

## Comune di Pelago - Provincia di Firenze

PROPOSTA DI VARIANTE AL PUC E AL RUC DELL'AREA DELL'AREA IN LOCALITA' MASSOLINA,  
TRAMITE SUAP PER LE ATTIVITA' PRODUTTIVE, FINALIZZATA ALLA REALIZZAZIONE DI  
STRUTTURE DA DESTINARE ALLA LOGISTICA

TITOLO II - CAPO IV

Disposizioni procedurali semplificate

Art. 35 - Varianti mediante sportello unico per le attività produttive

Legge Regionale n. 65/2014

EMISSIONE

GENNAIO 2019

REVISIONI

1

2

3

4

PROPONENTE:

L.M.R. s.r.l. De Georgio Group



OGGETTO:

RELAZIONE GEOTECNICA  
Parte prima

GRUPPO DI LAVORO:  
arch. Paolo Burzagli  
arch. Raimondo Gramigni  
arch. Tommaso Vecchi  
ing. Francesca Platia

Aspetti strutturali e geotecnici:  
ing. Bernardo Falzone

Aspetti geologici:  
dott. geol. Lorenzo Cirri  
dott. geol. Tamara Cantini

Aspetti forestali:  
dott. for. Paolo Abalsamo

Campagna di rilevamento:  
geom. Ivan Generini  
geom. Ettore Santoni

COLLABORATORI:  
arch. Elena Lepri

RESPONSABILE DI PROGETTO:  
arch. Raimondo Gramigni

# PUC

Scheda norma 9.2

ALL:

# C<sub>1</sub>



Via San Zanobi n° 104r - 50129 FIRENZE  
Tel./Fax. 055/5001766

PROFESSIONAL NETWORK **FOR** PROJECTS

**BERNARDO FALZONE**  
Ingegnere

***COMUNE DI PELAGO***  
***(Provincia di Firenze)***

***PROPOSTA DI VARIANTE AL PUC E AL RUC DELL'AREA IN LOCALITA' MASSOLINA, TRAMITE SUAP PER LE ATTIVITA' PRODUTTIVE, FINALIZZATA ALLA REALIZZAZIONE DI STRUTTURE DA DESTINARE ALLA LOGISTICA***

***TITOLO II - CAPO IV***  
***Disposizioni procedurali semplificate***  
***Art. 35 - Varianti mediante sportello unico per le attività produttive***  
***Legge Regionale n. 65/2014***

***RELAZIONE GEOTECNICA***

Studio - Via Masaccio,23 - 50136 - FIRENZE - tel.0553860037 - cell.3357059949;  
Sede operativa - Viale dei Cadorna,103 - 50129 - FIRENZE - tel.0550110507;

bernardo.falzone@gmail.com-bernardo.falzone@ingpec.eu  
CF.FLZBNR53D01D612C-P.IVA03287320489

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.</b> .....	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.</b> .....	<b>3</b>
<b>3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA SINTESI.</b> <b>3</b>	
<b>4. PROBLEMATICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA .</b> .....	<b>5</b>
<b>5. LO STATO ATTUALE DEL VERSANTE .</b> .....	<b>5</b>
<b>6. LA SISTEMAZIONE DEFINITIVA DEL VERSANTE.</b> .....	<b>8</b>
<b>7. INDAGINI ESPLORATIVE DEL SOTTOSUOLO.</b> .....	<b>9</b>
7.1. Premessa .....	9
7.2. Carotaggi. ....	10
7.3. Indagini geofisiche; sismica a rifrazione e Down-Hole. ....	12
<b>8. CATEGORIA DEL SUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA.</b> .....	<b>13</b>
<b>9. MODELLO GEOLOGICO.</b> .....	<b>15</b>
9.1. Stratigrafia del sottosuolo .....	15
9.2. Parametri geotecnici degli orizzonti .....	16
<b>10. MODELLO GEOTECNICO.</b> .....	<b>16</b>
10.1. Premessa.....	16
10.2. Strati del modello geotecnico e parametri geotecnici. ....	17
<b>11. PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA.</b> .....	<b>17</b>
11.1. Premessa.....	17
11.2. Parametri sismici di base.....	18
11.3. Parametri sismici di riferimento di progetto (spettro elastico).....	19
<b>12. TIPOLOGIA FONDALE DELLA NUOVA EDIFICAZIONE.</b> .....	<b>20</b>
<b>13. VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE.</b> .....	<b>22</b>
13.1. Assetto attuale del versante.....	22
13.2. Nuovo assetto del versante.....	23
13.3. Conclusioni.....	25
<b>14. GESTIONE DELLE TERRE PROVENIENTI DAGLI SCAVI.</b> .....	<b>26</b>
<b>15. CONCLUSIONI.</b> .....	<b>27</b>

## 1. PREMESSA.

La presente relazione geotecnica si riferisce a **un'area situata nel Comune di Pelago in località la Massolina**, delimitata a Nord dalla parte meridionale del centro abitato delle PALAIE e sul fianco Sud-Ovest dalla strada Regionale n.69; l'area è destinata alla realizzazione di un nuovo centro logistico.

Scopo della presente Relazione è la descrizione e l'analisi delle caratteristiche geotecniche del sito, richiamandosi ai risultati delle numerose campagne d'indagine effettuate dal 1998 ad oggi e tentando di porre ordine e sintesi alla gran mole di dati fino ad oggi acquisiti.

Sono state compiute inoltre, considerando l'attuale grado di pericolosità sismica dell'area (NTC 2008), nuove verifiche di stabilità del versante in relazione alla nuova situazione urbanistica in variante venutasi a creare e valutazioni sulla tipologia fondale da adottarsi per la prevista edificazione dei manufatti.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.

- **Decreto ministeriale 14.01.2008** – Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni.
- **Consiglio superiore dei Lavori Pubblici** – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche delle Costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.
- **Eurocodice 8 (1998)** – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica alle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003).
- **Eurocodice 7.1 (1997)** – Progettazione geotecnica – Parte I: regole Generali – UNI.
- **Eurocodice 7.2 (2002)** – Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002) - UNI.
- **Eurocodice 7.3 (2002)** – Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002) - UNI

## 3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA SINTESI.

Le informazioni di dettaglio geologiche, geomorfologiche, idrologiche e idrogeologiche sono contenute nella Relazione Geologica a supporto della presente Proposta di Variante.

Qui di seguito vengono sinteticamente riassunti i caratteri fondamentali dei temi poc'anzi detti.

I terreni dell'area d'intervento sono impostati generalmente sui litotipi, spesso affioranti, calcarei e calcareo-marnosi, presenti ad esempio nella parte a monte del centro abitato di Palaie.

Nell'area interessata dall'intervento sono affioranti depositi detritici a componente prevalente di fini, dotati di superfici più arrotondate, generatesi per azione simultanea prodotta da lenti colamenti e azioni di erosione dovute al ruscellamento incontrollato di acque meteoriche.

**L'intera area edificabile risulterebbe compresa all'interno di un corpo di frana quiescente, delimitata verso monte dalla relativa corona di frana attiva. La geologia è sostanzialmente riconducibile ad un substrato impostato su litotipi appartenenti alla formazione dell'Alberese che è localmente ricoperta da depositi detritici di varia provenienza.**

Il drenaggio delle acque superficiali è affidato a fossi e sistemi idraulici realizzati dall'uomo.

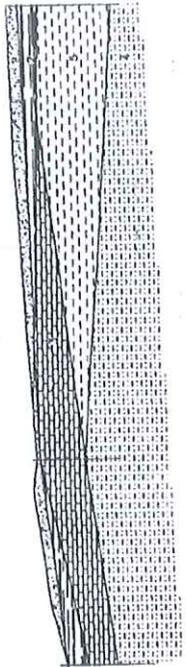
Dal punto di vista idrogeologico la formazione di Monte Morello-Alberese è di per se da considerarsi costituita da litotipi essenzialmente impermeabili per porosità primaria.

Una certa circolazione di acqua può svilupparsi nei livelli calcarei e calcareo-marnosi, ove questi risultino disarticolati e fratturati; ciò conferisce alla formazione una porosità e permeabilità secondaria. All'interno della coltre superficiale di alterazione è possibile che in essa vi sia una locale circolazione di acqua dovuta alla presenza di uno scheletro lapideo più grossolano.

**Non è stata riscontrata la presenza di una falda superficiale, mentre si possono creare orizzonti freatici temporanei al passaggio fra la coltre d'alterazione e il substrato.**

Si riportano nel seguito, per meglio chiarire gli aspetti sottolineati, le sezioni litostratigrafiche elaborate dal Dott. Geol. Enrico Focardi a seguito della campagna di indagini da lui svolta nell'anno 2005.





**SEZIONE GEOLITOGICA C - C'**

SONDAGGIO N°		S3		S2		S1	
DIST. PARZIALE	24.00	4.00	12.00	6.00	12.00	19.00	7.00
DIST. PROGRESSIVA	8	28.00	20.00	6.00	18.00	28.00	4.00
QUOTA TERRENO	9	107.50	88.00	112.00	122.00	122.00	121.40
	8	105.00	80.00	114.00	120.00	120.00	118.00
		103.00	72.00	116.00	118.00	118.00	116.00
		101.00	64.00	118.00	116.00	116.00	114.00
		99.00	56.00	120.00	114.00	120.00	112.00
		97.00	48.00	122.00	112.00	122.00	120.00
		95.00	40.00	124.00	110.00	124.00	118.00
		93.00	32.00	126.00	108.00	126.00	116.00
		91.00	24.00	128.00	106.00	128.00	114.00
		89.00	16.00	130.00	104.00	130.00	112.00
		87.00	8.00	132.00	102.00	132.00	110.00
		85.00	0.00	134.00	100.00	134.00	108.00
		83.00		136.00	98.00	136.00	106.00
		81.00		138.00	96.00	138.00	104.00
		79.00		140.00	94.00	140.00	102.00
		77.00		142.00	92.00	142.00	100.00
		75.00		144.00	90.00	144.00	98.00
		73.00		146.00	88.00	146.00	96.00
		71.00		148.00	86.00	148.00	94.00
		69.00		150.00	84.00	150.00	92.00
		67.00		152.00	82.00	152.00	90.00
		65.00		154.00	80.00	154.00	88.00
		63.00		156.00	78.00	156.00	86.00
		61.00		158.00	76.00	158.00	84.00
		59.00		160.00	74.00	160.00	82.00
		57.00		162.00	72.00	162.00	80.00
		55.00		164.00	70.00	164.00	78.00
		53.00		166.00	68.00	166.00	76.00
		51.00		168.00	66.00	168.00	74.00
		49.00		170.00	64.00	170.00	72.00
		47.00		172.00	62.00	172.00	70.00
		45.00		174.00	60.00	174.00	68.00
		43.00		176.00	58.00	176.00	66.00
		41.00		178.00	56.00	178.00	64.00
		39.00		180.00	54.00	180.00	62.00
		37.00		182.00	52.00	182.00	60.00
		35.00		184.00	50.00	184.00	58.00
		33.00		186.00	48.00	186.00	56.00
		31.00		188.00	46.00	188.00	54.00
		29.00		190.00	44.00	190.00	52.00
		27.00		192.00	42.00	192.00	50.00
		25.00		194.00	40.00	194.00	48.00
		23.00		196.00	38.00	196.00	46.00
		21.00		198.00	36.00	198.00	44.00
		19.00		200.00	34.00	200.00	42.00
		17.00		202.00	32.00	202.00	40.00
		15.00		204.00	30.00	204.00	38.00
		13.00		206.00	28.00	206.00	36.00
		11.00		208.00	26.00	208.00	34.00
		9.00		210.00	24.00	210.00	32.00
		7.00		212.00	22.00	212.00	30.00
		5.00		214.00	20.00	214.00	28.00
		3.00		216.00	18.00	216.00	26.00
		1.00		218.00	16.00	218.00	24.00
		0.00		220.00	14.00	220.00	22.00
				222.00	12.00	222.00	20.00
				224.00	10.00	224.00	18.00
				226.00	8.00	226.00	16.00
				228.00	6.00	228.00	14.00
				230.00	4.00	230.00	12.00
				232.00	2.00	232.00	10.00
				234.00	0.00	234.00	8.00
				236.00		236.00	6.00
				238.00		238.00	4.00
				240.00		240.00	2.00
				242.00		242.00	0.00
				244.00		244.00	
				246.00		246.00	
				248.00		248.00	
				250.00		250.00	
				252.00		252.00	
				254.00		254.00	
				256.00		256.00	
				258.00		258.00	
				260.00		260.00	
				262.00		262.00	
				264.00		264.00	
				266.00		266.00	
				268.00		268.00	
				270.00		270.00	
				272.00		272.00	
				274.00		274.00	
				276.00		276.00	
				278.00		278.00	
				280.00		280.00	
				282.00		282.00	
				284.00		284.00	
				286.00		286.00	
				288.00		288.00	
				290.00		290.00	
				292.00		292.00	
				294.00		294.00	
				296.00		296.00	
				298.00		298.00	
				300.00		300.00	



