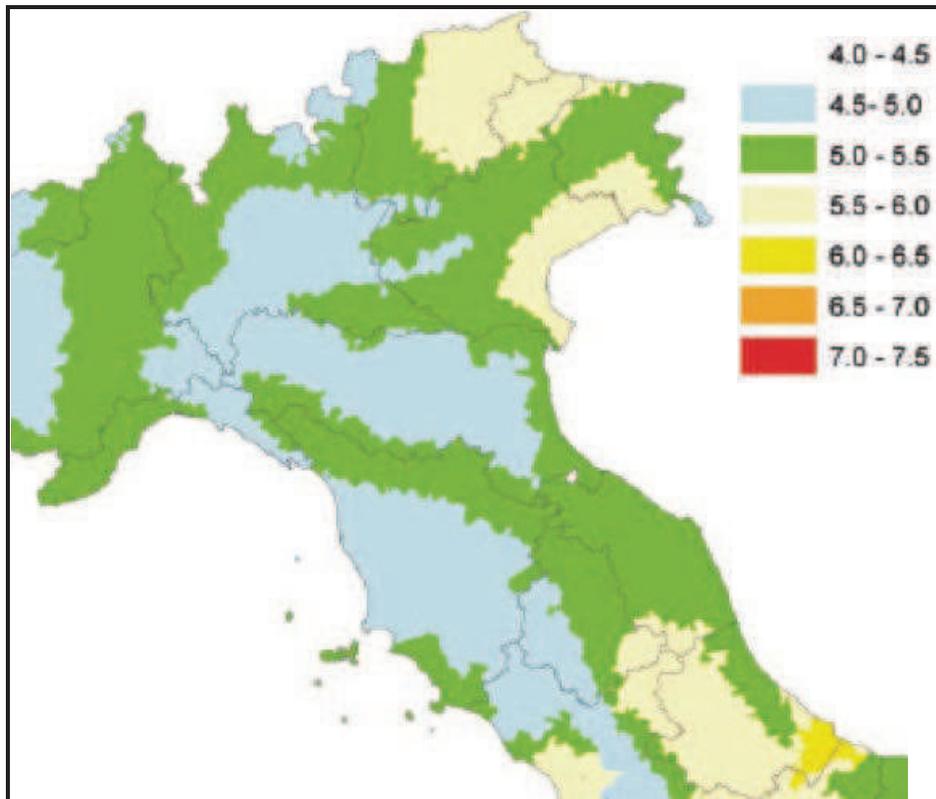
Sorgente sismogenetica ITC030 - Riminese “off-shore” proiettata su Sezione Amedea-M.te.Amiata di Bally et al. [1986]. Basili, R., U. Fracassi and S. Mariano 2006



Di conseguenza diviene necessario definire un valore di magnitudo di riferimento “Mwmax” (magnitudo momento), analogamente ai valori di accelerazione massima, in funzione della possibilità che si possano verificare, sia pure con probabilità molto basse, eventi con magnitudo pari o superiore a quelli verificatisi nel periodo di osservazione del Catalogo dei Terremoti.

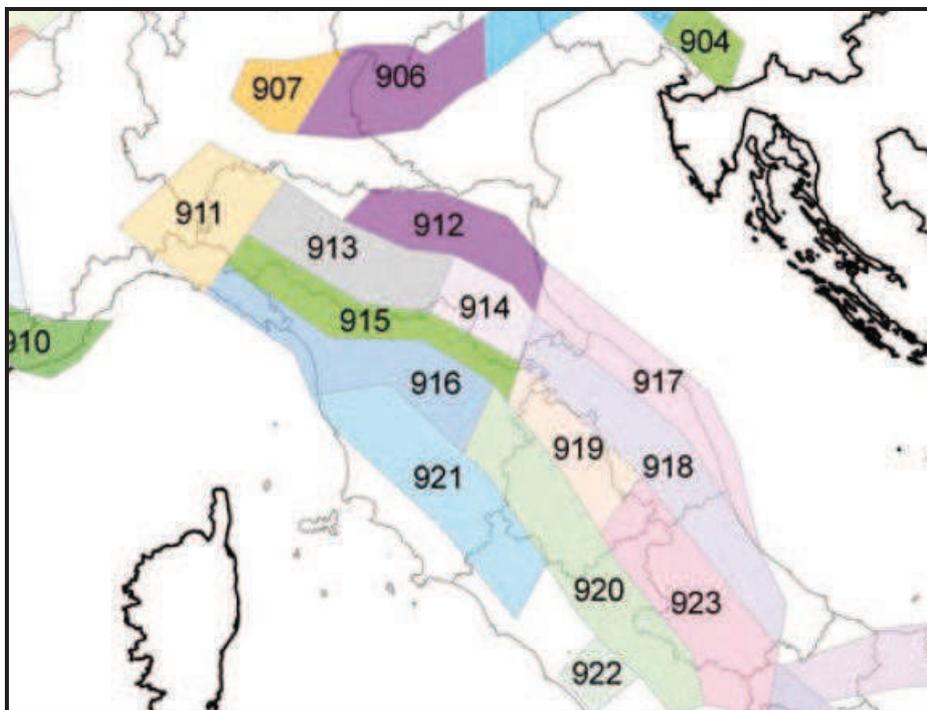
Per la definizione della massima magnitudo associabile a tali sorgenti sismogenetiche, sulla base dei dati macrosismici e strumentali, è opportuno rapportarsi all'aggiornamento del catalogo DBMI-CPT11 in cui oltre ai valori di riferimento per ciascun evento vengono stimati anche i relativi ambiti di incertezza.

Diversamente il metodo di “**disaggregazione**” condotto da INGV (Spallarossa e Barani;2007) fornisce risultati ottenuti attraverso l’opera di disaggregazione della pericolosità sismica (Bazzurro e Cornell; 1999) ovvero un’operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. Tale metodo si pone come obiettivo quello di consentire in qualunque sito la stima di una coppia di riferimento magnitudo – distanza (nel seguito M-R) e pertanto riporta una mappatura del territorio nazionale con valori di magnitudo che possono essere utilizzati per verificare le condizioni di stabilità di versante o di liquefazione per opere alle quali è associato un periodo di riferimento (RP) non superiore a quello per il quale la mappa è stata dedotta (vedi “Indicazioni e Criteri per la Microzonazione Sismica”, 2008 a cura del Dipartimento per la Protezione civile). Dai dati dell’analisi di disaggregazione il valore di magnitudo momento adottabile nel calcolo, al pari di quello della accelerazione, per opere ordinarie (progetti di basso-medio rischio e $V_n=50$ anni) con tempi max di ritorno di 475 anni e percentuale di superamento pari al 10%, potrebbe essere **Mw = 5.5** come definibile dalle PLANIMETRIE delle ICMS (metodo eventualmente utilizzabile solo per TR _ 475 anni come da indicazioni ICMS).



Tuttavia l’area in studio è inserita all’interno della **zona sismogenetica n. 917** (Rimini - Ancona; vedi figura successiva) nell’ambito della zonazione “ZS9” definita dal “Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa della Pericolosità Sismica” dell’INGV. Nel rapporto

conclusivo al paragrafo 6.3 (a pag. 36) sono stati individuati due tipi di valori (Rapporto Conclusivo GdL INGV, 2004). A tal proposito in “Indicazioni e Criteri per la Microzonazione Sismica” (anno 2008 a cura del Dipartimento per la Protezione civile) si raccomanda l’adozione del valore di **Mwmax2 = 6.14**, come richiamato al paragrafo 2.8.2, definito come metodo semplice e in favore della sicurezza per stimare il valore della magnitudo che può essere utilizzata **per le verifiche di stabilità e di liquefazione dei terreni e/o progettazione di opere**. Rimane in ogni caso in ambito discrezionale del progettista l’adozione del valore più opportuno di magnitudo ai fini delle verifiche di calcolo in funzione della tipologia di opera e delle relative classe d’uso, vita nominale ed esposizione al rischio.



Si può osservare inoltre che ben pochi dei terremoti significativi verificatisi nella storia sismica del riminese e lungo la costa del Comune di Bellaria-Igea Marina hanno delle magnitudo inferiori a 5,0/5,5 e grado di intensità MCS<7-8; di conseguenza anche la condizione al punto 1) delle norme della regione Emilia-Romagna (riportata al par. 10.1) non è verificata. Pertanto, considerati gli studi dell’INGV, la zonazione ZS9 e le indicazioni I.C.M.S., in relazione alle diverse tipologie di opere e di intervento previste nell’area in esame nonché alle relative condizioni di esposizione al rischio prevedibili, per le analisi di calcolo si ritiene di verificare due scenari limite adottando le **magnitudo momento max pari a MW1=5.5 e MW2=6.14**, derivabili rispettivamente dalle stime di disaggregazione e dalle raccomandazioni I.C.M.S., al fine di poter definire la pericolosità sismica in relazione alle caratteristiche progettuali ed alle condizioni possibili a verificarsi.

Per ottenere il valore di PGA0 (accelerazione massima al suolo di riferimento) si è consultata la tabella 2 dell'allegato A4 dove vengono forniti direttamente dalla Regione Emilia-Romagna i valori di PGA0 distinti per Comune. Per il Comune di Bellaria – Igea Marina il valore dell'accelerazione massima orizzontale di riferimento al suolo per $T = 0$ risulta essere pari a **0,182g**. Pertanto considerando il valore di F.A determinato nello studio di MZS del comune di Bellaria Igea Marina pari ad 1,5, il picco di accelerazione al piano di campagna del terremoto di riferimento risulta **amaxs = 0,182g x 1,5 = 0,273g**. Da tale considerazione sia la **PGA0, pari a 0.182g** che a maggior ragione la **amaxs corrispondente a 0,273g**, risultano entrambi maggiori a quella di riferimento - free-field di 0.10g e di 0.15g per i terreni fini; pertanto la potenziale liquefacibilità non è escludibile.

h. CALCOLO DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Per il calcolo della potenziale liquefacibilità dei terreni sabbiosi saturi e di degradazione ciclica di quelli limo/argillosi individuati nella successione litostratigrafica, sono stati utilizzati i risultati della prova penetrometrica CPT realizzata in prossimità della battigia, le cui risultanze sono state ritenute idonee ed accettabili, a seguito di verifica/comparazione con i sondaggi stratigrafici limitrofi nonché con log di Vs riscontrati durante la campagna di prospezione geofisica di riferimento. Dai dati della campagna geognostica risulta che lo spessore del corpo sedimentario risulta essenzialmente sabbioso fino a m. 7-8 di profondità quindi argilloso-limoso con livelli sottili di sabbia-limoso nei primi 20 metri profondità oltre la quale il fenomeno è inibito dalla pressione litostatica e/o gli eventuali potenziali effetti in superficie risulterebbero di scarsa rilevanza se non del tutto ininfluenti.

La verifica è stata condotta in considerazione di un **livello di falda cautelativo pari a - 1.00 mt dal p.c.** attuale (valor medio nella stagione di massimo innalzamento stagionale) in base ai singoli contesti topografici riscontrati nei punti d'indagine.

In relazione alla tipologia di opere previste nell'areale di studio nonché alle relative condizioni di esposizione al rischio prevedibili, per le analisi di calcolo si ritiene di verificare lo scenario limite adottando la **magnitudo max pari MW = 6.14**, derivabile dalle raccomandazioni I.C.M.S. per la zona ZS9. L'analisi è stata eseguita utilizzando uno dei metodi più accreditati dal mondo accademico e scientifico (Boulangier e Idriss, 2014), basato su un proprio fattore caratteristico di scala della magnitudo (MSF) e propri coefficienti riduttivi (R_d - K_{-} - K_{-}) atti a determinare i valori di CRR (cyclic resistance ratio) e CSR (cyclic stress ratio) per ciascuno strato, necessari a definirne il rispettivo FS (fattore

di sicurezza) rispetto ad una soglia limite di riferimento prefissata (nel caso in esame FS = 1.25). Dal punto di vista litologico, pur con le possibili e locali piccole variazioni, la stratigrafia dell'area di costruzione è caratterizzata dalla presenza di terreni sabbiosi superficiali con aldisotto litotipi argilloso-limosi e sabbioso-limosi cui sottostanno ghiaie-sabbie addensate. I materiali di piana costiera si presentano in uno stato di medio addensamento in condizioni di presenza di falda freatica nei litotipi sabbiosi superficiali. Come si può notare l'indice del potenziale di liquefazione risulta con $I_{pl} = 15,9-17,5$ e quindi **A RISCHIO MOLTO ALTO (Sonmez, 2003)**. Si può affermare che la zona indagata destinata alla costruzione della nuova banchina di ponente del porto canale in caso di scossa sismica è da ritenersi **passibile di penalizzazioni dovute alla liquefazione del terreno** e quindi implica la valutazione di interventi di mitigazione del fenomeno.

Anche i cedimenti post-sismici dei terreni granulari risultano abbastanza elevati pari a circa cm. 14,47 e implicano fenomeni di assestamento tali di interferire negativamente con le strutture in progetto.

I. CARATTERISTICHE EDIFICATORIE

Sulla base delle risultanze riscontrate sull'area interessata, si deduce la parte più superficiale risulta a componente sabbiosa addensata fino a circa m. 1,50-2,00 di profondità; seguono terreni essenzialmente **limoso-sabbiosi dotati di medio addensamento** con al disotto argille.limose e livelli di sabbie sciolte; la presenza del banco di ghiaia e sabbia addensato è stata verificata alla profondità di m. 28-29.

I terreni sabbiosi e le alternanze limo-sabbiose e limo-argillose presenti nell'area (piana costiera) si presentano, in condizioni statiche, generalmente come discreti terreni di fondazione; tuttavia la saturazione di tali depositi, il grado di permeabilità ed il loro comportamento in condizioni dinamiche determina una ALTA POSSIBILITA' di liquefazione di tali terreni.

Per il manufatto permanente in progetto di una certa dimensione e rilevanza strutturale, al fine di inibire/mitigare la suscettibilità alla liquefazione dei depositi incoerenti e di omogeneizzarne il comportamento geomeccanico, occorre approntare interventi preliminari di miglioramento, di consolidamento e/o di drenaggio dei terreni di fondazione nel volume di interesse. In tal caso potranno essere adottate fondazioni superficiali di tipo diretto da dimensionare in funzione delle prestazioni attese e del grado di incremento delle

caratteristiche geomeccaniche ottenuto nel volume di terreno di interesse per le specifiche opere. In alternativa si renderà opportuno l'utilizzo di fondazioni profonde su pali adeguatamente dimensionati alle azioni di taglio ed alla mancanza di adesione laterale negli orizzonti; andranno tenuti in debito conto possibili effetti di attrito negativo/trascinamento a seguito del riaddensamento dei terreni potenzialmente liquefacibili e/o coesivi soggetti a degradazione ciclica.

Tali valutazioni andranno approfondite puntualmente in relazione alle quote dei piani di posa, ai carichi insistenti nonché alle modalità realizzative dell'opera in progetto e delle prestazioni attese dalla stessa e, pertanto, anche in base a quanto espresso al paragrafo 7.11.3.4.3 delle NTC *“L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista”*.

Se si verificassero localmente delle situazioni **litologiche e/o di addensamento discordanti** da quelle della presente relazione, occorrerà avvertire lo scrivente che, dopo la valutazione del caso, deciderà gli opportuni interventi.

I. CONCLUSIONI

Sulla base delle risultanze ottenute con indagini dirette sul terreno e utilizzando prove e informazioni assunte relativamente a zone adiacenti, analizzando i dati ricavati, deriva quanto segue:

1. Sull'area è stato individuato uno spessore di terreni sabbiosi sciolti mediamente addensati, saturi, cui seguono litotipi in posto argilloso-limosi con livelli sabbiosi **a sufficiente consistenza** al disotto dei quali si riscontrano argille-limose consistenti e intercalazioni sabbie-limose addensate fino al tetto del banco di sabbia addensata posto a circa m. 28-29 di profondità rispetto al piano campagna attuale con aldisotto argille-limose consistenti con livelli sabbioso-ghiaiosi addensati (vedi sondaggio allegato).
2. Sull'area attualmente **insiste falda freatica superficiale** con livello statico posto alla profondità di **m. 1,00-1,20** rispetto al piano campagna attuale con escursione stagionale di m. 0,50-0,80 collegato direttamente con il livello eustatico del mare.
3. Dalle indagini geotecniche effettuate si può affermare che la zona indagata destinata all'edificazione in caso di scossa sismica è da ritenersi **passibile di penalizzazione dovuta alla liquefazione del terreno** e quindi implica interventi di mitigazione del fenomeno. Anche i cedimenti post-sismici suppletivi risultano elevati e possono interferire con la stabilità della struttura.
4. Per la banchina di ponente del porto canale in progetto occorre approntare **interventi preliminari di miglioramento, di consolidamento e/o di drenaggio dei terreni di fondazione** nel volume di interesse. Potranno essere adottate fondazioni superficiali di tipo diretto da dimensionare in funzione delle prestazioni attese e del grado di incremento delle caratteristiche geomeccaniche ottenuto nel volume di terreno di interesse per le specifiche opere. In alternativa si renderà opportuno l'utilizzo di fondazioni profonde su pali.
5. Ai fini della valutazione delle azioni sismiche di progetto in relazione alla normativa vigente si ottiene la **categoria del suolo di fondazione D** ed una **condizione topografica** riconducibile alla categoria **T1**.

6. Se si verificassero localmente delle situazioni **litologiche e/o di addensamento discordanti** da quelle della presente relazione, occorrerà avvertire lo scrivente che, dopo la valutazione del caso, deciderà gli opportuni interventi.

