



## INDICE

### Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE URBANISTICA DEL SITO.....</b>	<b>3</b>
2.1	SCHEDA NORMA3-T-13 .....	3
2.2	DESCRIZIONE OPERE INTERVENTO.....	4
<b>3</b>	<b>VALUTAZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO-IDRAULICO .....</b>	<b>4</b>
3.1	ANALISI DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA ED IDRAULICA.....	4
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>SISMICITA' .....</b>	<b>6</b>
6.1	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SITO.....	6
<b>7</b>	<b>EFFETTI DI LIQUEFAZIONE .....</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAZIONI PRELIMINARI SULLA INTERAZIONE TERRENO/STRUTTURE .....</b>	<b>8</b>

## Allegati

<b>Allegato 1</b>	Planimetria ubicativa del sito oggetto di caratterizzazione
<b>Allegato 2</b>	Estratto carta di fattibilità geologica
<b>Allegato 3</b>	Estratto carta di fattibilità idraulica
<b>Allegato 4</b>	Sondaggio Geognostico
<b>Allegato 5</b>	Indagine MASW

## 1 Premessa

La seguente relazione tecnica risponde alla necessità di valutazione delle caratteristiche geologiche del sito di intervento limitatamente alle opere di urbanizzazione primaria. Le opere in progetto prevedono la realizzazione delle viabilità di comparto e la realizzazione dei parcheggi nonché delle aree a verde.

Per la corretta valutazione sulla necessità di esecuzione di nuove indagini, si è proceduto alla analisi dei dati esistenti, evidenziando le pericolosità e le fattibilità dell'area in esame.

Il presente lavoro, partendo da un inquadramento geologico e idrogeologico generale dell'area in esame, prosegue fornendo una caratterizzazione litostratigrafica del terreno desunta dalle campagne di indagini geognostiche effettuate nell'area di interesse e nelle sue immediate prospicenze ed un'indicazione dei parametri geotecnici di riferimento assegnati alle unità geotecniche attraversate dalle indagini.

## 2 Caratterizzazione urbanistica del sito

### 2.1 Scheda NORMA3-t-13

Di seguito si riporta la scheda norma per il comparto 3-t-13:

Realizzazione di un insediamento per attività di piccola industria, artigianale e di servizio.

■ Carico urbanistico previsto: Sc. 8000

■ Obiettivi qualitativi generali del progetto e condizioni alla trasformazione: Il P.A. dovrà prevedere, oltre alla realizzazione delle nuove strutture per attività di piccola industria e per attività artigianali, anche l'organizzazione degli spazi esterni e delle aree a verde con la realizzazione di adeguate fasce di protezione e filtro verso il tessuto urbano

circostante. In particolare su via del Mondiglio dovrà essere creata una zona a verde attrezzato opportunamente piantumata con alberi d'alto fusto e siepi. La sistemazione degli spazi esterni (materiali, elementi di arredo, sistemazioni a verde etc.) dovrà essere oggetto di uno specifico elaborato progettuale. Dovranno essere previsti spazi a verde e parcheggi di uso pubblico non inferiori al 30% dell'area e comunque non potranno essere inferiori a quanto previsto all'art. 44 e all' art. 90 c.3 delle NTA.

■ Parametri urbanistici zona per piccola industria, artigianale e di servizio: RC: max 50% del lotto, altezza massima: 1 piano fuori terra con h. interna ml 9.00 o due piani fuori terra con altezza interpiano non superiore a ml . 4.00. Deroga per alloggiamento di attrezzature e volumi tecnici necessari all'attività produttiva. Distanza dai confini: non inferiore a ml. 5.00. Distanza strade: min. ml. 10.00. Distanza da viale Filidei e da via del Mondiglio : min. ml 20.00. Non sono ammessi alloggi di guardiania ■ Destinazioni d'uso ammesse: cat. 2 sottoc. 2.02, 2.03; cat. 5; cat. 6 sottoc. 6.01,6.02, 6.10

■ Rispetto delle condizioni fissate per le aree a rischio incidente rilevante: categoria territoriale C

■ Tutela e valorizzazione del paesaggio:-----

■ Fattibilità e condizioni geologiche e idrauliche:

- Pericolosità geologica: (G.1a) molto bassa

- Fattibilità geologica: Classe 2 - (rischio basso) - Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto

- Prescrizioni aspetto geologico-tecnico: Verifica specifica delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione per la valutazione di carichi ammissibili e cedimenti potenzialmente derivanti dei singoli edifici.