**SEZIONE GEOLITOGICA D - D'**

SONDAGGIO N°		S4		S2		S3	
DIST. PAR.	34.00	11.00	19.00	11.00	23.00	30.00	87.00
DIST. PRO. 8	8	43.00	32.00	24.00	56.00	87.00	128.00
Q. TERR. 8	112.00	118.00	118.00	122.00	122.00	122.00	122.00
	110.00	116.00	116.00	120.00	120.00	120.00	120.00
	108.00	114.00	114.00	118.00	118.00	118.00	118.00
	106.00	112.00	112.00	116.00	116.00	116.00	116.00
	104.00	110.00	110.00	114.00	114.00	114.00	114.00
	102.00	108.00	108.00	112.00	112.00	112.00	112.00
	100.00	106.00	106.00	110.00	110.00	110.00	110.00
	98.00	104.00	104.00	108.00	108.00	108.00	108.00
	96.00	102.00	102.00	106.00	106.00	106.00	106.00
	94.00	100.00	100.00	104.00	104.00	104.00	104.00
	92.00	98.00	98.00	102.00	102.00	102.00	102.00
	90.00	96.00	96.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	88.00	94.00	94.00	98.00	98.00	98.00	98.00
	86.00	92.00	92.00	96.00	96.00	96.00	96.00
	84.00	90.00	90.00	94.00	94.00	94.00	94.00
	82.00	88.00	88.00	92.00	92.00	92.00	92.00
	80.00	86.00	86.00	90.00	90.00	90.00	90.00
	78.00	84.00	84.00	88.00	88.00	88.00	88.00
	76.00	82.00	82.00	86.00	86.00	86.00	86.00
	74.00	80.00	80.00	84.00	84.00	84.00	84.00
	72.00	78.00	78.00	82.00	82.00	82.00	82.00
	70.00	76.00	76.00	80.00	80.00	80.00	80.00
	68.00	74.00	74.00	78.00	78.00	78.00	78.00
	66.00	72.00	72.00	76.00	76.00	76.00	76.00
	64.00	70.00	70.00	74.00	74.00	74.00	74.00
	62.00	68.00	68.00	72.00	72.00	72.00	72.00
	60.00	66.00	66.00	70.00	70.00	70.00	70.00
	58.00	64.00	64.00	68.00	68.00	68.00	68.00
	56.00	62.00	62.00	66.00	66.00	66.00	66.00
	54.00	60.00	60.00	64.00	64.00	64.00	64.00
	52.00	58.00	58.00	62.00	62.00	62.00	62.00
	50.00	56.00	56.00	60.00	60.00	60.00	60.00
	48.00	54.00	54.00	58.00	58.00	58.00	58.00
	46.00	52.00	52.00	56.00	56.00	56.00	56.00
	44.00	50.00	50.00	54.00	54.00	54.00	54.00
	42.00	48.00	48.00	52.00	52.00	52.00	52.00
	40.00	46.00	46.00	50.00	50.00	50.00	50.00
	38.00	44.00	44.00	48.00	48.00	48.00	48.00
	36.00	42.00	42.00	46.00	46.00	46.00	46.00
	34.00	40.00	40.00	44.00	44.00	44.00	44.00
	32.00	38.00	38.00	42.00	42.00	42.00	42.00
	30.00	36.00	36.00	40.00	40.00	40.00	40.00
	28.00	34.00	34.00	38.00	38.00	38.00	38.00
	26.00	32.00	32.00	36.00	36.00	36.00	36.00
	24.00	30.00	30.00	34.00	34.00	34.00	34.00
	22.00	28.00	28.00	32.00	32.00	32.00	32.00
	20.00	26.00	26.00	30.00	30.00	30.00	30.00
	18.00	24.00	24.00	28.00	28.00	28.00	28.00
	16.00	22.00	22.00	26.00	26.00	26.00	26.00
	14.00	20.00	20.00	24.00	24.00	24.00	24.00
	12.00	18.00	18.00	22.00	22.00	22.00	22.00
	10.00	16.00	16.0				

## 4. PROBLEMATICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA .

L'area presenta nel suo insieme alcune problematiche di tipo geomorfologico consistenti per lo più in fenomeni franosi presenti in diverse parti del versante, più o meno estesi e profondi. Si tratta di movimenti gravitativi, in prevalenza di tipo "scivolamento rotazionale e/o traslativo" che in alcuni casi evolvono in fenomeni di colamento. Le corone principali che delimitano la loro testa, mostrano quasi sempre uno stato di attività mai del tutto esaurito. A tale fenomeno si aggiungono movimenti di lento scivolamento della coltre superficiale di copertura costituita da materiali detritici e un ruscellamento delle acque meteoriche abbastanza diffuso.

L'attuale PUC approvato, come del resto anche la variante presentata, prevede la realizzazione nel comparto, di manufatti destinati ad insediamenti produttivi.

Per la presenza di aree con fattibilità 4 all'interno del comparto, aree dalle problematiche poc'anzi illustrate, il PUC prevede, anzi prescrive, anche la realizzazione di opere, strutturali e di drenaggio, volte alla difesa da dissesti connessi a fenomeni di instabilità presenti all'interno del medesimo comparto o nelle sue immediate vicinanze al fine di conseguire una bonifica generale del versante.

Scopo della presente relazione è la descrizione e l'analisi delle caratteristiche geotecniche del sito richiamandosi a quelle geomorfologiche, con particolare riferimento a nuove verifiche di stabilità del versante che sono state condotte in questa sede, in relazione alla nuova situazione urbanistica in variante venutasi a creare e fornire nel contempo una prima indicazione sulla tipologia fondale da adottarsi per la prevista edificazione dei manufatti.

## 5. LO STATO ATTUALE DEL VERSANTE .

In questa sede faremo riferimento agli elaborati progettuali depositati presso Codesto Spettabile Ufficio per l'ottenimento del **Permesso di Costruire relativo al Progetto di Bonifica del Versante e delle Opere di Urbanizzazione** redatto dall'Ing. Gianna Tirinnanzi, quali opere propedeutiche al PUC approvato.

Sinteticamente, la progettazione riguardava opere strutturali di consolidamento del pendio, normali opere strutturali per il contenimento del terreno per assecondare differenze di quota del piano campagna previste in progetto e opere di regimazione delle acque meteoriche superficiali.

Tali opere erano costituite da:

- Paratie tirantate di pali disposti a quinconce;
- Paratie di pali disposti in linea;
- Rilevati rinforzati (terre armate);
- Trincee drenanti;
- Fossi di guardia.

## **BERNARDO FALZONE**

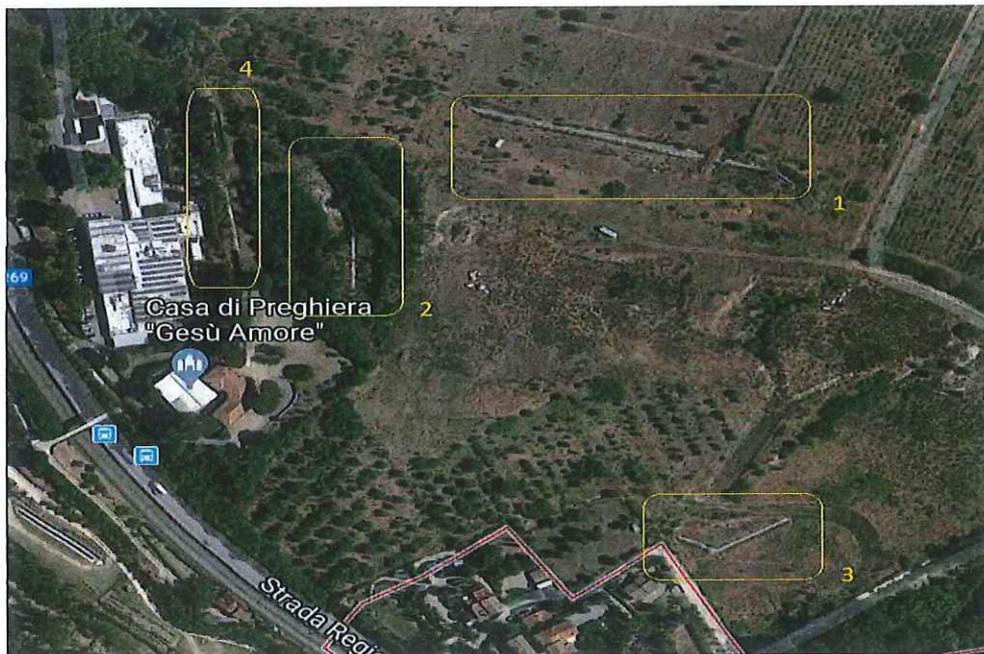
Ingegnere

La posizione planimetrica delle opere descritte è deducibile dall'esame della Tavola n.1 contenuta nel Progetto depositato, che viene inserita in questo contesto.

Successivamente alla presentazione di tale progetto, si dava corso alla realizzazione di tali opere che venivano solo in parte realizzate e per le quali, allo stato attuale, non risulta sia stata depositata la Relazione di Fine Lavori, ne tantomeno il Collaudo. È stato possibile accertare che le opere parzialmente eseguite risultano in stato di completo abbandono e per certi aspetti anche le parti realizzate del progetto non appaiono compiute definitivamente; ad esempio sono stati riscontrati alcuni tiranti per i quali non sono state effettuate le normali operazioni di tesatura.

E' quanto mai evidente che si dovrà provvedere in futuro a operazioni di pulizia e più in generale di manutenzione e completamento di dette opere allo scopo di renderle idonee allo scopo per il quale sono state progettate.

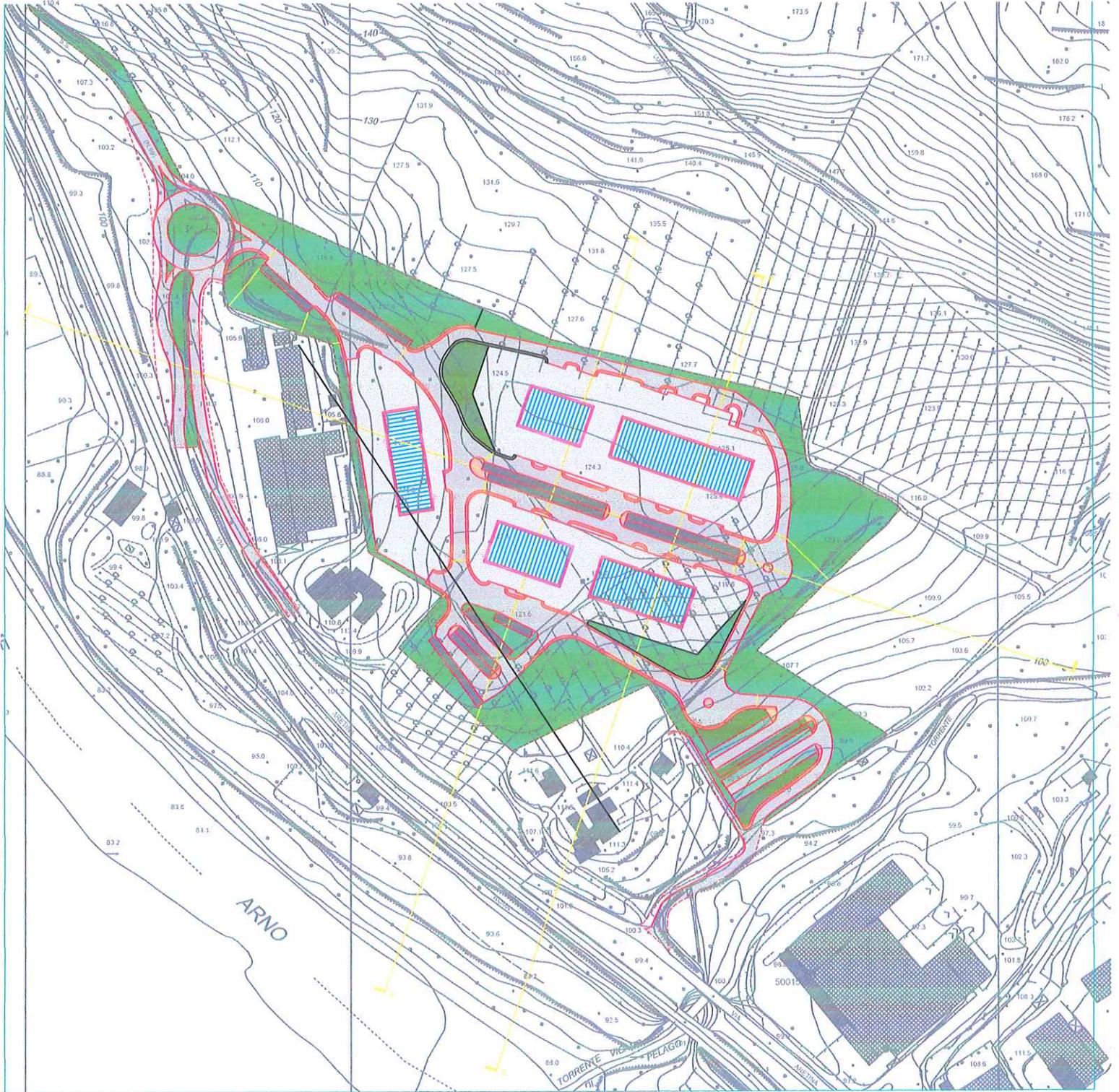
Nelle foto aeree qui di seguito riportate sono state localizzate planimetricamente nell'area le parti realizzate del Progetto; le foto sono state riportate nella Relazione Tecnica Descrittiva e nella Documentazione Fotografica e documentano lo stato di degrado a cui attualmente sono sottoposte.