CastelBolognese 15.05.2023

Dott.Geol. Andreatta Giancarlo



BELLARIA 1 - COMUNE, PORTO CANALE AMPLIAMENTO

Strumento: TRZ-0033/01-09

Inizio registrazione: 17/04/23 15:21:40 Fine registrazione: 17/04/23 15:41:40

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

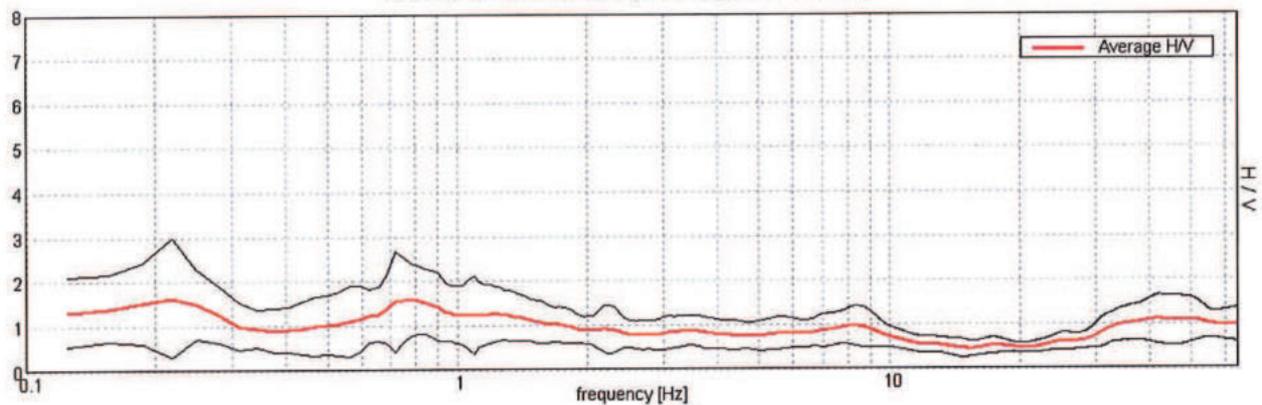
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

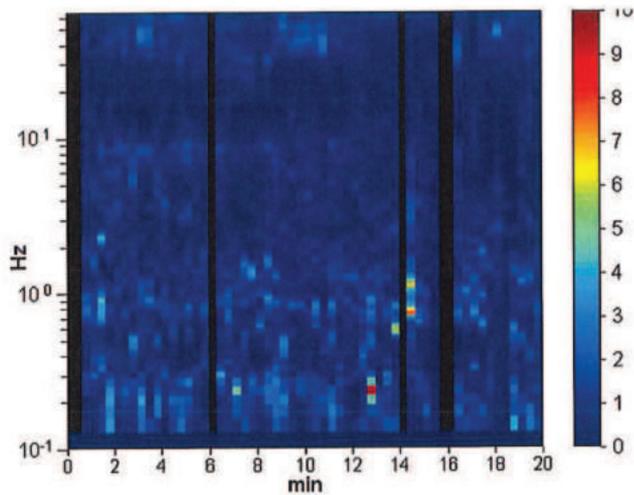
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

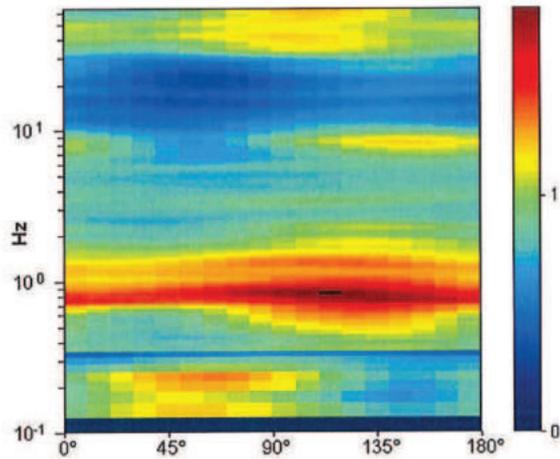
Max. H/V at 0.22 ± 0.08 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



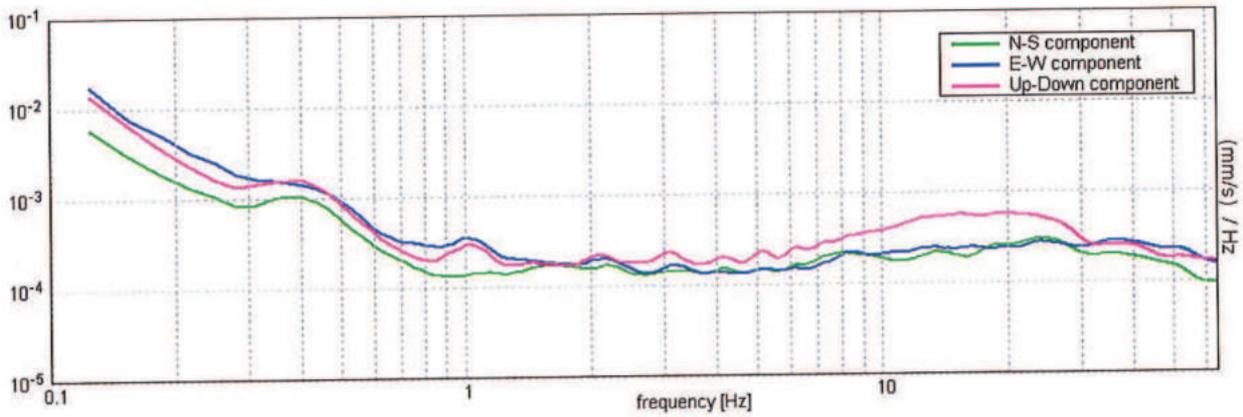
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

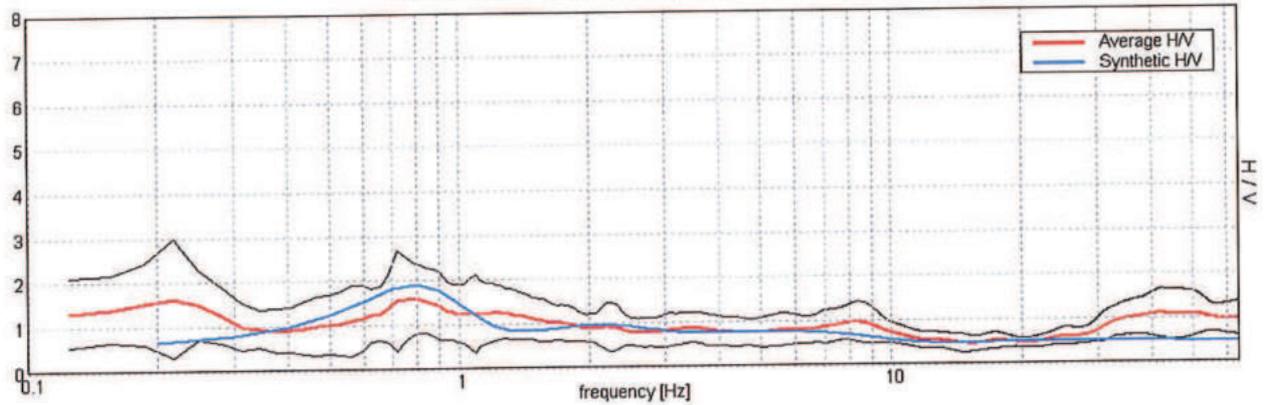


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 0.22 ± 0.08 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base
dello strato [m]

4.00
14.00
26.00
76.00
96.00
inf.

Spessore [m]

4.00
10.00
12.00
50.00
20.00
inf.

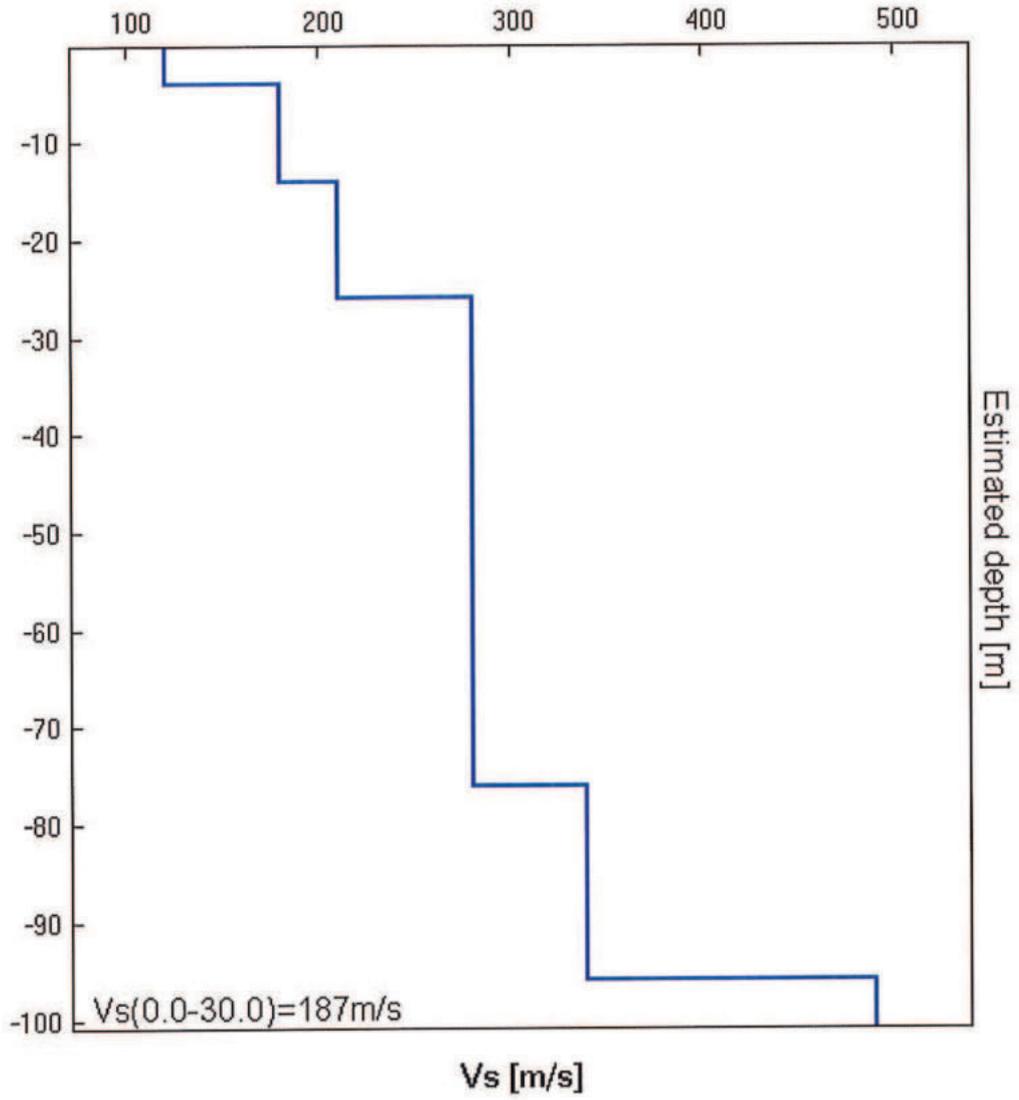
Vs [m/s]

120
180
210
280
340
490

Rapporto di Poisson

0.30
0.30
0.35
0.35
0.35
0.35

$V_s(0.0-30.0)=187\text{m/s}$



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.22 ± 0.08 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.22 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$236.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 12	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.64 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.18509 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04049 < 0.04375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6647 < 2.5$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

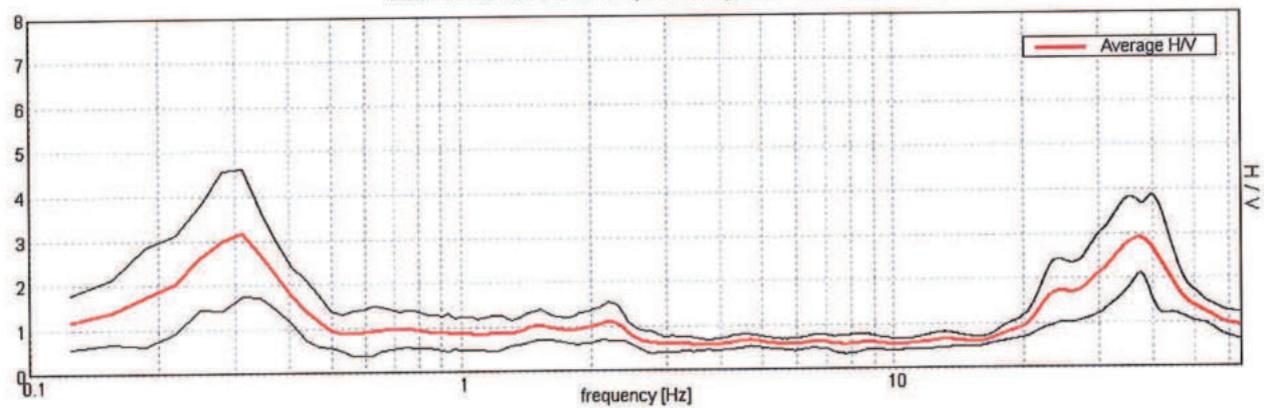
BELLARIA 2 - COMUNE,

Strumento: TRZ-0033/01-09
Inizio registrazione: 18/04/23 11:57:38 Fine registrazione: 18/04/23 12:17:38
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

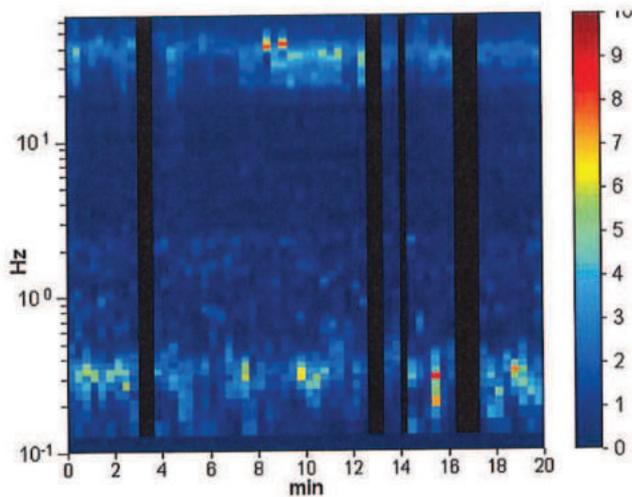
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 87% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

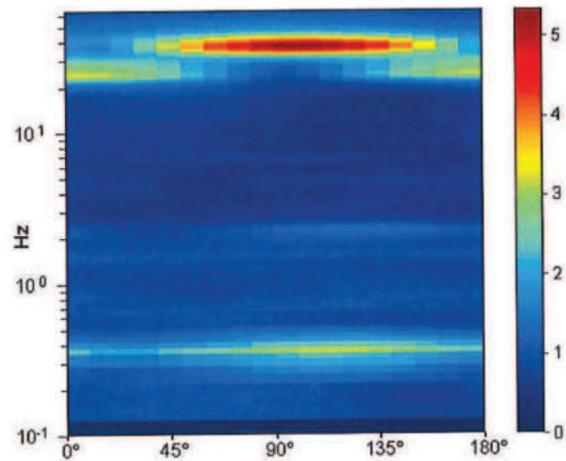
Max. H/V at 0.31 ± 1.49 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



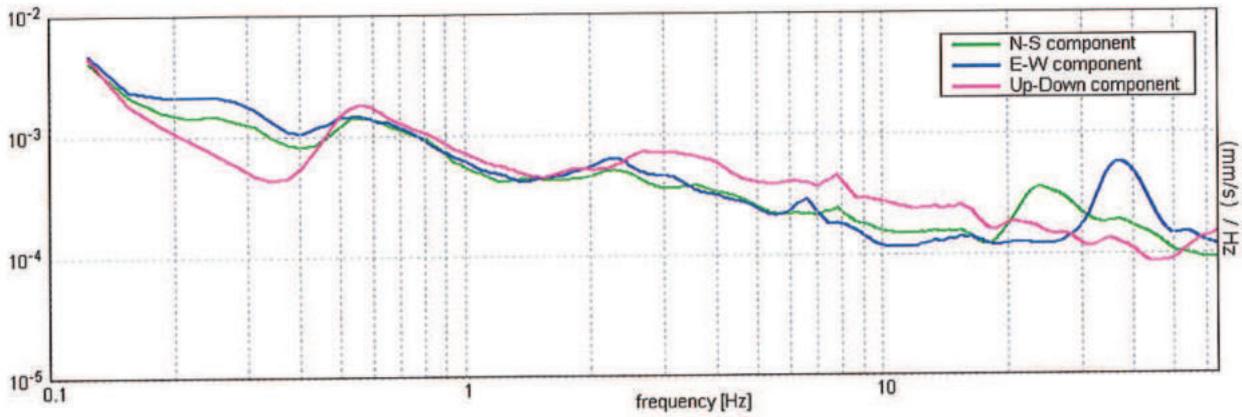
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

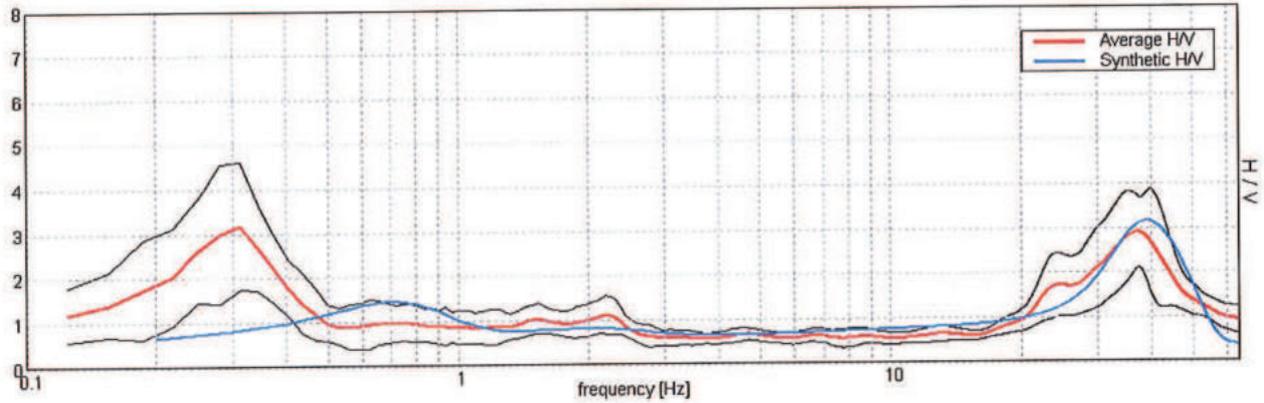


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 0.31 ± 1.49 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base
dello strato [m]

0.40
3.40
13.40
25.40
75.40
105.40
115.40
inf.

Spessore [m]

0.40
3.00
10.00
12.00
50.00
30.00
10.00
inf.