- Pericolosità idraulica: (P.I.) pericolosità irrilevante

- Fattibilità idraulica: fattibilità senza particolari limitazioni

- Prescrizioni aspetto idrogeologico e idrologico: NESSUNA

■ Modalità di attuazione Piano Attuativo convenzionato

■ Superficie dell'area: mq 45994,55 38821

### 3 Descrizione opere intervento

Le opere di intervento sono opere di urbanizzazione e prevedono la realizzazione di viabilità interna e parcheggi, come da tavola di progetto allegata.

Geologia dell'area

Come si può osservare dalla stratigrafia dell'area in esame e dalla conoscenza del sito, si evince che nell'area affiorano estesamente le sabbie rosso arancio di Donoratico, sovrapposte ai conglomerati di Bolgheri, che poggiano sul substrato formato dalle sabbie ed argille ad artica.

Il substrato di interesse geotecnico è rappresentato dunque dal litotipo delle sabbie rosso arancio di Donoratico. Questo litotipo è stato indagato estesamente nell'area in esame e se ne conoscono le caratteristiche geotecniche. Si allega dunque un sondaggio eseguito nell'area in esame. Valutazioni di carattere geologico-idraulico.

### 4 Analisi della fattibilità geologica ed idraulica

Dalla classificazione eseguita dall'amministrazione comunale sulla base dei dati esistenti e rilevati in fase di progettazione urbanistica l'area in esame è caratterizzata da una fattibilità senza particolari limitazioni dal punto di vista idraulico dato che la zona in esame si posiziona su un terrazzo quaternario posto in posizione rilevata rispetto all'altezza media della piana alluvionale attuale. (ALLEGATO 3)

Dal punto di vista geologico la fattibilità risulta di classe 2 (ALLEGATO 2), cioè la più bassa per le aree edificabili, in quanto non sussistono specifiche pericolosità dal punto di vista geologico e geomorfologico. La classe di fattibilità 2 ovviamente prevede che durante la fase progettuale definitiva ed esecutiva siano eseguite le indagini geognostiche necessarie ad ottemperare le norme tecniche per le costruzioni nonché il DPGRT 36/R/2009, per quanto riguarda la classe di intervento.

Al fine di definire il modello litostratigrafico e geotecnico del primo sottosuolo sono state considerate indagini geognostiche eseguite nell'area oggetto del presente studio ed in aree limitrofe. In particolare si presenta un sondaggio geognostico, di cui si riporta la stratigrafia in allegato.

Sulla base del modello preliminare così definito e delle caratteristiche delle opere previste dal progetto, è stata inoltre programmata l'esecuzione di una specifica campagna di indagini geotecniche, di campo e di

laboratorio, e geofisiche per la completa definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni nel volume geologico significativo.

## 5 Caratterizzazione litostratigrafica

Le campagne di indagini geognostiche eseguite nell'area in esame hanno confermato che in buona parte dell'area in esame è presente un orizzonte superficiale costituito da terreni vegetali, che hanno spessore variabile intorno 0.5-1 metri con locali ispessimenti fino ad un massimo di 2 m di profondità rispetto al piano campagna. Sotto tale orizzonte nella porzione soprastante la successione indagata sono localmente presenti intercalazioni di limi e limi sabbiosi, e calcareniti.

Al di sotto di tale litotipo di tale corpo si riscontra un livello con potenza variabile intorno ai 7 metri con letti e lenti a composizione prevalentemente ghiaiosa e intercalazioni sabbiose, caratterizzati anche da significativa continuità laterale; l'orizzonte si spinge sino ad una profondità di 17 metri circa rispetto al piano campagna.

Costituisce base della successione principale un orizzonte continuo di sabbie ed argille con tetto a quote variabili intorno 18 - 20 m dal piano campagna.

## 6 Parametri geotecnici di riferimento

L'attribuzione preliminare dei parametri geotecnici è stata operata sulla base dell'interpretazione delle prove effettuate nell'ambito delle campagne di indagini geognostiche già disponibili presenti nell'area.

In particolare sono state identificate 2 unità geotecniche principali e passibili di essere influenzate dai carichi trasmessi dalle strutture di urbanizzazione previste:

Unità geotecnica UG1 - Sabbia limosa (da piano a campagna a -4 m);

Unità geotecnica UG2 - calcarenite (da -4 m a -5 m).