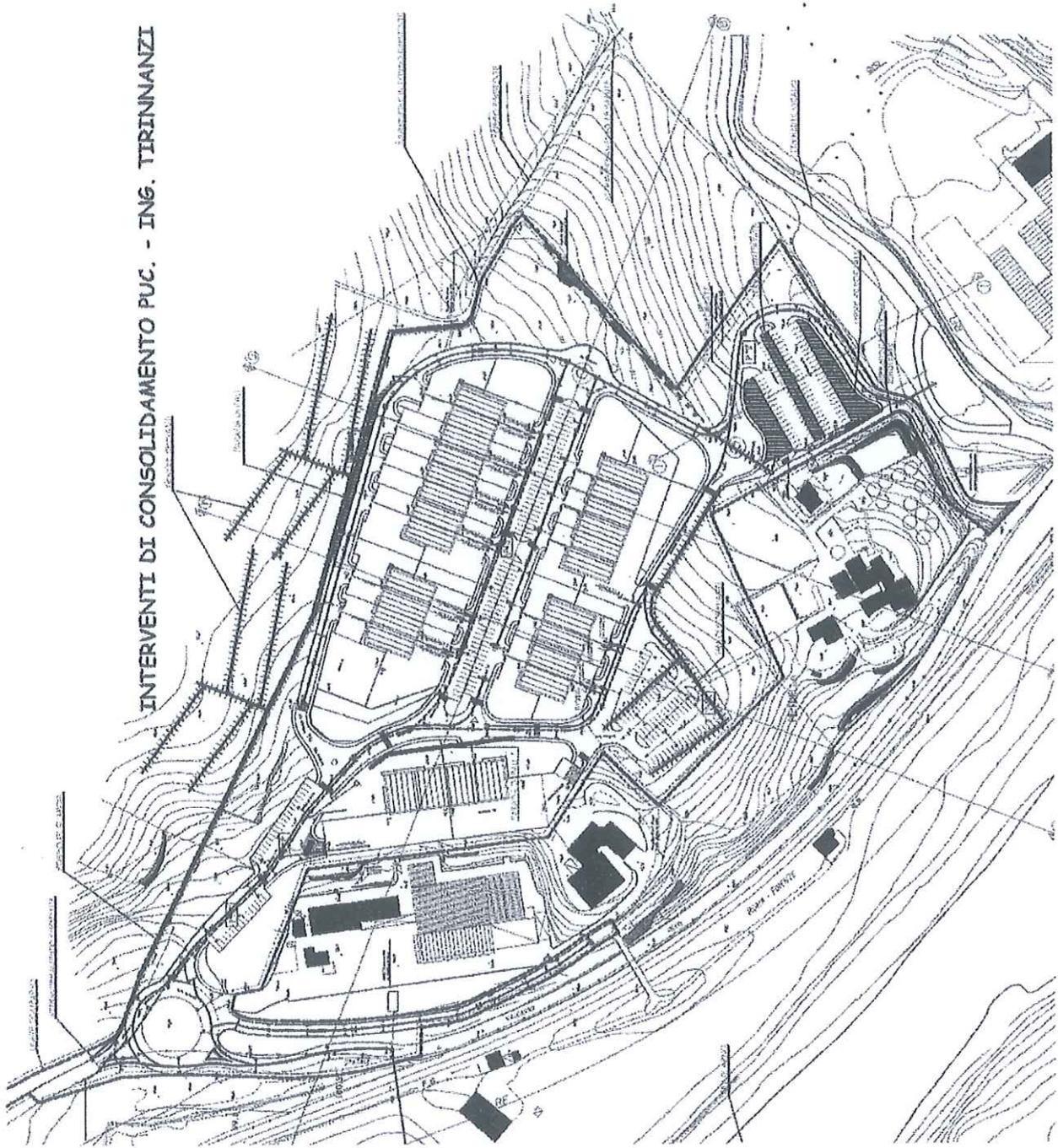


Studio - Via Masaccio,23 - 50136 - FIRENZE - tel.0553860037 - cell.3357059949;  
Sede operativa - Viale dei Cadorna,103 - 50129 - FIRENZE - tel.0550110507;

bernardo.falzone@gmail.com-bernardo.falzone@ingpec.eu  
CF.FLZBNR53D01D612C-P.IVA03287320489







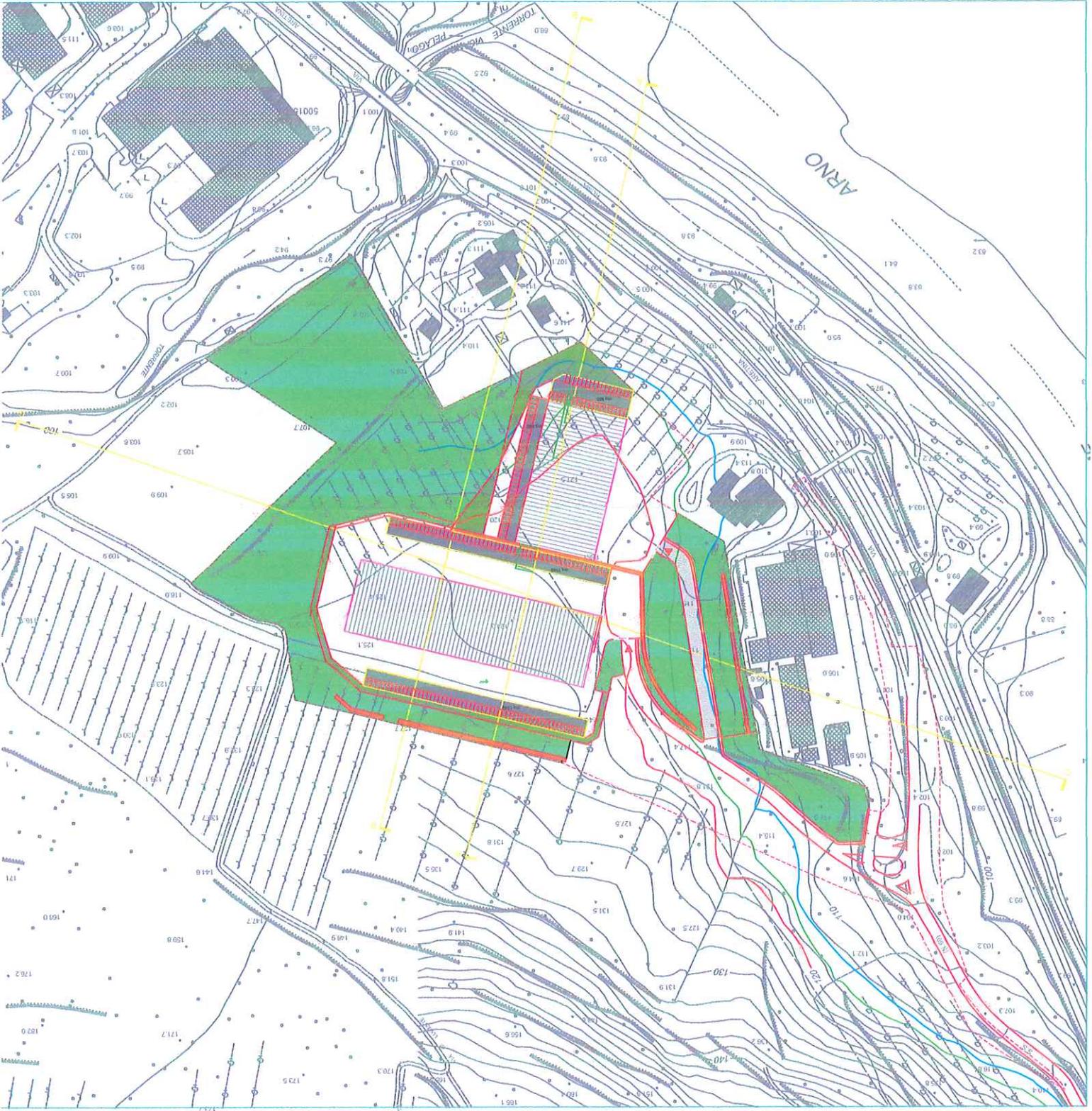
## 6. LA SISTEMAZIONE DEFINITIVA DEL VERSANTE.

La proposta di Variante prevede, come già detto, una diversa distribuzione funzionale dell'area, introduce n.2 capannoni (Lotto n.1, Lotto n.2 in ampliamento) nella parte centrale dell'area, parcheggi e viabilità interna a servizio dell'attività di logistica prevista.

In tale nuova situazione urbanistica, in relazione alle opere strutturali già realizzate, si prevede di operare secondo le modalità qui di seguito illustrate:

- Completamento delle porzioni dei manufatti in c.a già realizzati secondo il Progetto originario (paratie 1,2,3,4 come numerate in foto);
- Implementazione della lunghezza della paratia n.2 di contenimento del terrapieno a monte del capannone appartenente al secondo lotto di espansione (paratia posta fra il lotto n.1 e n.2);
- Definitivo abbandono della paratia n.3 che nel PUC era funzionale alla realizzazione di un'area di sosta in tale zona;
- Realizzazione di terre armate, assecondando l'aspetto naturalistico dell'intervento laddove rimangono visibili i fronti di alcuni terrapieni, in particolare a monte del capannone appartenente al primo lotto;
- Realizzazione di una nuova paratia tirantata all'estremità del fianco Nord Ovest dell'area, prossimo alla strada Regionale 69, necessaria come vedremo ad ivi assicurare la stabilità del versante;
- Realizzazione ed eventuale implementazione della rete drenante prevista in progetto al fine di garantire una corretta regimazione delle acque meteoriche superficiali, fattore indispensabile a garantire la stabilità del versante.

Di seguito un' illustrazione delle opere strutturali previste in questa sede, necessarie a garantire la stabilità del versante compatibilmente con l'edificazione prevista in Variante.





**OPERE DI BONIFICA ULTERIORI**

**OPERE DI BONIFICA PROGETTO 2008**

## 7. INDAGINI ESPLORATIVE DEL SOTTOSUOLO.

### 7.1. Premessa

Come ben si evince dall'esame della Relazione Geologica e come già osservato in precedenza, l'intera area edificabile risulterebbe compresa all'interno di un **corpo di frana quiescente, delimitata verso monte dalla relativa corona di frana attiva**. All'interno dell'area sono stati riscontrati negli anni fenomeni franosi, movimenti della coltre superficiale di copertura e ruscellamento diffuso delle acque meteoriche. Sono presenti inoltre varie sistemazioni superficiali a scarpata sorrette da muri a secco. Per quanto sopra detto, allo scopo di identificare dal punto di vista geologico e geotecnico le caratteristiche dei terreni interessati da una possibile edificazione, si sono susseguite negli anni, ovvero fin dal 1998, campagne esplorative sempre molto approfondite la cui natura viene qui di seguito illustrata anche allo scopo di avere un quadro conoscitivo sintetico generale di quanto ad oggi messo in atto.

#### **Indagine Geognostica del 1998,**

consistente in **n.4 sondaggi** a carotaggio continuo con prelievo di n.5 campioni di terreno da assoggettare a prove di laboratorio ( n.3 indisturbati e n.2 limitatamente rimaneggiati) e **n.6 prove S.P.T** in avanzamento di perforazione.

#### **Indagine Geognostica del 2001,**

consistente nell'**installazione di un inclinometro**.

#### **Indagine Geognostica del 2003,**

consistente in prove penetrometriche dinamiche DPSH e una **campagna geofisica** di sismica a rifrazione.

#### **Indagine Geognostica del 2005,**

consistente in **n.6 sondaggi** a carotaggio continuo con prelievo di campioni di terreno da assoggettare a prove di laboratorio, **n.6 prove penetrometriche** (in alcuni dei sondaggi sono stati installati piezometri di tipo Norton) e una ulteriore **indagine geofisica** con esecuzione di una prova down-hole sul foro di sondaggio S5.

#### **Indagine Geognostica del 2007,**

consistente in **n.2 sondaggi** a carotaggio continuo.

Tali indagini, sempre associate a valutazioni tecniche sulla fattibilità di un possibile intervento, sono state eseguite essenzialmente per valutare la potenza e le caratteristiche dello strato detritico presente nell'area, i rapporti fra i terreni ascrivibili alla formazione dell'Alberese e quelli di natura argillitica o siltitica sottostanti, il grado di stabilità del pendio, la presenza e la profondità della falda freatica, la cedevolezza dei terreni sottoposti a carico da edificazione

nonché le problematiche connesse con eventuali effetti locali di amplificazione sismica.

**Il dettaglio di tutte le indagini sopra illustrate è contenuto nella Relazione Geologico-Tecnica e Idrogeologica allegata al Permesso di Costruire n.117 (Progetto e Realizzazione di Opere di Urbanizzazione Primaria nell'U.T.O.E Vicano - ambito di intervento 9.2- Vicano - Petrella) del 15 Dicembre 2008, redatta dallo Studio S.T.G del Dott. Geologo Pellegrino Innocenti. Nel seguito, verranno riportati estratti di tale Relazione laddove questi siano ritenuti utili allo sviluppo geotecnico della Variante in oggetto.**

Vale la pena riportare comunque le conclusioni di tale Relazione, perché dall'esame di queste si può evincere già in prima istanza la delicatezza e le problematiche che, come già detto, da sempre hanno interessato l'area d'intervento dal punto di vista idro-geologico; **in neretto si è inteso mettere in evidenza gli accorgimenti progettuali contenuti nel Progetto delle Opere di Urbanizzazione**, che sono stati posti in essere a livello progettuale, oltre che per il normale contenimento del terreno laddove presenti in progetto sistemazioni superficiali poste a quote diverse, soprattutto per il consolidamento del pendio in relazione all'ottenimento della sua stabilità. La Relazione recita: " Sulla base di quanto finora esposto non si rilevano controindicazioni di carattere geologico tecnico alla realizzazione delle opere di urbanizzazione primaria in oggetto, **FATTI SALVO GLI INTERVENTI DI BONIFICA E CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE CHE DOVRANNO ESSERE REALIZZATI SIA PER LA PARTE CHE RIGUARDA IL CONTROLLO E LA REGIMAZIONE DELLE ACQUE( TRINCEE DRENANTI, FOSSO DI GUARDIA, CANNE DRENANTI, RIAPERTURA DELLE VIE NATURALI DI SCOLO, ECC.) SIA NELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE STRUTTURALI (PALIFICATA DI MONTE, PALIFICATA A SOSTEGNO DELLA ROTONDA PROSPICIENTE IL PARCHEGGIO IN ZONA PETRELLA E TERRE RINFORZATE NECESSARIE ALLA REALIZZAZIONE DEL PARCHEGGIO STESSO, PALIFICATA DI SOSTEGNO VIABILITA' DI LOTTIZZAZIONE A MONTE DEL CAPANNONE 5). AL DI LA' DI QUESTO SI RACCOMANDA, COMUNQUE, DI CURARE LA REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN PARTICOLARE NELLE ZONE DI RILEVATO E DI METTERE A DIMORA PER STRATI I MATERIALI DI RIPORTO PROVVEDENDO AD UNA LORO ADEGUATA COMPATTAZIONE. SI CONSIGLIA INFINE DI ESEGUIRE UN CONTROLLO GEOLOGICO IN FASE DI ESECUZIONE DEI LAVORI IN MODO DA VERIFICARE QUANTO FIN QUI ESPRESSO E PROVVEDERE AGLI EVENTUALI ACCORGIMENTI TECNICI."**

