



ALESSANDRO DANESI

STUDIO GEOLOGICO

tel. +39 0586 669482
fax. +39 0586 069164
email. studio@alessandrodanesi.com
C.F. DNSLSN77R011726M
P.I. 01476130495
Centro direzionale VELATHRI
Via dell'Industria, snc
57023 – CECINA

COMUNE DI ROSIGNANO MARITTIMO
PROVINCIA DI LIVORNO
COMMITTENTE: SIG. RI BROGI-FIOREZZANI



ELABORATI:

**INSERIMENTO NEL PIANO OPERATIVO COMUNALE RELAZIONE GEOLOGICA
ILLUSTRATIVA**

RIF.

NUOVA COSTRUZIONE TORI

DATA

12/04/2021

PROFESSIONISTA INCARICATO:

DR. GEOL. ALESSANDRO DANESI



1. INTRODUZIONE	2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	3
3. INDAGINI	3
4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA E GEOTECNICA	6
5. QUADRO DI PERICOLOSITÀ/VULNERABILITÀ (TAVV. 08, 09, 10, 11)	7
6. FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI	8

ALLEGATI

1. PLANIMETRIA UBICATIVA
2. CARTA GEOLOGICA
3. ELABORATI PROVE GEOGNOSTICHE
4. MODELLO GEOTECNICO
5. RELAZIONE ELABORAZIONE MASW
6. CARTOGRAFIE DI STRALCIO POC

1. INTRODUZIONE

Su incarico della proprietà, Brogi Fiorenzani, è stato eseguito uno studio geologico per definire le fattibilità geologiche per un intervento di previsione relativo alla richiesta di inserimento brevemente descritto come: *”Si prevede la costruzione di un unico edificio di forma regolare, con una superficie coperta consentita non maggiore del 50% del lotto:*

$$mt. 21,40 \times 17,75 = mq.379,85 / 2 = mq.189,93.$$

Non sono previsti piani interrati o seminterrati ma 2 soli piani fuori terra, con quota di caposaldo il marciapiede stradale di Via Toscanini” sito in in via Mascagni/toscanini a Rosignano Solvay, Comune di Rosignano M.mo (LI) (Allegato 1).

L'intervento proposto consiste *”di una costruzione, che si erge sul fronte strada di Via Mascagni (in allineamento alle altre costruzioni presenti su quel lato viario o, in alternativa, alle distanze di previsione fra distacchi di edifici e dei confini), maggiormente sviluppata al piano terra a ridursi al piano primo, diversa dalla classica tipologia degli edifici fronteggianti ed adiacenti (palazzine di 3 o 4 piani), in modo da non creare maggiori zone d'ombra agli edifici esistenti, senza compromettere l'intersezione stradale fra Via Mascagni e Via Toscanini con una struttura imponente ed inutile.*

Dovranno essere rispettate le distanze di 10 metri dalle pareti finestrate fronteggianti, nonché la distanza di 5 metri dai confini (nel caso di minor distanza dovrà essere ottenuta deroga valida).

Sostanzialmente si tratterà di una villetta bifamiliare, con posti auto esterni e ampi giardini esclusivi.

Si potranno impiegare verande bioclimatiche (c.d. “serra solare”). da attribuire proporzionalmente alle due unità abitative.

Gli accessi alla corte scoperta del lotto avverranno dalle due strade con cui confina (Via Toscanini e Via Mascagni), con due passi carrabili e pedonale per ciascun alloggio.”.

Il presente studio di fattibilità geologica viene redatto in ottemperanza all'art. 3 comma 1, lettera e) del D.P.G.R. 5/R/2020.

L'elaborazione della presente relazione è stata svolta in ottemperanza a quanto disposto dalle seguenti normative:

- la norma sismica relativa alla riclassificazione del territorio regionale, approvata con Del.G.R. n.431 del 19.06.2006, in attuazione della O.P.C.M. n.3519 del 28.04.2006 che modifica l'O.P.C.M. n.3274 del 20.03.2003, in base alla quale il comune di Rosignano Marittimo risulta classificato sismico e collocato in “zona 3S”; in questa non viene diminuito il livello di protezione precedente e le costruzioni dovranno essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della zona 2 (Delib. G.R.n.431 del 19.06.2006);

- le “nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14-01-2008 (Circolare n.617 del 2 Febbraio 2009 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti), entrato in vigore ufficialmente dal 1 Luglio 2009 insieme al “Decreto Legge Abruzzo” n.39/2009;
- il D.P.G.R. n. 36/R Regolamento di attuazione dell’art.117 della L.R. 1/2005, “Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico”.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L’area oggetto di indagine risulta pianeggiante (pendenza inferiore al 2%), ed è situata ad una quota media di circa 6 metri sul livello del mare, in una zona compresa all’interno dell’area urbanizzata di Rosignano Solvay. L’area, dal punto di vista morfologico, appare stabile.

Dal punto di vista geo-litologico nell’area affiorano le formazioni appartenenti al Complesso Neoaotoceno (Allegato 2). Le unità geologiche presenti sono, dalla più recente alla più antica:

- Depositi alluvionali recenti [a]
- Sabbie dunali [sd]
- Sabbie rosso-arancio di Donoratico [q9] (Pleistocene Sup.) costituiti da sabbie massive di colore rosso-arancio. Questa formazione, il cui ambiente di sedimentazione è continentale di tipo colluviale, eolico o di piana di esondazione fluviale, ha matrice limosa; localmente si hanno lenti di calcareniti (Panchina [q8]) di spessore ed estensione varie;
- Calcareniti sabbiose di Biserno “Panchina” [q8] (Pleistocene Sup.) calcareniti ed arenarie più o meno calcareo-sabbiose e sabbie di retrospiaggia ed eoliche;
- Sabbie rosse di Val di Gori [q7] (Pleistocene medio): sabbie di colore rosso vivo, con notevole scheletro argilloso e assetto massivo, talora con ciottoli sparsi; la prevalenza di dimensioni fini dei granuli di sabbia e l’abbondanza di limo suggeriscono per la maggior parte di questo sedimento l’origine eolica; gran parte della formazione è interessata da una forte pedogenesi con suoli riferibili ad Alfisuoli palexeralfs che richiedono un’evoluzione in un clima caldo umido verosimilmente corrispondente all’ultimo interglaciale;

In particolare l’area oggetto di studio si caratterizza per la presenza di Sabbie dunali [sd] (Olocene).

3. INDAGINI

AGGIORNAMENTO QUADRO CONOSCITIVO

Per una corretta valutazione delle caratteristiche geologiche sismiche e geotecniche dell’area in esame si resa necessaria l’esecuzione di una campagna di indagini geognostiche volte alla raccolta di dati.

La campagna eseguita nel mese di ottobre 2012 è consistita nella esecuzione di un sondaggio a 9 metri di profondità con la posa di un piezometro fessurato da 2", l'esecuzione di una indagine MASW per la definizione della sismostratigrafia delle onde di taglio, e l'esecuzione di 4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti, al fine di verificare la continuità laterale dei parametri misurati.