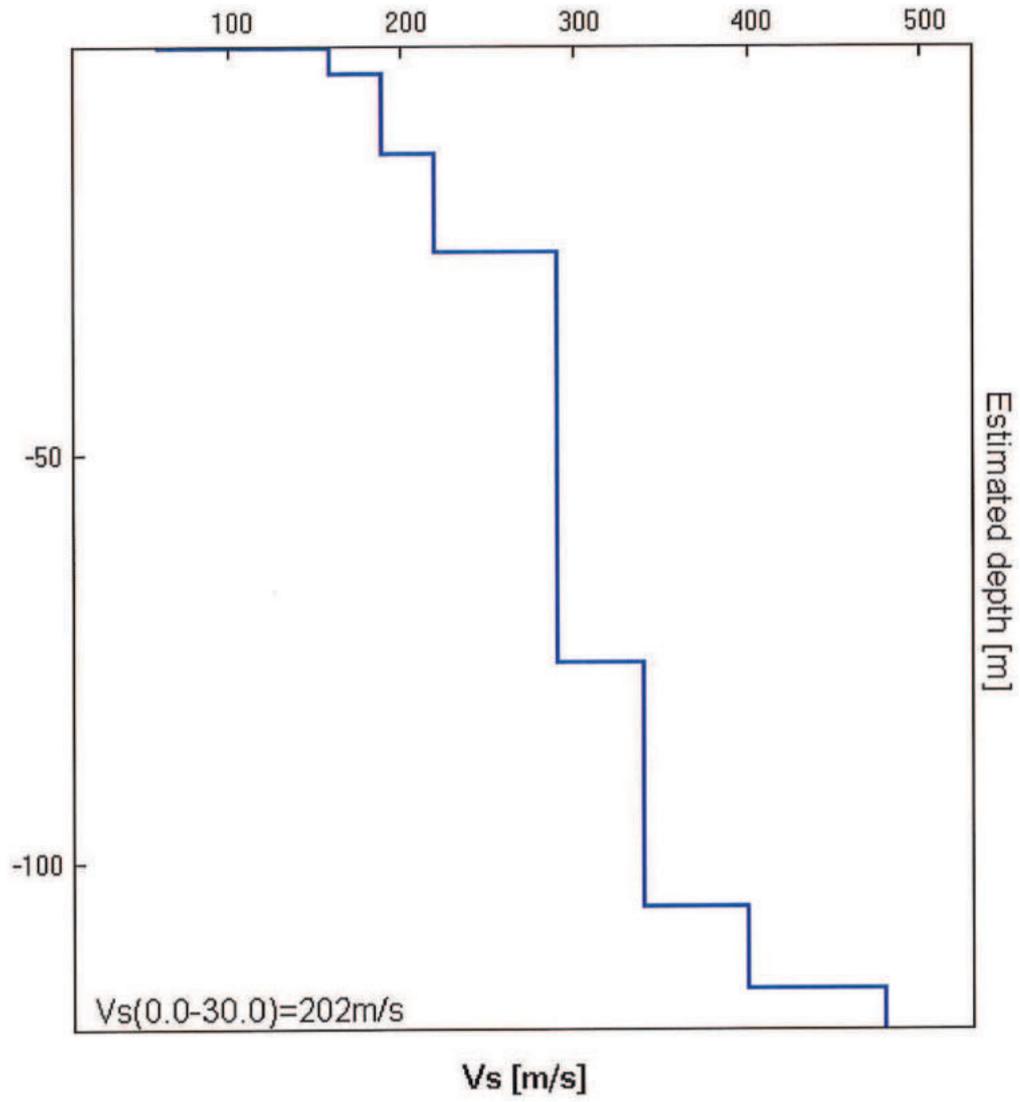
Vs [m/s]

60
160
190
220
290
340
400
480

Rapporto di Poisson

0.30
0.30
0.30
0.30
0.35
0.35
0.35
0.35

$V_s(0.0-30.0)=202\text{m/s}$



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.31 ± 1.49 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.50$		NO
$n_c(f_0) > 200$	$325.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 16	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.156 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.18 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 2.34616 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.73317 < 0.0625$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7068 < 2.5$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

- POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (DGR Emilia Romagna n° 630/2019 e 476/2021 - DM 17.01.2018).

Tiene conto anche della magnitudo del terremoto nel rapporto di sforzo ciclico indotto, tramite una modifica della nota espressione di Seed ed Idriss, introducendo un fattore correttivo funzione della Magnitudo (Adottato dal C.N.R. nel 1985).

SISMA DI PROGETTO (cenni teorici)

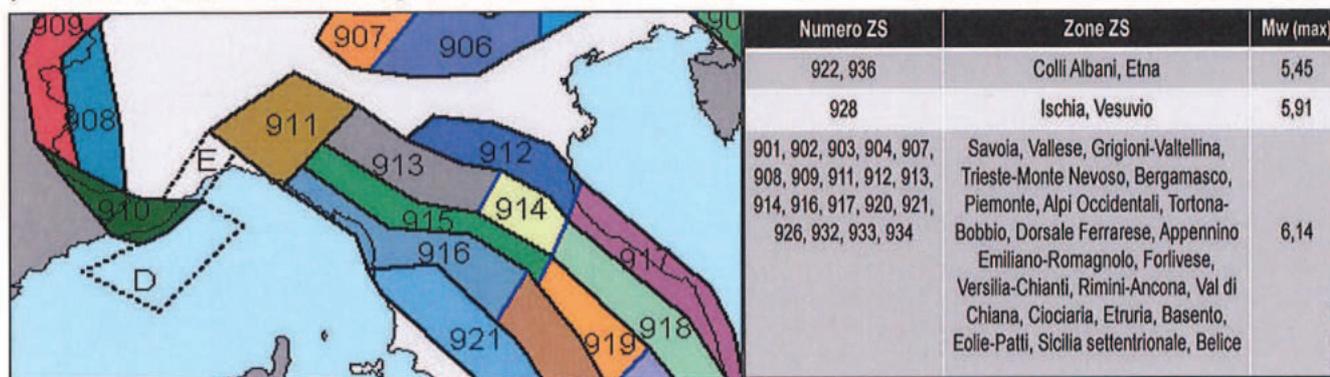
Nella zona si sono verificati numerosi terremoti per un raggio di Km. **15** centrato su **BELLARIA**. Si apprende di una serie di eventi con intensità massima del **7** ° grado della Scala Mercalli mod. e con ipocentri localizzati a circa Km. **8** di profondità (R = distanza dal fuoco). In prima approssimazione la magnitudo della scala Richter (M) è ricavabile dalle seguenti espressioni :

$$M = 0,6 * I + \log R + 0,4 = 5,50$$

$$M = 0,53 * I + 0,96 = 4,67$$

Considerando la zona sismogenetica: Zs = **914**

per la verifica assumiamo una magnitudo di riferimento **Mw = 6.14** (INGV Zonazione sismogenetica Z9)



Per la valutazione delle accelerazioni massime riferite al suolo vengono proposte le correlazioni utilizzate da Kawashima (1981). I depositi vengono distinti in base al grado di consolidazione :

- 1) Depositi consolidati
- 2) Depositi medio-consolidati
- 3) Depositi soffici

Nel nostro caso possiamo considerare : **> 3** **Distanza dall'epicentro 8 Km.**
) Depositi soffici

Si ha quindi : $a_{max} = 402,8 * 10^{-0,265M} / (dist.epicentro + 30)^{1,218} = cm/secq \ 189.53$

- INDICE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Metodo Boulanger e Idriss, 2014 - Seed e Idriss, 1983).

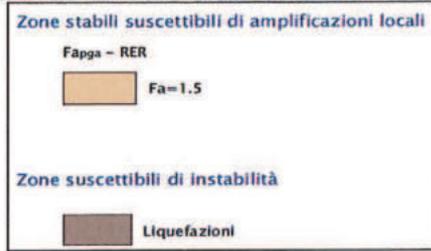
Il Decreto Ministeriale 14.09.2005 ed il successivo D.M. 17.01.2018 contengono nuove disposizioni in materia di classificazione sismica e di normativa tecnica.

Il numero delle zone sismiche viene riportato qui di seguito unitamente ai valori di accelerazione orizzontale (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico:

Zona 2003	Valore di ag	Comune: BELLARIA
1	0.35	Zona sismica 2003: 2
2	0.25	1. Accel.max orizz.RER: 0.183
3	0.15	(Rischio Sismico E/R - 2016)
4	0.05	2. Accelerazione orizz.: 0.25

Considerando il fattore di amplificazione F.PGA relativo alla zona in esame del comune di: BELLARIA come emerge dagli studi di microzonazione sismica (terzo livello di approfondimento) approvati dalla Regione Emilia-Romagna LR 77/2009 (consultabili all'indirizzo: <http://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/pnsrs>), si ha:

Carta di microzonazione sismica



Fa (PGA) = **1.50**

a max = accelerazione massima al suolo * F.A. = **274.50**

da adottare per l'area considerata.

A questo punto si ricava il fattore di resistenza alla liquefazione :

risultare maggiore di 1,0 onde verificare la non liquefacibilità dello strato considerato.

CSR = $a_{max}/g \cdot \sigma_v / \sigma'_v \cdot r_d \cdot r_n$

CRR = $0,45 \cdot 0,57 \cdot [(16 \cdot (N1 + DNf)^{0,5}) / 100 + [(16 \cdot (N1 + DNf)^{0,5} / 75)^{14}]$

Dove :

rd = coeff. di smorzamento in funzione della profondità = $1 - 0,015 \cdot z$

rn = coeff. correttivo in funzione della magnitudo = $0,1 \cdot (M - 1)$

N1 = $(1,7 / (\sigma'_v + 0,7)) \cdot N_{spt}$

DNf = "1" per le sabbie pulite, eterogranulari, a spigoli arrotondati

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



FL liq=CRR/CSR che deve

Prova	SCPT	1	Prof.falda idrica ml.		1.00				Possibilità liquefazione	FL liq
Profondità strato (ml)	Sigma v daN/cmq	Sigma' v daN/cmq	Rp kg/cmq	N1	rd	rn	DNf			
1.8	0.252	0.220	31	10	0.97	0.51	1		POSSIBILE	0.84
2.4	0.336	0.280	13	4	0.96	0.51	1		POSSIBILE	0.54
3.4	0.476	0.380	10	3	0.95	0.51	1		POSSIBILE	0.46
4.4	0.616	0.480	15	4	0.93	0.51	1		POSSIBILE	0.51
4.8	0.672	0.520	15	3	0.93	0.51	1		POSSIBILE	0.50

Per tener conto della **frazione argillosa** Ishihara (1985), elaborando i risultati di prove triassiali cicliche, ha fornito la seguente correlazione (per C>10%) :

$$Rp2 = Rp1 + 26 \log FC *$$

Dove : **FC** = peso della frazione argillosa (passante #200) = **2** %

Rp1 = $(N_{spt} \cdot \text{Alfa})$; dove Alfa è il coeff. usato per la correlazione con Rp pari a 3-4= **4**

L'indice del potenziale di liquefazione viene valutato con la relazione: $IL = da\ 0\ a\ 20 - F(z) \cdot w(z) \cdot dz$:

con: $w(z) = 200 / Z_{crit} \cdot (1 - Z / Z_{crit})$ con Z=profondità strato e $Z_{crit} = 20$ metri. La variabile F(z) vale (Sonmez, 2003):

$F(z) = 0$ per $FL \geq 1.2$ - $F(z) = 2 \times 10^{-6} \times \exp(-18.427 \times FL)$ per $1.2 > FL \geq 0.95$ - con $FL < 0.95$: $F(z) = 1 - FL$

Prof. z (ml.)	FL	F(z)	w(z)	IL	da cui deriva il rischio di liquefazione
1.80	0.84	0.360	9.10	6.6	ALTO
2.40	0.54	0.662	8.80	17.5	MOLTO ALTO
3.40	0.46	0.744	8.30	18.5	MOLTO ALTO
4.40	0.51	0.690	7.80	16.1	MOLTO ALTO
4.80	0.50	0.697	7.60	15.9	MOLTO ALTO

(Microzonazione Sismica Regione Emilia-Romagna DGR 630/2019)

* FC è il contenuto di fine espresso in %. In assenza di dati specifici per il sito, FC può essere stimato con l'espressione empirica: $FC = 80 \cdot I_c - 137$ in cui I_c è l'indice di classificazione del terreno da prova CPT proposto da Robertson (1990):

$$I_c = \sqrt{(\log F + 1.22)^2 + (\log Q_n - 3.47)^2}$$

con

$$F = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}} \cdot 100 \quad Q_n = \left(\frac{q_c - \sigma_{v0}}{p_a} \right) \cdot \left(\frac{p_a}{\sigma'_{v0}} \right)^m$$

In base al valore stimato dell'indice del potenziale di liquefazione I_L si definiscono le seguenti classi di pericolosità (Sonmez, 2003):

$I_L = 0$	Non liquefacibile ($F_L \geq 1.2$)	
$0 < I_L \leq 2$	Potenziale basso	
$2 < I_L \leq 5$	Potenziale moderato	
$5 < I_L \leq 15$	Potenziale alto	
$15 < I_L$	Potenziale molto alto	

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - DECRETO 17 gennaio 2018.
Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

7.11.3.4 STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE
7.11.3.4.1 Generalità

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

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. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

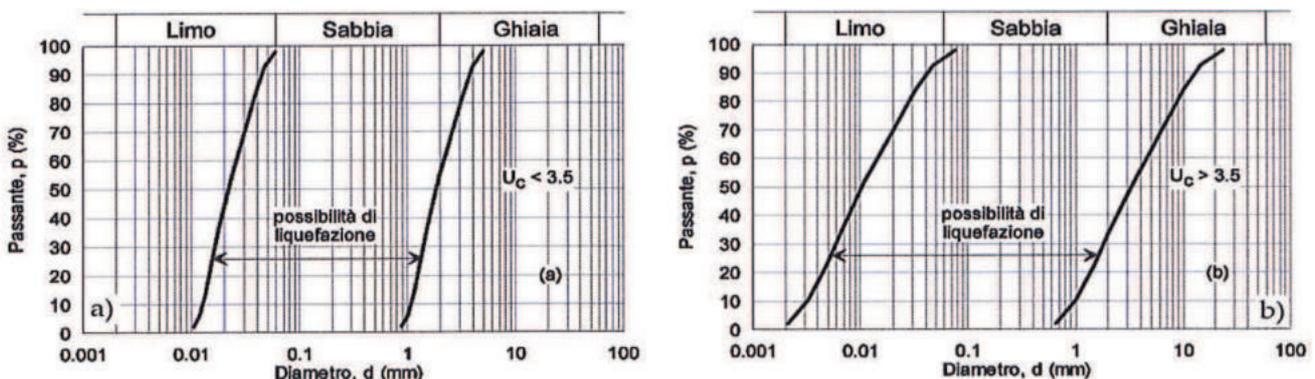


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

7.11.3.4.3 Metodi di analisi

Quando nessuna delle condizioni del § 7.11.3.4.2 risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

Salvo utilizzare procedure di analisi avanzate, la verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il **coefficiente di sicurezza** viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio. La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse.

L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista.

Nel caso che i terreni risultino liquefacibili o suscettibili di significativi incrementi delle pressioni interstiziali durante l'evento sismico di riferimento devono esserne valutati gli effetti in termini di cedimenti permanenti post-sismici seguendo le indicazioni del paragrafo B).

Il cedimento permanente indotto dall'azione sismica in corrispondenza di una verticale di esplorazione si ottiene dalla somma dei contributi al cedimento stimati per i diversi strati del sottosuolo, fino alla quale tali contributi non sono più significativi. Il cedimento permanente post-sismico può dunque essere stimato con l'equazione

$$s = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{vi} \cdot \Delta z_i$$

in cui

ε_{vi} è la deformazione volumetrica dello strato i-esimo
 Δz_i il suo spessore

I cedimenti conseguenti a liquefazione di terreni granulari saturi hanno luogo immediatamente dopo il terremoto o comunque in un tempo non superiore a un giorno, i cedimenti per densificazione di terreni granulari insaturi avvengono durante lo scuotimento sismico, mentre i cedimenti per consolidazione di terreni coesivi soffici possono richiedere tempi anche molto lunghi in funzione delle condizioni stratigrafiche e geotecniche.

- *Calcolo cedimenti postsismici terreni granulari.*

La deformazione volumetrica (e verticale) E_v nei terreni granulari saturi può essere stimata da prove CPT in funzione della resistenza di punta correlato con indice di compressione da prove edometriche:.