## **7.2. Carotaggi.**

Si riportano qui di seguito, per completezza e nell'esposizione:

- una planimetria dell'area d'intervento con l'ubicazione delle indagini geognostiche effettuate nelle campagne d'indagine sopra descritte;

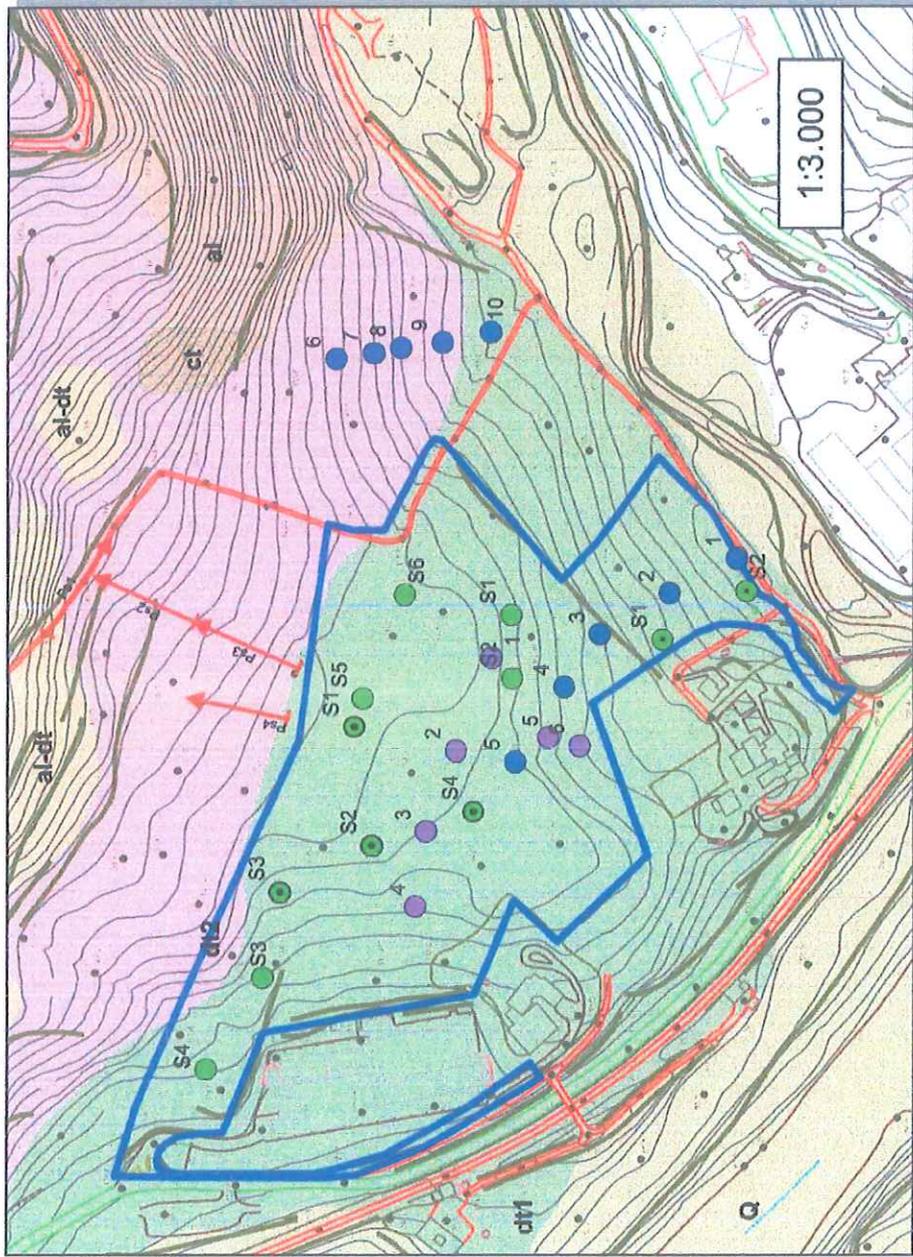
## **BERNARDO FALZONE**

Ingegnere

- le stratigrafie rilevate nei carotaggi effettuati. I carotaggi sono stati spinti fino alla profondità di meno 12.00/13.00 metri dal piano campagna e hanno consentito la ricostruzione dettagliata della stratigrafia.

# Stratigrafie sondaggi e riepilogo laboratorio Campagna geognostica del 1998

# Carta geologica e ubicazione indagini al 2008



## Legenda

- Perimetro comparto
- Penetrometrie 2003, 2005**
  - 2003
  - 2005
- Sondaggi 1998, 2005, 2007**
  - 1998
  - 2005
  - 2007
- Stendimenti sismici**
  -
- Elementi Puntuali**
  - + Misura di strato
- Elementi areali**
  - Q Alluvioni: ciottoli, ghiaie e sabbie argillose
  - dt2 Coltre detritica medio-fine, argilloso-limosa con elementi lapidei calcarei di varie dimensioni, detriti colluviali
  - dt1 Limi argillosi ed argille limose, con ghiaie sparse, raramente di origine fluviale, con blocchi litoidi calcarei sparsi talora di notevoli dimensioni
  - al-dt Calcari e calcari marnosi in prevalenza, marnoscisti molto fratturati, talora caoticizzati, detriti notevolmente grossolani, blocchi lapidei
  - ct Fascia calcareosa dell'Alberese
  - al Alberese: calcari marnosi biancastri a frattura coccoide e grigio verdastri granulosi teneri in alternanza a marnoscisti ed argillocisti, siltiti ed argilliti

RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE				COMMITTENTE: PONTE VECCHIO S.R.L. ED ALTRI				CANTIERE: MASSOLINA - PELAGO				IGETECMA					
PROF. PROF. FORO		SERA		MATTINA		SERA		MATTINA		SERA		MATTINA		SERA		MATTINA	
PROF. FORO	PROF. FORO	RIVES.	GG	H	GG	H	RIVES.	GG	H	GG	H	RIVES.	GG	H	GG	H	RIVES.
METODO DI PERFORAZIONE				CAROTIERE SEMPLICE				CORONA IN WDMA				A ROTAZIONE CON CAROTIERE					
ATTREZZO DI PERFORAZIONE				CAROTIERE SEMPLICE				CORONA IN WDMA				CORONA IN WDMA					
TIPO DI CORONA				CORONA IN WDMA				CORONA IN WDMA				CORONA IN WDMA					
RINVESTIMENTO				8				8				8					
FLUIDO DI PERFORAZIONE				ACQUA				ACQUA				ACQUA					
M do P.C.				1				1				1					
COLONNA STRATIGRAFICA				1				1				1					
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				Argilla limosa e limo-argilosa di colore bruno, con ghiaietto finissimo costituito da clasti marnosi e calcarei (d. max. 25 mm) talora arrotondati, resti vegetali.				1				1					
				Argilliti marnose, di colore da bruno ad ovano, completamente alterate in argilla limosa con clasti residui di argilliti fogliate. Ghiaietto minuto e clasti centimetrici calcarei e marnosi (dim. max. 5/8 cm tra 1,6 e 1,75 m.). Da 3,8 a 3,9 m. ghiaietto minuto (granuli) con ciottolini in matrice argillosa.				2				2					
				Argilliti marnose decisamente silicee, di colore da bruno scuro ad ovano, completamente alterate in argilla limosa sabbiosa con clasti residui di argilliti fogliate. Ghiaietto minuto e clasti centimetrici calcarei e marnosi (dim. max. 3,5 cm tra 4 e 6 m.).				3				3					
				Da 4,1 a 8,0 m argilliti completamente alterate di colore ovano chiaro ad iniezioni grigio-chiare, con numerosi frustoli neri e concrezioni calcaree.				4				4					
				Da 8,5 a 9,0 m. argilliti completamente alterate di colore da ovano a bruno con numerosi frustoli neri e concrezioni.				5				5					
				Da 12,0 a 13,0 argilliti molto alterate di colore da bruno ad ovano, fogliate con ghiaietto residuo.				6				6					
								7				7					
								8				8					
								9				9					
								10				10					
								11				11					
								12				12					
								13				13					
								14				14					
				15				15									
				16				16									
				17				17									
				18				18									
				19				19									
				20				20									
				21				21									
				22				22									
				23				23									
				24				24									
				25				25									
				26				26									
				27				27									
				28				28									
				29				29									
				30				30									
				31				31									
				32				32									
				33				33									
				34				34									
				35				35									
				36				36									
				37				37									
				38				38									
				39				39									
				40				40									
				41				41									
				42				42									
				43				43									
				44				44									
				45				45									
				46				46									
				47				47									
				48				48									
				49				49									
				50				50									
				51				51									
				52				52									
				53				53									
				54				54									
				55				55									
				56				56									
				57				57									
				58				58									
				59				59									
				60				60									
				61				61									
				62				62									
				63				63									
				64				64									
				65				65									
				66				66									
				67				67									
				68				68									
				69				69									
				70				70									
				71				71									
				72				72									
				73				73									
				74				74									
				75				75									
				76				76									
				77				77									
				78				78									
				79				79									
				80				80									
				81				81									
				82				82									
				83				83									
				84				84									
				85				85									
				86				86									
				87				87									
				88				88									
				89				89									
				90				90									
				91				91									
				92				92									
				93				93									
				94				94									
				95				95									
				96				96									
				97				97									
				98				98									
				99				99									
				100				100									
				101				101									
				102				102									
				103				103									
				104				104									
				105				105									
				106				106									
				107				107									
				108				108									
				109				109									
				110				110									
				111				111									
				112				112									
				113				113									
				114				114									
				115				115									
				116				116									
				117				117									
				118				118									
				119				119									
				120				120									
				121				121									
				122				122									
				123				123									
				124				124									
				125				125									
				126				126									
				127				127									
				128				128									
				129				129									
				130				130									
				131				131									
				132				132									
				133				133									
				134				134									
				135				135									
				136				136									
				137				137									
				138				138									
				139				139									
				140				140									
				141				141									
				142				142									
				143				143									
				144				144									
				145				145									
				146				146									
				147				147									
				148				148									
				149				149									
				150				150									
				151				151									
				152				152									
				153				153									
				154				154									
				155				155									
				156				156									
				157				157									
				158				158									
				159				159									
				160				160									
				161				161									
				162				162									
				163				163									
				164				164									
				165				165									
				166				166									
				167				167									
				168				168									
				169				169									
				170				170									
				171				171									
				172				172									
				173				173									
				174				174									
				175				175									
				176				176									
				177				177									
				178				178									
				179				179									
				180				180									
				181				181									
				182				182									
				183				183									
				184				184									
				185				185									
				186				186									
				187				187									
				188				188									
				189				189									
				190				190									
				191				191									
				192				192									
				193				193									
				194				194									
				195				195									
				196				196									
				197				197									
				198				198									
				199				199									
				200				200									
				201				201									
				202				202									
				203				203									
				204				204									
				205				205									
				206				206									
				207				207									
				208				208									
				209				209									
				210				210									
				211				211									
				212				212									
				213				213									
				214				214									
				215				215									
				216				216									
				217				217									
				218				218									
				219				219									
				220				220									
				221				221									
				222				222									
				223				223									
				224				224									
				225				225									
				226				226									
				227				227									
				228				228									
				229				229									
				230				230									
				231				231									
				232				232									
				233				233									
				234				234									
				235				235									
				236				236									
				237				237									
				238				238									
				239				239									
				240				240									
				241				241									
				242				242									
				243				243									
				244				244									
				245				245									
				246				246									
				247				247									
				248				248									
				249				249									
				250				250									
				251				251									
				252				252									
				253				253									
				254				254									
				255				255									
				256				256									
				257				257									
				258				258									
				259				259									
				260				260									
				261				261									
				262				262									
				263				263									
				264				264									
				265				265									
				266				266									
				267				267									
				268				268									
				269				269									
				270				270									
				271				271									
				272				272									
				273				273									
				274				274									
				275				275									
				276				276									
				277				277									
				278				278									
				279				279									
				280				280									
				281				281									
				282				282									
				283				283									
				284				284									
				285				285									
				286				286									
				287				287									
				288				288									
				289				289									
				290				290									
				291				291									
				292				292									
				29													







# Campagna geognostica del 2005

<b>COMMITTENTE:</b> Pontevocchio s.r.l.				<b>CAMPIONI</b>		<b>SONDAGGIO: 1</b>							
<b>CANTIERE:</b> Massolina - Pelago				Pareti sottili Osterberg Carotiere semplice Carotiere doppio S.P.T. Coclea		Pagina: 1							
<b>INDAGINE:</b> Campagna geognostica						Quota: p.c.							
<b>Foto:</b>		<b>COORDINATE</b> X = 0,00 m Y = 0,00 m Z = 0,00 m		<b>PIEZOMETRI</b> ATA Tubo aperto CSG Casagrande		Data: 14/05/2005 a 13/05/2005							
						Responsabile: Geol. Enrico Focardi							
						Operatore: Sig. Antonio Gigante							
						Falda: non rilevata							
						Scala: 1:60							
profondità	stratigrafia	campioni		Pocket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	S.P.T. colpi quota		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	H	Manovre % Recup.	Rivest.	Falda	Piezo.
S01-0201-012			2' 0,00a										
0	0,00							Suolo	0,60				
1	0,60												
2													
3			1 3,00 0,30			18 99 99	3,50	Limo argilloso e limo sabbioso molto consistente di colore marrone chiaro, marrone scuro ed ocreo con abbondanti clasti, prevalentemente calcareo marnosi da subangolari ad angolari					
4													
5	4,90								4,30				
6								Prevalente limo argilloso e limo sabbioso molto consistente di colore marrone ocreo, con abbondanti clasti di natura calcarea e marnosa classati. Livelli ferrizzati					
7	6,80		2 7,00 0,50			6 10 13	7,50	Argille limose grigie, plastiche, con concrezioni biancastre e frammenti conchigliari	1,60				
8													
9												9,00	
10	10,00							Argille grigio scure, con frammenti millimetrici di argilliti.	3,10 0,10				
11													
12													
note: Inclinometro ml. 10,00								Carotaggio: continuo con rivestimento Sonda tipo: Beretta T-51					