Non è stato possibile raccogliere un campione di terreno rappresentativo, in quanto il sondaggio fino alla profondità di 8 metri ha presentato alternanze di sabbie cementate e limi sabbiosi che non consentivano al campionatore di tipo shelby di raccogliere una aliquota indisturbata.

Le elaborazioni e le rappresentazioni grafiche delle indagini eseguite si trovano in allegato.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Scopo delle stesse è di ricostruire sulla verticale della prova i parametri geotecnici dei litotipi attraversati e di individuare eventuali locali falde superficiali. Dopo un approccio con la metodologia penetrometrica statica si è optato per la metodologia dinamica in quanto le porzioni cementate impedivano la prosecuzione delle prove statiche.

Per questo lavoro è stato soprattutto utile identificare la profondità dei litotipi argillosi rispetto a quelli più marcatamente granulari, al di sotto del piano di campagna. Le prove penetrometriche (PPD) concordate, opportunamente ubicate, sono state spinte a profondità variabili tra 2.0 e 8.9 m dal piano campagna, considerate profondità significative.

Le prove sono state eseguite nel mese di Ottobre 2012 da tecnico abilitato.

Gli istogrammi penetrometrici e le successive elaborazioni sono riportati in appendice: in particolare, è riportato il grafico Numero di colpi/Profondità, il grafico Resistenza dinamica (Kg/cm²)/Profondità e la relativa interpretazione stratigrafica. Il parametro N_{spt} rappresenta il numero di colpi medio (N10) misurato nello strato e normalizzato alla Prova Standard Penetration Test (SPT); il parametro R_{pd} rappresenta la Resistenza Dinamica (Kg/cm²) media dello strato omogeneo calcolata con la Formula degli Olandesi:

dove :

M= massa del maglio; H= volata del maglio;
A = sezione della punta; $R_{pd} = \frac{M^2 \times g \times H}{A \times h \times (M + m)} N (Kg / cm^2)$
H = passo d'infissione
m = massa dei componenti battuti (incudine, aste, punte)

Sulla base dell'elaborazione dei dati penetrometrici è stata desunta la seguente stratigrafia:

Dall'esame della prova in situ è possibile affermare che il substrato indagato fino alla profondità di 0.8 metri è costituito da sabbie argillose mediamente addensate; a partire da tale profondità è stato rinvenuto un litotipo a prevalente composizione coesiva caratterizzato da un graduale aumento di consistenza con la profondità (Allegato 3).

E' stata rinvenuta la presenza d'acqua nel foro penetrometrico a profondità di circa 3.4 m. da p.c..

SONDAGGIO GEOGNOSTICO

È stato eseguito un sondaggio geognostico fino alla profondità significativa di 8.50 metri da piano campagna al fine di determinare la stratigrafia (Allegato 3).

INDAGINI SISMICHE DIRETTE

Indagine di sismica superficiale di tipo MASW

Per adempiere alle prescrizioni normative si è condotta una indagine di tipo sismico con metodologia MASW. Questa metodologia di acquisizione/interpretazione consente di ottenere il profilo di onde di taglio per i primi 30 metri, richiesto dalle normative vigenti. Inoltre, si ottempera alla prescrizione del DPGRT 36/R/2009, che impone di effettuare delle misure geofisiche dirette per la determinazione della Vs30.

Metodologia di indagine

L'indagine è stata eseguita da tecnico specializzato in geofisica.

Questa metodologia di indagine prevede l'acquisizione di un segnale sismico tramite una linea di acquisizione 1D, costituita da una linea geofonica a 24 canali vincolati in posizione fissata.

La registrazione del segnale avviene tramite un sismografo (segnatamente il sismografo utilizzato è un SYMATRACK 24 canali con campionatore a 24 bit su ogni singolo canale) che consente la restituzione del segnale analogico, in digitale.

Successivamente i files generati, vengono elaborati tramite un software commerciale.

L'elaborazione consente di generare un profilo di onde di taglio tramite un processo di inversione iterativa, che necessita una particolare cura e conoscenza della teoria alla base di questo procedimento.

Questo tipo di acquisizione del dato sismico si è vista necessaria in virtù della logistica del cantiere.

Risultati indagine MASW

L'indagine MASW eseguita ha restituito un profilo di onde S che viene di seguito riportato:

Dati della stratigrafia:

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	3.00	3.00	195.00	405.92	1800.00	0.35	68.45	296.59	205.33	184.80
2	10.00	7.00	390.00	636.87	2050.00	0.20	311.81	831.48	415.74	748.33
3	oo	oo	345.00	845.07	2050.00	0.40	244.00	1464.01	1138.67	683.20

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Il risultato di Vs30 (a partire da quota fondazione) risulta pari a 356 m/sec (fondazione posta a 3 metri di profondità) che porta a classificare il suolo, secondo la classificazione del DM 14/01/2008, di tipo C.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di Elaborazione HVSR in allegato.

Il calcolo della Vs30 è stato correttamente eseguito, prendendo in considerazione la profondità del piano di Posa.

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA E GEOTECNICA

VALUTAZIONE DEI PARAMETRI CARATTERISTICI

Ai sensi del D.M.14.01.2008, “per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato” (par.6.2.2)

Nel caso dei parametri angolo di resistenza al taglio (φ), coesione non drenata (C_u), modulo di compressione volumetrica (m_v) e peso di volume, per tutti gli orizzonti litostratigrafici rilevati è stato preso in considerazione il valore medio che si ritiene possa essere considerato come valore caratteristico, così come indicato nel D.M.14.01.2008.

Di seguito si riporta la sintesi dei **parametri geotecnici caratteristici (X_k)** delle unità litotecniche precedentemente indicate.

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [Kg/m ³]	Gams [Kg/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [Kg/cm ²]	c Corr. [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]	Ni
0.4	1380.0	1870.0	27.0	18.85	0.09	0.0603	50.0	35.0	0.35
1.0	1750.0	1920.0	28.0	19.61	0.6	0.402	127.9	55.0	0.33
1.0	1860.0	1950.0	30.0	21.15	0.0	0.0	147.05	61.0	0.33
2.8	1700.0	1910.0	29.0	20.37	0.5	0.335	80.0	49.0	0.34
1.6	1940.0	1960.0	32.0	22.72	0.0	0.0	162.55	65.0	0.32
2.0	1690.0	1910.0	29.0	20.37	0.5	0.335	90.0	48.0	0.34
0.2	2500.0	2500.0	33.0	23.51	0.0	0.0	476.33	180.0	0.19

SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

In riferimento al Capitolo 7, paragrafo 7.4.4 del T.U – Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/2008), si ritiene che i terreni che costituiscono il substrato di fondazione del porticato in ampliamento non siano suscettibili al fenomeno della liquefazione durante lo scuotimento sismico. Si tratta, infatti, di terreni cementati e/o coesivi per i quali si esclude che si possano verificare aumenti della pressione interstiziale caratterizzata da deformazioni permanenti significative o dall'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Tuttavia la verifica sarà eseguita in fase progettuale definitiva avendo a disposizione le quote fondali e le tipologie costruttive.