L'unità UG1 è caratterizzata dai seguenti parametri geotecnici:

-18 kN/m<sup>3</sup>

Dr (densità relativa) = 60-70%

$\varphi'$  (angolo d'attrito) = 30°

c (coesione) = 0.2 kPa

L'unità UG2 presenta i seguenti parametri geotecnici:

-21 kN/m<sup>3</sup>

Dr (densità relativa) = 70-80%

Angolo di attrito = 33°

c (coesione) = 0.5 kPa

La distribuzione tipica delle citate unità geotecniche nel volume geologico significativo sotto il sedime delle opere in progetto rimane univoca e da verificare in fase di posa delle infrastrutture, che dovranno essere

dimensionate in base alle risultanze di eventuali disomogeneità locali. E' utile dunque sottolineare come tale distribuzione sia da considerare rappresentativa ed affidabile degli andamenti propri delle aree ma non esatta nelle quote indicate; la costruzione del modello litostratigrafico e geotecnico esatto dell'area sarà oggetto di specifica indagine ed analisi nelle successive fasi progettuali.

## 7 Sismicità

### 7.1 Caratterizzazione sismica di sito

La zona in esame risulta caratterizzata sismicamente da numerose indagini eseguite nell'area, in particolare si riporta una indagine eseguita nelle vicinanze dell'area in esame utile alla caratterizzazione sismica, e alla classificazione della Vs30. L'indagine MASW ha consentito di classificare l'area in esame come un suolo C ai sensi del DM 14/01/2008.

Identificato il sito con le seguenti coordinate LAT: 43,3880404121004, LONG: 10,4602184561432, i parametri di riferimento saranno quelli riportati nella tabella di seguito riportata.

Sito in esame.		Tr:	475
Classe:	2	[anni]	
Vita nominale:	50	ag:	0,112 g
Parametri sismici		Fo:	2,491
Categoria sottosuolo:	C	Tc*:	0,270 [s]
Categoria topografica:	T1	Prevenzione dal collasso (SLC):	
Periodo di riferimento:	50anni	Probabilità di superamento:	5 %
Coefficiente cu:	1	Tr:	975
Operatività (SLO):		[anni]	
Probabilità di superamento:	81 %	ag:	0,143 g
Tr:	30	Fo:	2,504
[anni]		Tc*:	0,277 [s]
ag:	0,035 g	SLO:	
Fo:	2,556	Ss:	1,500
Tc*:	0,205 [s]	Cc:	1,770
Danno (SLD):		St:	1,000
Probabilità di superamento:	63 %	Kh:	0,010
Tr:	50	Kv:	0,005
[anni]		Amax:	0,512
ag:	0,044 g	Beta:	0,200
Fo:	2,518	SLD:	
Tc*:	0,231 [s]	Ss:	1,500
Salvaguardia della vita (SLV):		Cc:	1,700
Probabilità di superamento:	10 %	St:	1,000

---

Kh:	0,013	Amax:	1,646
Kv:	0,007	Beta:	0,240
Amax:	0,649	SLC:	
Beta:	0,200	Ss:	1,490
SLV:		Cc:	1,600
Ss:	1,500	St:	1,000
Cc:	1,620	Kh:	0,051
St:	1,000	Kv:	0,026
Kh:	0,040	Amax:	2,091
Kv:	0,020	Beta:	0,240

## 8 Effetti di liquefazione

Il termine liquefazione denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo granulare durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno. Viene verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati o lenti di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo- argillosa. Nel caso in esame è da escludere l'insorgere di un fenomeno di liquefazione negli strati superficiali a causa sia della profondità del livello di falda sia del grado di addensamento e di presenza di materiale coesivo documentato dal sondaggio riportato.

## 9 Considerazioni preliminari sulla interazione terreno/strutture

Le opere previste dal presente progetto di urbanizzazione che determinano l'esigenza di un'analisi preliminare dell'interazione con il terreno presente nel volume geologico significativo consistono nella realizzazione di:

- infrastrutture per la mobilità pubblica e privata e per la mobilità pedonale e ciclabile,
- opere a rete riferite ai servizi e sottoservizi tecnologici

Il modello geotecnico desunto dall'elaborazione delle indagini disponibili sull'area e quelle eseguite nelle immediate vicinanze per la realizzazione di altre infrastrutture di primaria importanza delinea la presenza, dominante, di un deposito di terre a comportamento principalmente granulare con distribuzione granulometrica dalle sabbie fini e limi. Il grado di addensamento del deposito è variabile e in massima parte da medio a elevato, soprattutto nelle porzioni calcarenitiche.