<b>COMMITTENTE:</b> Pontevecchio s.r.l.				<b>CAMPIONI</b>		<b>SONDAGGIO: 2</b>					
<b>CANTIERE:</b> Massolina - Pelago				Pareti sottili		Pagina: 1					
<b>INDAGINE:</b> Campagna geognostica				Osterberg		Quota: p.c.					
<b>Foto:</b>		<b>COORDINATE</b> X = 0,00 m Y = 0,00 m Z = 0,00 m		<b>PIEZOMETRI</b> ATA Tubo aperto CSG Casagrande		Data: 12/05/2005					
				S.P.T.		Responsabile: Geol. Enrico Focardi					
				Coclea		Operatore: Sig. Antonio Gigante					
						Falda: non rilevata					
						Scala: 1:60					
profondità	stratigrafia	campioni	Pocket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	S.P.T. colpi : quota	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	H	Manovra % Recup.	Rivest.	Falda	Piezo. ATA
S01-0201-012											
0	0,00	2 0,00a 0,00				Limi sabbiosi marroni con trovanti calcarei	1,00				
1	1,00										
2	2,10	1 1,60 0,35			3 1,95 5 10	Limi sabbiosi consistenti, con inclusi consistenti con inclusi calcarei di colore variabile tra rossastro e marrone	1,10				
3						Limi sabbiosi consistenti, con scarsi inclusi lapidei ed abbondanti frammenti millimetrici di marne ed argilliti. Colore da marrone a grigio.	1,70				
4	3,80										
5	5,10				12 5,00 9 9	Limi argillosi plastici di colore da nocciola a giallo grigiastro, con rari inclusi e tracce di frammenti marnosi residuali.	1,30		4,50		
6		2 6,10 0,30				Limi sabbiosi a tratti argillosi da mediamente consistenti a consistenti.	2,10				
7	7,20										
8											
9											
10	10,10					Limi sabbiosi di colore grigio-marrone e grigio-verde con tracce di scagliettature e numerosi frammenti calcarei e calcarenitici.	2,90				
11	10,90					Argille grigio scure, con frammenti millimetrici di argilliti.	0,60				
12	12,00					Limi sabbiosi di colore grigio-marrone e grigio-verde con tracce di scagliettature e numerosi frammenti calcarei e calcarenitici.	1,10				
note: Piezometro ml. 12,00							Carotaggio: continuo con rivestimento Sonda tipo: Beretta T-51				

<b>COMMITTENTE:</b> Pontevecchio s.r.l.				<b>CAMPIONI</b>		<b>SONDAGGIO: 3</b>								
<b>CANTIERE:</b> Massolina - Pelago				Pareti sottili Osterberg Carotiere semplice Carotiere doppio S.P.T. Coclea		Pagina: 1								
<b>INDAGINE:</b> Campagna geognostica						Quota: p.c.								
<b>Foto:</b>		<b>COORDINATE</b> X = 0,00 m Y = 0,00 m Z = 0,00 m		<b>PIEZOMETRI</b> ATA Tubo aperto CSG Casagrande		Data: 16/05/2005								
						Responsabile: Geol. Enrico Focardi								
						Operatore: Sig. Antonio Gigante								
						Falda: non rilevata								
						Scala: 1:60								
profondità	stratigrafia	campioni		Pocket	Torvane	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	H	Manovre % Recup.	Rivest.	Falda	Piezo. ATA	
S01-0201-012		tipo	n°	quota	Kg/cm²	Kg/cm²	colpi							quota
0	0,00								limi di colore marrone con frustoli vegetali					
1	1,00													
2														
3														
4							30 99 99	3,60	Limi sabbiosi molto addensati, alterazione marne					
5														
6							20 35 99	6,10						
7	7,00								Trovanti calcarei e marne alterate					
8	8,00						28 40 99	8,00						
9									Limi argillosi con numerosi clasti mm.					
10	10,30													
11									Limi sabbiosi molto addensati					
12	12,00													
note:										Carotaggio: continuo con rivestimento				
Piezometro ml. 12.00										Sonda tipo: Beretta T-51				

<b>COMMITTENTE:</b> Pontevecchio s.r.l.				<b>CAMPIONI</b>		<b>SONDAGGIO:</b> 4							
<b>CANTIERE:</b> Massolina - Pelago				Pareti sottili Osterberg Carotiere semplice Carotiere doppio S.P.T. Coclea		Pagina: 1							
<b>INDAGINE:</b> Campagna geognostica						Quota: p.c.							
<b>Foto:</b>		<b>COORDINATE</b> X = 0,00 m Y = 0,00 m Z = 0,00 m		<b>PIEZOMETRI</b> ATA Tubo aperto CSG Casagrande		Data: 16/05/2005		Responsabile: Geol. Enrico Focardi					
						Operatore: Sig. Antonio Gigante		Falda: non rilevata					
								Scala: 1:60					
profondità	stratigrafia	campioni		Pocket	Torvane	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	H	Manovre % Recup.	Rivest.	Falda	Piezo.
S01-0201-012			2' 0,00A	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	colpi	quota						
0	0,00		0,00					Suolo	0,50				
1	0,50												
2			1 2,00 0,35			7 10 16	2,35	Detrito grossolano costituito da limi sabbiosi più o meno argillosi con inclusi lapidei prevalent. calcarei e marnosi, eterometrici, spigolosi (tracce di mattone a 4.2 e 4.5 ml.) di colore giallastro.					
3													
4													
5	5,00							Limi argillosi e sabbiosi con numerosi clasti millimetrici, classati.	4,50				
6	6,20		2 6,20 0,40					Argille limose e limi argillosi grigio scuri con frammento di mattone a 7.2 ml. (trovante calcareo di colore grigio verde, arrotondato alla base)	1,20				
7													
8	8,10					4 8 13	8,00	Marne tenere, molto alterate e fratturate di colore giallastro, con fratture riempite di sabbie limose rossastre.	1,50				
9													
10													
11													
12	12,00								3,90				
note: Inclinometro ml. 12,00								Carotaggio: continuo con rivestimento Sonda tipo: Beretta T-51					

<b>COMMITTENTE:</b> Pontevecchio s.r.l.				<b>CAMPIONI</b>		<b>SONDAGGIO: 5</b>							
<b>CANTIERE:</b> Massolina - Pelago				Pareti sottili Osterberg Carotiere semplice Carotiere doppio S.P.T. Cocola		Pagina: 1							
<b>INDAGINE:</b> Campagna geognostica						Quota: p.c.							
<b>Foto:</b>		<b>COORDINATE</b> X = 0,00 m Y = 0,00 m Z = 0,00 m		<b>PIEZOMETRI</b> ATA Tubo aperto CSG Casagrande		Data: 04/05/2005							
						Responsabile: Geol. Enrico Focardi							
						Operatore: Sig. Antonio Gigante							
						Falda: non rilevata							
						Scala: 1:150							
profondità	stratigrafia	campioni		Pocket	Torvane	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	H	Manovre % Recup.	Rivest.	Falda	Piezo. ATA
S01-0201-012		tipo	n°	quota	Kg/cm²	Kg/cm²	colpi						
0	0,00												
1													
2							3	1,70	Riparto costituito da limo sabbioso argilloso con frammenti di laterizi.				
3	3,20						7						
4							10						
5	5,10								Limo argilloso deb. sabbioso con clasti mm più o meno abbondanti, classati da sub-angolari a arrotondati, di varia natura. Colore da grigio a marrone.				
6													
7									Limo e limo sabbioso a tratti argilloso con immersi numerosi clasti cm. di natura calcarea e marnosa angolari.				
8	8,20												
9	9,50						10	9,00	Limi sabbiosi marrone scuri, molto consistenti con concrezioni biancastre.				
10	10,00						12						
11							25		Sabbie argillose con trovanti marnosi e calcarei				
12													
13													
14													
15							15	15,20	Marne di colore avana a tratti marroni con livelli calcarei cm. Struttura obliterata. Argilliti frantumate marroni tra 14 e 15.2, tra 15.5 e 16 tra 19 e 20 ml.				
16							20						
17							26						
18													
19							9	18,30					
20							33						
21	20,50						45						
22													
23									Alternanza di calcari e marne grigio chiaro fratturati, frantumati tra 20.5 e 22.5, tra 24.9 e 25.3. Argilliti fratturate tra 24.4 e 24.9				
24													
25	25,30												
26													
27													
28									Marne ed argilliti di colore grigio scuro, con scarsi elementi litoidi.				
29													
30	30,00												
note:										Carotaggio: continuo con rivestimento			
Tubo per prova down-hole ml. 30,00										Sonda tipo: Beretta T-51			

COMMITTENTE: Pontevecchio s.r.l.				CAMPIONI		SONDAGGIO: 6							
CANTIERE: Massollina - Pelago				Pareti sottili		Pagina: 1							
INDAGINE: Campagna geognostica				Osterberg		Quota: p.c.							
Foto:		COORDINATE X = 0,00 m Y = 0,00 m Z = 0,00 m		PIEZOMETRI ATA Tubo aperto CSG Casagrande		Data: 13/05/2005							
				S.P.T.		Responsabile: Geol. Enrico Focardi							
				Coclea		Operatore: Sig. Antonio Gigante							
						Falda: non rilevata							
						Scala: 1:60							
profondità S01-0201-012	stratigrafia	campioni		Pocket Kg/cm <sup>2</sup>	Torvane Kg/cm <sup>2</sup>	S.P.T. colpi quota		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	H	Manovre % Recup.	Rivest.	Falda	Piezo. ATA
		tipo	n°	quota									
0	0,00							Suolo	0,40				
	0,40												
1								Riperto costituito da limo argilloso a argilla limosa con frammenti di laterizi e trovanti di varia natura.					
2	2,00							Limi più o meno argillosi di colore variabile da marrone a marrone grigiastro, con numerosi clasti calcareo marnosi, spigolosi e rari resti vegetali.	1,60				
3	3,00							CAMPIONE	1,00				
	3,50						24 16 30		0,50				
4								Limi argillosi di colore marrone e grigio, con trovanti calcarei e marnosi.					
	4,50								1,00			4,50	
5							20 12 28		5,00				
6								Prevalenti argilliti e marne con struttura caotica molto alterati di colore marrone.					
7													
8	8,20								3,70				
9								Prevalenti argilliti e marne con struttura caotica molto alterati di colore marrone grigiastro.					
10	10,00								1,80				
11													
12													

note:  
Piezometro ml. 12.00

Carotaggio: continuo con rivestimento  
Sonda tipo: Beretta T-51

# **INDAGINI GEOGNOSTICHE 2007**

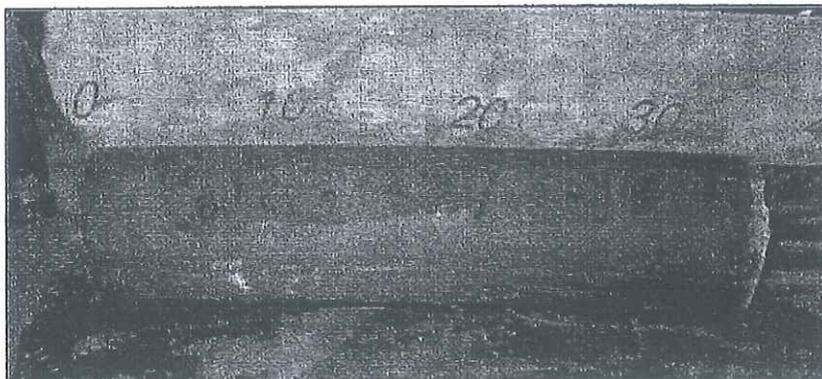
## **PARCHEGGIO ZONA PETRELLA**

---

Committente : Dott. Enrico Focardi per Imm.re Massolina srl  
 Cantiere : Massolina - Pelago (FI)  
 Sond. : S1 Camp. : C1 da.....m.: 2,7-3,1  
 Tipo di campione : Indisturbato Lunghezza (cm.) = 36  
 Rapporto prova n° : 153 del : 1/10/07

Descrizione campione :  
 Argilla marrone verdastra molto compatta con argilliti nella parte iniziale