PARAMETRI SISMICI SITO SPECIFICI

DATI GENERALI

Azione sismica

NTC 2008

Larghezza fondazione	15.0m
Lunghezza fondazione	10.0m
Profondità piano di posa	2.7 m

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.156
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.513
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.0374
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.1311

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.33	2.56	0.2
S.L.D.	50.0	0.41	2.55	0.23
S.L.V.	475.0	1.02	2.52	0.27
S.L.C.	975.0	1.3	2.53	0.28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.495	0.2	0.0101	0.005
S.L.D.	0.615	0.2	0.0125	0.0063
S.L.V.	1.53	0.24	0.0374	0.0187
S.L.C.	1.9484	0.24	0.0477	0.0238

5. Quadro di pericolosità/vulnerabilità

Sulla base delle carte di base sopra descritte, è stato possibile ricostruire il quadro di pericolosità relativo all'area di Variante, ai sensi del D.P.G.R. 5/R/2020.

In particolare, considerato che l'area oggetto di Variante è caratterizzata da assetto litologico omogeneo in condizioni sub-pianeggianti e non presenta evidenze di dissesti geomorfologici attivi o potenziali, anche le condizioni di pericolosità/vulnerabilità, presentano omogeneità all'interno dell'area studiata ed in un suo intorno significativo. Di seguito si riporta il quadro di pericolosità/vulnerabilità desunto dalle cartografie prodotte:

Pericolosità Geologica	G.2	Media	Parte VII, Titolo VII, Capo I, Capo II e Capo V art. 135 tabelle A1 e A2 delle N.T.A. del P.O.
Pericolosità Sismica	S.3	Elevata	pericolosità sismica elevata per liquefazione dinamica - art. 131-132 NTA
Pericolosità Idraulica	I.2	media	

6. Fattibilità degli interventi

Sulla base del quadro di pericolosità/vulnerabilità sopra richiamato, si assegna la seguente matrice di fattibilità relativamente agli aspetti geologici (ai sensi del D.P.G.R. 5/R/2020) agli interventi previsti dalla Variante:

Tipologia di intervento	Fattibilità in merito agli aspetti			
	pericolosità geologica	pericolosità sismica	pericolosità idraulica	vulnerabilità delle falde
Nuova edificazione	fattibilità con normali vincoli da precisare al livello di progetto	fattibilità condizionata dalla verifica a liquefazione dinamica	fattibilità senza particolari limitazioni	fattibilità con normali vincoli da precisare al livello di progetto
Aree a verde	fattibilità senza particolari limitazioni	fattibilità senza particolari limitazioni	fattibilità senza particolari limitazioni	fattibilità senza particolari limitazioni
Adeguamento viabilità/parcheggi	fattibilità senza particolari limitazioni	fattibilità condizionata dalla verifica a liquefazione dinamica	fattibilità senza particolari limitazioni	fattibilità senza particolari limitazioni

Si precisa in questa sede che l'aggiornamento del quadro conoscitivo non ha comportato variazioni di attribuzione di classi di pericolosità geologica ed idraulica rispetto allo strumento urbanistico vigente.

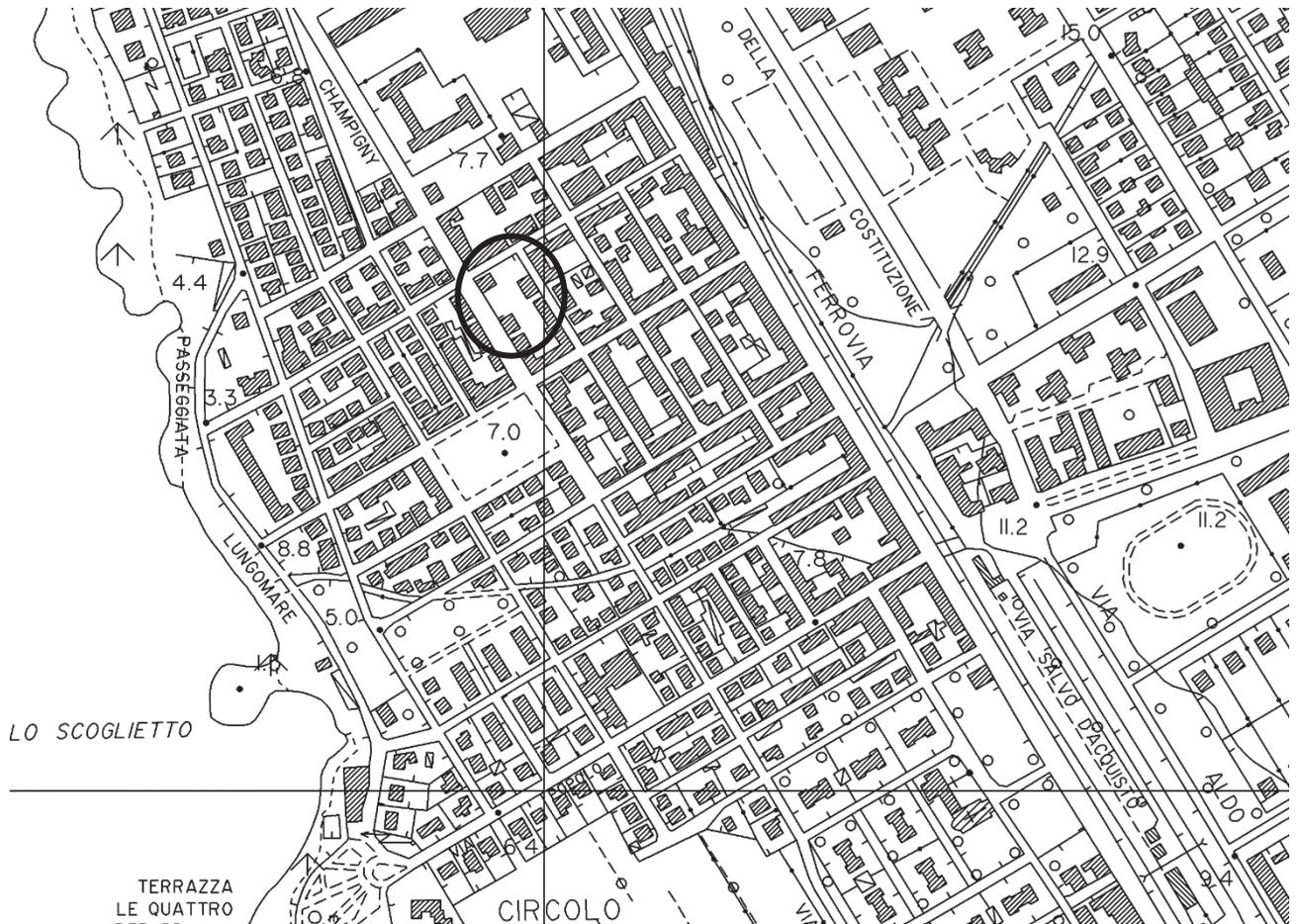
Da tutte queste osservazioni, l'intervento di previsione nel suo complesso risulta fattibile.