Tali caratteristiche consentono di prevedere cedimenti contenuti dei piani di appoggio dei riempimenti in genere e delle fondazioni stradali ma, soprattutto, rapidi in relazione all'imposizione dei sovraccarichi.

Si consiglia dunque un miglioramento geotecnico tramite interposizione di un pacchetto migliorativo costituito da un geotessile ad alta densità, sul quale sia posato uno stabilizzato rullato con sufficienti caratteristiche di CBR e compatibilmente con il traffico previsto, e limitatamente alla rete viaria utilizzata da mezzi pesanti, la posa di una rete in geocomposito che oltre a migliorare le caratteristiche di portanza del pacchetto stradale, migliora la vita utile dello stesso, ovviamente il pacchetto dovrà essere completato dal Binder e dallo strato di usura.

Tale pacchetto, la cui imposizione sconterà in tempi ristretti i connessi cedimenti, consentirà la formazione di un piano con caratteristiche di portanza note e avrà funzione di generale ripartitore dei carichi derivanti dalla realizzazione delle infrastrutture di mobilità.

Un cenno preliminare infine alle strutture edili, sebbene non oggetto diretto di questa progettazione: per quanto riguarda i sistemi fondazionali di tali strutture le buone caratteristiche medie dei terreni del sottosuolo consentiranno generalmente di gestire l'interazione terreno-struttura mediante fondazioni superficiali a



nastro o a platea; per le sole strutture con carichi elevati o fortemente eccentrici dovrà essere valutata l'adozione di fondazioni profonde.

Cecina, 30/10/2014

dr.geol. Alessandro Danesi

## ALLEGATO 1

### PLANIMETRIA UBICATIVA DEL SITO




**Ubicazione dell'area di intervento alla scala 1:10000**

## ALLEGATO 2




### Estratto carta di fattibilità geologica







#### LEGENDA

 Strade di progetto / Corridoi infrastrutturali /  
Adeguamenti viabilità esistente

#### Interventi

-  azione di trasformazione
-  azione di completamento
-  interventi di riqualificazione urbanistica

#### Classi di fattibilità


-  Classe 1 - Livello di rischio molto basso -  
fattibilità senza particolari limitazioni
-  Classe 2 - Livello rischio basso -  
fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto
-  Classe 3 - Livello di rischio medio/alto -  
fattibilità condizionata
-  Classe 4 - Livello rischio elevato -  
fattibilità limitata

## ALLEGATO 3




### Estratto carta di fattibilità idraulica






#### LEGENDA

 Strade di progetto / Corridoi infrastrutturali /  
Adeguaenti viabilità esistente

#### Interventi

-  azione di trasformazione
-  azione di completamento
-  interventi di riqualificazione urbanistica

#### Gradi di fattibilità idraulica

-  Classe 1 - F: fattibilità senza particolari limitazioni
-  Classe 3 - FC1: fattibilità condizionata dalle specifiche norme per le aree a pericolosità idraulica media.
-  Classe 4 - FC: fattibilità condizionata dalle specifiche norme PAI per le aree P.I.E. e P.I.M.E.

## **ALLEGATO 4**

### **Sondaggio geognostico e sua ubicazione rispetto all'area in esame**





**Legenda**

**INDAGINI PUNTUALI (Toscana NO)**

- SO - Sondaggio geognostico
- PZE P - Pozzo di esplorazione petrolifera
- SGT - Sorgente geotermica
- PG - Pozzo geotermico
- SPT - Prova penetrometrica SPT
- CPT - Prova penetrometrica statica
- DP - Prova penetrometrica dinamica
- SDP - Prova penetrometrica statica/dinamica
- SA - Saggio geognostico
- DH - Indagine geofisica in foro
- GR - Georadar
- SEV - Sondaggio elettrico verticale
- PD - Prova dilatometrica
- PL - Prova di laboratorio
- PZ - Pozzo
- SG - Sorgente
- PPM - Prova di pompaggio
- al - Altra indagine

## **ALLEGATO 5**

### **Indagine sismica MASW (ZI Morelline)**



# Elaborati indagine MASW attiva



**Indagine sismica MASW 1D** eseguita con sismografo MAE mod. Sysmatrack dotato di 24 canali con digitalizzatore 24 bit per singolo canale.