Spessore strato granulare (CPT n° 1) H = cm. 500

Prof. da ml. 1.00 2.20
 a ml. 2.00 6.20

$r_u = D_u / s'_{vo} = 0.30$ - rapporto di pressione interstiziale durante il terremoto di riferimento ($\geq 0,3$)

$C_c = 0.65$ - Indice di compressione da prove edometriche

$C_r = C_c * 0,225 = 0.1463$ - Indice di riconsolidazione postciclica

$e_o = \% 0.75$ - Indice dei vuoti iniziale (sabbia sciolta 0,85 - densa 0,42)

$\alpha = 1.40$ - Costante sperimentale compresa tra 1,00 e 1,50

$E_{vr} = \alpha * C_r / (1 + e_o * \log(1 / (1 - D_o / s'_{vo}))) = 0.0181$ - deformazione volumetrica postciclica

Cedimenti strato DH = $E_{vr} * H = \text{cm. } 9.06$

Spessore strato granulare (CPT n° 1) H = cm. 260

Prof. da ml. 6.40
 a ml. 9.00

$r_u = D_u / s'_{vo} = 0.30$ - rapporto di pressione interstiziale durante il terremoto di riferimento ($\geq 0,3$)

$C_c = 0.78$ - Indice di compressione da prove edometriche

$C_r = C_c * 0,225 = 0.1755$ - Indice di riconsolidazione postciclica

$e_o = \% 0.83$ - Indice dei vuoti iniziale (sabbia sciolta 0,85 - densa 0,42)

$\alpha = 1.40$ - Costante sperimentale compresa tra 1,00 e 1,50

$E_{vr} = \alpha * C_r / (1 + e_o * \log(1 / (1 - D_o / s'_{vo}))) = 0.0208$ - deformazione volumetrica postciclica

Cedimenti strato DH = $E_{vr} * H = \text{cm. } 5.41$ Cedimento totale terreni granulari cm. 14.47

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

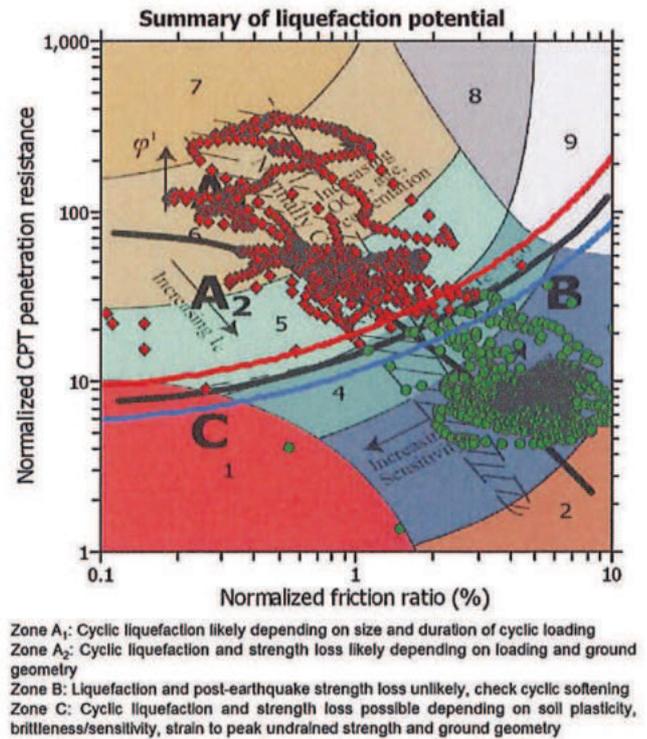
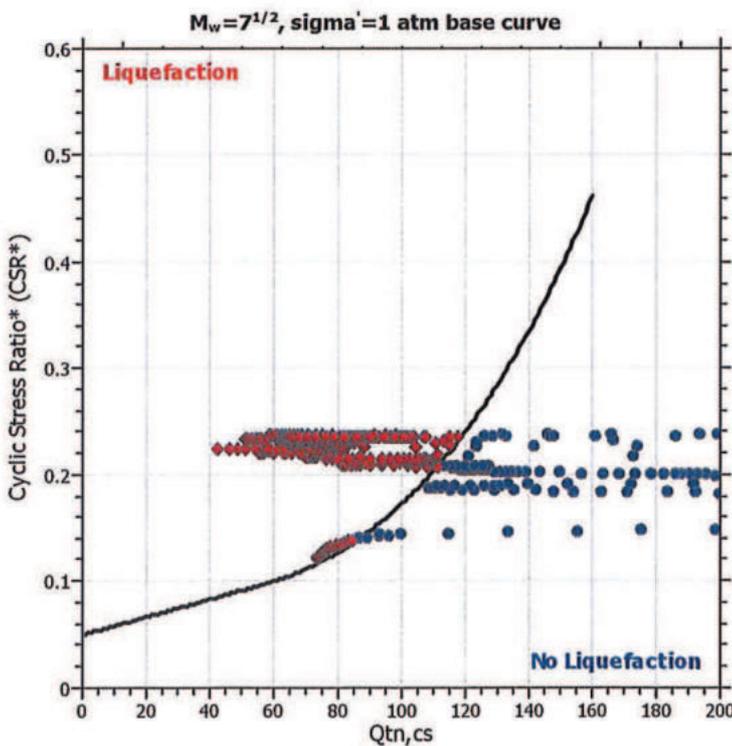
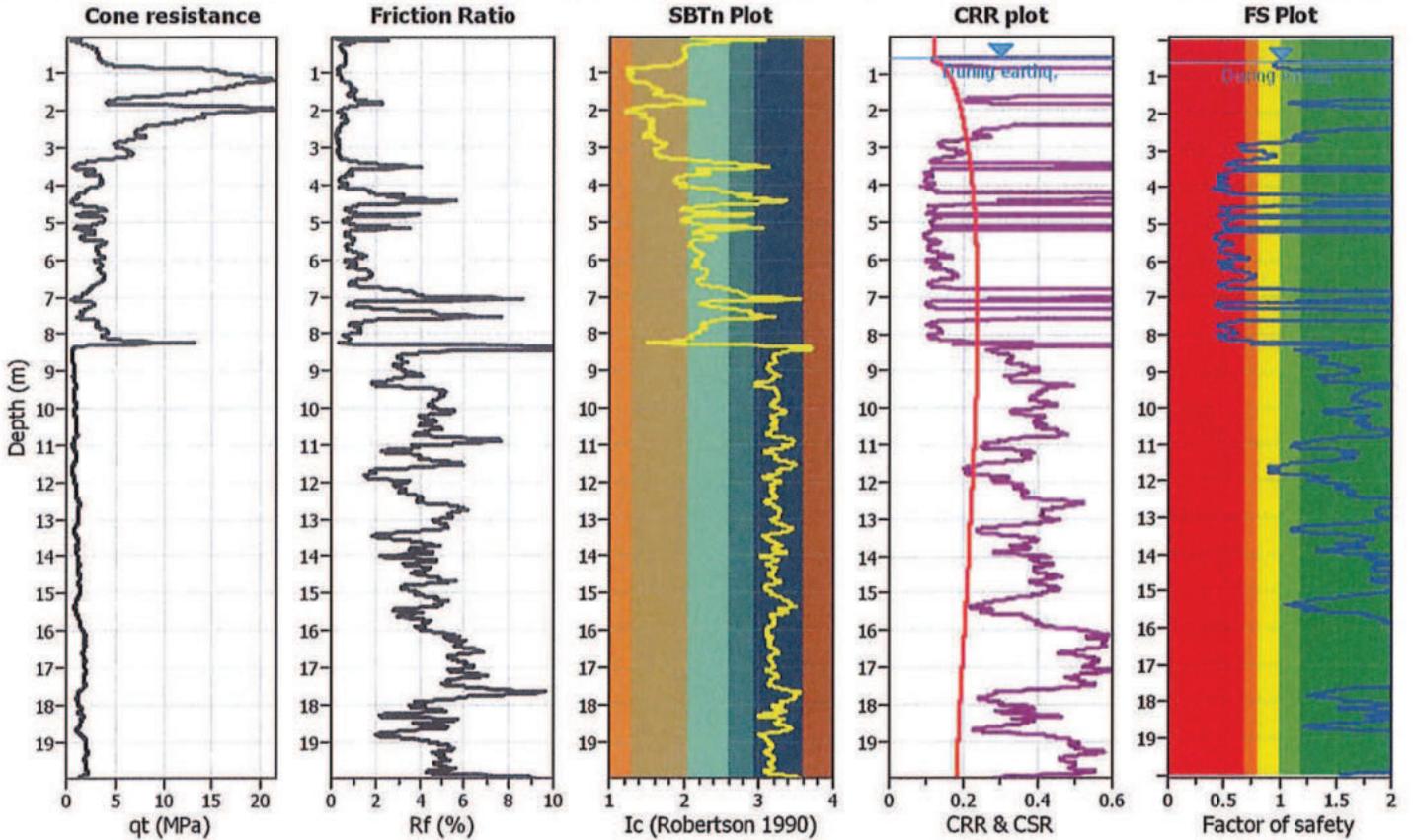
Project title : Variante Piano Arenile Bellaria

Location : Bellaria

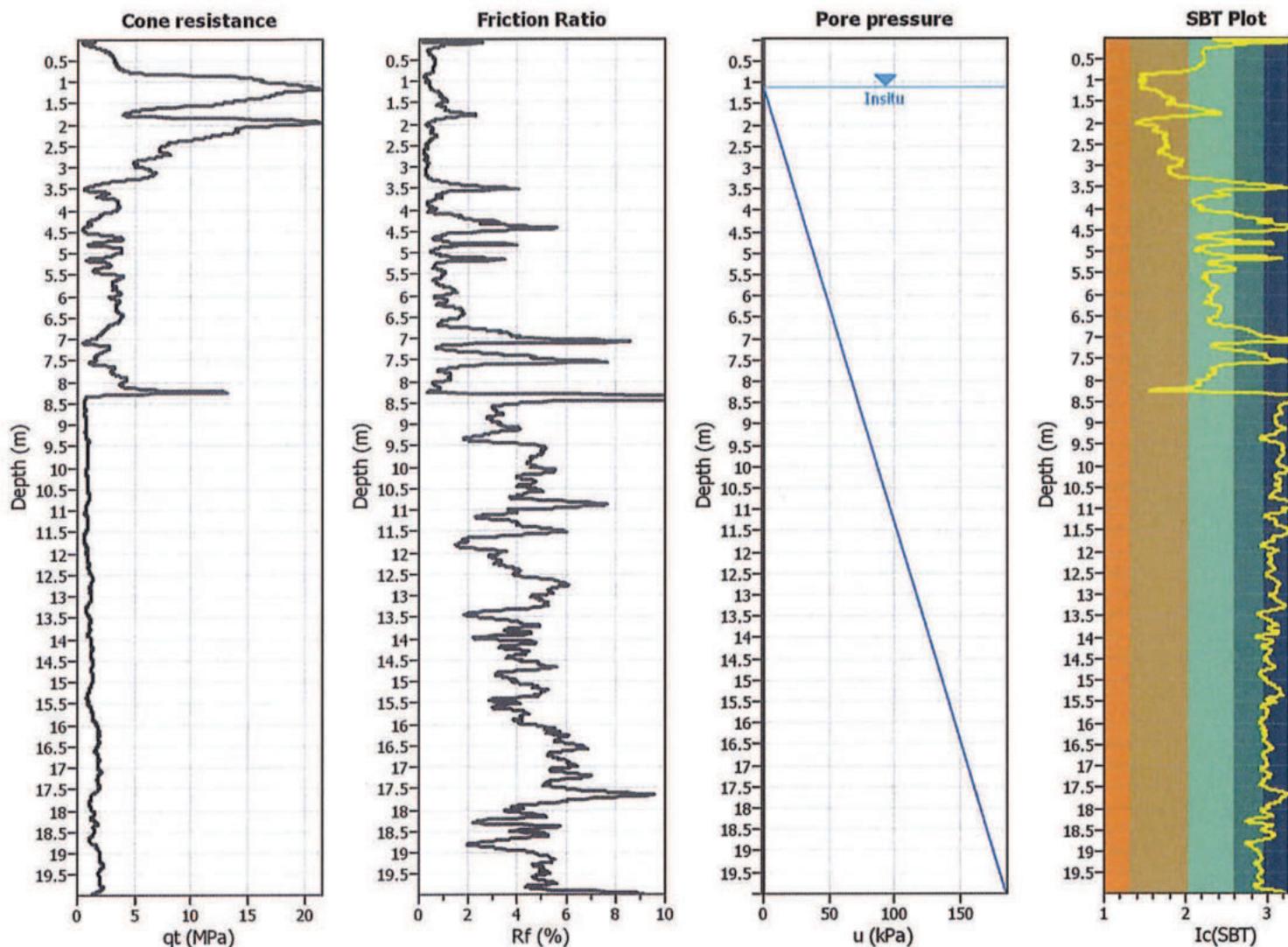
CPT file : CPTe5

Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	1.10 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	0.60 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	5.50	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.33	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_v applied:	Yes	MSF method:	Method based



CPT basic interpretation plots



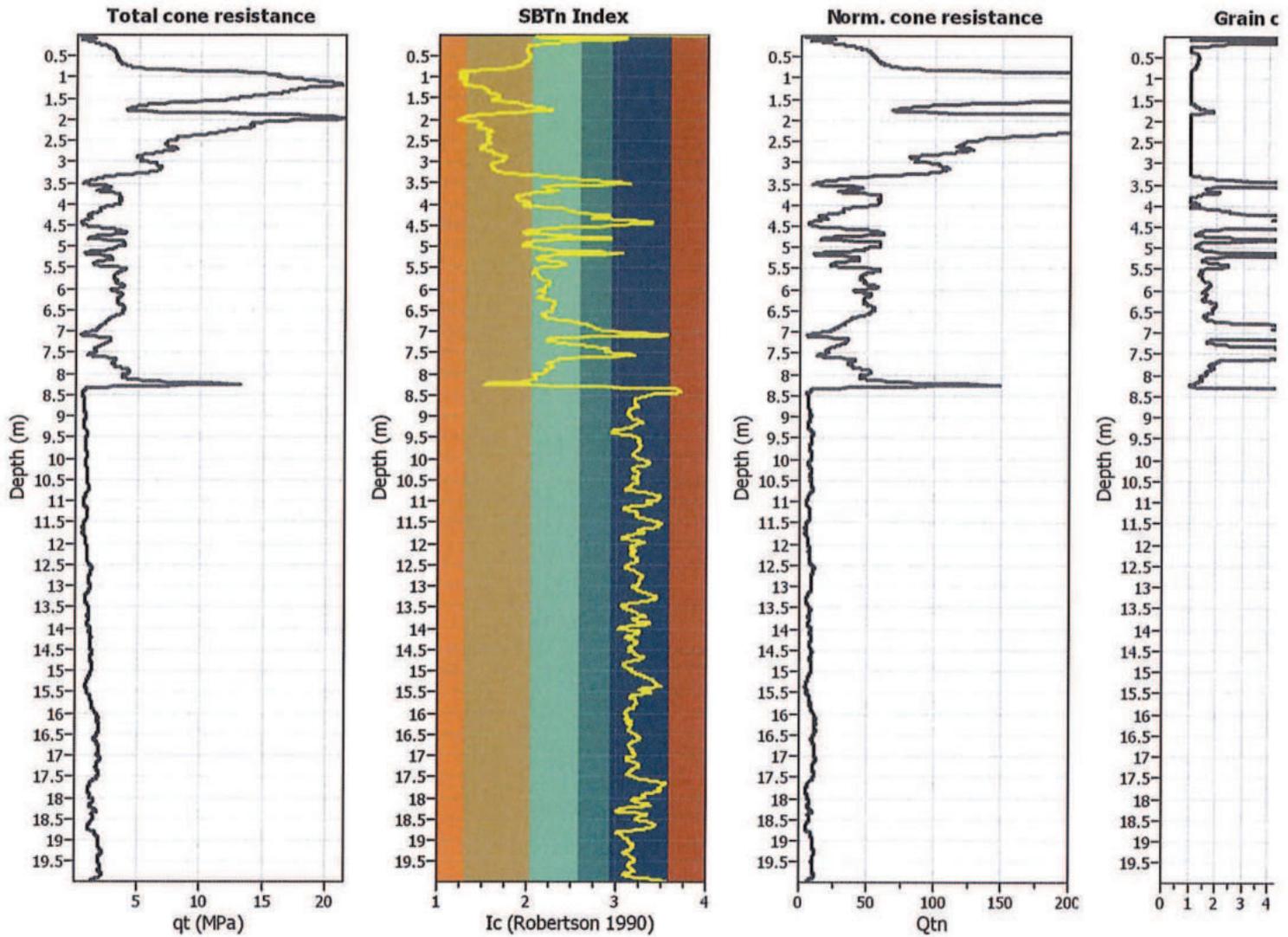
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	0.60 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_p applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	5.50	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.33	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (Insitu):	1.10 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

- 1. Sensitive fine
- 2. Organic mate
- 3. Clay to silty cl

Liquefaction analysis overall plots (intermediate re



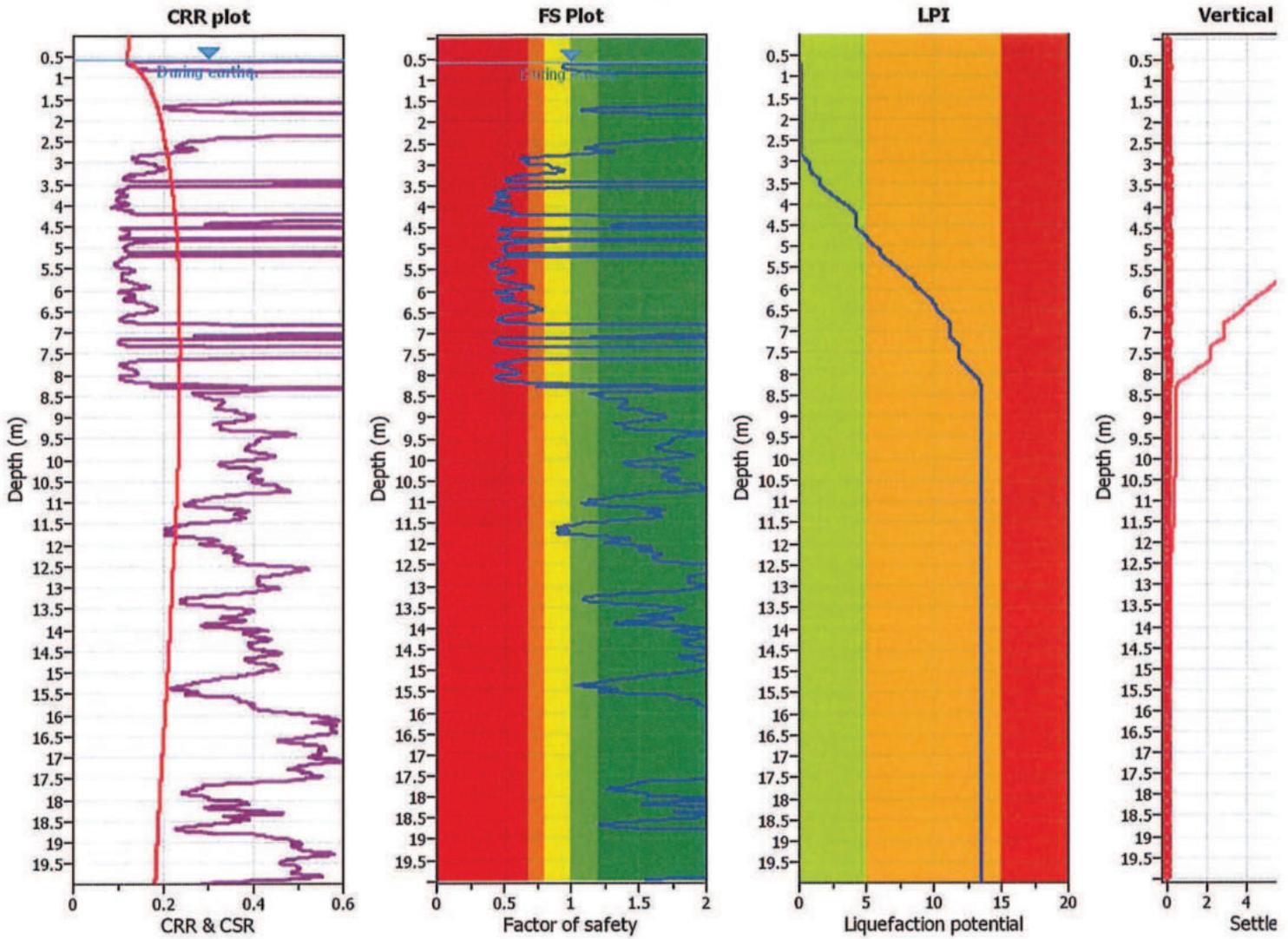
Input parameters and analysis data

Analysis method: Robertson (2009)
 Fines correction method: Robertson (2009)
 Points to test: Based on Ic value
 Earthquake magnitude M_w : 5.50
 Peak ground acceleration: 0.33
 Depth to water table (Insitu): 1.10 m