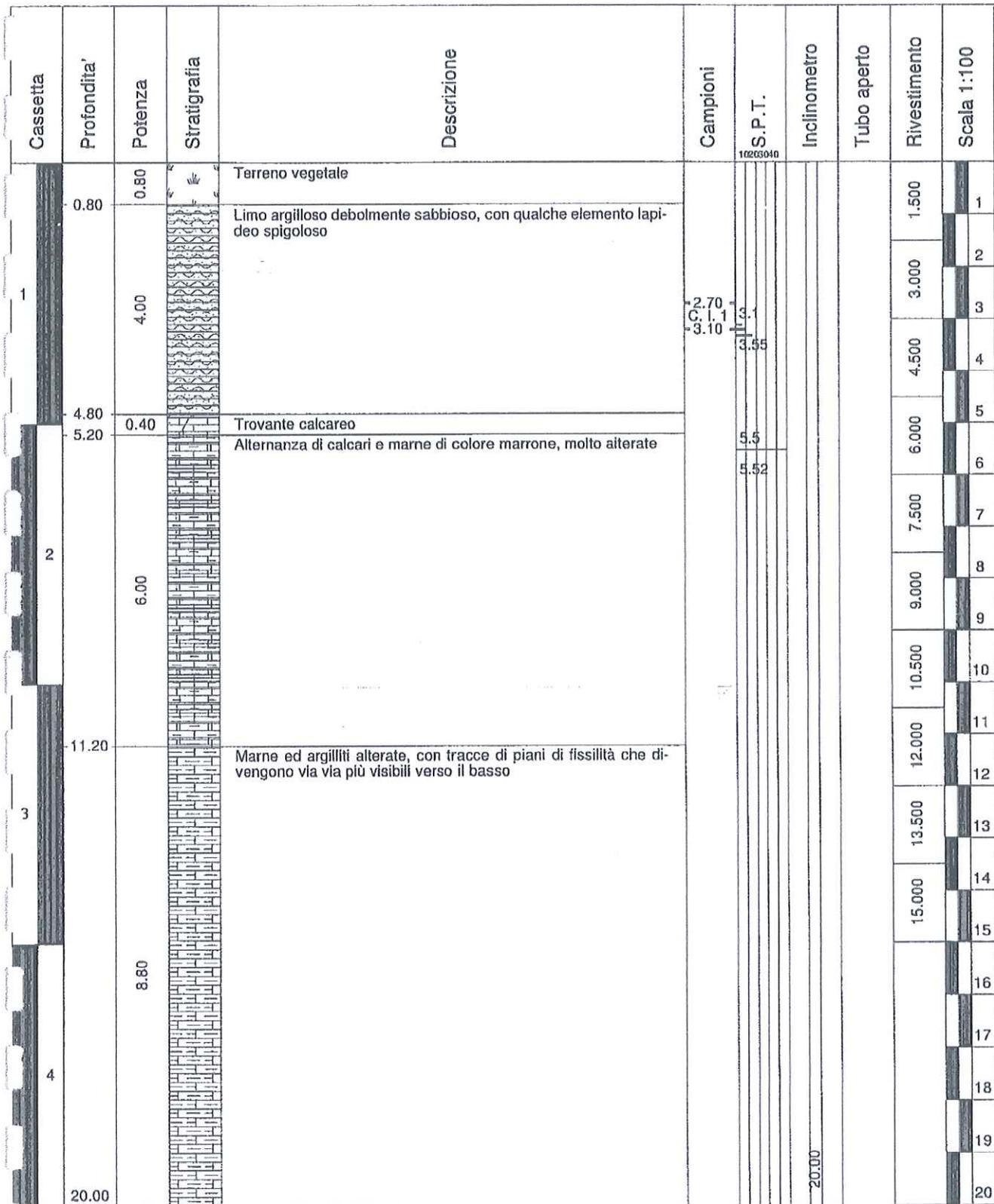
Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella  
 Lunghezza (cm.) = 36



Pocket penetrometer (Kg/cm²) = 3.5 (kPa) 343.2  
 Vane test (kg/cm²) (kPa)

Caratteristiche fisiche del campione				kN/m³		Limiti di Atterberg	
Peso di volume g (gr/cm³) =	2.005			Class. Casagrande =	CH		
Umidità naturale w (%) =	22.0			Limite Liquido WL % =	55.6		
Peso Specifico Gs (gr/cm³) =	2.588	25.4		Limite Plastico WP % =	26.7		
Densità secca Gd (gr/cm³) =	1.643	16.1		Indice di Plasticità IP =	29.9		
Indice dei vuoti e =	0.575			Indice di Consistenza Ic =	1.1		
Saturazione (%) =	99			Limite Ritiro WR % =			
Porosità n (%) =	37						
<b>Analisi Granulometrica</b>				<b>Taglio Diretto CD</b>		<b>Taglio Diretto CU</b>	
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla	φ' (°)	c' (kg/cm²)	φ' (°)	cu (kg/cm²)
0.3	3.6	45.1	51.0	19	0.07		
					kPa		kPa
					6.5		
				<b>Parametri residui</b>		<b>ELL</b>	
				φ' (°)	c' (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	
						1.15	
					kPa	kPa	
						112.7	
<b>Prova di compressione edometrica</b>				<b>Prove eseguite sul campione</b>			
Indice compressibilità Cc = 0.233							
PRESS. kg/cm²	cv cm²/sec	k cm/sec	E kg/cm²	E kPa	umidità naturale w	X	
0.25-0.5	3.0E-04	6.0E-09	50	4903	peso volume γ	X	
0.5-1.0	3.1E-04	8.3E-09	37	3632	peso specifico Gs	X	
1.0-2.0	3.8E-04	8.5E-09	45	4407	limiti Atterberg LA	X	
2.0-4.0	6.9E-04	1.0E-08	67	6593	granulometria Gr	-	
4.0-8.0	1.7E-04	1.7E-09	104	10189	taglio diretto TD	X	
8.0-16.0	2.0E-04	1.1E-09	180	17630	compressione ELL	X	
16,0-32,0					edometria ED	-	
					permeabilità Pr	-	
					proctor PT	-	
					riassiale TX	-	
Indice di ricomprensione							
Indice di rigonfiamento							

Cantiere	Loc. Massolina - Pelago (FI)	N. sondaggio	S1 eseguito dalla TECNA di Arezzo
Committente	Immobiliare Massolina srl	Scala sondaggio	1:100
Perforatore	Sig. Raimondo Piga	Geologo	Dr. Enrico Focardi
Coord.		Quota (p.c.)	Piano campagna
Metodo perf.	rotazione carotaggio continuo rivest.	Data ultimazione	24 luglio 2007



A) Attrezzatura di perforazione utilizzata: sonda cingolata marca CMV modello 420 MK-S.

B) Valori SPT: 1) da m 3.1 a 3.55 = 6-10-16; 2) da m 5.5 a 5.52 = 50 (infissi cm 2).

C) Il foro è stato strumentato con inclinometro in alluminio fino a fondo foro.

Cantiere	Loc. Massolina - Pelago (FI)	N. sondaggio	S2 eseguito dalla TECNA di Arezzo
Committente	Immobiliare Massolina srl	Scala sondaggio	1:100
Perforatore	Sig. Raimondo Piga	Geologo	Dr. Enrico Focardi
Coord.		Quota (p.c.)	Piano campagna
Metodo perf.	rotazione carotaggio continuo rivest.	Data ultimazione	25 luglio 2007

Cassetta	Profondita'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	S.P.T. 10203040	Inclinometro	Tubo aperto	Rivestimento	Scala 1:100
1	0.70	0.70		Terreno vegetale					1.000	1
	1.80	1.10		Limi sabbiosi					2.000	2
2	2.30	0.50		Sabbie medie di colore marrone		2.2				3
	4.80	2.50		ghiaia in matrice sabbiosa debolmente argillosa, da arrotondata a poco arrotondata, centimetrica con elementi calcarei decimetrici		2.38				4
				Alternanza di marne, calcari ed argilliti		5				5
						5.2				6
										7
	10.00	5.20								8
										9
										10
10.00										

- A) Attrezzatura di perforazione utilizzata: sonda cingolata marca CMV modello 420 MK-S.
- B) Valori SPT: 1) da m 2.2 a 2.38 = 31-50 (infissi 3 cm); 2) da m 5.0 a 5.2 = 43-50 (infissi cm 5).
- C) Il foro è stato strumentato con piezometro a tubo aperto fino a fondo foro.

### 7.3. Indagini geofisiche; sismica a rifrazione e Down-Hole.

Qui di seguito sono riportati i report riassuntivi dei risultati delle indagini geofisiche effettuate nell'area mediante **Sismica a Rifrazione e prova Down-Hole** in cui vengono mostrati i profili delle velocità delle onde  $V_{s30}$  i cui valori sono stati calcolati utilizzando la formula prevista al punto 3.2.2 delle NTC 2008:

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

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato  $i$  – esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m sottostanti le fondazioni dell'edifici in progetto. Il sito è stato classificato sulla base del valore di  $V_{s30}$  nonché ovviamente sulla base dei valori riscontrati per  $N_{spt}$  e  $c_u$ .

Sinteticamente, indagine ha messo in evidenza la presenza di tre orizzonti sismici con le seguenti classi di velocità delle onde sismiche compressionali:

$V_1 = 187 - 331$  m/sec

$V_2 = 590 - 777$  m/sec

$V_3 = 2017 - 2301$  m/sec

Detti valori, in base alle stratigrafie dei sondaggi, forniscono i seguenti orizzonti sismici:

1. **Materiali detritici e terreno arenato;**
2. **Argilliti marnose completamente alterate e degradate;**
3. **Argilliti localmente degradate.**

I risultati della prova **Down – Hole**, forniscono anche la stima della  $V_{s30}$  in base alle velocità medie delle onde sismiche riscontrate negli strati appartenenti ai primi 30 m di sottosuolo.

$$V_{s30} = 371 \text{ m/sec}$$

# CAMPAGNA DEL 2003

**IGETECMA s.a.s – laboratorio prove**

**Dott. Geol. E. Focardi**

**Indagine Geofisica mediante Sismica a Rifrazione**

**Località Massolina  
Comune di Pelago (FI)**

**Certificato di Prova n°360/03**

**IGETECMA s.a.s. - Via di Ugnano, 41 - 50142 - Firenze - Tel. 055-780705 Fax 055-7320415  
P.I. e C.F. 04576560488 - CCIAA Fi 462056 - Reg. Trib. Fi 69963**



**IGETECMA** s.a.s.  
Istituto Sperimentale  
di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Via di Ugnano, 41/b - Firenze  
Tel. 055780705 - Fax 0557320415

## **Certificato di Prova n°360/03**

**SETTORE:** Geofisica - sismica a rifrazione  
**COMMITTENTE:** Dott. Geol. E. Focardi  
**CANTIERE:** località Massolina, Comune di Pelago (FI)  
**RIFERIMENTO:** R.P.E. n°152/03

### **Indice:**

1. Scopo dell'indagine
2. Caratteristiche della strumentazione
3. Procedure di campagna
4. Metodo di elaborazione dei dati
5. Presentazione dei dati
6. Risultati dell'indagine

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. F. Politi

Il Tecnico  
Dott. Geol. A. Farolfi

pag. 1 di 13

---

IGETECMA s.a.s. - Sede Legale: Via dei Ciliegi, 10 - 50018 SCANDICCI (FI)  
Sede Laboratorio: Via di Ugnano, 41/b - 50142 Firenze - Tel. 055780705 - Fax 0557320415  
Iscr. Trib. Fi 69963 - CCIAA Fi 462056 - P.I. e C.F. 04576560488 - [www.igetecma.it](http://www.igetecma.it)

*LABORATORIO ASSOCIATO A.L.G.I.*

### 1. Scopo dell'indagine

Per conto del Dott. Geol. E. Focardi è stata eseguita una indagine geofisica mediante sismica a rifrazione in località Massolina, Comune di Pelago (FI).

Sono stati eseguiti numero 4 profili di sismica a rifrazione superficiale, ubicati insieme alla D.L., utilizzando un'equidistanza di 3 m per un totale complessivo di 276 ml di rilievo. Scopo dell'indagine è stata la caratterizzazione sismostratigrafica dei terreni presenti nell'area.

### 2. Caratteristiche della strumentazione

Sismografo GEODE 48 canali (2 Moduli a 24 canali) con Controller StrataVisor NZC:

- Risoluzione segnale 24 bit
- Escursione dinamica 144 dB, 105 dB istantanea a 2 ms
- Passo di campionamento da 0.02 a 16 ms
- Distorsione 0.005% a 2ms, 1.75 – 208 Hz
- Amplificazione del segnale da 0 a 36 dB
- Precisione Trigger in sommatoria 1/32 del passo di campionamento
- Filtri anti-aliasing 90 dB della frequenza di Nyquist
- Filtri digitali a 24/48 dB di low-cut, high-cut e notch
- Pre-trigger fino a 4096 campioni
- Roll-Along incorporato
- Salvataggio dati in formato SEG-2, SEG-D, SEG-Y
- 24 Geofoni con frequenza propria di 14 Hz.
- sistema di starter mediante accelerometro;
- cannone sismico con cartucce KILN calibro 8 e/o mazza da 5 Kg.

### 3. Procedure di campagna

Vengono stesi i cavi sismici lungo la zona di interesse e ad essi vengono collegati i geofoni precedentemente indissi nel terreno alle equidistanze prestabilite. L'energizzazione del terreno per generare onde elastiche può essere effettuata sia mediante massa battente da 5 Kg che tramite l'utilizzo del cannone sismico: l'impatto rende operativo, tramite un accelerometro reso solidale con la fonte di energizzazione (*trigger*), il sistema di acquisizione dati, permettendo

così la registrazione ai geofoni della forma d'onda rappresentativa della velocità di spostamento del suolo.

Al fine di ottenere una migliore risoluzione della sismo-stratigrafia, i punti di energizzazione, detti punti di scoppio (*shot points*), vengono disposti simmetricamente rispetto al profilo: ai suoi estremi (*end*), esternamente (*offset*) ed a distanze variabili entro il profilo stesso (punti di scoppio centrali).

La profondità di investigazione è, in linea teorica direttamente correlata alla lunghezza del profilo, alla distanza degli *offset* e soprattutto al contrasto di velocità dei mezzi attraversati.

I tempi di arrivo delle onde sismiche nel terreno sono funzione della distanza tra i geofoni, delle caratteristiche meccaniche dei litotipi attraversati e della loro profondità

#### **4. Metodo di elaborazione dei dati**

La procedura d'elaborazione dati consiste di due fasi: la lettura dei tempi d'arrivo ai vari geofoni dello stendimento per ciascuna energizzazione effettuata e la loro successiva elaborazione mediante metodi di calcolo.