Array utilizzato: linea sismica costituita da 24 geofoni verticali con spaziatura intergeofonica 2 m.

Frequenza propria Geofoni: 4.5 Hz

Energizzazione: tramite mazza da 12 kg/caduta grave 100kg su piastra di alluminio o HDPE.

Numero di campioni acquisiti per secondo: 3750

Lunghezza registrazione: 7500 campioni

Data di acquisizione: Gennaio 2013



## **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.

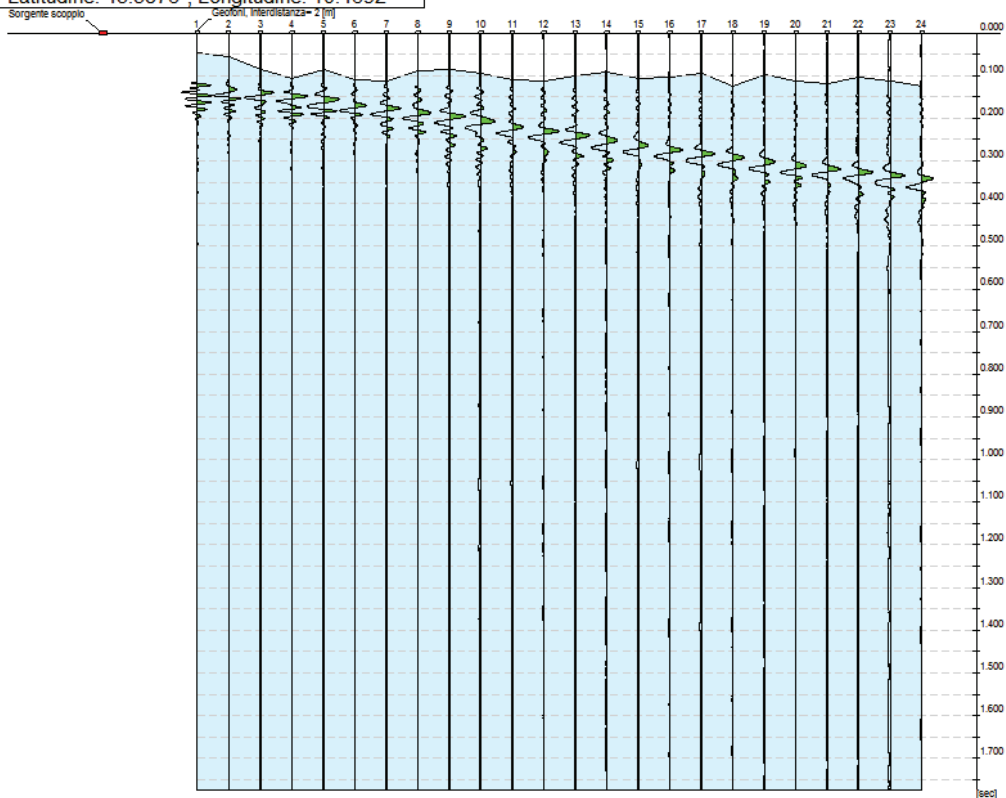
## Dati generali

<b>Committente</b>	RIMA srl
<b>Cantiere</b>	Capannone Morelline
<b>Località</b>	Loc. Le Morelline
<b>Operatore</b>	AD
<b>Responsabile</b>	DG
<b>Zona</b>	Rosignano Solvay
<b>Data</b>	28/01/2013 10:12
<b>Latitudine</b>	43.3876
<b>Longitudine</b>	10.4692