Depth to water table (erthq.): 0.60 m
 Average results interval: 3
 Ic cut-off value: 2.60
 Unit weight calculation: Based on SBT
 Use fill: No
 Fill height: N/A

Fill weight: N/A
 Transition detect. applied: No
 K_o applied: Yes
 Clay like behavior applied: All soils
 Limit depth applied: Yes
 Limit depth: 20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method: Robertson (2009)
 Fines correction method: Robertson (2009)
 Points to test: Based on Ic value
 Earthquake magnitude M_w : 5.50
 Peak ground acceleration: 0.33
 Depth to water table (insitu): 1.10 m

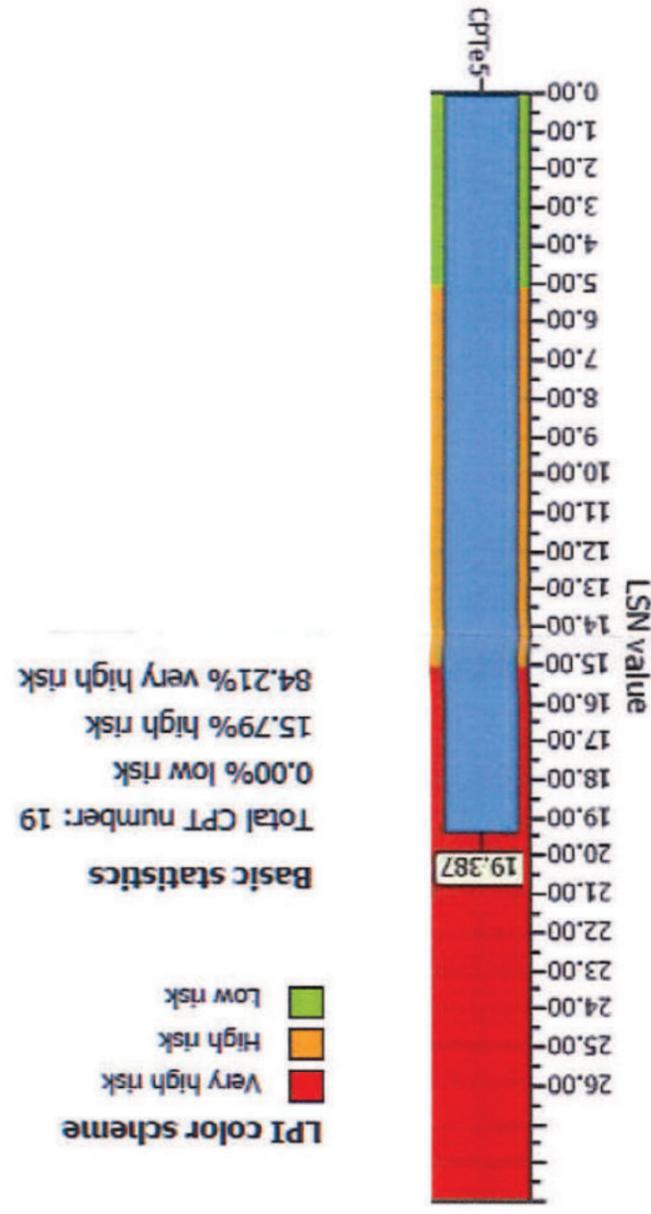
Depth to water table (earthq.): 0.60 m
 Average results interval: 3
 Ic cut-off value: 2.60
 Unit weight calculation: Based on SBT
 Use fill: No
 Fill height: N/A

Fill weight: N/A
 Transition detect. applied: No
 K_0 applied: Yes
 Clay like behavior applied: All soils
 Limit depth applied: Yes
 Limit depth: 20.00 m

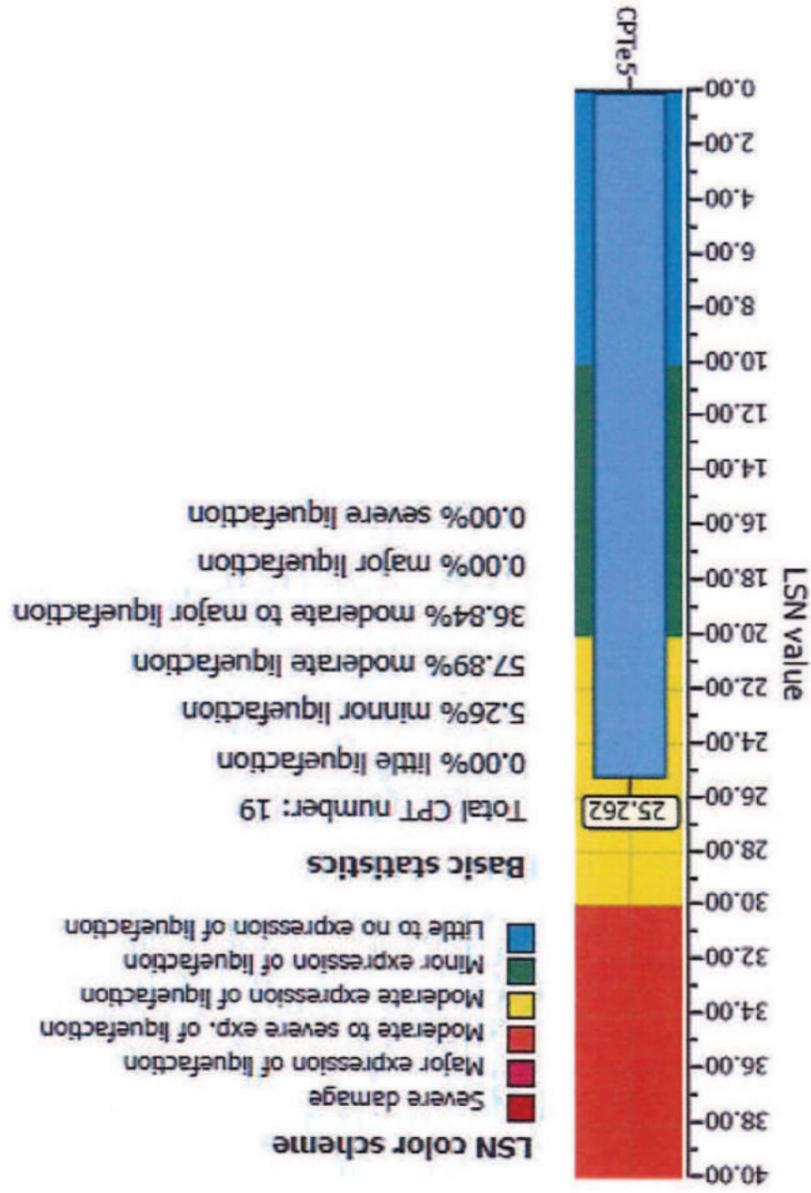
F.S. color schen

- Almost certain
- Very likely to li
- Liquefaction at
- Unlike to lique
- Almost certain

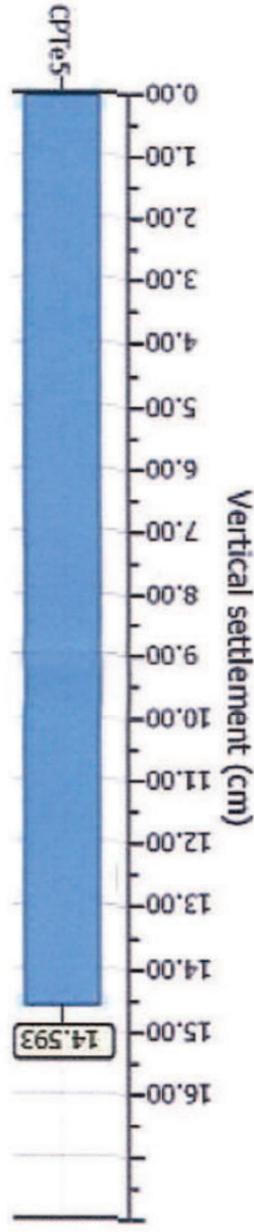
Overall Liquefaction Potential Index report



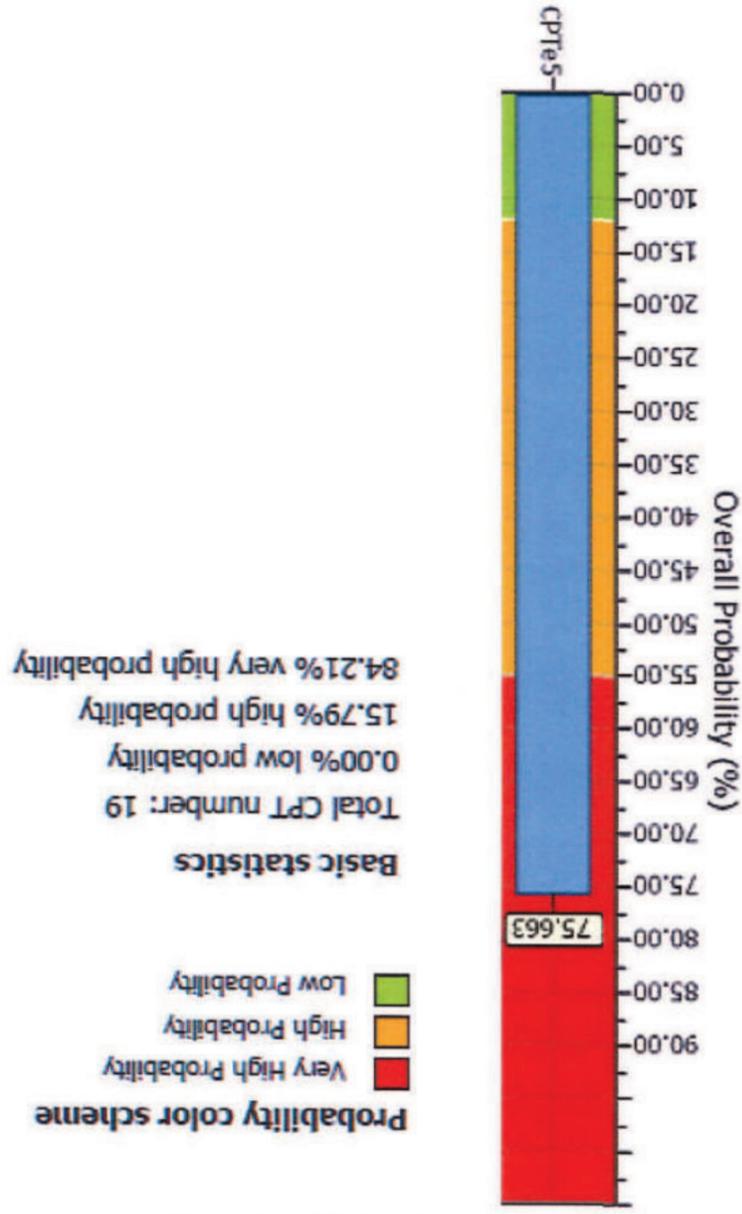
Overall Liquefaction Severity Number report



Overall vertical settlements report



Overall Probability for Liquefaction report





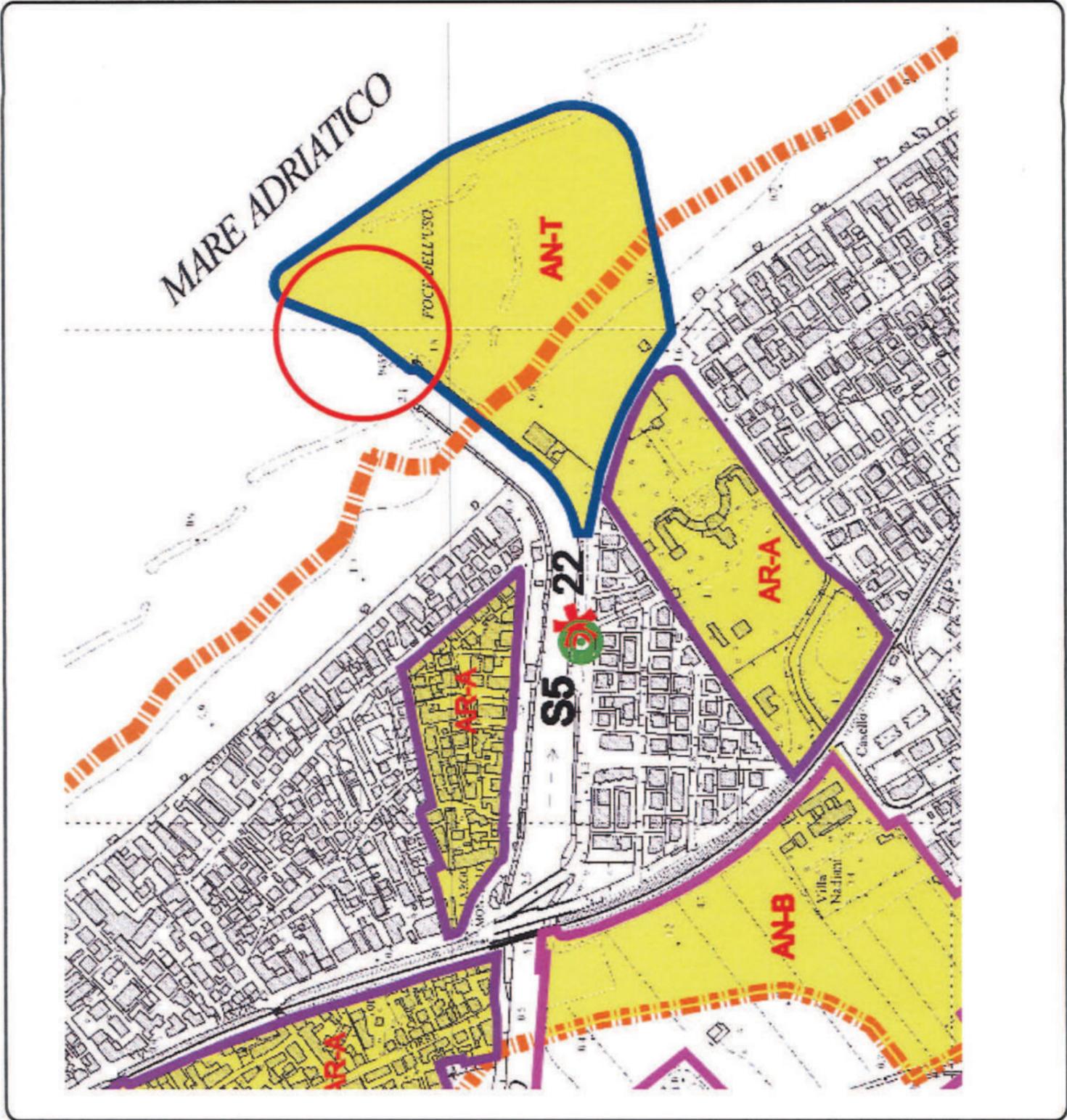
Comune di Bellaria Igea Marina
(Provincia di Rimini)

PSC

PIANO STRUTTURALE COMUNALE
(L.R. 24 marzo 2000, n.20 - art.28)



TAV.15
Rischio sismico
Carta dei livelli di approfondimento
Scala 1:10000



Ambiti e trasformazioni territoriali – Tavv. 1A e 1B PSC



AN.T – Ambiti di nuova urbanizzazione con funzioni prevalentemente turistico-ricettivi-alberghieri

Rischio Sismico



Classe 6 – Aree suscettibili di liquefazione
Sabbie costiere prevalenti con livello della falda sup. a -15m p.c. – profilo strat. S2
Effetti attesi: amplificazione e cedimenti per liquefazione o addensamenti
Approfondimenti demandati al P.O.C.
III livello di approfondimento di microzonazione sismica

Rischio sismico – Livelli di approfondimento, D.G.R. 112/2007 All. A

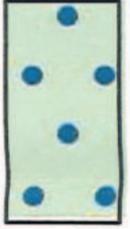


Ambiti che necessitano di approfondimenti di III livello

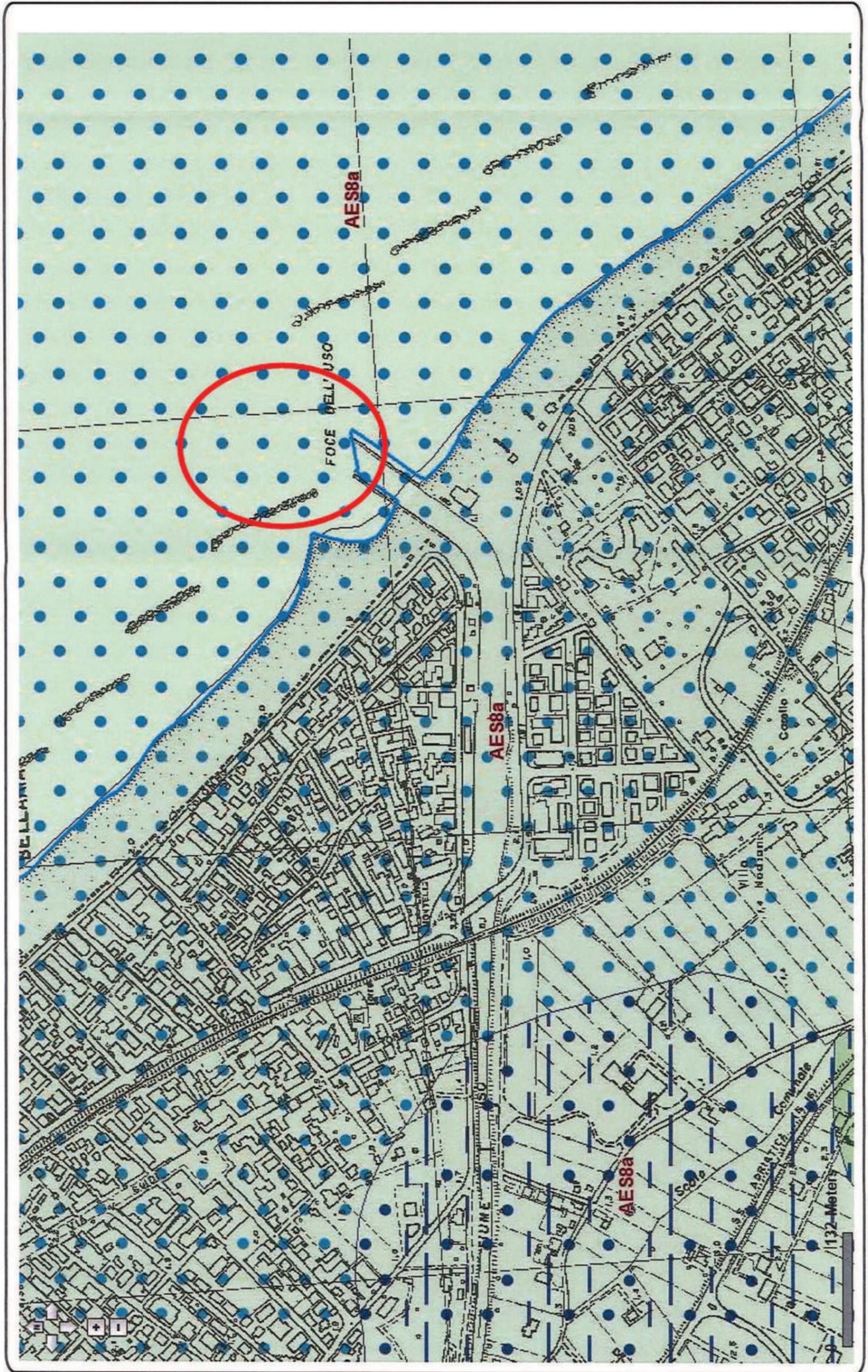
Dott. ANDREATTA GIANCARLO
GEOLOGO
CASTELBOLOGNESE (Ra)