ALLEGATI

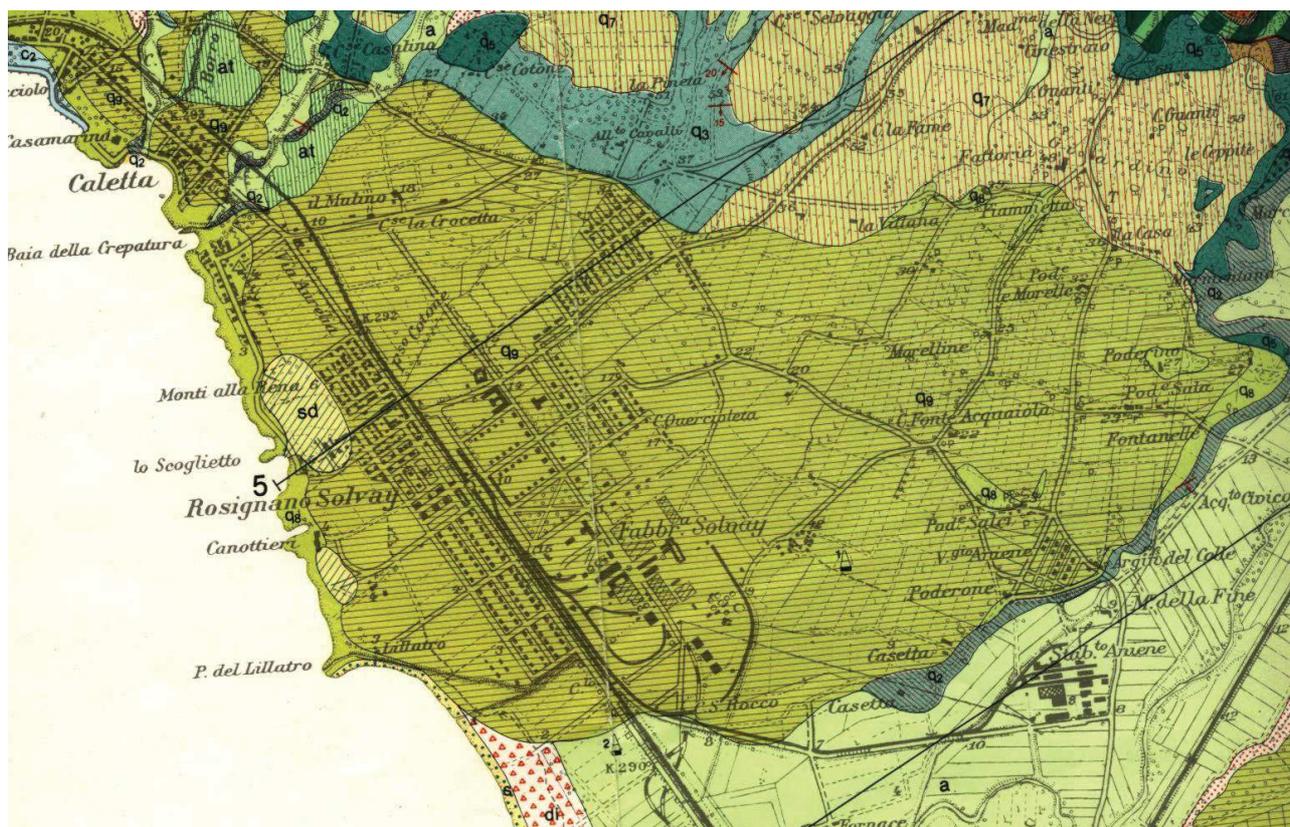
1. PLANIMETRIA UBICATIVA
2. CARTA GEOLOGICA
3. ELABORATI PROVE GEOGNOSTICHE
4. MODELLO GEOTECNICO
5. RELAZIONE ELABORAZIONE MASW
6. ESTRATTI CARTOGRAFICI POC

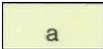
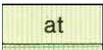
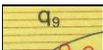
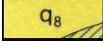
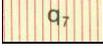
ALLEGATI

ALLEGATO 1 – PLANIMETRIA UBICATIVA



SCALA 1:10.000 – FONTE CTR

ALLEGATO 2 - CARTA GEOLOGICA**LEGENDA**

-  **a** Depositi alluvionali recenti [a] (olocene)
-  **at** Alluvioni terrazzate [at] (Pleistocene sup.)
-  **q₉** Sabbie rosso-arancio di Donoratico [q₉] (Pleistocene Sup.)
-  **q₈** "Panchina" [q₈] (Pleistocene Sup.)
-  **q₇** Sabbie rosse di Val di Gori [q₇] (Pleistocene medio)

Carta geologica della zona in esame con ubicazione della zona di indagine (scala 1:25.000)

ALLEGATO3 - ELABORATI PROVE GEOGNOSTICHE -PROVE PENETROMETRICHE



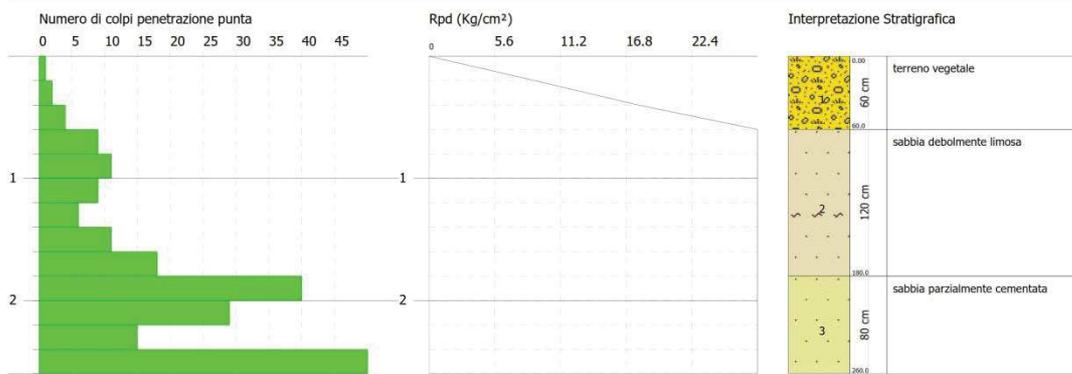
Studio Geologico Alessandro Danesi
 Corso Matteotti 254
 57023 CECINA
 www.alessandrodanesi.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:
 Cantiere:
 Località:

Data: 30/10/2012

Scala 1:50



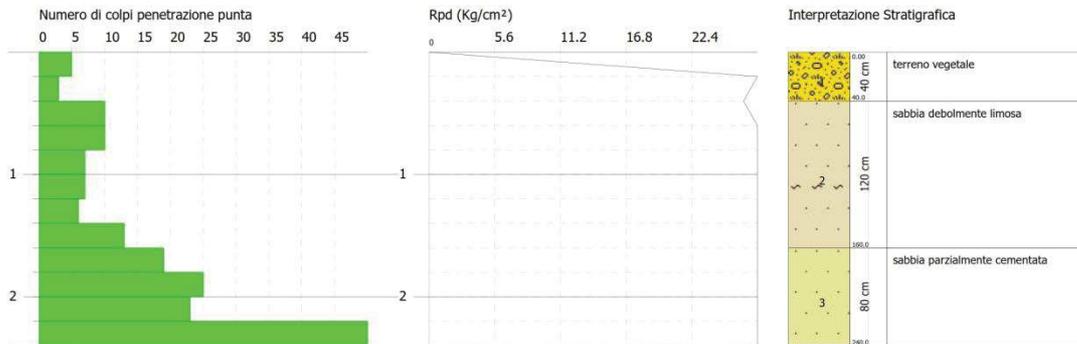


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:
 Cantiere:
 Località:

Data: 30/10/2012

Scala 1:50





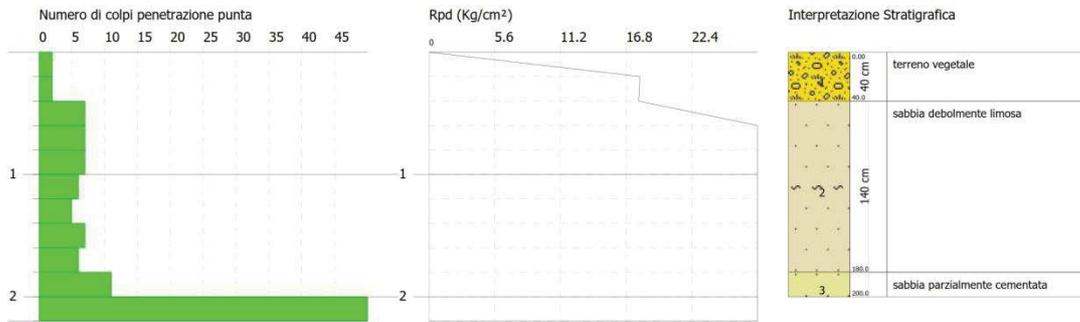
Studio Geologico Alessandro Danesi
 Corso Matteotti 254
 57023 CECINA
 www.alessandrodanesi.com

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

Committente:
 Cantiere:
 Località:

Data: 30/10/2012

Scala 1:50



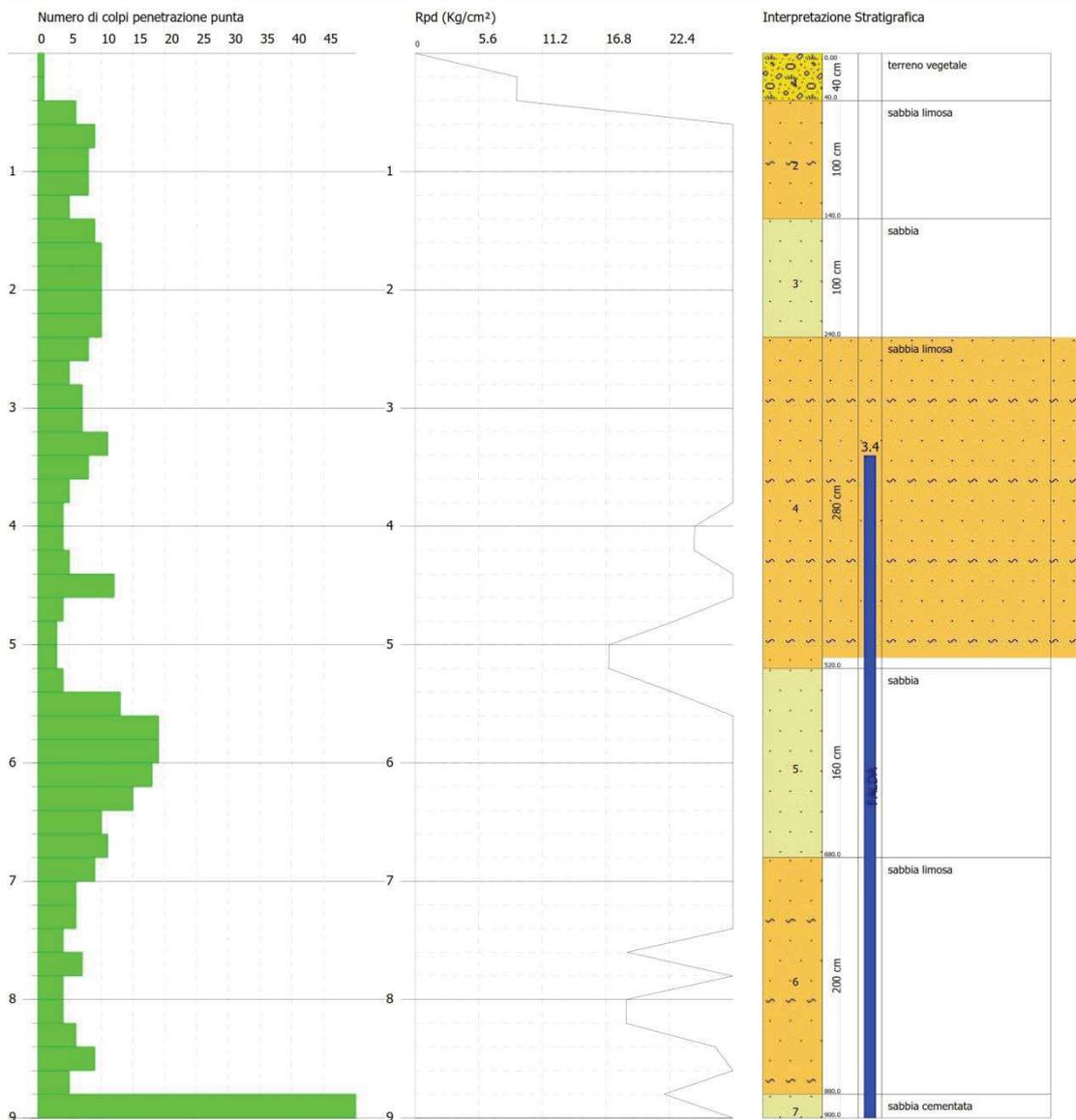


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 30/10/2012

Scala 1:50



SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Studio Geologico Alessandro Danesi - Corso Matteotti 254 - Cecina

MODULO SONDAGGI PENETROMETRICI

Committente Brogi Nirio ed eredi Brogi Sergio	Profondità raggiunta 8.5 m. da p.c.	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina 1
Operatore Etruria Drill	Indagine Sondaggio a carotaggio continuo	Note1	Inizio/Fine Esecuzione 19/10/2012	
Responsabile AD	Sondaggio N°1	Tipo Carotaggio CC	Tipo Sonda Testa rotante	Coordinate X Y