## Tracce

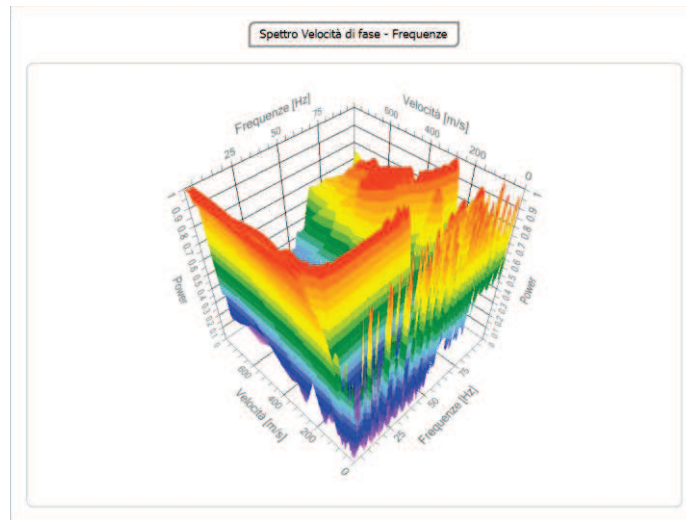
<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione [msec]</b>	1775.0
<b>Interdistanza geofoni [m]</b>	2.0
<b>Periodo di campionamento [msec]</b>	0.267

Committente: RIMA srl  
 Cantiere: Capannone Morelline  
 Località: Loc. Le Morelline  
 Operatore: AD  
 Responsabile: DG  
 Data: 28/01/2013  
 Latitudine: 43.3876°, Longitudine: 10.4692°



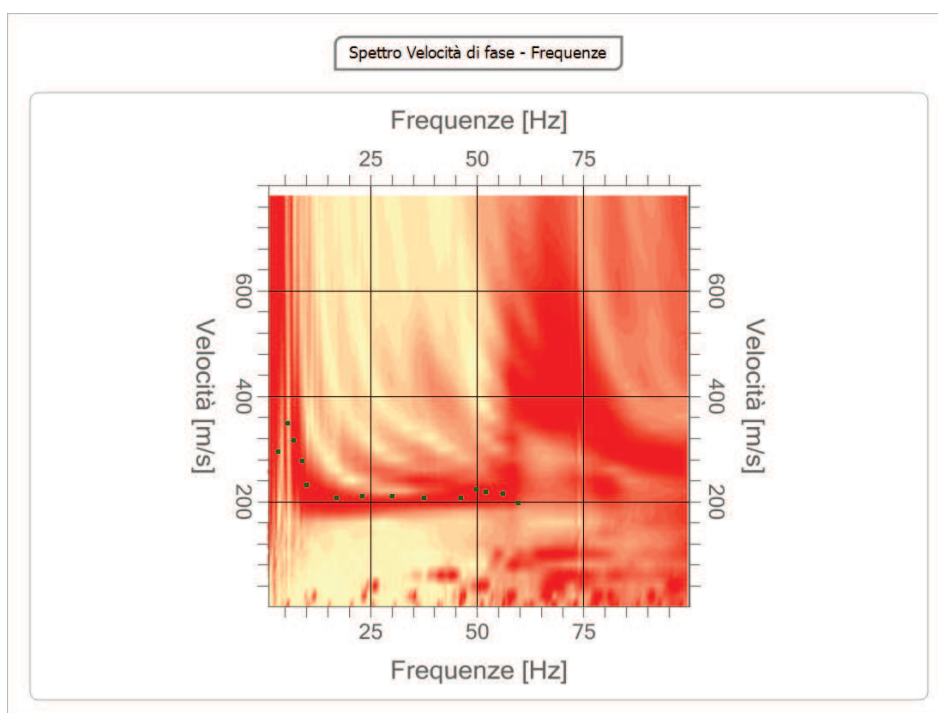
## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	100
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