LEGENDA:

- Area di Intervento porto canale
- Sabbie di pianura costiera
- Alluvioni di pianura
Facies sabbioso-limoso-argillosa

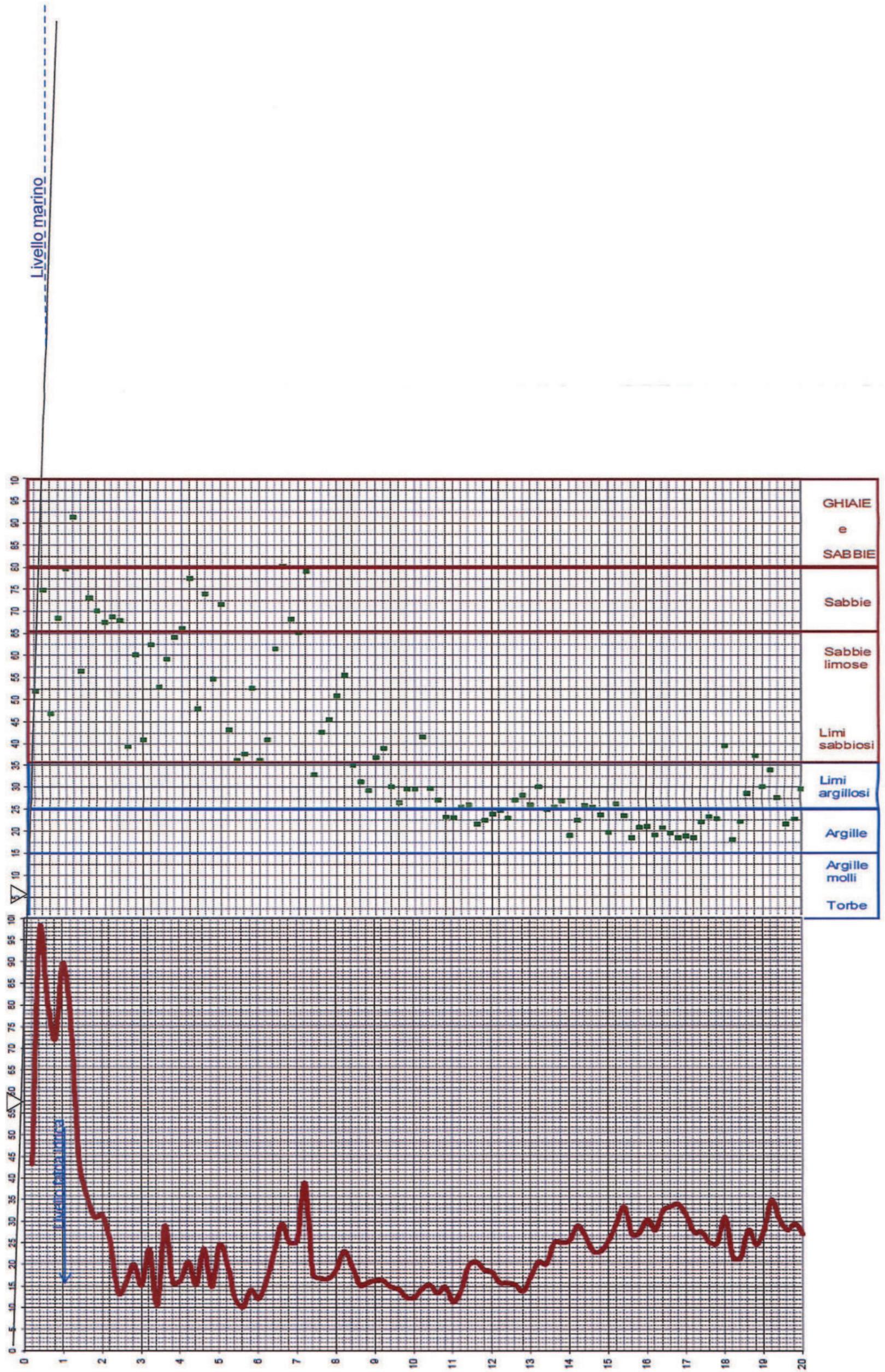


CARTA
GEOLOGICA
(da CARG E/R 1:10.000)
scala 1:5.000



SPT
n°1

CPT
n°1



Livello marino

Livello idraulico

PLANIMETRIA
UBICAZIONE PROVE

scala 1:1.000

LEGENDA:

- Area in esame
- Prova penetrometrica dinamica
- Prova penetrometrica statica
- Sondaggio a carotaggio + Cono Sismico + CPTe (Piano Arenile)
- Prova sismica passiva HVSR



s5-DH
+
CPTS22

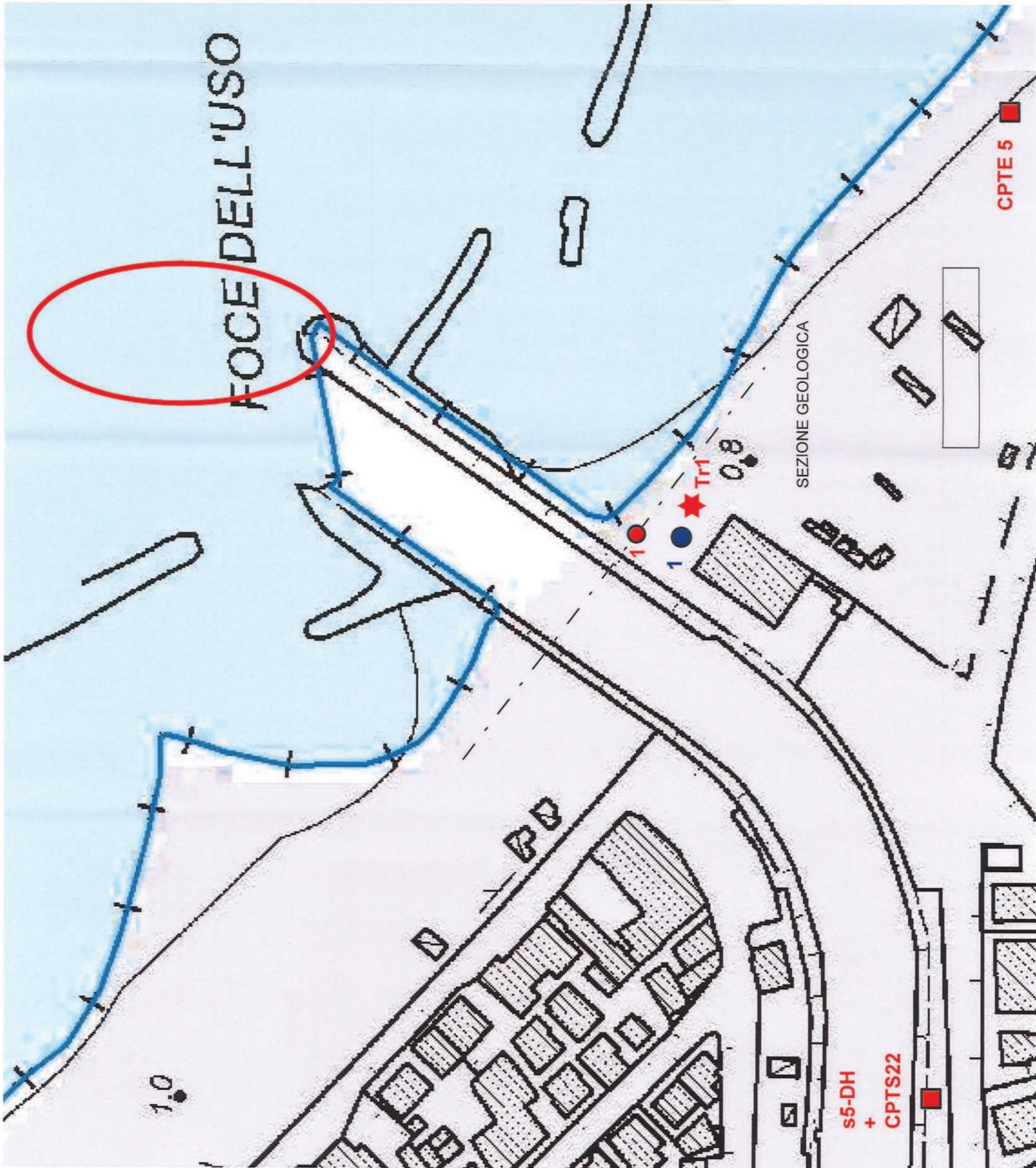
Tr1

FOCE DELL'USO

SEZIONE GEOLOGICA

CPTe 5

s5-DH
+
CPTS22



CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI (P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003)

CATEGORIA SUOLO = **D**

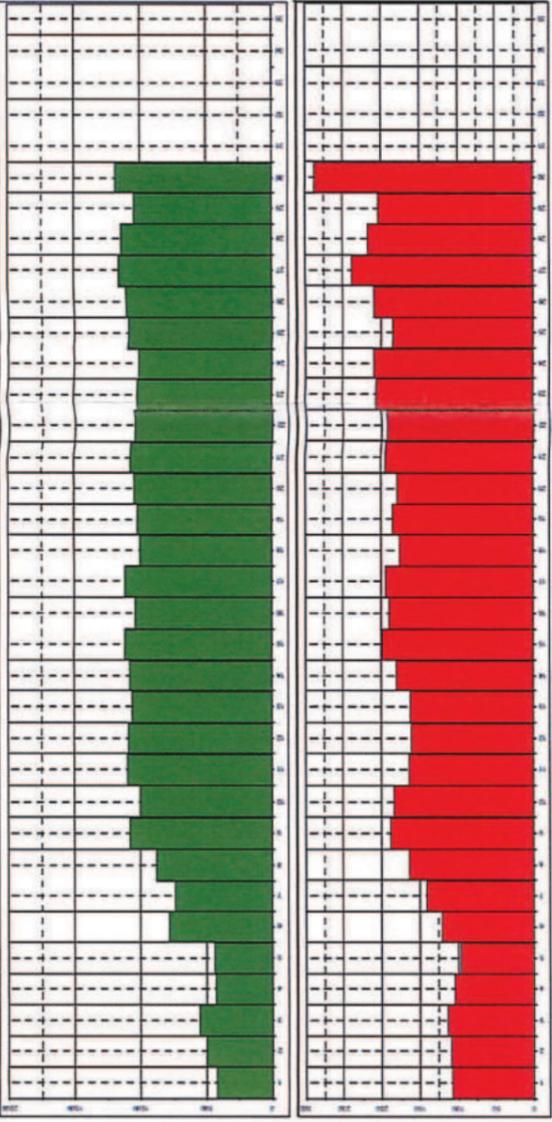
$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{V_i}{h_i}}{30}$

$V_{s30} = 164$ m/sec

$G_s = 630$ kg/cm³

Legenda parametri dinamici

* Componente di Frequenza
 ** Tempo medio di compressione
 *** Tempo medio di espansione
 **** Tempo medio di compressione ed espansione



Profondità [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]	V	T [sec]	E _{eq} [kg/cm ²]	G _s [kg/cm ³]	K _{eq} [kg/cm ²]
0	420	107	0.47	1.61	553	188	2638
1	500	108	0.48	1.60	554	190	3909
2	555	112	0.48	1.60	645	218	5031
3	555	112	0.48	1.60	645	218	5031
4	433	104	0.47	1.62	524	178	2856
5	435	96	0.47	1.62	451	153	2913
6	783	121	0.48	1.61	872	268	10839
7	735	142	0.48	1.79	1082	366	9356
8	878	164	0.48	1.85	1511	510	13857
9	1081	188	0.48	1.92	2066	696	22002
10	1001	184	0.48	1.90	1943	656	19463
11	1096	163	0.49	1.93	1558	523	22827
12	1093	160	0.49	1.98	1504	506	22815
13	1062	161	0.49	1.92	1612	508	21346
14	1075	181	0.49	1.92	1697	638	21788
15	1113	199	0.48	1.93	2216	781	23380
16	1033	190	0.48	1.91	2074	696	19810
17	1115	195	0.48	1.93	2216	746	23540
18	1004	176	0.48	1.90	1666	663	19050
19	1014	185	0.48	1.90	1666	663	19050
20	1047	179	0.48	1.91	1851	623	20534
21	1070	194	0.48	1.92	2189	738	21424
22	1048	193	0.48	1.91	2147	724	20443
23	1016	206	0.48	1.90	2434	823	18918
24	1008	210	0.48	1.90	2515	851	18455
25	1087	185	0.49	1.93	1988	670	22289
26	1108	209	0.48	1.93	2549	860	23018
27	1159	238	0.48	1.96	3331	1127	25206
28	1140	218	0.48	1.94	2778	938	24477
29	1050	203	0.48	1.91	2277	803	20425
30	1188	287	0.47	1.96	4822	1641	25966

VELOCITÀ ONDE DI TAGLIO

VELOCITÀ ONDE DI COMPRESIONE

Profondità [m]

Vp [m/sec]

Vs [m/sec]

V

T [sec]

E_{eq} [kg/cm²]

G_s [kg/cm³]

K_{eq} [kg/cm²]

PROGEO S.R.L.

PROVA CPTS 22

COMMITTENTE

CONO SISMICO S-CPT

Località

Data acquisizione

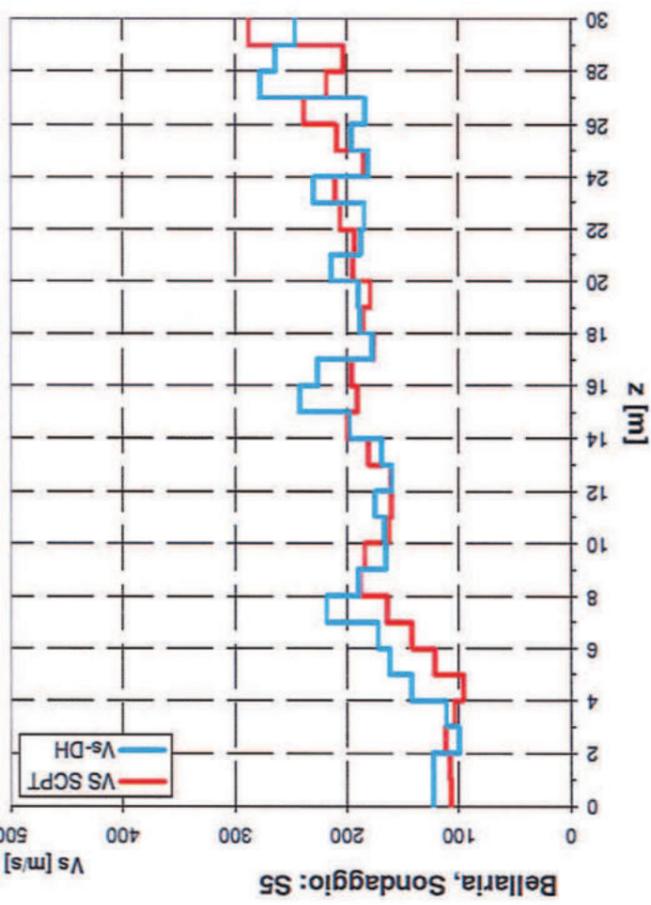
Bellaria

24/05/05

PROVA CPTS 22

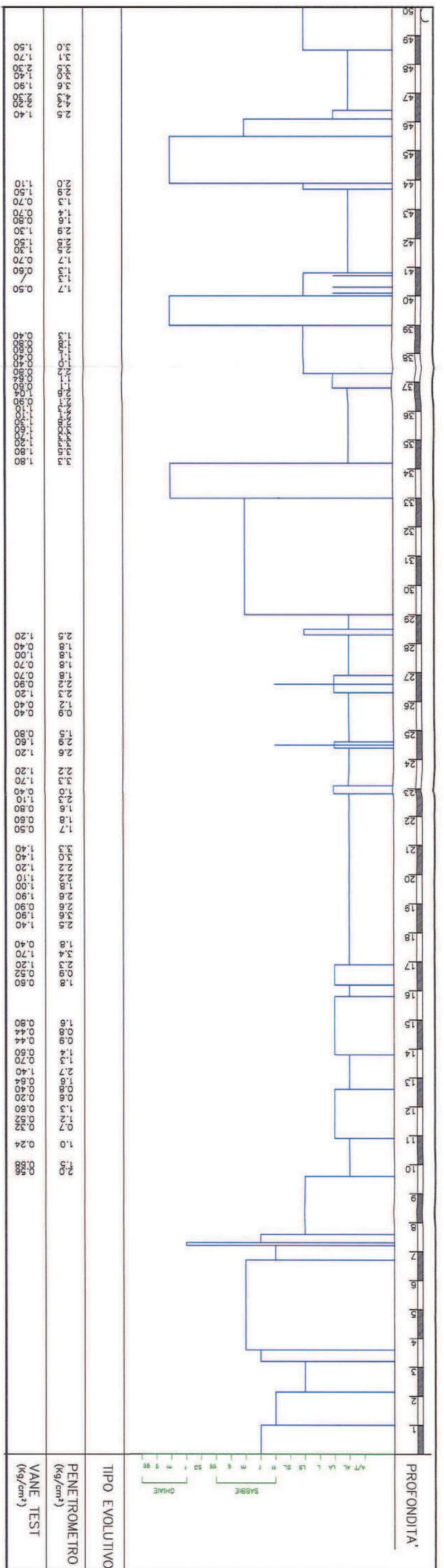
VS30 Down Hole

Prof	Vs [m/sec]	HVSI
0	246	8.20
1	263.6667	8.79
2	277	9.23
3	183.5	6.12
4	195.5	6.52
5	180.75	6.03
6	229.25	7.64
7	184	6.13
8	187.6667	6.26
9	214	7.13
10	189.5	6.32
11	188.75	6.29
12	177	5.90
13	225.75	7.53
14	241.75	8.06
15	197.25	6.58
16	168.5	5.62
17	159.5	5.32
18	174.5	5.82
19	166.75	5.56
20	166.75	5.56
21	165	5.50
22	189	6.30
23	218	7.27
24	171.6667	5.72
25	162	5.40
26	142.5	4.75
27	111	3.70
28	100	3.33
29	122.75	4.09
30	122.75	4.09