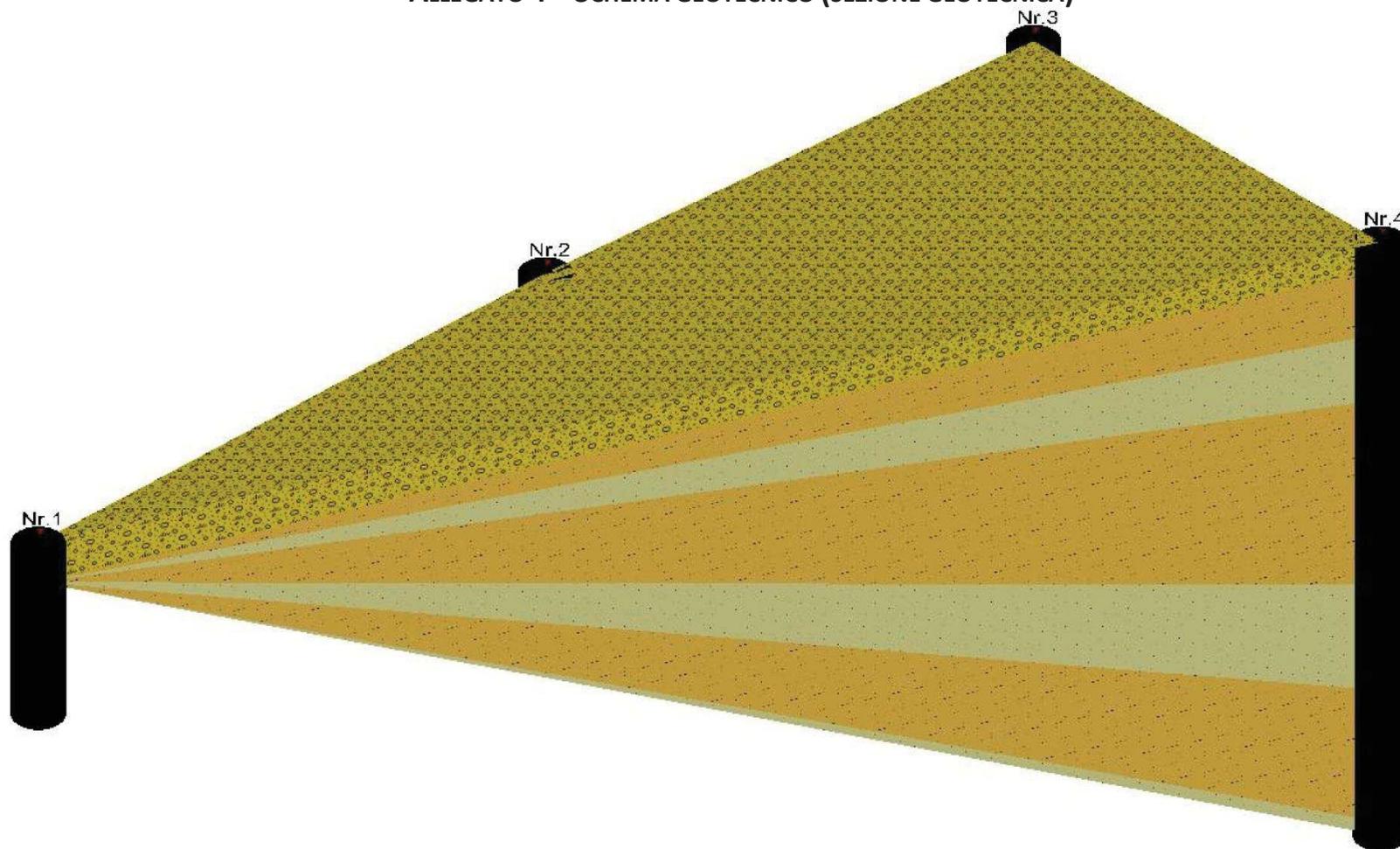
Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	Campioni	Metodo Perforazione	Cass. Catalog.	Falda	Piezometro
0		terreno vegetale	0.40	%C=50 %RQD=71					
-1		sabbia limosa	1.30	%C=72 %RQD=85					
-2		sabbia cementata	1.70	%RQD=100					
-3		sabbia debolmente limosa intercalata da strati di sabbie cementate	4.15	%C=53 %RQD=76				-3.43	
-4									
-5		argilla debolmente sabbiosa	0.95	%C=88 %RQD=100					
-6									
-7						(CS)			
-8						-8.50			
-9									
-10									
-11									
-12									
-13									
-14									
-15									
-16									
-17									
-18									
-19									
-20									



Sperimentatore

Direttore del Bilancio

ALLEGATO 4 – SCHEMA GEOTECNICO (SEZIONE GEOTECNICA)



ALLEGATO 5 – RELAZIONE INDAGINE MASW

--

Alessandro Danesi C.FISC: DNSLSN77R01I726M P.IVA: 01476130495	Via: Corso Matteotti, 254 57023 Cecina (LI) - Email: studio@alessandrodanesi.com Web: www.alessandrodanesi.com
--	--

Palazzina Brogi

	Data: novembre 2012
	Il committente Brogi
	IL Tecnico
	Il Progettista Ing. Claudio Potenti
Indagine geofisica tramite tecnica MASW	

Introduzione

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

Moto del segnale sismico

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

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

Onde di Rayleigh – “R”

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

Analisi del segnale con tecnica MASW

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

Modellizzazione

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

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

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

Modi di vibrazione

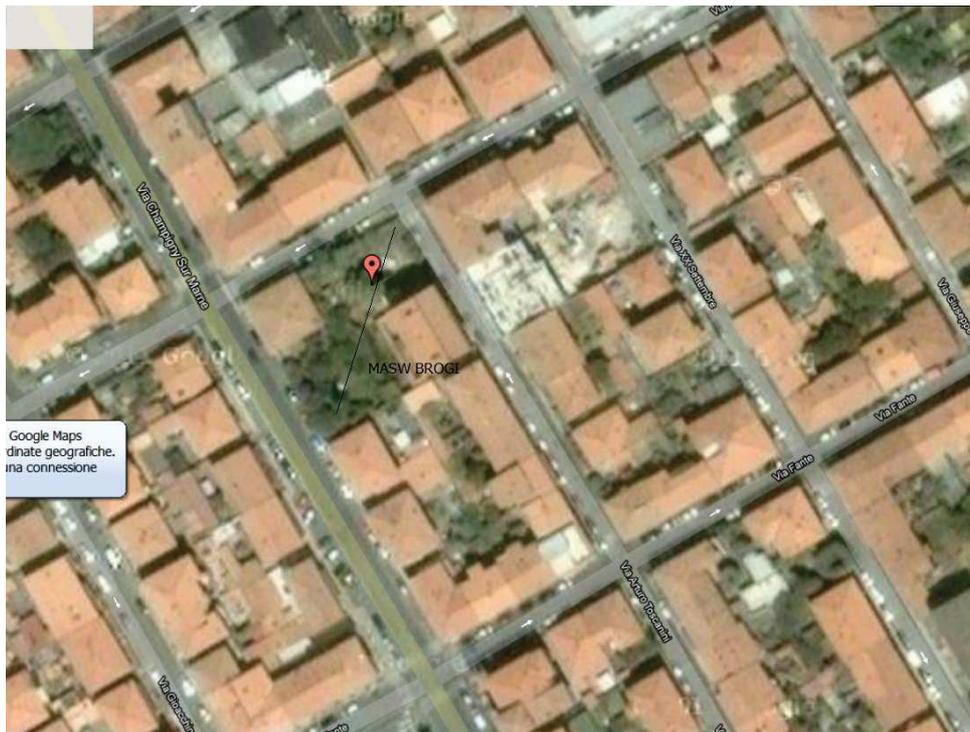
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle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