I tempi di primo arrivo delle onde sismiche vengono riportati su diagrammi spazio-tempo (*dromocrone*) nei quali l'asse dei tempi ha l'origine coincidente con l'istante in cui viene prodotta l'onda sismica ( $t_0$ ), mentre nelle ascisse si hanno le distanze relative fra i geofoni dello stendimento.

Tali diagrammi consentono di determinare, nei punti di flesso, le variazioni di velocità fra i vari strati attraversati dai raggi sismici e, tramite elaborazioni, le profondità a cui si verificano tali variazioni. In **TABELLA I** sono riportate le relazioni tra le velocità medie delle onde sismiche compressionali P (espresse in m/sec) e le principali litologie, desunte da letteratura.

Il procedimento di elaborazione dei tempi d'arrivo per ottenere le profondità dei rifrattori, utilizza più metodi: il Metodo del tempo di ritardo (*delay time*), il Metodo del tempo di intercetta ed il Metodo reciproco generalizzato (G.R.M.) proposto da Palmer (1980).

Il G.R.M. è un metodo interpretativo che si basa su tempi d'arrivo da energizzazioni coniugate, effettuate cioè da parti opposte del profilo sismico: tramite la determinazione di due funzioni (analisi della velocità e tempo-profondità) si determinano le velocità e quindi le profondità dei rifrattori individuati sulle dromocrone.

La funzione di analisi della velocità corrisponde al tempo necessario al raggio sismico a percorrere un tratto di lunghezza nota sul rifratore (distanza intergeofonica), per cui la sua determinazione permette di ottenere una precisa stima della velocità delle onde sismiche nel

rifratore stesso. Tramite un procedimento di migrazione dei dati, sia la funzione tempo-profondità che quella di analisi della velocità vengono calcolate per distanze intergeofoniche crescenti (da 0 a multipli interi dell'equidistanza dei geofoni): viene scelta poi quella distanza per la quale le curve presentano il miglior andamento rettilineo.

<b>Materiale</b>	<b>Velocità onde P</b>
Detrito superficiale alterato	300 - 600
Ghiaia, pietrisco, sabbia asciutta	500 - 900
Sabbia bagnata	600 - 1800
Argilla	900 - 2700
Acqua	1430 - 1680
Acqua salata	1460 - 1530
Arenaria	1800 - 4000
Scisti argillosi	2500 - 4200
Gessi	1800 - 400
Calcare	2000 - 6000
Granito	4000 - 6000
Rocce metamorfiche	3000 - 7000

**Tabella I - Principali litotipi e loro velocità sismica (esprese in m/sec)**

Il G.R.M., a differenza del metodo del tempo d'intercetta, permette anche di verificare e di individuare, con metodi di calcoli indiretti, la presenza di eventuali strati nascosti (di limitato spessore e/o basso contrasto di velocità) e strati a bassa velocità nella serie stratigrafica.

Negli strati nascosti si ha sempre un aumento di velocità con la profondità ma il loro spessore è sottile e/o il contrasto di velocità con lo strato sottostante è così piccolo, per cui i raggi sismici che partono da questi strati vengono oscurati dai raggi che partono dallo strato sottostante. Gli strati a bassa velocità presentano invece una velocità sismica minore rispetto allo strato sovrastante (inversione di velocità), per cui alla loro interfaccia non si verifica una rifrazione critica e così non vengono evidenziati sul grafico tempo-distanza.

## 5. Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- ubicazione delle indagini in scala 1:2.000 (pag. 7);
- sezioni sismiche, rappresentazioni bidimensionali delle velocità sismiche e degli spessori degli strati individuati lungo il profilo sismico, in scala orizzontale e verticale 1:250 (pag. 8 e 11);
- tabulati numerici delle velocità delle onde sismiche compressionali e degli spessori relativi ad ogni strato rilevato per ciascuna sezione sismica (pag. 9, 10, 12 e 13).

## 6. Risultati dell'indagine

Nel suo insieme l'indagine ha messo in evidenza la presenza di tre orizzonti sismici con le seguenti classi di velocità delle onde sismiche compressionali:

V1 = 187 - 331 m/sec

V2 = 590 - 777 m/sec.

V3 = 2017 - 2301 m/sec.

In base alle stratigrafie di sondaggi geognostici eseguiti immediatamente a valle dell'area in esame e forniteci dalla Committenza, si può stabilire che il primo orizzonte sismico corrisponde a materiali detritici e terreno arenato, il secondo orizzonte sismico ad argilliti marnose completamente alterate e degradate, mentre il terzo orizzonte sismico corrisponde ad argilliti localmente alterate.

Nel profilo Ps1 (69 ml) lo spessore del primo orizzonte è di 0.7-1.7 m con velocità da 262 a 331 m/sec. Lo spessore del secondo orizzonte sismico varia da 5.8 a 13.6 m raggiungendo profondità comprese fra 6.7 e 14.2 m con velocità di 734-777 m/sec., mentre la velocità del terzo orizzonte sismico è di 2282 m/sec.

Nel profilo Ps2 (69 ml), eseguito trasversalmente al primo e lungo il pendio, lo spessore del primo orizzonte è di 0.9-1.2 m, con velocità da 209 a 295 m/sec. Lo spessore del secondo orizzonte sismico varia da 6.9 a 8.4 m raggiungendo profondità comprese fra 8.0 e 9.4 m con velocità di 590 m/sec., mentre la velocità del terzo orizzonte sismico è di 2083 m/sec fra i sensori G1-G19 e di 2301 m/sec fra i sensori G20-G24.

Nel profilo Ps3 (69 ml), eseguito lungo il pendio a valle del Ps2, lo spessore del primo orizzonte è di 1.4-2.0 m, con velocità di 236-283 m/sec. Lo spessore del secondo orizzonte sismico varia da 4.6 a 8.5 m raggiungendo profondità comprese fra 6.6 e 9.9 m con velocità di 727 m/sec., mentre la velocità del terzo orizzonte sismico è di 2283 m/sec.

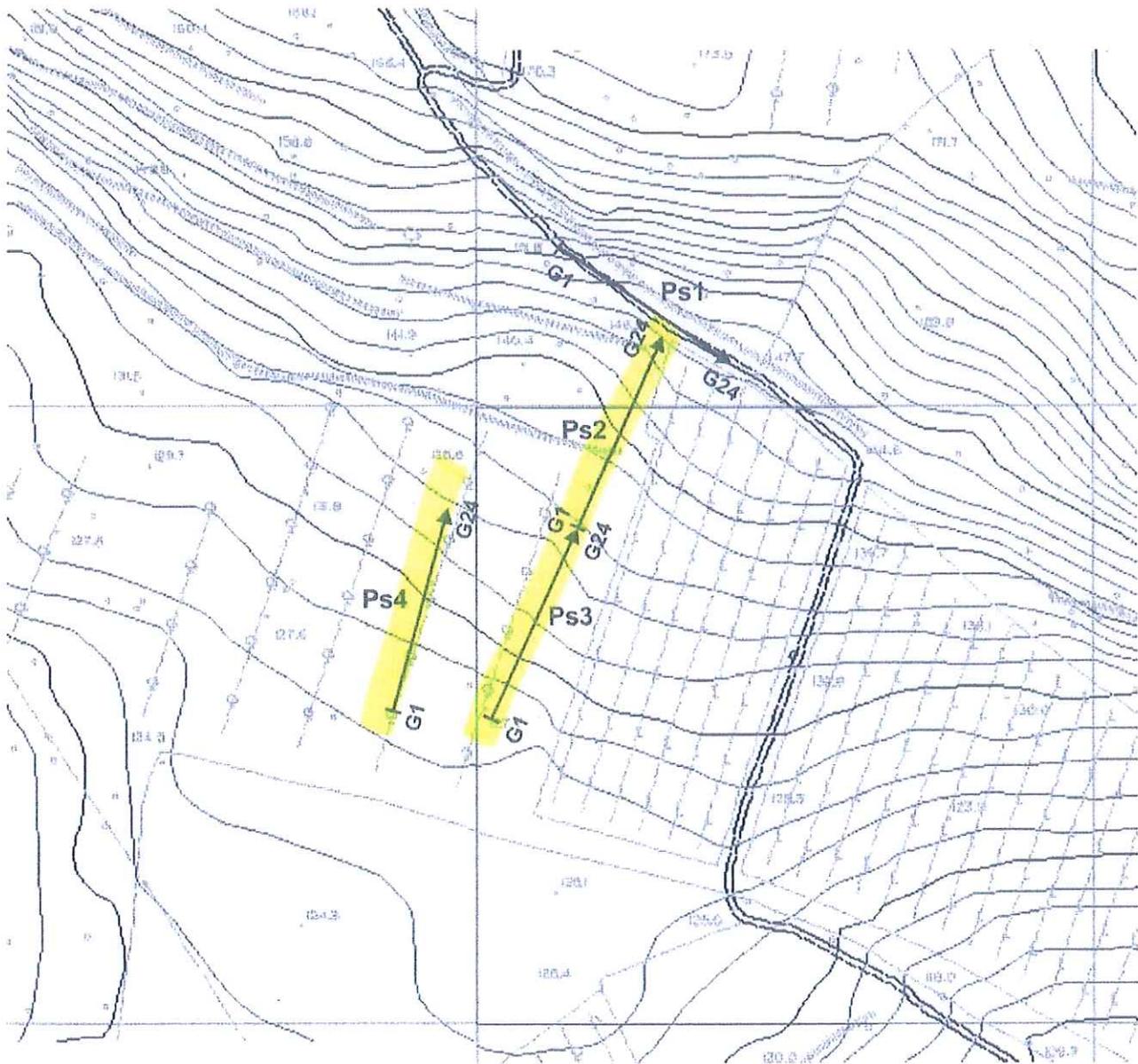
Nel profilo Ps4 (69 ml), eseguito parallelamente ai Ps2-Ps3, lo spessore del primo orizzonte è di 0.9-2.1 m, con velocità da 187 a 309 m/sec. Lo spessore del secondo orizzonte sismico varia da 4.4 a 6.7 m raggiungendo profondità comprese fra 5.3 e 8.5 m con velocità di 670 m/sec., mentre la velocità del terzo orizzonte sismico è di 2017 m/sec.