SONDAGGIO S5

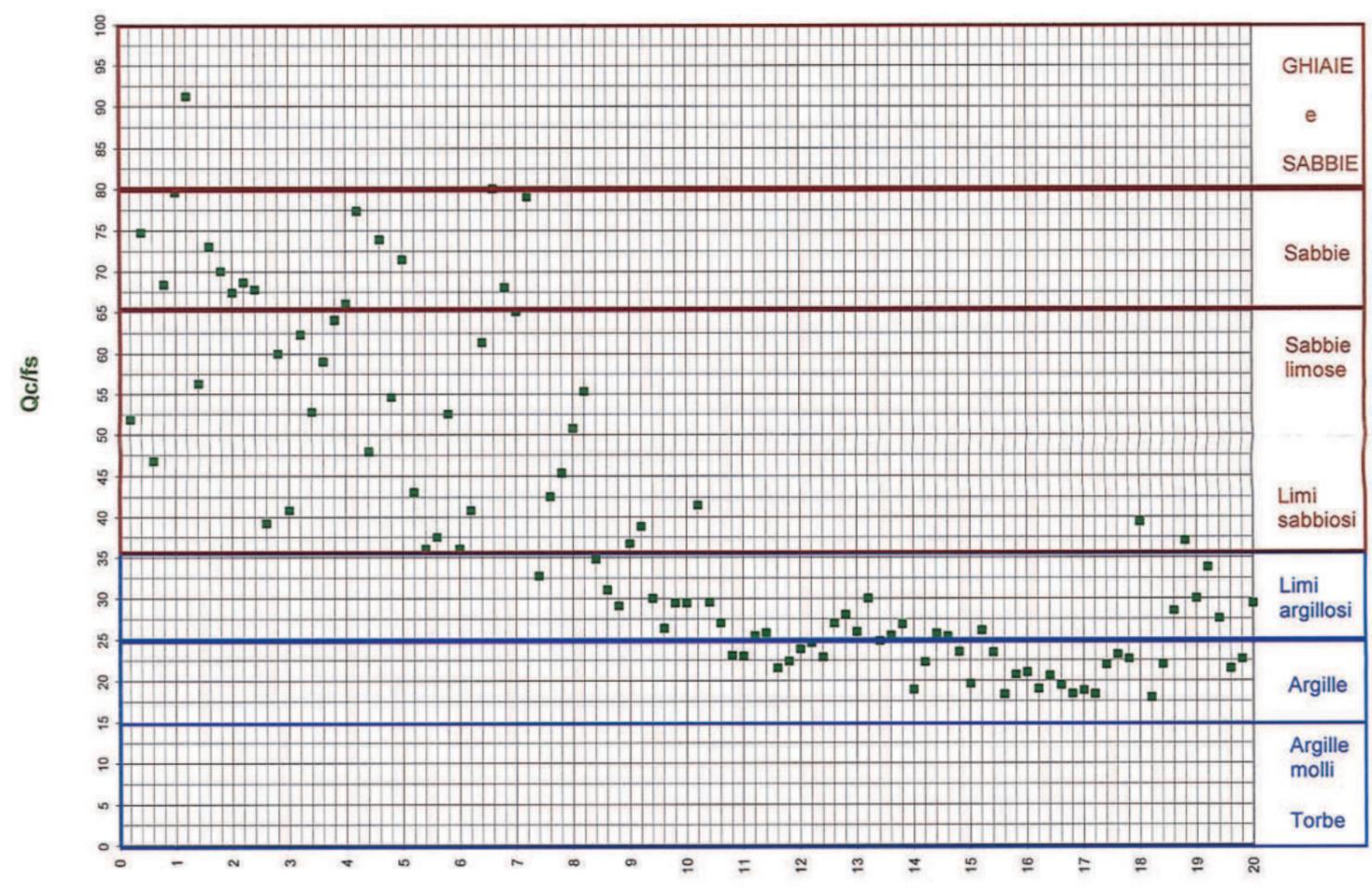
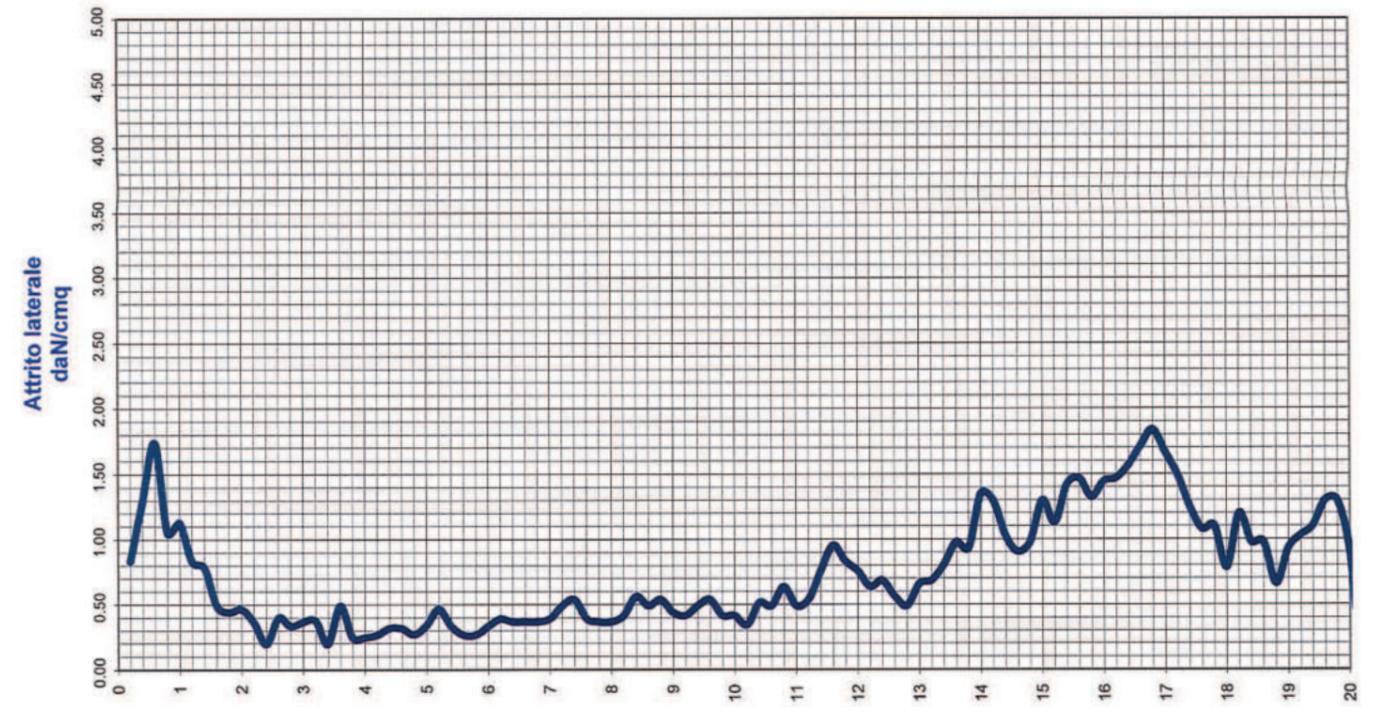
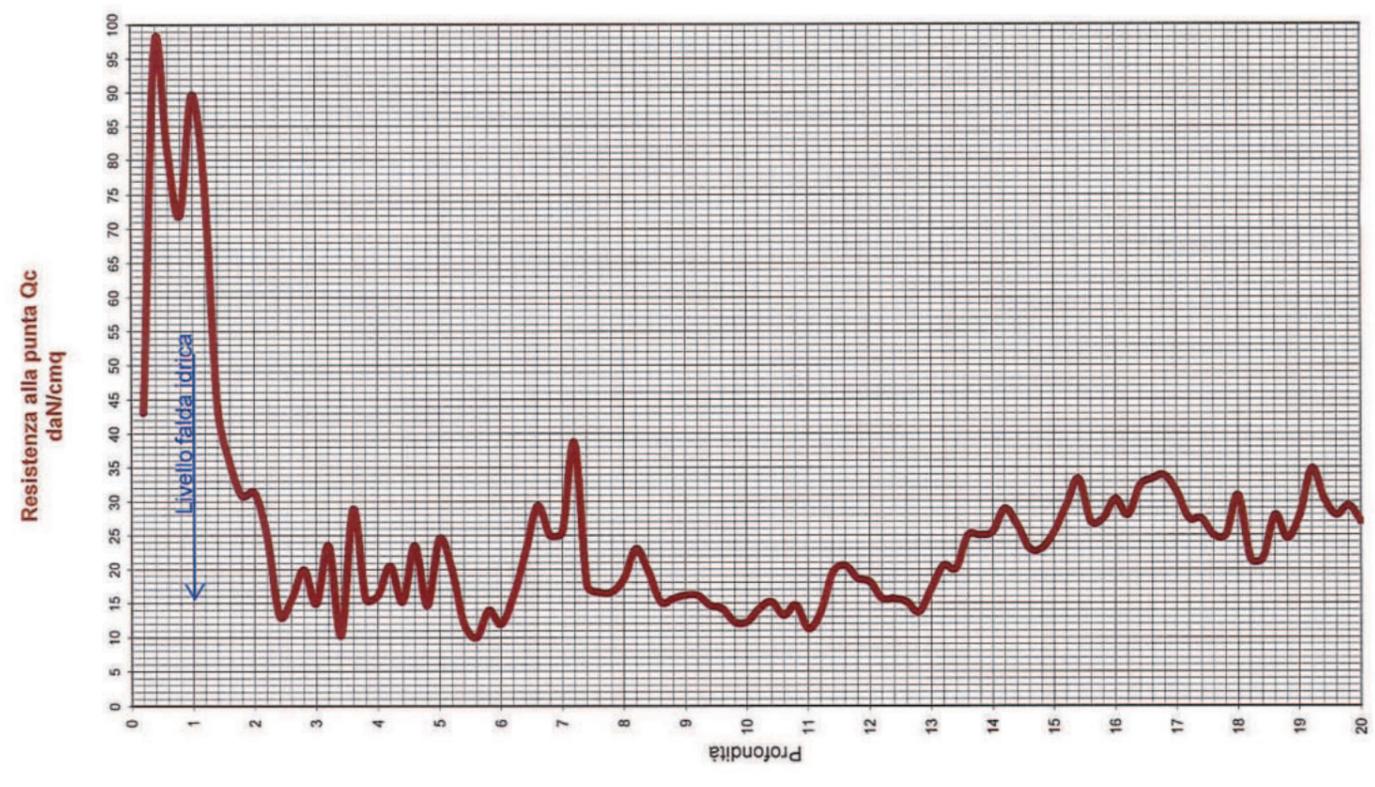
PROVA DH S 5



Dot. ANDREATTA GIANCARLO
 GEOLOGO
 Via XXV Aprile, 140 - CASTEL BOLOGNESE (Ra)
 Via I° Maggio, 85/c - IMOLA (Bo)
 Tel. 0546/656362 - cell. 333/2209149

PROVA penetrometrica statica C.P.T. n° 1
 Punta meccanica tipo "Begemann"

Committente: Comune - Porto canale
 Località: BELLARIA IGEA MARINA
 Data: 18.04.20232
 Profondità falda dal p.c. prova: 1.20 m.l.



Superficie punta : 10 cm²
 Velocità di infissione : 2 cm (+/- 0.5 cm)/sec
 Superficie manicotto: 150 cm²
 Controllo in tempo reale dei seguenti parametri: QC fs

PARAMETRI GEOTECNICI PROVA PENETROMETRICA STATICA N° 1
 Località: BELLARIA IGEA MARINA
 Committente: Comune - Porto canale
 Data: 18.04.2022

Prof.	Rp	Ri	ml. daN/cm ²	SCHMERTMANN	Colonna	Falda	ADDESNAMENTO (sabbia)	Gamma t	Densità	Angolo Attito	Wink.
0.2	43	0.833	SABBIA e LIMO ARGILLOSO				1850	61	36		7.5
0.4	97	1.299	SABBIA				1850	52	34		6.0
0.8	72	1.054	SABBIA				1850	52	34		6.0
1	90	1.127	SABBIA				1850	59	35		7.0
1.2	76	0.833	SABBIA				850	55	35		6.5
1.4	44	0.784	SABBIA				750	39	33		4.0
1.6	36	0.490	SABBIA				700	36	32		3.5
1.8	31	0.441	SABBIA				650	35	32		3.0
2	25	0.466	SABBIA				650	35	32		3.0
2.2	31	0.364	SABBIA				600	27	27		2.2
2.4	13	0.196	SABBIA SCIOLTA				550	18	29		0.8
2.6	16	0.400	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	27	27		2.2
2.8	20	0.333	SABBIA SCIOLTA				600	23	31		1.9
3	15	0.368	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	27	27		2.2
3.2	10	0.378	SABBIA				600	27	27		2.2
3.4	20	0.196	SABBIA SCIOLTA				550	18	29		0.8
3.6	29	0.490	SABBIA				650	31	32		2.6
3.8	16	0.245	SABBIA SCIOLTA				550	19	30		1.5
4	16	0.245	SABBIA SCIOLTA				550	19	30		1.5
4.2	21	0.266	SABBIA SCIOLTA				600	27	27		2.2
4.4	14	0.319	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	27	27		2.2
4.6	24	0.319	SABBIA				600	27	27		2.2
4.8	15	0.270	SABBIA SCIOLTA				550	19	30		1.5
5	25	0.343	SABBIA				600	27	27		2.2
5.2	20	0.467	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				650	35	32		3.0
5.4	10	0.333	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	23	31		1.9
5.6	12	0.267	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				550	18	30		1.5
5.8	14	0.267	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	23	31		1.9
6	6	0.333	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	23	31		1.9
6.2	16	0.392	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	27	27		2.2
6.4	23	0.368	SABBIA				600	23	31		1.9
6.6	29	0.368	SABBIA				600	31	32		2.6
6.8	25	0.368	SABBIA				600	27	27		2.2
7	25	0.392	SABBIA				600	27	27		2.2
7.2	39	0.490	SABBIA				700	37	33		4.0
7.4	18	0.539	Argilla limosa e sabbiosa				838	0.53			4.5
7.6	17	0.392	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	27	27		2.2
7.8	17	0.368	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	27	27		2.2
8	16	0.417	Argilla limosa e sabbiosa				784	0.37			3.0
8.8	16	0.539	Argilla limosa e sabbiosa				820	0.5			4.0
8.6	15	0.490	Argilla limosa e sabbiosa				816	0.5			4.0
8.4	20	0.564	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				650	35	32		3.0
8.2	23	0.417	SABBIA				600	27	27		2.2
8	19	0.368	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				650	31	32		2.6
8.2	23	0.417	SABBIA				600	27	27		2.2
8.4	20	0.564	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				650	35	32		3.0
8.6	15	0.490	Argilla limosa e sabbiosa				820	0.5			4.0
8.8	16	0.539	Argilla limosa e sabbiosa				816	0.5			4.0
9	16	0.417	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	27	27		2.2
9.2	16	0.417	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	27	27		2.2
9.4	15	0.490	Argilla limosa e sabbiosa				811	0.5			4.0
9.6	14	0.539	Argilla limosa e sabbiosa				806	0.43			3.5
9.8	12	0.417	Argilla limosa e sabbiosa				784	0.37			3.0
9.8	12	0.417	Argilla limosa e sabbiosa				784	0.37			3.0
10	12	0.417	Argilla limosa e sabbiosa				784	0.37			3.0
10.2	14	0.343	LIMO SABBIOSO ARGILLOSO				600	23	31		1.9
10.4	15	0.515	Argilla limosa e sabbiosa				816	0.5			4.0
10.6	13	0.490	Argilla media				795	0.53			4.5
10.8	15	0.537	Argilla compatta				811	0.53			4.5
11	11	0.490	Argilla media				771	0.5			4.0
11.2	14	0.539	Argilla media				800	0.53			4.5
11.4	20	0.760	Argilla limosa e sabbiosa				854	0.57			5.0
11.6	21	0.956	Argilla compatta				861	0.64			7.0
11.8	19	0.833	Argilla compatta				846	0.61			6.0
12	18	0.760	Argilla compatta				842	0.61			6.0
12.2	16	0.637	Argilla compatta				820	0.53			4.5
12.4	16	0.686	Argilla compatta				820	0.53			4.5
12.6	15	0.564	Argilla limosa e sabbiosa				816	0.5			4.0
12.8	14	0.490	Argilla limosa e sabbiosa				800	0.43			3.5
13	17	0.662	Argilla limosa e sabbiosa				834	0.53			4.5
13.2	21	0.866	Argilla limosa e sabbiosa				861	0.61			6.0
13.4	20	0.809	Argilla limosa e sabbiosa				857	0.61			6.0
13.6	25	0.981	Argilla limosa e sabbiosa				890	0.68			8.0
13.8	25	0.932	Argilla limosa e sabbiosa				890	0.68			8.0
14	25	1.348	Argilla molto compatta				893	0.72			8.0
14.2	29	1.299	Argilla limosa e sabbiosa				912	0.77			9.0
14.4	26	1.029	Argilla limosa e sabbiosa				899	0.72			8.0
14.6	23	0.907	Argilla limosa e sabbiosa				878	0.64			7.0
14.8	23	0.980	Argilla limosa e sabbiosa				878	0.64			7.0
15	25	1.299	Argilla molto compatta				914	0.77			9.0
15.2	29	1.127	Argilla limosa e sabbiosa				914	0.77			9.0
15.4	33	1.422	Argilla limosa e sabbiosa				933	0.81			9.0
15.6	27	1.471	Argilla molto compatta				901	0.72			8.0
15.8	27	1.324	Argilla molto compatta				904	0.75			8.0
16	30	1.446	Argilla limosa e sabbiosa				919	0.77			9.0
16.2	28	1.471	Argilla molto compatta				907	0.75			8.0
16.4	32	1.569	Argilla limosa e sabbiosa				929	0.79			9.0
16.6	33	1.716	Argilla molto compatta				933	0.81			9.0
16.8	34	1.839	Argilla molto compatta				935	0.81			9.0
17	31	1.667	Argilla molto compatta				924	0.79			9.0
17.2	27	1.495	Argilla molto compatta				904	0.75			8.0
17.4	27	1.250	Argilla limosa e sabbiosa				904	0.75			8.0
17.6	25	1.078	Argilla limosa e sabbiosa				890	0.68			8.0
17.8	31	0.784	Argilla limosa e sabbiosa				890	0.68			8.0
18	31	0.784	SABBIA e LIMO ARGILLOSO				700	36	32		3.5
18.2	22	1.201	Argilla molto compatta				868	0.61			6.0
18.4	22	0.980	Argilla compatta				868	0.68			8.0
18.6	28	0.980	Argilla limosa e sabbiosa				907	0.75			8.0
18.8	25	0.662	SABBIA e LIMO ARGILLOSO				650	31	32		2.6
19	28	0.931	Argilla limosa e sabbiosa				907	0.75			8.0
19.2	35	1.029	SABBIA e LIMO ARGILLOSO				700	37	33		4.0
19.4	30	1.103	Argilla limosa e sabbiosa				919	0.77			9.0
19.6	28	1.299	Argilla limosa e sabbiosa				907	0.75			8.0
19.8	29	1.299	Argilla limosa e sabbiosa				914	0.77			9.0