Profondità di indagine

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

Dati generali

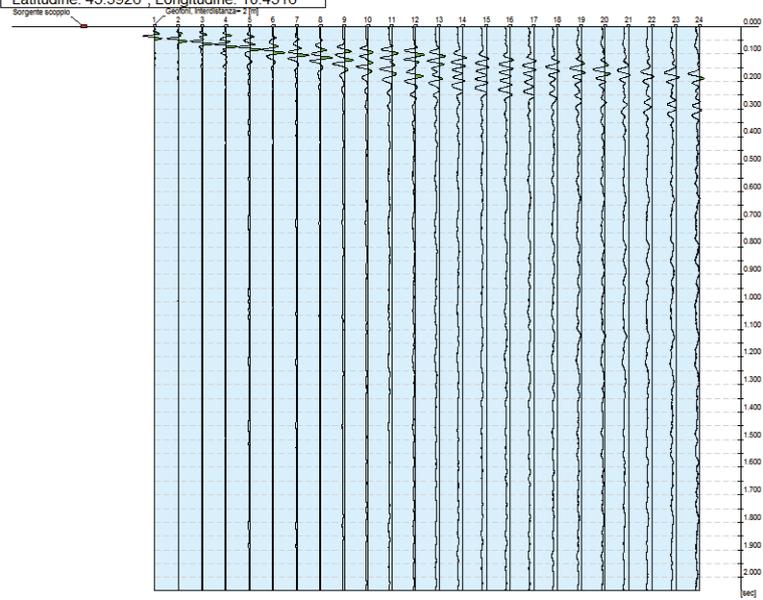
Committente	Brogi
Cantiere	Via mascagni
Località	Rosignano
Operatore	AD
Responsabile	AD
Zona	via mascagni, rosignano solvay
Data	14/11/2012 03:44
Latitudine	43.3926
Longitudine	10.4316



Tracce

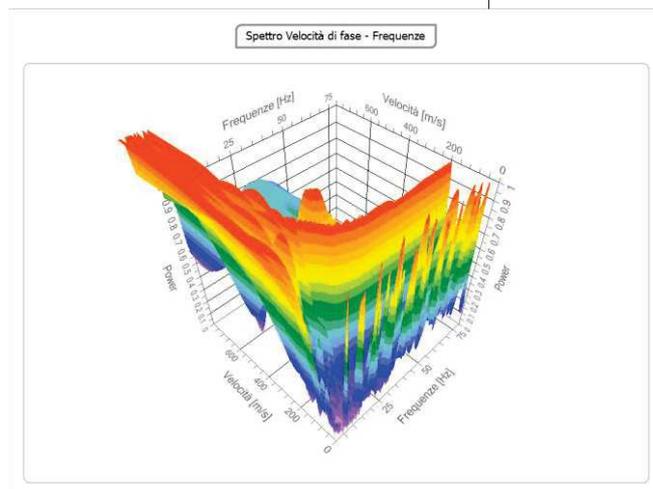
N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50

Committente: Brogi
Cantiere: Via mascagni
Località: Rosignano
Operatore: AD
Responsabile: AD
Data: 14/11/2012
Latitudine: 43.3926°, Longitudine: 10.4316°



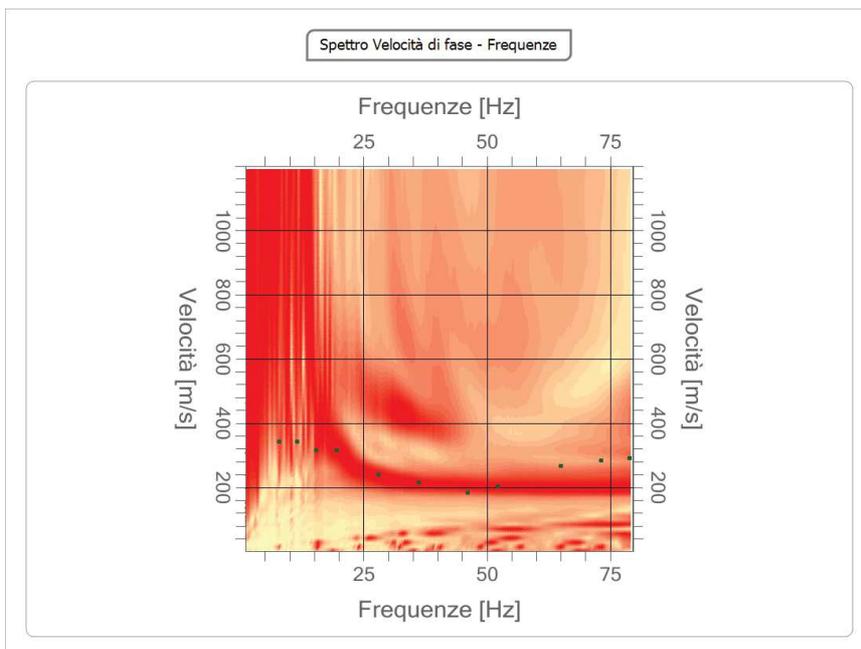
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	80
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1



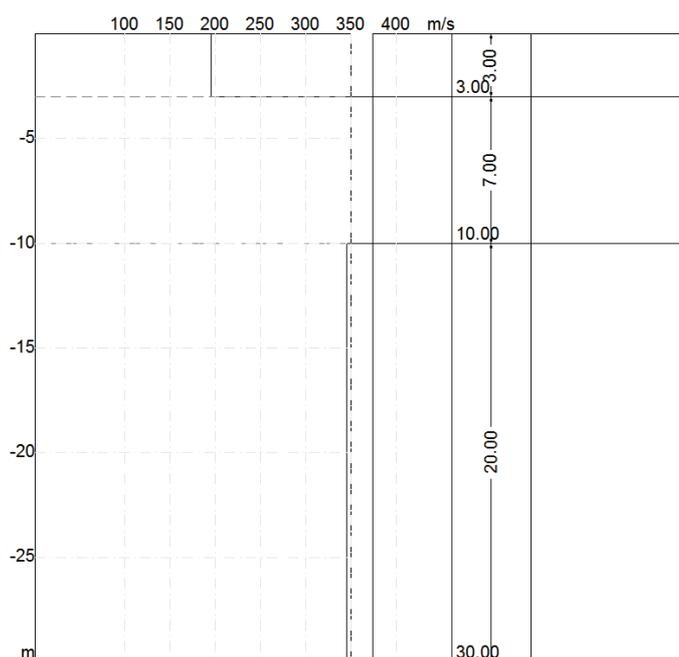
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.9	340.8	0
2	11.5	340.8	0
3	15.3	315.5	0
4	19.6	315.5	0
5	28.1	239.8	0
6	36.2	214.6	0
7	46.1	183.0	0
8	52.3	201.9	0
9	65.1	265.0	0
10	73.2	284.0	0
11	79.0	290.3	0



Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1900.0	0.4	No	405.9	195.0
2		10.00	7.00	1900.0	0.2	Si	636.9	390.0
3		∞	∞	1950.0	0.4	Si	845.1	345.0