---

---

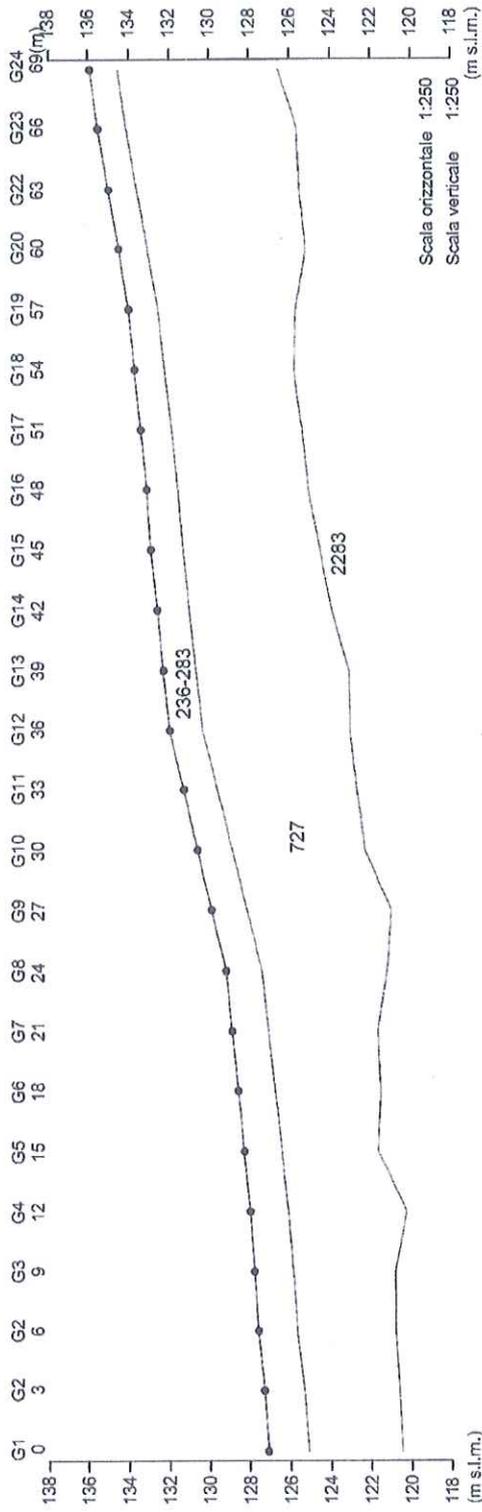
---

### Ubicazione profili di sismica a rifrazione

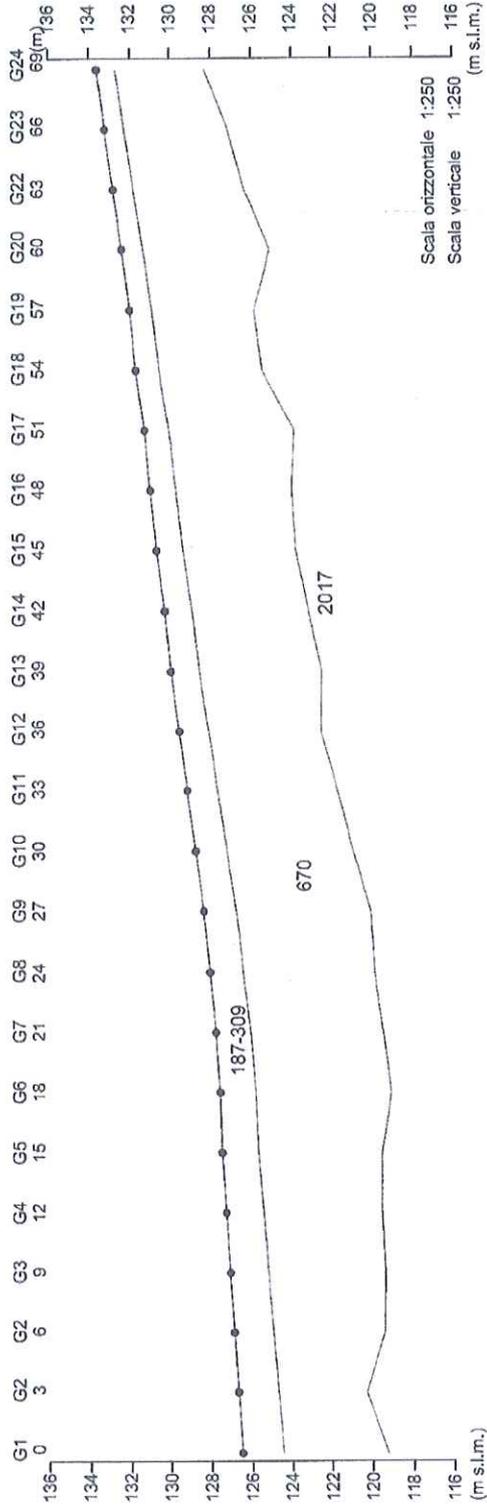


Scala 1:2000

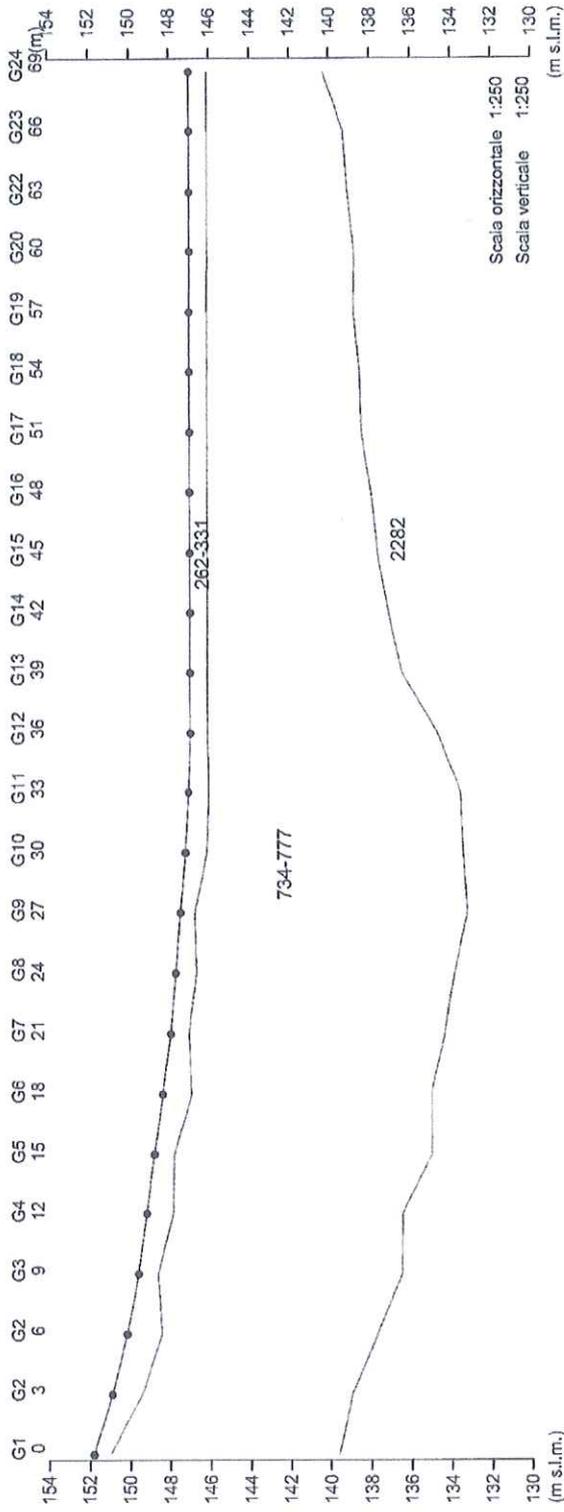
### Profilo di sismica a Rifrazione Ps3



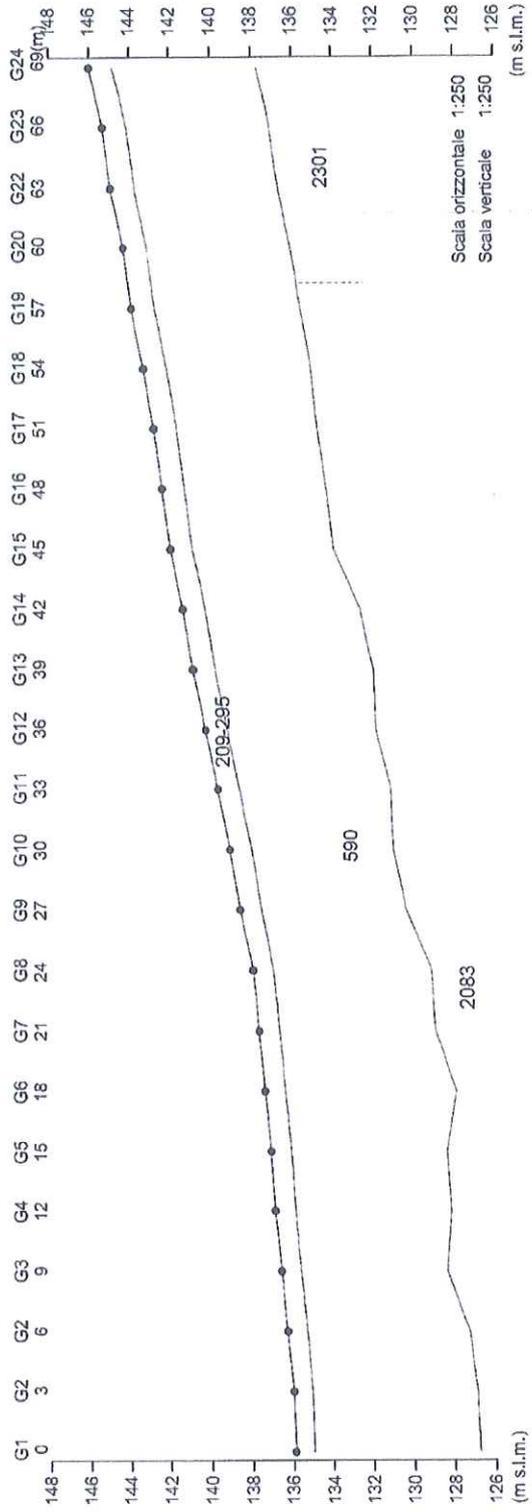
### Profilo di sismica a Rifrazione Ps4



**Profilo di sismica a Rifrazione Ps1**



**Profilo di sismica a Rifrazione Ps2**



## Profilo Ps1

Geofono n°	Distanza m	Quota m s.l.m.	V1 m/sec.	Z1 m	V2 m/sec.	Z2 m	H m	V3 m/sec.
1	0	152	292	0.8	734	11.4	12.2	2282
2	3	151	292	1.5	777	10.5	11.9	2282
3	6	150	296	1.7	777	10.7	12.4	2282
4	9	150	300	1.0	777	12.1	13.1	2282
5	12	149	304	1.3	777	11.4	12.7	2282
6	15	149	308	1.0	777	12.8	13.8	2282
7	18	148	312	1.4	777	11.9	13.3	2282
8	21	148	315	0.9	777	12.7	13.6	2282
9	24	148	319	1.0	777	12.8	13.8	2282
10	27	148	323	0.7	777	13.6	14.2	2282
11	30	147	327	1.1	777	12.7	13.8	2282
12	33	147	331	1.0	777	12.5	13.5	2282
13	36	147	315	0.9	734	11.4	12.3	2282
14	39	147	298	0.9	734	9.7	10.5	2282
15	42	147	294	0.9	734	9.0	9.9	2282
16	45	147	290	0.9	734	8.5	9.3	2282
17	48	147	286	0.9	734	8.1	9.0	2282
18	51	147	282	0.9	734	7.7	8.6	2282
19	54	147	278	0.9	734	7.6	8.5	2282
20	57	147	274	0.9	734	7.3	8.2	2282
21	60	147	270	0.9	734	7.3	8.2	2282
22	63	147	266	0.9	734	7.0	7.9	2282
23	66	147	262	0.9	734	6.8	7.7	2282
24	69	147	262	0.9	734	5.8	6.7	2282

V = Velocità dell'orizzonte sismico  
Z = Spessore dell'orizzonte sismico  
H = Profondità dell'orizzonte sismico

## Profilo Ps2

Geofono n°	Distanza m	Quota m s.l.m.	V1 m/sec.	Z1 m	V2 m/sec.	Z2 m	H m	V3 m/sec.
1	0	136	242	0.9	590	8.2	9.1	2083
2	3	136	242	0.9	590	8.1	9.1	2083
3	6	136	249	1.0	590	8.0	9.0	2083
4	9	137	255	1.0	590	7.2	8.2	2083
5	12	137	262	1.0	590	7.7	8.7	2083
6	15	137	269	1.0	590	7.7	8.7	2083
7	18	137	275	1.0	590	8.4	9.4	2083
8	21	138	282	1.0	590	7.7	8.7	2083
9	24	138	288	1.0	590	7.8	8.8	2083
10	27	139	295	1.0	590	7.1	8.2	2083
11	30	139	295	1.1	590	7.0	8.1	2083
12	33	140	275	1.1	590	7.5	8.5	2083
13	36	140	255	1.1	590	7.3	8.4	2083
14	39	141	250	1.1	590	7.8	8.9	2083
15	42	141	246	1.1	590	7.6	8.7	2083
16	45	142	241	1.1	590	6.9	8.0	2083
17	48	142	237	1.1	590	7.0	8.1	2083
18	51	143	232	1.1	590	6.9	8.0	2083
19	54	143	227	1.1	590	7.1	8.3	2083
20	57	144	223	1.2	590	7.2	8.3	2301
21	60	144	218	1.2	590	7.1	8.2	2301
22	63	145	214	1.2	590	7.1	8.2	2301
23	66	145	209	1.2	590	7.1	8.3	2301
24	69	146	209	1.2	590	7.1	8.3	2301

V = Velocità dell'orizzonte sismico  
Z = Spessore dell'orizzonte sismico  
H = Profondità dell'orizzonte sismico

## Profilo Ps3

Geofono n°	Distanza m	Quota m s.l.m.	V1 m/sec.	Z1 m	V2 m/sec.	Z2 m	H m	V3 m/sec.
1	0	127	283	2.0	727	4.6	6.6	2283
2	3	127	283	2.0	727	4.7	6.7	2283
3	6	128	283	1.9	727	4.9	6.8	2283
4	9	128	277	1.9	727	5.1	7.0	2283
5	12	128	271	1.9	727	5.9	7.7	2283
6	15	128	265	1.9	727	4.8	6.6	2283
7	18	129	260	1.8	727	5.2	7.1	2283
8	21	129	254	1.8	727	5.4	7.2	2283
9	24	129	248	1.8	727	6.2	8.0	2283
10	27	130	242	1.7	727	7.1	8.9	2283
11	30	131	236	1.7	727	6.6	8.3	2283
12	33	131	252	1.7	727	6.9	8.6	2283
13	36	132	268	1.7	727	7.3	9.0	2283
14	39	132	268	1.6	727	7.6	9.2	2283
15	42	133	267	1.6	727	7.0	8.6	2283
16	45	133	266	1.6	727	6.8	8.4	2283
17	48	133	265	1.6	727	6.5	8.0	2283
18	51	133	265	1.5	727	6.5	8.0	2283
19	54	134	264	1.5	727	6.4	7.9	2283
20	57	134	263	1.5	727	6.8	8.3	2283
21	60	135	262	1.4	727	7.8	9.3	2283
22	63	135	261	1.4	727	8.1	9.5	2283
23	66	136	261	1.4	727	8.5	9.9	2283
24	69	136	261	1.4	727	8.0	9.3	2283

**V = Velocità dell'orizzonte sismico**  
**Z = Spessore dell'orizzonte sismico**  
**H = Profondità dell'orizzonte sismico**

## Profilo Ps4

Geofono n°	Distanza m	Quota m s.l.m.	V1 m/sec.	Z1 m	V2 m/sec.	Z2 m	H m	V3 m/sec.
1	0	127	276	2.1	670	5.2	7.2	2017
2	3	127	276	2.0	670	4.4	6.4	2017
3	6	127	276	2.0	670	5.5	7.4	2017
4	9	127	281	1.9	670	5.8	7.7	2017
5	12	127	285	1.9	670	5.9	7.7	2017
6	15	128	290	1.8	670	6.1	7.9	2017
7	18	128	295	1.8	670	6.7	8.5	2017
8	21	128	300	1.7	670	6.6	8.3	2017
9	24	128	304	1.7	670	6.5	8.2	2017
10	27	128	309	1.6	670	6.7	8.3	2017
11	30	129	271	1.6	670	6.3	7.8	2017
12	33	129	242	1.5	670	5.9	7.4	2017
13	36	130	224	1.5	670	5.6	7.0	2017
14	39	130	220	1.4	670	6.1	7.5	2017
15	42	130	217	1.4	670	5.8	7.1	2017
16	45	131	213	1.3	670	5.6	6.9	2017
17	48	131	209	1.3	670	5.7	7.0	2017
18	51	131	206	1.2	670	6.2	7.4	2017
19	54	132	202	1.2	670	5.1	6.2	2017
20	57	132	198	1.1	670	5.1	6.2	2017
21	60	132	194	1.1	670	6.3	7.3	2017
22	63	133	191	1.0	670	5.5	6.5	2017
23	66	133	187	1.0	670	5.1	6.1	2017
24	69	134	187	0.9	670	4.4	5.3	2017

**V = Velocità dell'orizzonte sismico**  
**Z = Spessore dell'orizzonte sismico**  
**H = Profondità dell'orizzonte sismico**