Prova Penetrometrica dinamica DPL30 n° 1

CARATTERISTICHE STRUMENTALI:

Massa battente = 30 kg.
Altezza caduta = 20 cm.
Sezione punta = 10 cm²

Committente:

COMUNE

Località:

Porto Canale

Comune:

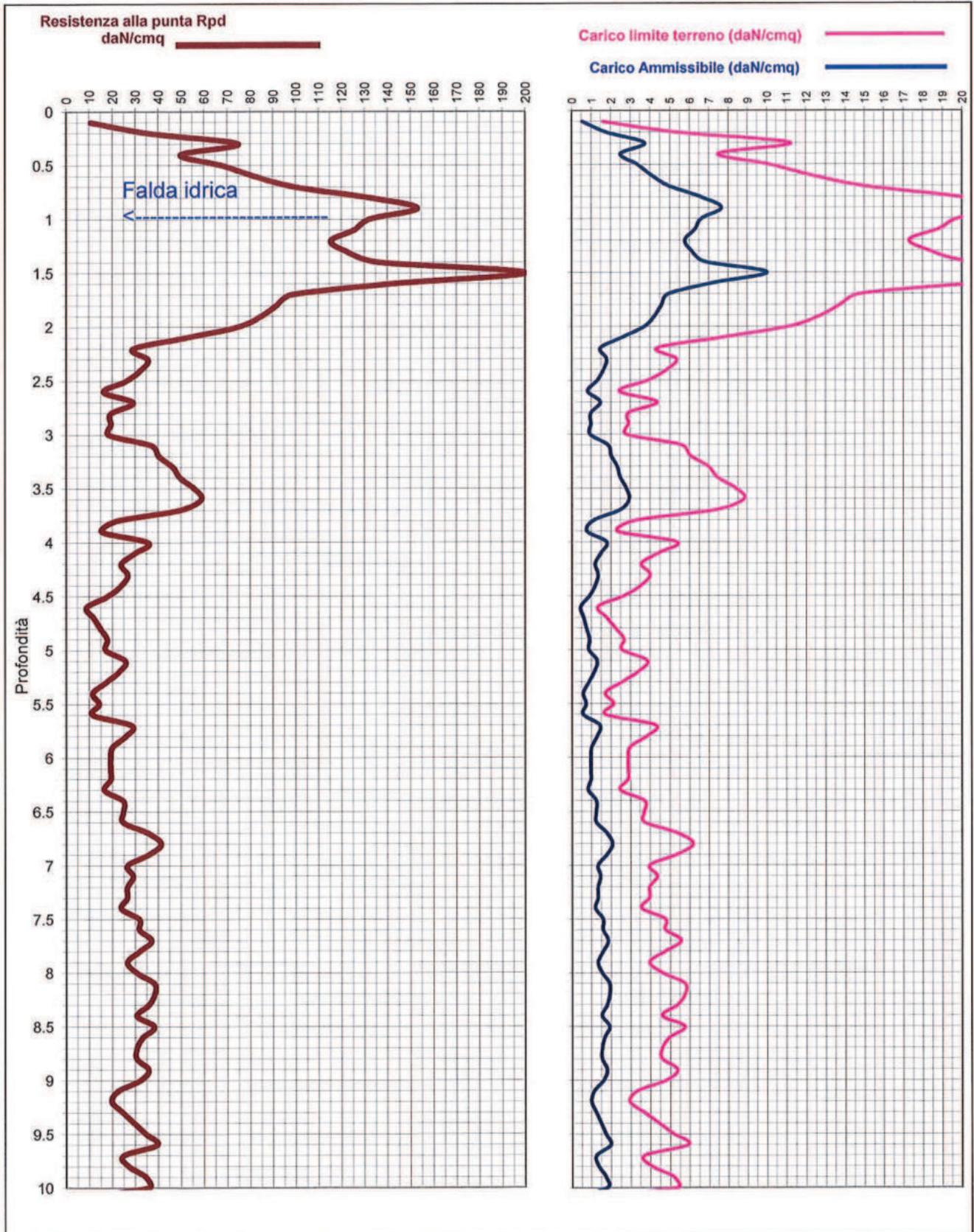
BELLARIA IGEEA MARINA

Data:

20.04.2023

- Coeff. di sicurezza = 20

Profondità Falda: ml. 1.00



ANDREATTA dott. GIANCARLO - GEOLOGO -										PARAMETRI GEOTECNICI				DPL30		N° 1	
Via XXV Aprile n° 140 - Tel. 0546-656362. CastelBolognese (Ra)																	
Committ.: COMUNE BELLARIA IGEEA MARINA										Loc.: Porto Canale		Data: 20.04.2023		Prof. acqua: ml. 1			
Prof.	N10	Rp din.	Y' t (Sabb.)	Y' t (Arg.)	Angolo Corr. Rdin.	Attrito Corr. Nspt	Dr & Sabb.	Addensamento (SABBIA)	Kw (SABBIA)	Kh	Cu da SPT	Consistenza (ARGILLA)	Cu1 TERZAGHI	Cu2	Kw (ARGILLA)	Kh	
ml.		daN/cm ²	daN/mc						daN/cm ²		daN/cm ²		daN/cm ²		daN/cm ²		
0																	
0.1	3	10.69	1550	1659	46	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.48	0.34	3	1.07	
0.2	10	35.64	1700	1838	49	33	37	Media	4	2.0	0.83	Plastica	1.13	1.09	9	3.56	
0.3	21	74.85	1850	1949	51	35	54	Media	6	4.3	1.56	Solido-plastica	1.92	1.76	11	7.49	
0.4	14	49.90	1800	1889	47	34	45	Media	5	2.9	1.26	Solido-plastica	1.45	1.47	10	4.99	
0.5	19	67.72	1800	1934	47	34	50	Media	6	3.9	1.42	Solido-plastica	1.81	1.60	11	6.77	
0.6	23	81.98	1800	1963	47	35	55	Media	7	4.7	1.68	Solido-plastica	2.02	1.93	12	8.20	
0.7	28	99.80	1850	1992	47	35	61	Media	7	5.7	1.95	Solido-plastica	2.29	2.35	12	9.98	
0.8	37	131.88	1900	2034	48	37	72	Addensata	10	7.5	2.15	Solida	2.93	3.11	12	13.19	
0.9	43	153.27	1900	2056	48	39	77	Addensata	12	8.8	2.15	Solida	3.41	3.61	12	15.33	
1	39	132.45	900	1035	47	38	74	Addensata	11	7.6	2.15	Solida	2.94	3.28	12	13.25	
1.1	37	125.66	900	1027	47	37	72	Addensata	10	7.2	2.15	Solida	2.79	3.11	12	12.57	
1.2	34	115.47	900	1014	46	37	70	Addensata	9	6.6	2.15	Solida	2.57	2.86	12	11.55	
1.3	36	122.26	900	1023	46	37	72	Addensata	10	7.0	2.15	Solida	2.72	3.02	12	12.23	
1.4	40	135.85	900	1038	46	38	75	Addensata	11	7.8	2.15	Solida	3.02	3.36	12	13.58	
1.5	59	200.38	950	1096	48	42	85	Molto addensata	19	###	2.15	Solida	4.45	4.96	12	20.04	
1.6	42	142.64	900	1046	46	39	77	Addensata	12	8.2	2.15	Solida	3.17	3.53	12	14.26	
1.7	29	98.49	850	990	44	36	63	Media	8	5.6	2.00	Solido-plastica	2.26	2.44	12	9.85	
1.8	27	91.70	850	980	43	35	61	Media	7	5.2	1.90	Solido-plastica	2.18	2.27	12	9.17	
1.9	25	84.91	850	968	42	35	57	Media	7	4.9	1.80	Solido-plastica	2.10	2.10	12	8.49	
2	23	74.59	850	949	41	35	55	Media	7	4.3	1.68	Solido-plastica	1.91	1.93	12	7.46	
2.1	16	51.89	800	895	39	34	46	Media	5	3.0	1.26	Solido-plastica	1.50	1.49	10	5.19	
2.2	9	29.19	700	809	36	32	36	Media	4	1.7	0.74	Plastica	0.93	0.99	8	2.92	
2.3	11	35.68	750	839	37	33	39	Media	4	2.0	1.00	Plastica	1.13	1.20	9	3.57	
2.4	10	32.43	700	824	36	33	37	Media	4	1.9	0.83	Plastica	1.03	1.09	9	3.24	
2.5	8	25.95	650	791	35	32	35	Sciolta	3	1.5	0.67	Plastica	0.86	0.80	8	2.59	
2.6	5	16.22	600	721	33	31	23	Sciolta	2	0.9	0.35	Molle-plastica	0.54	0.56	5	1.62	
2.7	9	29.19	700	809	36	32	36	Media	4	1.7	0.74	Plastica	0.93	0.99	8	2.92	
2.8	6	19.46	600	748	34	31	27	Sciolta	3	1.1	0.51	Molle-plastica	0.65	0.67	7	1.95	
2.9	6	19.46	600	748	34	31	27	Sciolta	3	1.1	0.51	Molle-plastica	0.65	0.67	7	1.95	
3	6	18.62	600	742	33	31	27	Sciolta	3	1.1	0.51	Molle-plastica	0.62	0.67	7	1.86	
3.1	12	37.24	750	845	36	33	41	Media	5	2.1	1.10	Plastica	1.18	1.29	10	3.72	
3.2	13	40.34	800	857	37	33	43	Media	5	2.3	1.18	Solido-plastica	1.22	1.38	10	4.03	
3.3	15	46.55	800	878	37	34	46	Media	5	2.7	1.26	Solido-plastica	1.35	1.48	10	4.66	
3.4	16	49.66	800	888	37	34	46	Media	5	2.8	1.26	Solido-plastica	1.44	1.49	10	4.97	
3.5	18	55.86	800	906	38	34	50	Media	6	3.2	1.34	Solido-plastica	1.55	1.59	11	5.59	
3.6	19	58.97	800	914	38	34	50	Media	6	3.4	1.42	Solido-plastica	1.64	1.60	11	5.90	
3.7	16	49.66	800	888	37	34	46	Media	5	2.8	1.26	Solido-plastica	1.44	1.49	10	4.97	
3.8	7	21.72	650	765	33	32	31	Sciolta	3	1.2	0.59	Plastica	0.72	0.78	8	2.17	
3.9	5	15.52	600	714	32	31	23	Sciolta	2	0.9	0.35	Molle-plastica	0.52	0.56	5	1.55	
4	12	35.70	750	839	35	33	41	Media	5	2.0	1.10	Plastica	1.13	1.29	10	3.57	
4.1	10	29.75	700	812	34	33	37	Media	4	1.7	0.83	Plastica	0.94	1.09	9	2.98	
4.2	8	23.80	650	778	33	32	35	Sciolta	3	1.4	0.67	Plastica	0.79	0.90	8	2.38	
4.3	9	26.78	700	796	34	32	36	Media	4	1.5	0.74	Plastica	0.85	1.01	8	2.68	
4.4	8	23.80	650	778	33	32	35	Sciolta	3	1.4	0.67	Plastica	0.79	0.90	8	2.38	
4.5	6	17.85	600	735	32	31	27	Sciolta	3	1.0	0.51	Molle-plastica	0.60	0.67	7	1.79	
4.6	3	8.93	550	632	29	29	18	Molto sciolta	1	0.5	0.28	Fluido-plastica	0.40	0.34	3	0.89	
4.7	4	11.90	550	675	30	30	19	Sciolta	2	0.7	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.19	
4.8	5	14.88	600	708	31	31	23	Sciolta	2	0.9	0.35	Molle-plastica	0.52	0.56	5	1.49	
4.9	6	17.85	600	735	32	31	27	Sciolta	3	1.0	0.51	Molle-plastica	0.60	0.67	7	1.79	
5	6	17.14	600	729	31	31	27	Sciolta	3	1.0	0.51	Molle-plastica	0.57	0.67	7	1.71	
5.1	9	25.71	700	790	33	32	36	Media	4	1.5	0.74	Plastica	0.86	1.01	8	2.57	
5.2	8	22.86	650	772	33	32	35	Sciolta	3	1.3	0.67	Plastica	0.76	0.90	8	2.29	
5.3	6	17.14	600	729	31	31	27	Sciolta	3	1.0	0.51	Molle-plastica	0.57	0.67	7	1.71	
5.4	4	11.43	550	669	30	30	19	Sciolta	2	0.7	0.30	Molle-plastica	0.48	0.45	4	1.14	
5.5	5	14.29	600	702	30	31	23	Sciolta	2	0.8	0.35	Molle-plastica	0.50	0.56	5	1.43	
5.6	4	11.43	550	669	29	30	19	Sciolta	2	0.7	0.30	Molle-plastica	0.48	0.45	4	1.14	
5.7	10	28.57	700	805	33	33	37	Media	4	1.6	0.83	Plastica	0.91	1.09	9	2.86	
5.8	9	25.71	700	790	33	32	36	Media	4	1.5	0.74	Plastica	0.86	1.01	8	2.57	
5.9	7	20.00	650	752	32	32	31	Sciolta	3	1.1	0.59	Plastica	0.67	0.78	8	2.00	
6	7	19.24	650	746	31	32	31	Sciolta	3	1.1	0.59	Plastica	0.64	0.78	8	1.92	
6.1	7	19.24	650	746	31	32	31	Sciolta	3	1.1	0.59	Plastica	0.64	0.78	8	1.92	
6.2	7	19.24	650	746	31	32	31	Sciolta	3	1.1	0.59	Plastica	0.64	0.78	8	1.92	
6.3	6	16.49	600	723	31	31	27	Sciolta	3	0.9	0.51	Molle-plastica	0.55	0.67	7	1.65	
6.4	9	24.73	700	784	32	32	36	Media	4	1.4	0.74	Plastica	0.82	0.99	8	2.47	
6.5	9	24.73	700	784	32	32	36	Media	4	1.4	0.74	Plastica	0.82	0.99	8	2.47	
6.6	9	24.73	700	784	32	32	36	Media	4	1.4	0.74	Plastica	0.82	0.99	8	2.47	
6.7	13	35.73	800	839	34	33	43	Media	5	2.0	1.18	Solido-plastica	1.13	1.38	10	3.57	
6.8	15	41.22	800	860	34	34	46	Media	5	2.4	1.26	Solido-plastica	1.25	1.48	10	4.12	
6.9	13	35.73	800	839	34	33	43	Media	5	2.0	1.18	Solido-plastica	1.13	1.38	10	3.57	
7	10	26.47	700	794	32	33	37	Media	4	1.5	0.83	Plastica	0.84	1.09	9	2.65	
7.1	11	29.12	750	808	33	33	39	Media	4	1.7	1.00	Plastica	0.92	1.20	9	2.91	
7.2	10	26.47	700	794	32	33	37	Media	4	1.5	0.83	Plastica	0.84	1.09	9	2.65	
7.3	10	26.47	700	794	32	33	37	Media	4	1.5	0.83	Plastica	0.84	1.09	9	2.65	
7.4	9	23.82	700	778	32	32	36	Media	4	1.4	0.74	Plastica	0.79	0.99	8	2.38	
7.5	12	31.76	750	821	33	33	41	Media	5	1.8	1.10	Plastica	1.01	1.29	10	3.18	
7.6	12	31.76	750	821	33	33	41	Media	5	1.8	1.10	Plastica	1.01	1.29	10	3.18	
7.7	14	37.06	800	844	33	34	45	Media	5	2.1	1.26	Solido-plastica	1.18	1.47	10	3.71	
7.8	12	31.76	750	821	33	33	41	Media	5	1.8	1.10	Plastica	1.01	1.29	10	3.18	
7.9	10	26.47	700	794	32	33	37	Media	4	1.5	0.83	Plastica	0.84	1.09	9	2.65	
8	12	30.64	750	816	32	33	41	Media	5	1.8	1.10	Plastica	0.97	1.29	10	3.06	
8.1	15	38.30	800	849	33	34	46	Media	5	2.2	1.26	Solido-plastica	1.16	1.48	10	3.83	
8.2	15	38.30	800	849	33	34	46	Media	5	2.2	1.26	Solido-plastica	1.16	1.48	10	3.83	
8.3	14	35.74	800	839	33	34	45	Media	5	2.0	1.26	Solido-plastica	1.13	1.47	10	3.57	
8.4	12	30.64	750	816	32	33	41	Media	5	1.8	1.10	Plastica	0.97	1.29	10	3.06	
8.5	15	38.30	800	849	33	34	46	Media	5	2.2	1.26	Solido-plastica	1.16	1.4			