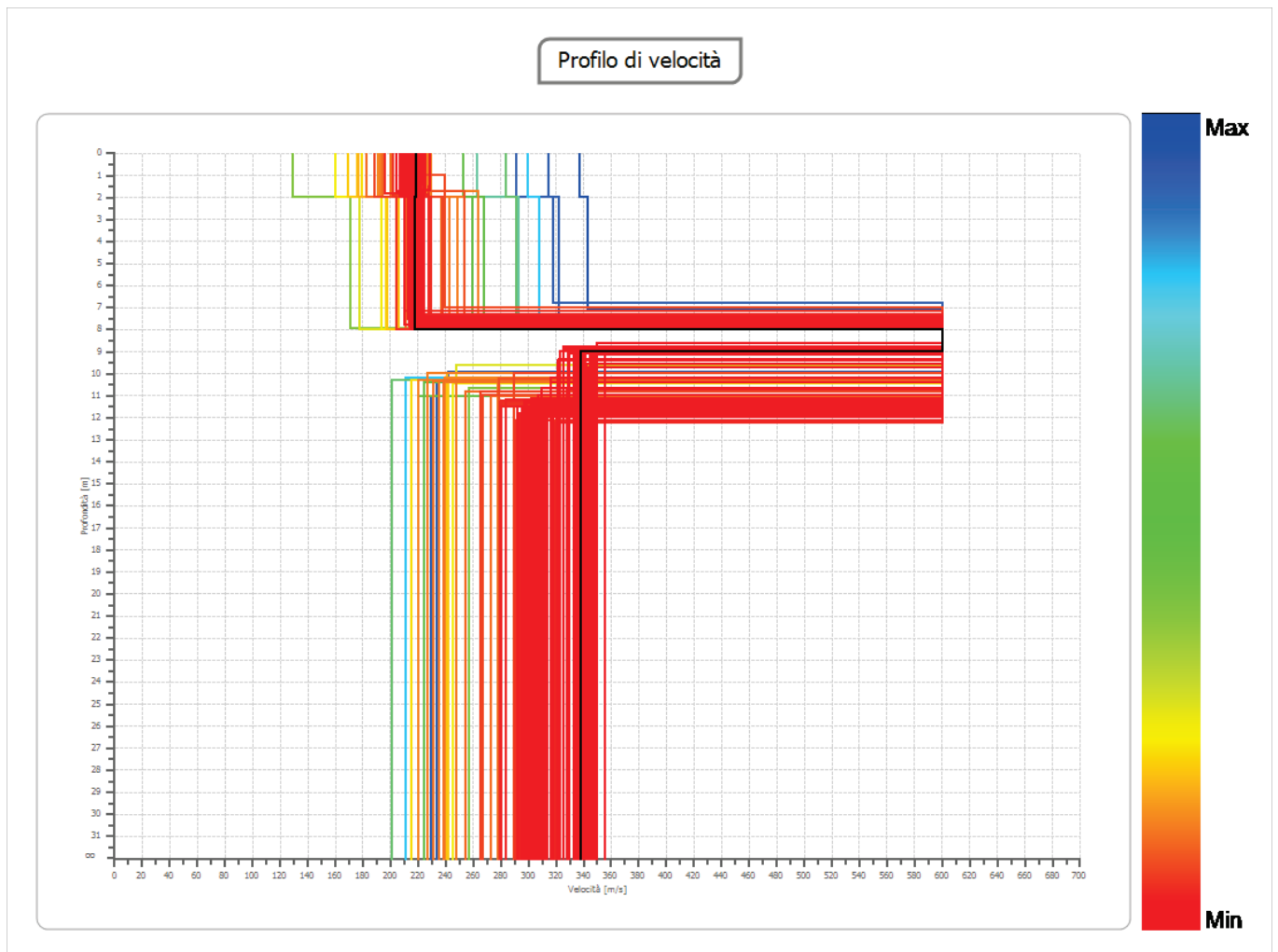
**Curva di dispersione**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	3.4	294.4	0
2	5.5	349.0	0
3	7.0	315.4	0
4	9.0	277.5	0
5	10.0	231.3	0
6	17.1	206.1	0
7	23.1	210.3	0
8	30.1	210.3	0
9	37.6	206.1	0
10	46.3	206.1	0
11	49.8	222.9	0
12	52.1	218.7	0
13	56.1	214.5	0
14	59.7	197.6	0



**Inversione**

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.99	1.99	1850.0	0.4	No	534.9	218.4
2	7.98	5.99	1950.0	0.3	No	407.5	217.8
3	9.01	1.03	2400.0	0.3	No	1039.2	600.0
4	oo	oo	2150.0	0.4	No	827.4	337.8

**Risultati**

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	1.05
<b>Vs30 [m/sec]</b>	303.74
<b>Categoria del suolo</b>	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  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  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	1.99	1.99	218.37	534.90	1700.00	0.40	81.07	486.41	378.32	226.99
2	7.98	5.99	217.83	407.51	1800.00	0.30	85.41	298.92	185.05	222.06
3	9.01	1.03	600.00	1039.23	2200.00	0.25	792.00	2376.00	1320.00	1980.00
4	oo	oo	337.78	827.38	2000.00	0.40	228.19	1369.11	1064.86	638.92

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