Risultati

Profondità piano di posa [m]	3.00
Vs30 [m/sec]	0.00
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	3.00	3.00	195.00	405.92	1800.00	0.35	68.45	296.59	205.33	184.80
2	10.00	7.00	390.00	636.87	2050.00	0.20	311.81	831.48	415.74	748.33
3	oo	oo	345.00	845.07	2050.00	0.40	244.00	1464.01	1138.67	683.20

G0: Modulo di deformazione al taglio;

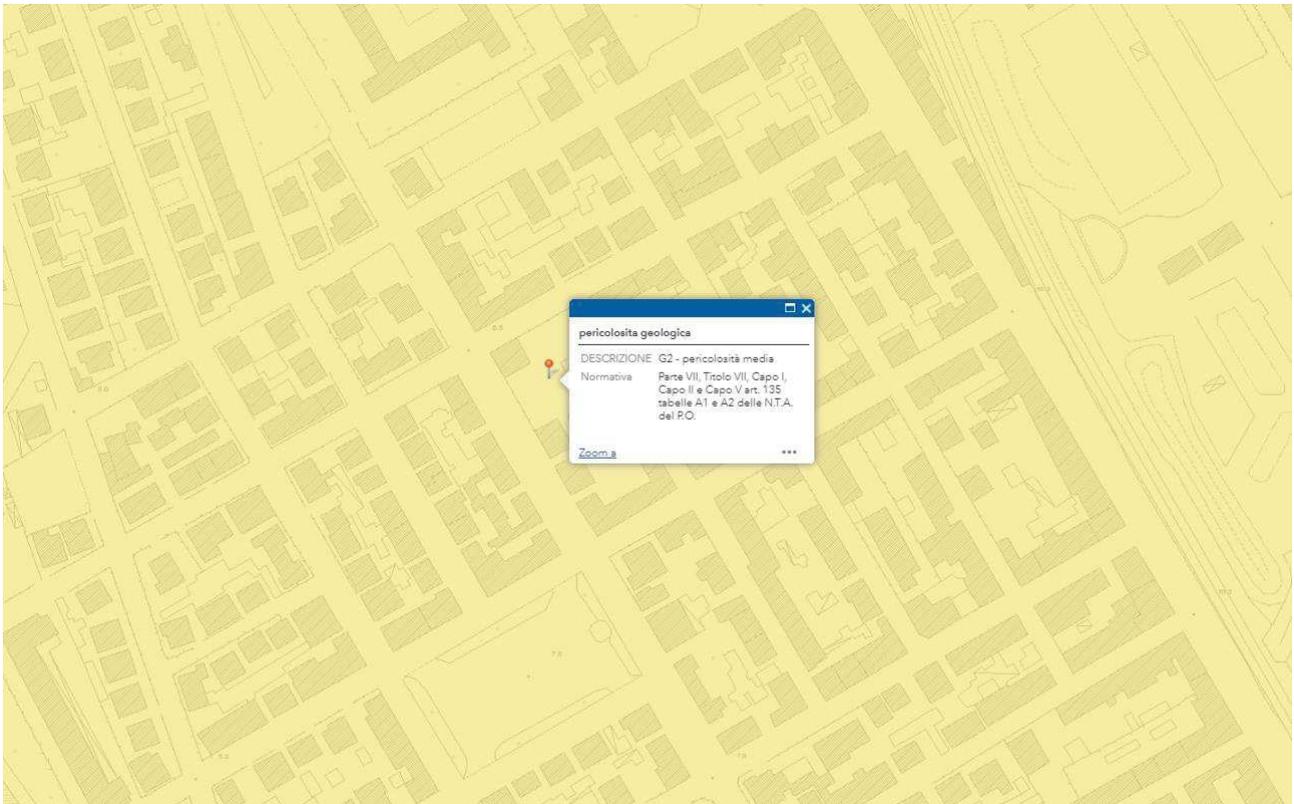
Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

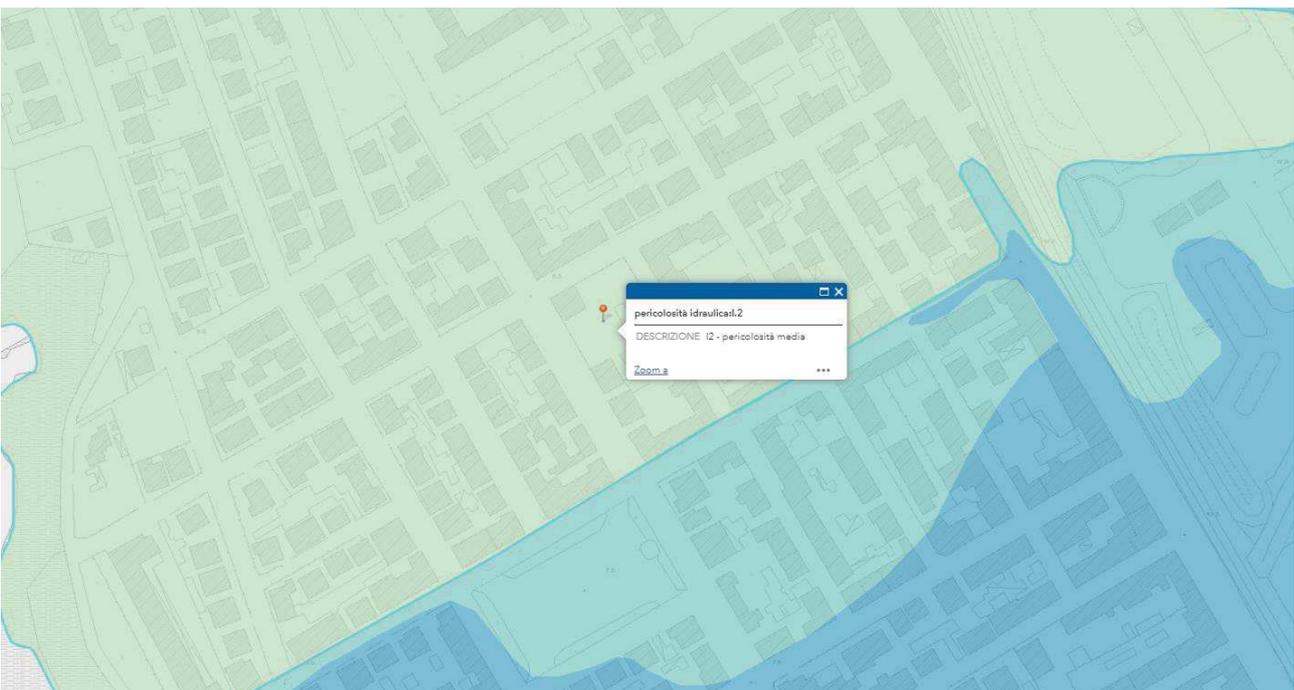
Ey: Modulo di Young;

ALLEGATO 6 – STRALCI CARTOGRAFICI POC DI ROSIGNANO MARITTIMO

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (NON IN SCALA)



PERICOLOSITÀ IDRAULICA (NON IN SCALA)



PERICOLOSITÀ SISMICA(NON IN SCALA)

